

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Запорізька політехніка»

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних робіт з дисципліни «Навчальна (ознайомча)  
практика» для студентів спеціальностей:

131 «Прикладна механіка»

132 «Матеріалознавство»

133 «Галузеве машинобудування»

134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

денної форми навчання

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Навчальна (ознайомча) практика» для студентів спеціальностей: 131 «Прикладна механіка», 132 «Матеріалознавство», 133 «Галузеве машинобудування», 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» денної форми навчання / Укл. В.М. Плескач, Н.В. Широкобокова, І.В.Акімов – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. - 50 с.

Укладачі:

Плескач В.М., доцент, к.т.н.,  
Широкобокова Н.В., доцент, к.т.н.,  
Акімов І.В., доцент, к.т.н.

Рецензент: О.А.Мітяєв, професор, д.т.н.

Відповідальний за випуск: Плескач В.М., доцент, к.т.н.,

Затверджено  
на засіданні кафедри  
композиційних матеріалів,  
хімії та технологій,  
протокол № 1  
від 06.08.2024 р.

Рекомендовано до видання  
НМК факультету  
будівництва, архітектури та  
дизайну,  
протокол № 1  
від 30.08.2024 р.

## ЗМІСТ

Загальні методичні відомості	4
<b>1 Заняття у ливарній навчальній майстерні</b>	<b>6</b>
1.1 Приготування формувальної та стрижньової сумішей	6
1.2 Виготовлення стрижнів	9
1.3 Виготовлення ливарних форм	12
<b>2 Заняття у навчальній майстерні оброблення металів тиском</b>	<b>15</b>
2.1 Вивчення обладнання для кування	15
2.2 Вивчення операцій кування	17
2.3 Виготовлення поковок за індивідуальним завданням	21
<b>3 Заняття у навчальній майстерні зварювання</b>	<b>24</b>
3.1 Вивчення конструкції і роботи джерел живлення зварювальної дуги	24
3.2 Вивчення технології ручного дугового зварювання	27
3.3 Вивчення обладнання і технології газового зварювання	31
<b>4 Заняття у навчальній майстерні оброблення заготовок різанням</b>	<b>37</b>
4.1 Робота на токарно-гвинторізних верстатах	37
4.2 Робота на фрезерних верстатах	41
4.3 Робота на свердлильних верстатах	44
Література	50

## ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВІДОМОСТІ

Практичні заняття, які виконують студенти спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 132 «Матеріалознавство», 133 «Галузеве машинобудування», 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» під час проходження навчальної (ознайомчої) практики, сприяють закріпленню теоретичних знань, які вони отримали при вивченні дисциплін «Технологія конструкційних матеріалів» («Технологія виробництва та оброблення металів»). Вони надають можливість набути практичних навичок з певних технологічних процесів, ознайомитися з конструкцією і використанням наявного у майстернях кафедри обладнання та інструментів.

Навчальна практика проходить у майстернях: ливарній, оброблення металів тиском, зварювання та оброблення різанням.

Робота у кожній майстерні ведеться по підгрупах. Кожного дня вся підгрупа займається одним видом робіт. На початку робочого дня студенти отримують індивідуальне завдання і проходять інструктаж з техніки безпеки відповідно до отриманого завдання. Виконання завдання контролюють викладач і навчальний майстер. Щодня після закінчення практичних робіт викладач або навчальний майстер оцінює якість виконання студентами завдання, а студенти заповнюють звіт (щоденник практики), коротко записуючи виконану за день роботу.

До роботи на лабораторних установках, металорізальних верстатах та іншому обладнанні кафедри допускаються лише студенти, які вивчили правила безпечної роботи, пройшли відповідний інструктаж з обов'язковим особистим підписом у «Журналі реєстрації інструктажу з питань охорони праці для студентів».

Загальні вимоги техніки безпеки при проходженні практики.

1. Перед початком роботи:

- приступаючи до виконання завдання, необхідно вивчити конструкцію і принцип дії обладнання, що використовується, і знати порядок виконання роботи;
- застібнути робочий одяг на всі гудзики, підібрати волосся;
- надійно і правильно закріпити предмет праці та необхідний інструмент;

- користуватися лише інструментами, приладами та обладнанням, передбаченими технологією виконання практичної роботи;

- на робочому місці не повинно бути жодних сторонніх речей і предметів.

## 2. Під час виконання роботи:

- виконувати лише роботу, пов'язану з отриманим завданням;

- використовувати лише ті матеріали, інструменти і прилади, які необхідні для виконання отриманого завдання;

- забороняється залишати включене обладнання (установки) без нагляду, відволікати увагу інших працюючих;

- під час виконання роботи забороняється вживати їжу, воду.

## 3. Після закінчення роботи:

- за дозволом навчального майстра вимкнути струм або зупинити обладнання, установку чи верстат;

- прибрати робоче місце;

- доповісти навчальному майстру або викладачу про помічені дефекти або недоліки у роботі відповідного обладнання.

# 1 ЗАНЯТТЯ У ЛИВАРНІЙ НАВЧАЛЬНІЙ МАЙСТЕРНІ

## Практичне заняття № 1.1

### 1.1 Приготування формувальної та стрижньової сумішей

#### 1.1.1 Мета роботи

Ознайомитися з видами і складом формувальної та стрижньової сумішей, підготовкою їх складників до змішування та з процесом приготування сумішей.

#### 1.1.2 Загальні відомості

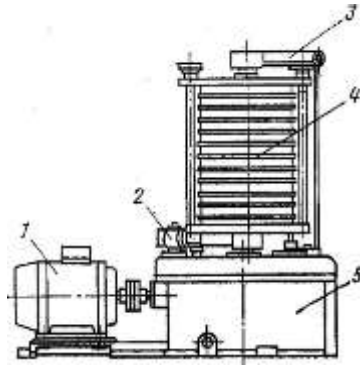
*Ливарне виробництво* – це процес виготовлення готових виробів або заготовок (*виплисків*) з металів та інших матеріалів шляхом заливання розплавлених металів (матеріалів) у ливарну форму. Близько 80% усіх виплисків виготовляють литтям у піщані форми, тобто у форми, які виготовляють з піщано-глинястих сумішей, основною яких є пісок як вогнетривка основа і зволожена глина як зв'язувальна речовина.

*Формувальна суміш*, яка формує зовнішню конфігурацію виплиску, складається з кварцового піску як основи, 8...12% за об'ємом глини і 4...5 % води. Кварцовий пісок (за хімічним складом –  $\text{SiO}_2$ ) має високу вогнетривкість (температура плавлення понад  $1700^\circ\text{C}$ ), його зерна характеризуються формою і розмірами. Від них залежить шорсткість поверхні майбутнього виплиску.

*Стрижньова суміш* призначена для виготовлення стрижнів, які формують внутрішню конфігурацію виплиску. Стрижень знаходиться у важких умовах під час заливання і кристалізації виплиску, тому у склад стрижньової суміші вводяться додаткові зв'язувальні речовини: синтетичні смоли (фенолформальдегідні, фуранові, епоксидні та інші), рідке скло, природні смоли (пек, смола, каніфоль та інше), цемент.

Зерновий склад формувальних пісків найчастіше визначається за допомогою *вібросепараторів*. Їх основою є металеві сита, або деки. Дека становить раму, на якій закріплена сітка з необхідним розміром отворів. Сітки мають відповідати стандартам. Сітчаста дека отримує зворотно-поступальний рух з певною частотою, і менші частки просипаються вниз, а необхідна фракція залишається на сітці. Для

розсіювання піску за розмірами на декілька фракцій застосовують багатодечні сепаратори (рис. 1.1).



1 – електродвигун; 2 – куліса; 3 – калатало; 4 – вертикальна вісь набору сит;  
5 – корпус

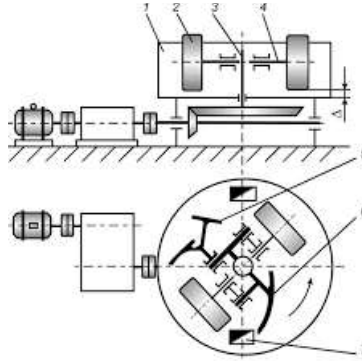
Рисунок 1.1. – Ситовий вібросепаратор

Зерновий склад піску впливає як на міцність і газопроникність формувальної суміші, так і на якість поверхні виливка. Класифікація формувальних пісків за зерновим складом наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Групи формувальних пісків

Пісок	Група	Номери суміжних сит, на яких залишаються зерна основної фракції	Пісок	Група	Номери суміжних сит, на яких залишаються зерна основної фракції
Грубий	063	1;063;04	Дрібний	01 6	02;016;01
Дуже крупний	04	063;04;0315	Дуже дрібний	01	016;01;0063
Крупний	031 5	04;0315;02	Тонкий	00 63	01;0063;005
Середній	02	0315;02;016	Пилоподібний	00 5	0063;005;піддон

Формувальна суміш виготовляється шляхом змішування вихідних компонентів у змішувальних *бігунах*. Змішувальні бігуни – машини, які складаються з нерухокої чавунної чаші з масивними обертовими котками і лопатковими плужками у ній (рис. 1.2).



1 – нерухома чаша; 2 – котки; 3 – вертикальна вісь; 4 – осі котків; 5, 6 – плужки; 7 – розвантажувальні отвори

Рисунок 1.2 - Кінематична схема змішувальних бігунів

У бігуни спочатку завантажують сухі матеріали: пісок, відпрацьовану суміш, вугільний пил тощо і перемішують 2...3 хвилини. Потім перемішану суміш зволожують, перемішують певний час, після цього додають інші рідкі складники (наприклад, зв'язувальні речовини) і додатково змішують.

У бігунах компоненти не лише змішуються, але й перетираються. На рис. 1.2  $\Delta$  - зазор між котками і дном чаші, який можна регулювати.

### 1.1.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Вібросепаратор ситовий
2. Бігуни лабораторні
3. Ваги лабораторні
4. Пісок кварцовий
5. Глина вогнетривка
6. Вода



#### **1.1.4 Вказівки з техніки безпеки**

1. Перед початком практичної роботи уважно прослухати інструктаж з техніки безпеки в майстерні.

2. Не втручатися у роботу обладнання після ввімкнення його в електричну мережу.

3. Не додавати компоненти у бігуни під час їх роботи.

#### **1.1.5 Порядок виконання роботи**

1. Кварцовий пісок масою 100 г просіяти на віброситі протягом 10...15 хвилин.

2. Визначити масу піску на кожному ситі, побудувати гістограму розподілу піску на ситах і за табл. 1.1 визначити найменування кожної виділеної групи піску.

3. Вивчити конструкцію змішувальних бігунів.

4. Підготувати компоненти заданої формувальної суміші, провести змішування.

5. Вивчити інші види формувальних і стрижньових сумішей.

#### **1.1.6 Зміст звіту**

1. Навести характеристики формувальної і стрижньової сумішей.

2. Коротко описати обладнання, яке використовувалося на занятті.

3. Записати результати визначення фракційного складу піску.

4. Побудувати гістограму розподілу піску на ситах.

5. Описати вплив розміру зерен піску на якість поверхні виливка.

## **Практичне заняття № 1.2**

### **1.2 Виготовлення стрижнів**

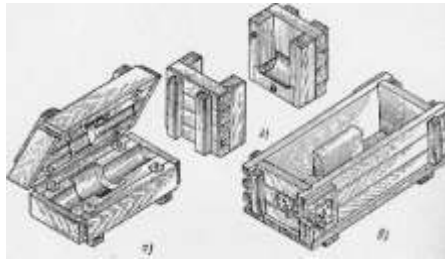
#### **1.2.1 Мета роботи**

Вивчити та засвоїти технологію виготовлення стрижнів з піщано-глинястих стрижньових сумішей.

### 1.2.2 Загальні відомості

**Стрижень** – елемент ливарної форми, який призначений для отримання у виливку отворів (порожнин). Поза розмірами отворів стрижні мають виступи – *знаки*, які служать для точної фіксації положення стрижня при складанні форми та заливанні металу. Для збільшення міцності стрижнів, крім додавання у стрижньову суміш зв'язувальних речовин, іноді у стрижні при виготовленні вкладаються каркаси з дроту, прутків або у вигляді литих конструкцій.

Стрижні виготовляють вручну або на машинах. Вручну виготовляють головним чином крупні, рідше – середні та дрібні стрижні у рознімних і витрушних *стрижньових ящиках* (рис. 1.3).

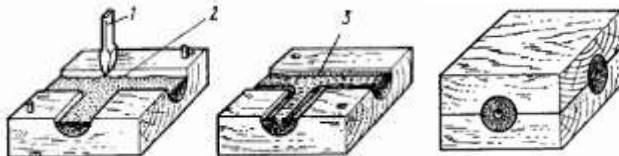


- а – рознімний ящик з горизонтальною площиною розніму;  
 б - рознімний ящик з вертикальною площиною розніму;  
 в – витрушний ящик

Рисунок 1.3 – Типи стрижньових ящиків

У рознімних ящиках виготовляють найчастіше складні за конфігурацією стрижні. У витрушних ящиках звичайно виготовляють масивні, прості за конфігурацією стрижні.

При виготовленні стрижня у рознімному ящику стрижньову суміш засипають в одну з половинок ящику і ущільнюють (рис. 1.4).



- 1 – трамбівка; 2 – стрижньова суміш; 3 – каркас

Рисунок 1.4 - Етапи виготовлення стрижня

Потім закладають каркас. Аналогічно виготовляють другу половинку ящика, але без каркаса. Половинки ящика щільно з'єднують і додатково ущільнюють через знакові частини. Після цього обережно знімають верхню половинку ящика, викладають стрижень на *сушильну плиту* (рис. 1.5) і відправляють на сушіння.

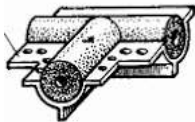


Рисунок 1.5 – Стрижень на сушильній плиті

Спочатку температура у сушарні піднімається повільно, щоб забезпечити випаровування вологи з внутрішніх шарів стрижня. Поступово температура піднімається до  $100^{\circ}\text{C}$ , і стрижень витримується при ній час, достатній для інтенсивного випаровування вологи. Коли практично вся волога випарувалася зі стрижня, починають поступове охолодження стрижня.

### 1.2.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Стрижньові ящики
2. Сушільні плити
3. Формувальний інструмент
4. Стрижньова суміш
5. Сушарня

### 1.2.4 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком практичної роботи уважно прослухати інструктаж з техніки безпеки в майстерні.
2. Обережно використовувати трамбівки, щоб уникнути травм.
3. При роботі, пов'язаній з сушінням стрижнів, використовувати робочі рукавиці.

### 1.2.5 Порядок виконання роботи

1. Освоїти основні операції виготовлення стрижнів з піщано-глинястих формувальних сумішей.
2. Виготовити стрижні з використанням наявного обладнання.
3. Освоїти процеси термічного сушіння (твердіння) стрижнів.

4. Оглянути висушені стрижні, візуально оцінити їх якість (відповідність форми і розмірів, відсутність тріщин, викришування гострих кромek тощо).

#### **1.2.6 Зміст звіту**

1. Коротко описати матеріали, обладнання, інструменти, що використовувалися на занятті, та технологію виготовлення стрижнів.

2. Навести ескізи виготовлених стрижнів і стрижньових ящиків, що їм відповідають.

3. Навести оцінку якості виготовлених стрижнів.

### **Практичне заняття № 1.3**

#### **1.3 Виготовлення ливарних форм**

##### **1.3.1 Мета роботи**

Вивчити та засвоїти технологію виготовлення ливарних форм за рознімними і нерознімними моделями.

##### **1.3.2 Загальні відомості**

Виготовлення ливарних форм ручним формуванням у двох (парних) опоках – один з найпоширеніших способів формування для отримання дрібних партій або унікальних виливків.

Спочатку виготовляють нижню півформу. Для цього на модельну плиту встановлюють нижню опоку рознімом вниз. Всередину опоки встановлюють нижню частину рознімної моделі площиною розніму вниз. Модель спочатку покривають облицювальною сумішшю, а потім опоку заповнюють наповнювальною сумішшю, і отриману суміш ретельно ущільнюють трамбівкою.

Після цього нижню півформу перевертають на  $180^{\circ}$ . Щоб уникнути прилипання формувальної суміш, поверхню нижньої півформи припорошують графітовим або іншим порошком (припилом). На нижню опоку встановлюють парну верхню опоку, а на модель – верхню половинку моделі. Додатково встановлюють моделі елементів литникової системи та прорізають необхідні канали. Далі верхню опоку заповнюють формувальною сумішшю і ущільнюють.

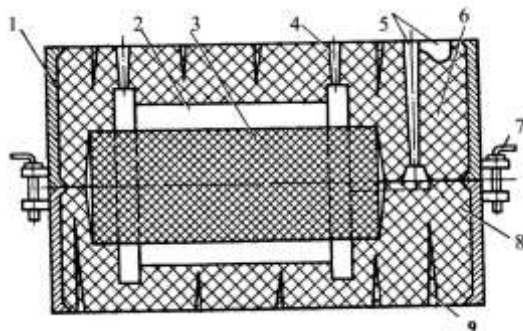
Ущільнену верхню півформу знімають, обережно виймають півмоделі вилівка і виправляють можливі пошкодження.

У разі необхідності порожнини півформ покривають тонким шаром протипригарної речовини. У нижню півформу вкладають стрижень (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 - Нижня півформа в опоці з вкладеним стрижнем

На нижню півформу по штифтах накладають верхню півформу. При необхідності півформи з'єднують струбцинами або притискають вантажем зверху (рис. 1.7). Складена форма готова для заливання рідкого металу.



1 – опока; 2 – порожнина форми; 3 – стрижень; 4 – випор;  
5 – литникова система; 6 – верхня півформа; 7 – центрувальні штири;  
8 – нижня півформа; 9 – вентиляційні канали

Рисунок 1.7 – Складена ливарна форма

### **1.3.3 Матеріали, інструмент, обладнання**

1. Опоки парні
2. Моделі рознімні (нерознімні)
3. Моделі елементів ливникової системи
4. Інструмент формувальний
5. Формувальна суміш
6. Припили

### **1.3.4 Вказівки з техніки безпеки**

1. Перед початком практичної роботи уважно прослухати інструктаж з техніки безпеки в майстерні.
2. Обережно використовувати трамбівки, щоб уникнути травм.
3. Підготовлені до заливання ливарну форму розташувати на пожежобезпечній основі.

### **1.3.5 Порядок виконання роботи**

1. Освоїти основні операції виготовлення ливарної форми ручним формуванням.
2. Підготувати модельно-опочний комплект, вибрати оптимальне розташування моделей виливка і елементів литникової системи опоках.
3. Виготовити нижню і верхню півформи, перевірити їх якість.
4. Скласти ливарну форму і підготувати її до заливання розплавленого металу.

### **1.3.6 Зміст звіту**

1. Коротко описати використані інструменти, обладнання і матеріали.
2. Навести ескізи моделей виготовленої ливарної форми.
3. Викласти поетапну технологію виготовлення ливарної форми.

## 2 ЗАНЯТТЯ У НАВЧАЛЬНІЙ МАЙСТЕРНІ ОБРОБЛЕННЯ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

### Практичне заняття № 2.1

#### 2.1 Вивчення обладнання для кування

##### 2.1.1 Мета роботи

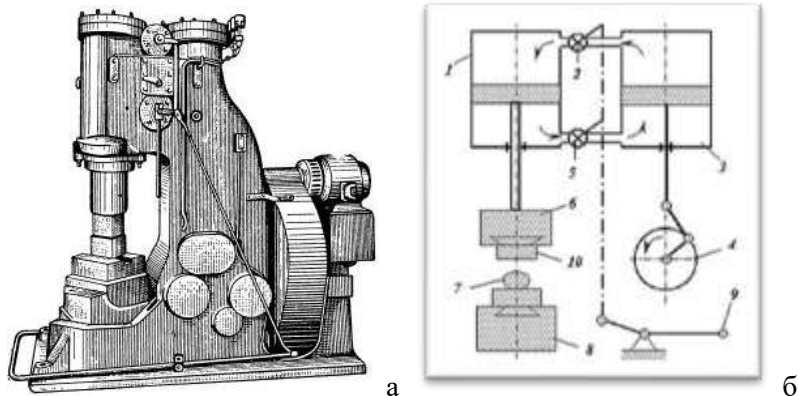
Вивчення конструкції та принципів дії обладнання для кування.

##### 2.1.2 Загальні відомості

**Кування** – процес деформування заготовки внаслідок ударів або тиснення плоских бойків. При необхідності можуть використовуватися додаткові ковальські інструменти. Як обладнання при кування використовують молоти і преси.

*Молоти* створюють ударну дію на заготовку. Потужність молота визначається масою частин, що падають на заготовку в момент удару. Найпоширеніші молоти – пневматичні і пароповітряні.

Особливість *пневматичного молота* полягає у тому, що він має два циліндри: робочий і компресорний (рис. 2.1).



1- робочий циліндр; 2, 5 – золотники; 3 – компресорний циліндр;  
4 – кривошипно-шатунний механізм; 6 – баба; 7 – заготовка;  
8 – шабот; 9 – педаль керування; 10 – верхній бойок

Рисунок 2.1 – Пневматичний молот (а) та схема його роботи (б)

У компресорному циліндрі створюється певний об'єм повітря високого тиску. Через золотники він спрямовується у верхню або нижню частини робочого циліндра, піднімаючи або опускаючи бабу з бойком. Пневматичні молоти мають масу частин, що падають, 50...1000 кг. Вони застосовуються для кування дрібних поковок (до 20 кг).

Більші заготовки обробляють на потужнішому обладнанні (рис. 2.2).



а – пароповітряний молот; б – гідравлічний кувальний прес  
Рисунок 2.2 – Потужне обладнання для кування

*Пароповітряний молот* має один робочий циліндр (рис. 2.2, а). Баба з закріпленням на ній верхнім бойком піднімається і опускається під дією пари або стисненого повітря тиском 0.7...0,9 МПа із заводської мережі. Подача пари (повітря) також регулюється золотниками. Пароповітряні молоти мають масу частин, що падають, 0,5...5 т і можуть обробляти досить великі заготовки.

*Гідравлічний прес* (рис. 2.2, б) деформує заготовку статично. Його потужність характеризується силою, з якою він може тиснути на заготовку. Гідравлічні преси мають потужністю до 150МН.

У робочий циліндр преса подається робоча рідина під тиском 20...30 МПа. Плунжер рухає по напрямним траверсу з бойком дуже повільно, зі швидкістю 0,3...0,5 м/с, що сприяє куванню виробів з малопластичних металів. Для піднімання траверси використовуються додаткові бічні циліндри.

Гідравлічні преси використовуються для кування великих поковок зі сталей і кольорових металів. Завдяки тому, що робочі



поверхні бойків не мають бічних обмежень, великі видовжені поковки можна кувати поступово, окремими ділянками, періодично пересуваючи заготовки вдовж бойків.

### **2.1.3 Матеріали, інструмент, обладнання**

1. Молот пневматичний
2. Прес гідравлічний
3. Кліщі ковальські
4. Додаткові ковальські інструменти

### **2.1.4 Вказівки з техніки безпеки**

1. Перед початком практичної роботи уважно прослухати інструктаж з техніки безпеки в майстерні.

2. Перед початком руху бойка убрати руки з робочої зони молота (преса).

### **2.1.5 Порядок виконання роботи**

1. Вивчити конструкцію та принцип дії пневматичного молота. Ознайомитися з основними ковальськими інструментами.

2. Вивчити конструкцію і принцип дії гідравлічного преса; проаналізувати особливості кування на гідравлічному пресі.

### **2.1.6 Зміст звіту**

1. Описати конструкцію і принцип дії пневматичного молота; навести його кінематичну схему.

2. Описати будову і принцип дії гідравлічного преса; відмітити особливості його роботи при куванні.

3. Описати основні ковальські інструменти.

## **Практичне заняття № 2.2**

### **2.2 Вивчення операцій кування**

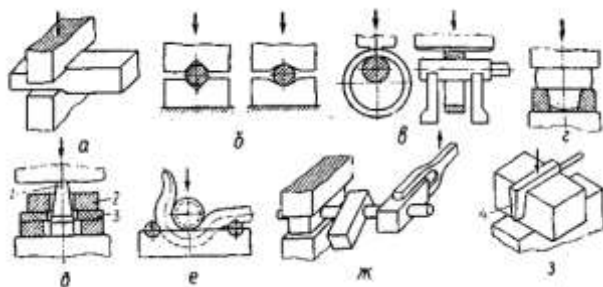
#### **2.2.1 Мета роботи**

Освоїти прийоми виконання основних операцій кування; навчитися обирати температурний інтервал кування.

### 2.2.2 Загальні відомості

Оскільки робоча поверхня бойків плоска, їх не змінюють при переході до виготовлення іншого виробу. Необхідна конфігурація різноманітних кованих виробів забезпечується вмінням робітника – **ковалю** - шляхом використання їм *операцій кування* та великої кількості додаткових ковальських інструментів.

До основних операцій кування відносяться (рис. 2.3):



а, б – протягування; в – розкочування; г – осаджування (висаджування); д – прошивання; е – гнуття; ж – скручування;  
з - відрубання

Рисунок 2.3 – Основні операції кування

*протягування* – видовження поковки за рахунок зменшення товщини; *розкочування* (кільця) на оправці – збільшення діаметра кільця за рахунок зменшення товщини; *осаджування* – зменшення висоти заготовки за рахунок збільшення поперечного перерізу (місцеве осаджування називається *висаджуванням*); *прошивання* – отримання у заготовці 2 отвору за допомогою прошивня 1 і підкладного кільця 3; *гнуття* – зміна положення осі вихідної заготовки; *скручування* – поворот однієї частини заготовки відносно іншої на певний кут; *відрубання* – відділення частини заготовки від її головної частини за допомогою ковальської сокири або зубила.

У більшості випадків кування сталевих заготовок здійснюється у «гарячому» стані, тобто заготовку нагрівають до певної температури з метою підвищення її пластичності. Під час кування заготовка остигає, її пластичність різко знижується. Тому її кування здійснюється у певному температурному інтервалі (рис. 2.4).

Верхня температура нагрівання  $t_b$  для сталей повинна бути на  $100\dots 200^{\circ}\text{C}$  нижче лінії солідуса АНЖЕ, а температура закінчення деформування металу  $t_n$  - на  $50\dots 70^{\circ}\text{C}$  вищою за температуру рекристалізації даної сталі. Вибір температурного інтервалу залежить від хімічного складу сталі. На рис. 2.4 показаний спосіб знаходження максимальної  $t_{BK}$  і мінімальної  $t_{HK}$  температур нагрівання сталі складу К (приблизно  $0,5\% \text{ C}$ ).

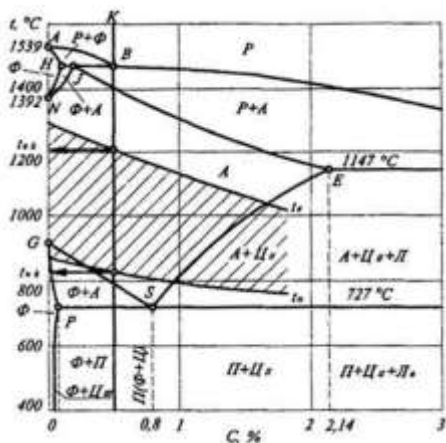


Рисунок 2.4 – Температурний інтервал (заштрихована область) оброблення тиском вуглецевих сталей

### 2.2.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Молот пневматичний
2. Піч для нагрівання заготовок
3. Ковальські кліщі
4. Зубила ковальські
5. Заготовки сталеві (свинцеві)  $\varnothing 20 \times 150\dots 200 \text{ мм}$

### 2.2.4 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком практичної роботи уважно прослухати інструктаж з техніки безпеки в майстерні.
2. Перед початком руху бойка убрати руки з робочої зони молота.
3. Оперувати з гарячим металом, використовуючи рукавиці і кліщі.

4. Забороняється знаходження зайвих людей поблизу місця кування гарячого металу.

### 2.2.5 Порядок виконання роботи

1. Залежно від наявних матеріалів і виробничих умов дана практична робота може проводитися як на гарячих сталевих зразках, так і на свинцевих, оскільки температурному інтервалу гарячої деформації свинцю відповідає кімнатна температура (18...22<sup>0</sup>С).

2. За діаграмою стану «залізо-цементит» (рис. 2.4) визначити температурний інтервал кування для сталі наявних зразків.

3. Нагріти сталеву заготовку до температури початку кування.

4. Протягнути заготовку на квадрат 10х10 мм. Протягування вести з кантуванням (обертанням) заготовки на 90<sup>0</sup>. Схема процесу протягування показана на рис. 2.5. Цифрами позначена послідовність нанесення ударів бойком.

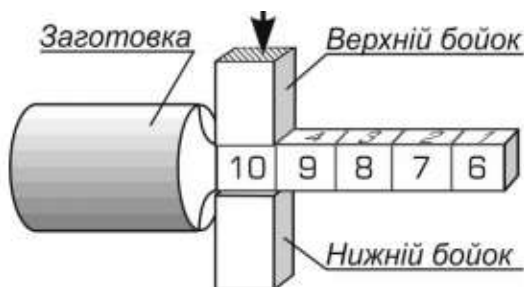


Рисунок 2.5 – Схема процесу протягування

5. Під керівництвом навчального майстра виконати деякі інші операції кування (наприклад, гнуття, відрубання тощо).

### 2.2.6 Зміст звіту

1. Описати основні операції кування.

2. Описати порядок підготовки зразків до протягування і технологію протягування.

3. Навести розміри прутка після протягування: оцінити якість протягування.

4. Навести схеми інших операцій кування, які виконував студент.

## Практичне заняття № 2.3

### 2.3 Виготовлення поковок за індивідуальним завданням

#### 2.3.1 Мета роботи

Освоїти прийоми складання креслення (ескіза) поковки; навчитися визначати режим і технологію кування; отримати навички виконання деяких операцій кування.

#### 2.3.2 Загальні відомості

Виконуючи попередні практичні заняття, студент наочно ознайомився з обладнанням, приладами та інструментами, які використовуються при куванні. Вивчаючи ті чи інші операції та технології кування, студент закріплює теоретичні знання, отримані при вивченні курсу «Технологія конструкційних матеріалів». Задача студента на цьому занятті спробувати самостійно спланувати технологію і власноруч виготовити поковку згідно з отриманим індивідуальним завданням.

У практичній частині даного заняття наведені декілька прикладів завдань, які можуть виконувати студенти. Але залежно від актуального замовлення майстерні або від наявних вихідних матеріалів студенти можуть отримувати інші індивідуальні завдання.

#### Приклади індивідуальних завдань

Завдання 1. Виготовити скобу (рис. 2.6), гострі кінці притупити. Матеріал: сталь 20, кількість - 20 шт.

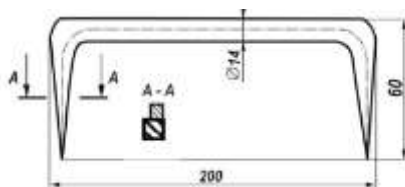


Рисунок 2.6 – Скоба

Завдання 2. Виготовити ручку совка (рис. 2.7). Матеріал: сталь 20, кількість – 10 шт.

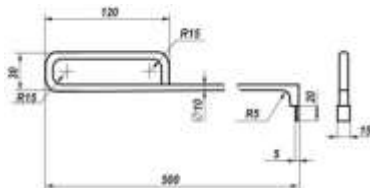


Рисунок 2.7 – Ручка совка

Завдання 3. Виготовити заготовку болта (рис. 2.8). Матеріал: сталь 35, кількість – 30 шт.

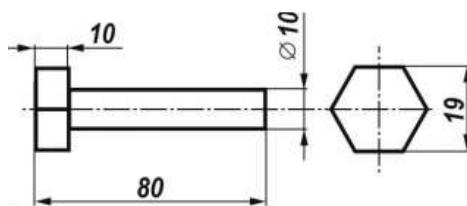


Рисунок 2.8 – Заготовка болта

Завдання 4. Виготовити кистиль (рис. 2.9). Матеріал: сталь Ст3, кількість – 30 шт.

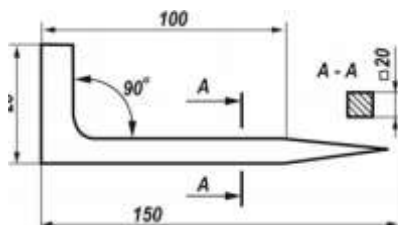


Рисунок 2.9 – Кистиль

### 2.3.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Молот пневматичний
2. Піч для нагрівання заготовок
3. Ковальські кліщі
4. Зубила ковальські
5. Заготовки сталеві

### **2.3.4 Вказівки з техніки безпеки**

1. Перед початком практичної роботи уважно прослухати інструктаж з техніки безпеки в майстерні.
2. Перед початком руху бойка убрати руки з робочої зони молота.
3. Оперувати з гарячим металом, використовуючи рукавиці і кліщі.

### **2.3.5 Порядок виконання роботи**

1. Отримати у викладача (навчального майстра) індивідуальне завдання; скласти креслення поковки та визначити необхідні вихідні дані.
2. Для деталі-завдання визначити послідовність виконання необхідних операцій кування.
3. У випадку необхідності гарячого кування розшифрувати марку сталі виробу, визначити вміст вуглецю. За допомогою діаграми «заліз – цементит» (рис. 2.4) визначити температурний інтервал кування сталі заданого хімічного складу. Вибрати необхідний для кування основний і допоміжний ковальський інструмент.
4. Розробити технологію (маршрутну карту) виготовлення поковки з таким змістом:
  - ескіз деталі-завдання, її матеріал;
  - послідовність операцій (переходів) указавши для кожної: назву операції, її ескіз; обладнання та інструменти, які використовуються на даній операції; температурний інтервал операції (при необхідності).

### **2.3.6 Зміст звіту**

1. Навести зміст завдання: креслення, матеріал поковки, розмір замовлення.
2. Навести технологію (маршрутну карту) виготовлення поковки, вказавши послідовність операцій (переходів) з таким змістом кожної: назва операції, її ескіз; обладнання та інструменти, які використовуються на даній операції; температурний інтервал операції (при необхідності).

## 3 ЗАНЯТТЯ У НАВЧАЛЬНІЙ МАЙСТЕРНІ ЗВАРЮВАННЯ

### Практичне заняття № 3.1

**3.1 Вивчення конструкції і роботи джерел живлення зварювальної дуги**

#### 3.1.1 Мета роботи

Вивчення конструкції та роботи зварювальних апаратів для ручного дугового зварювання на постійному і змінному струмах та способів регулювання режиму зварювання; навчитися запалювати та підтримувати зварювальну дугу.

#### 3.1.2 Загальні відомості

**Зварювання** – технологічний процес отримання нерознімного з'єднання встановленням міжатомних (міжмолекулярних) зв'язків між частинами, що з'єднуються, при їх нагріванні до розплавленого стану або пластичному деформуванні, або при спільній дії обох факторів.

Найпоширенішими є дугові способи зварювання. Джерелом тепла для них є **зварювальна дуга**, у стовпі якої утворюється температура 6000...8000°C. Дуга становить потужний стабільний електричний розряд в іонізованій атмосфері газів і парів металів. Іонізування дугового проміжку починається у момент запалювання дуги та підтримується у процесі її горіння.

Зварювальна дуга може горіти як на постійному, так і на змінному струмах. Щоб забезпечити стабільне горіння дуги, використовуються спеціальні **джерела живлення**.

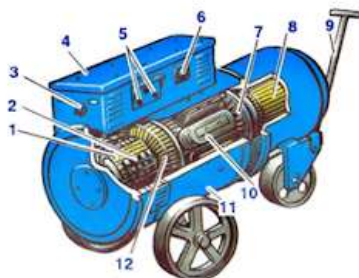
При зварюванні на *постійному струмі* як джерело живлення використовуються зварювальні генератори і зварювальні випрямлячі.

**Зварювальні генератори** (рис. 3.1) складаються з приводного двигуна, електрогенератора постійного струму та пристрою для регулювання зварювального струму.

Зварювальні випрямлячі складаються з трансформатора і напівпровідникового вентиля. Вентилі на основі германієвих або кремнієвих елементів добре проводять струм лише в одному напрямку.

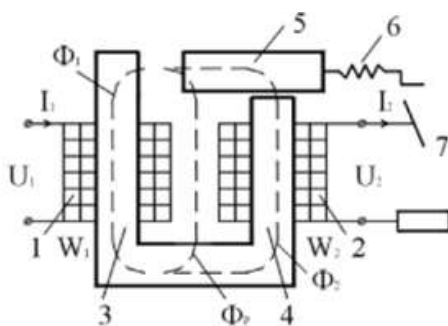
Регулювання сили постійного зварювального струму здійснюється реостатами.





1 – пластинки колектора; 2 – щітки колектора;  
 3 – регулювальний реостат; 4 – розподільний пристрій;  
 5 – затискачі; 6 – вольтметр; 7 – вентилятор; 8 – привідний двигун; 9 – тяга;  
 10 – магнітні полюси; 11 – корпус; 12 – якір  
 Рисунок 3.1 – Зварювальний генератор

При зварюванні на *змінному струмі* джерелом живлення є зварювальні трансформатори. У *трансформаторах* різних типів регулювання сили зварювального струму здійснюється за рахунок окремого елемента – дроселя (рис. 3.2) або переміщенням котушки вторинної обмотки.

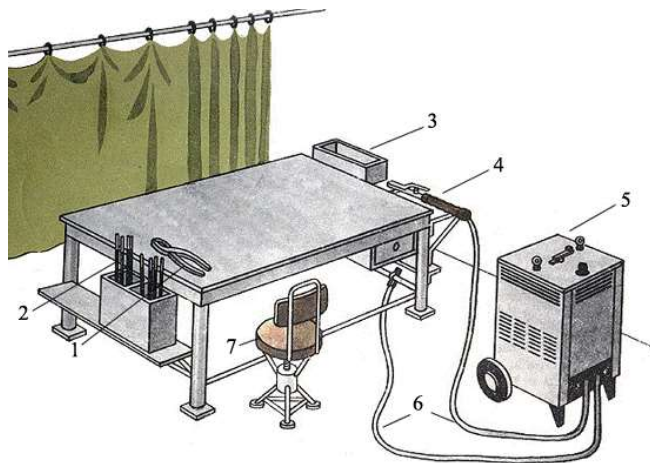


1 – первинна обмотка; 2 – вторинна обмотка; 3, 4 – магнітопровід; 5 – дросель;  
 6 – регулятор положення осердя дроселя; 7 – електрод  
 Рисунок 3.2 – Схема зварювального трансформатора

Треба відзначити, що найчастіше зварювання ведеться на змінному струмі тому, що зварювальні трансформатори прості, дешеві та дуже надійні в експлуатації.

Зварювання може вестися неплавкими *електродами* (з вольфраму або графіту) та плавкими, які становлять металеві стрижні діаметром 1,6...12,0 мм з нанесеним на них покриттям. Матеріал плавкого електрода обирається близьким за хімічним складом до матеріалу деталей, що зварюються. Покриття слугує для стабілізації горіння дуги, захисту розплавленого металу від окиснення, легування металу зварного шва.

Робоче місце зварника – *зварювальний пост* (рис. 3.3).



1 – кліщі; 2 – зварювальний стіл; 3 – коробка для огарків електродів; 4 – електродотримач; 5 – зварювальний трансформатор;  
6 – електричні кабелі; 7 - стілець  
Рисунок 3.3 – Зварювальний пост

Він складається зі зварювального стола, джерела живлення, електричних кабелів, один з яких підключений до зварювального стола, а до другого підключений електродотримач. Пост повинен бути обладнаний достатнім освітленням, доброю вентиляцією і шторкою, яка захищає сторонніх від спалахів дуги, диму тощо.

### 3.1.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Джерело живлення зварювальної дуги
2. Зварювальний стіл
3. Електроди

### **3.1.4 Вказівки з техніки безпеки**

1. Перед початком практичної роботи уважно прослухати інструктаж з техніки безпеки в майстерні.
2. Перевірити надійність електричних з'єднань.
3. Зварювання вести у спецодязі, рукавицях, захищаючи обличчя захисним щитком або маскою.
4. При зварюванні зварник повинен стояти на ізоляційному килимку.

### **3.1.5 Порядок виконання роботи**

1. Очистити зварювальний стіл від сторонніх предметів. Підготувати заготовку до ведення зварювання.
2. Обрати електрод і закріпити його у електродотримачі.
3. За участю навчального майстра встановити бажану силу зварювального струму.
4. Ввімкнути рубильник. Запалити зварювальну дугу і підтримувати її горіння 10...15 с.
5. Вимкнути рубильник, прибрати зварювальний пост.

### **3.1.6. Зміст звіту**

1. Дати характеристику ручному дуговому зварюванню.
2. Описати види джерел живлення зварювальної дуги, їх конструкцію та області застосування. Навести схему одного зі зварювальних апаратів.
3. Описати види електродів, які застосовуються при ручному дуговому зварюванні.
4. Описати склад зварювального поста.

## **Практичне заняття № 3.2**

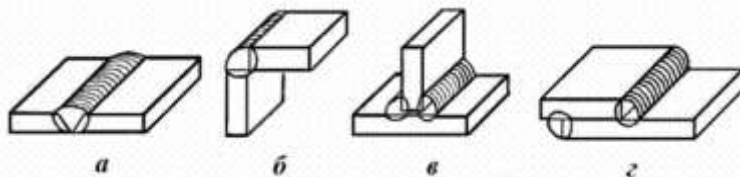
### **3.2 Вивчення технології ручного дугового зварювання**

#### **3.2.1 Мета роботи**

Вивчити типи зварних з'єднань, підготовку заготовок до зварювання і порядок вибору режиму зварювання; навчитися підбирати необхідний режим зварювання для певних заготовок і вести процес зварювання.

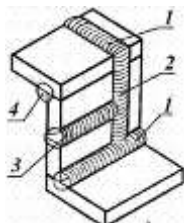
### 3.2.2 Загальні відомості

Нерознімне з'єднання заготовок, виконане зварюванням, створює **зварне з'єднання**. За конструкцією (взаємним розташуванням заготовок) зварні з'єднання поділяються на стикові, кутові, таврові і внапустку (рис. 3.4).



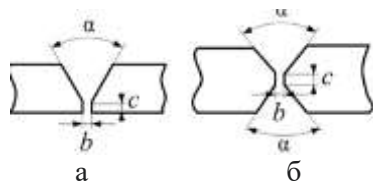
а – стикове; б – кутове; в – таврове; г – внапустку  
Рисунок 3.4 – Типи зварних з'єднань за конструкцією

За розташуванням у просторі зварні з'єднання поділяються на нижні, горизонтальні, вертикальні і стельові (рис. 3.5). Найпростіші для виконання нижні з'єднання, найважчі – стельові.



1 – нижнє; 2 – вертикальне; 3 – горизонтальне; 4 – стельове  
Рисунок 3.5 – Типи зварних з'єднань за розташуванням у просторі

Задача будь-якого зварювання – забезпечити проварювання заготовок, що з'єднуються, на всю товщину. При однібічному ручному зварювання товстих заготовок досягти цього майже неможливо. У таких випадках, щоб забезпечити провар на всю товщину заготовок, перед зварюванням проводиться попередня підготовка – *розробка крайок*. Форма і розміри розробок залежно від товщини заготовок, типу зварного шва і способу зварювання встановлюються стандартами. Приклади розробок крайок наведені на рис. 3.6.



а – V-подібна; б – Х-подібна  
Рисунок 3.6 – Приклади розробок крайок

**Режим ручного дугового зварювання** визначається головним чином діаметром електрода, силою зварювального струму і напругою на дузі. Діаметр електрода  $d_e$ , мм, обирають за товщиною деталей, що зварюються. Для малих товщин (до 4 мм) діаметр електрода дорівнюється їх товщині; при більших товщинах він потсупово зростає до 6...8 мм. Сила зварювального струму  $I_{зв}$ , А, визначається за діаметром електрода. Орієнтовно  $I_{зв}=(40...60)d_e$ . Напруга на дузі  $U_d$ , В, практично не впливає на кількість електродного металу, що переходить у зварний шов. Тому вона змінюється для всіх режимів зварювання у порівняно вузьких межах – 18...30 В.

Підготовка заготовок до зварювання починається з вимірювання їх товщини і визначення запланованого типу зварного шва. При цьому вирішується, чи необхідна для даних заготовок розробка крайок. Далі залежно від прийнятого рішення, товщини заготовок і матеріалу заготовок, що зварюються, обриється тип і діаметр електрода. За діаметром електрода орієнтовно визначають силу зварювального струму і готують робоче місце до зварювання.

### 3.2.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Джерело живлення зварювальної дуги
2. Зварювальний стіл
3. Електроди
4. Зразки для зварювання

### 3.2.4 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком практичної роботи уважно прослухати інструктаж з техніки безпеки в майстерні.
2. Перевірити надійність електричних з'єднань.
3. Зварювання вести у спецодязі, рукавицях, захищаючи обличчя захисним щитком або маскою.

4. При зварюванні зварник повинен стояти на ізоляційному килимку.

### 3.2.5 Порядок виконання роботи

1. Очистити зварювальний стіл від сторонніх предметів.
2. Виміряти товщину заготовок, що зварюватимуться, визначити тип зварного з'єднання.
3. Відповідно до отриманих даних за табл. 3.1 обрати спосіб зварювання і необхідну розробку крайок.

Таблиця 3.1 – Способи розробки крайок і зварювання

Товщина деталі, мм	Тип зварного з'єднання	Підготовка крайок	Спосіб зварювання
До 4	Стикове, кутове		Зварювання оплавленням крайок
4...6	Стикове, кутове, таврове		Однобічне зварювання
6...8	Стикове, кутове, таврове		Однобічне зварювання з підварюванням
8...12	Стикове, кутове, таврове		Двобічне зварювання
8...12	Стикове, кутове, таврове		V-подібне з'єднання без підварювання
10...16	Стикове, кутове, таврове		V-подібне з'єднання з підварюванням
14...30	Стикове		X-подібне з'єднання

4. За табл. 3.2 обрати діаметр електрода і силу зварювального струму.

Таблиця 3.2 – Вибір сили зварювального струму залежно від товщини заготовок і діаметра електрода

Товщина заготовок мм	Діаметр електрода, мм	Сила зва – рювального струму, А	Товщина заготовок, мм	Діаметр електрода, мм	Сила зварювального струму, А
1,0...2,0	1,5	25...40	10,1...20,0	5,0	220...280
	2,0	60...70		6,0	280...360
2,1...5,0	3,0	100...140	Понад 20,0	6,0	280...360
	4,0	160...200		7,0	370...450
5,1...10,0	4,0	160...200		8,0	450...560
	5,0	220...280		10,0	750...850

5. Налаштувати обраний режим зварювання, провести зварювання виробу.

6. Оглянути виріб, оцінити якість зварювання.

### 3.2.6 Зміст звіту

1. Навести креслення звареної деталі, указавши товщину деталі та тип зварного з'єднання.

2. Описати порядок вибору режиму зварювання та його характеристики.

3. Навести дані про використані джерело живлення, вид струму, спосіб зварювання та електроди.

## Практичне заняття № 3.3

### 3.3 Вивчення обладнання і технології газового зварювання

#### 3.3.1 Мета роботи

Вивчити конструкцію, призначення і роботу апаратури для газового зварювання; навчитися підготувати її до зварювання і вести зварювання.

#### 3.3.2 Загальні відомості

**Газове зварювання** - це зварювання плавленням, при якому для плавлення металу у зоні зварювання використовується теплота

полум'я, яка виділяється при спалюванні горючих газів (як правило – ацетилену) у суміші з киснем за допомогою спеціального пальника. Отже джерело тепла – полум'я; його максимальна температура у зварювальній зоні  $3200^{\circ}\text{C}$ , тобто майже у 2 рази менше, ніж у зварювальної дуги. У зв'язку з цим газове зварювання використовується для зварювання як дуже тонких деталей, так і досить товстих, але не більше 8 мм завтовшки.

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

*Ацетиленові генератори* служать для виробництва ацетилену із заданою продуктивністю шляхом взаємодії карбиду кальцію з водою. За конструкцією використовують головним чином три типи генераторів: «витісненням води» (ВВ), або контактні; «вода на карбід» (ВК) і «карбід на воду» (КВ).

У найпростіших переносних генераторах типу ВВ спочатку весь карбід кальцію, який знаходиться у спеціальній корзині, занурюється у воду. В міру того, як у генераторі накопичується ацетилен, вода витісняється з робочої камери, з карбідом кальцію взаємодіє все менша кількість води, і виробництво ацетилену уповільнюється.

Коли ацетилен використовується безпосереднє від генератора, обов'язково використовуються *запобіжні затвори*, призначені для запобігання вибуху. Коли швидкість витікання суміші стає менша швидкості її згоряння, фронт полум'я починає рухатися по ацетиленових каналах і шлангах у бік ацетиленового генератора, що може призвести до вибуху. Водяні затвори, як правило, встановлюються безпосередньо на кожусі генератора (рис. 3.7).

Кисневий і ацетиленовий *балони* - це циліндри зі сферичними дном і горловиною у верхній частині. Знизу у балона передбачений “башмак”, який дозволяє встановлювати його вертикально. Стандартна ємність балона 40 л. Кисень зберігається в балоні у *стисненому стані* під тиском 15 МПа, ацетилен – *розчиненим* в ацетоні під тиском не більше 1,6 МПа, оскільки при більшому тиску він розкладається з вибухом. Ацетиленові балони заповнюють пористою масою (деревне вугілля, пемза, інфузорна земля), що утворює мікропорожнини, які забезпечують вибухобезпечне зберігання ацетилену.

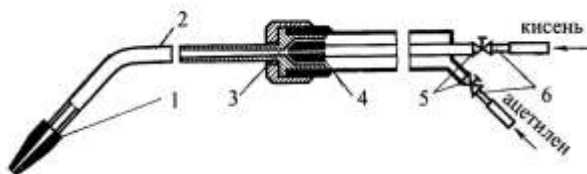




Рисунок 3.7 – Ацетиленовий генератор типу ВВ з водяним затвором праворуч

*Газові редуктори* - це прилади для зниження тиску газу, при якому він перебуває у балоні (чи магістралі), до величини робочого тиску та для автоматичного підтримування цього рівня тиску сталим під час зварювання.

*Зварювальний пальник* є робочим інструментом зварювальника і служить для створення ацетилено-кисневої суміші, згоряння якої дає зварювальне полум'я. На сьогодні використовують виключно пальники інжекторного типу (рис. 3.8). До інжектора пальника 4 підводиться кисень під тиском 0,3...0,4 МПа. Витікаючи з великою швидкістю через інжектор до камери змішування 3, кисень утворює в ній значне розрідження. За рахунок цього до камери змішування підсмоктується ацетилен, який може подаватися до пальника під малим тиском (близько 0,001 МПа).



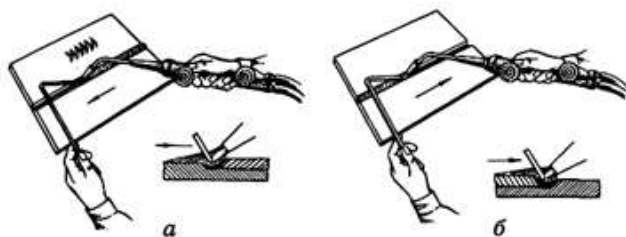
1 - мундштук; 2 - наконечник; 3 - камера змішування; 4 - інжектор; 5 - регулювальні вентиля; 6 - приєднувальні штуцери

Рисунок 3.8 – Схема інжекторного зварювального пальника

**Технологічний режим газового зварювання** зумовлюється вибором способу зварювання, маркою і діаметром присаджувального дроту та потужністю зварювального полум'я.

Застосовуються два способи зварювання – правий і лівий.

При *лівому способі зварювання* (рис. 3.9, а) пальник ведуть справа *наліво*. Полум'я спрямоване на ще не зварені крайки металу, підігріваючи їх, а присаджувальний дріт переміщують попереду полум'я. При цьому знижується небезпека перепалу металу, краще видно місце зварювання. Тому лівий спосіб використовується для зварювання тонкого металу (до 4...5 мм).



а – лівий спосіб зварювання; б – правий спосіб зварювання

Рисунок 3.9. – Технологічні способи зварювання

При *правому способі зварювання* (рис. 3.9, б) пальник ведуть зліва *направо*. При цьому полум'я спрямоване на щойно утворений шов, що забезпечує кращий захист зварювальної ванни, більшу глибину проплавлення, вищу на 20...25% продуктивність. Тому правий спосіб доцільно застосовувати при зварюванні металу понад 5 мм завтовшки і металів з великою теплопровідністю.

### 3.3.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Ацетиленовий генератор
2. Водяний затвор
3. Кисневий балон з редуктором
4. Зварювальний пальник типу ГС з комплектом змінних наконечників
5. Карбід кальцію
6. Присаджувальний дріт
7. Зразки сталеві товщиною 1...5 мм

### 3.3.4 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком роботи упевнитися у правильній підготовці запобіжного затвора та у відсутності мастила на гайках кисневого балона.

2. Кисневий балон відкривати без ударів спеціальним ключем.
3. Зварювання вести у спеціальному одязі на відстані не ближче 10 м від ацетиленового генератора.
4. Спостерігати за процесом зварювання допускається лише через спеціальні окуляри-світлофільтри.

### 3.3.5 Порядок виконання роботи

1. Очистити зварювальний стіл від сторонніх предметів.
2. За манометром редуктора переконатися, що тиск ацетилену у зварювальних рукавах знаходиться у межах 0,001...0,120 МПа.
3. Відкрити вентиль кисневого балону. За манометром редуктора переконатися, що тиск кисню у зварювальних рукавах знаходиться у межах 0,1...0,4 МПа.
4. За табл. 3.1 вибрати тип зварного з'єднання, а за табл. 3.3 залежно від товщини заготовок обрати необхідний номер мундштука пальника та визначити витрати ацетилену і кисню.

Таблиця 3.3– Технічні характеристики пальників типу ГС

Номер наконеч- ника	Товщина зразків S, мм	Витрати газів, л/год.		Тиск кисню, МПа
		Ацетилен V <sub>а</sub> при p=0,001 МПа	Кисень V <sub>к</sub>	
0	0,3...0,6	25...60	28...70	0,08...0,40
1	0,5...0,1,5	50...125	55...135	0,1...0,4
2	1,0...2,5	120...240	130...260	0,15...0,40
3	2,5...4,0	230...400	260...440	0,15...0,40
4	4...7	400...700	430...750	0,2...0,4
5	7...11	660...1100	740...1200	0,2...0,4
6	10...18	1050...1750	1150...1950	0,2...0,4
7	17...30	1700...2600	1900...3100	0,2...0,4

5. Запалити зварювальне полум'я, дотримуючись правил техніки безпеки. Встановити необхідний тип полум'я.
6. Зварити заготовки; оцінити якість зварювання.
7. Загасити полум'я. Закрити вентилі ацетиленового і кисневого балонів. Прибрати робоче місце.

### 3.3.6 Зміст звіту

1. Дати характеристику газового зварювання; вказати область його застосування.
2. Навести обладнання і матеріали, які використовувалися при газовому зварюванні
3. Навести ескіз звареної конструкції, вказати тип зварного з'єднання і характеристики режиму зварювання.
4. Навести основні вимоги техніки безпеки при газовому зварюванні.

## 4 ЗАНЯТТЯ У НАВЧАЛЬНІЙ МАЙСТЕРНІ ОБРОБЛЕННЯ ЗАГОТОВОК РІЗАННЯМ

### Практичне заняття № 4.1

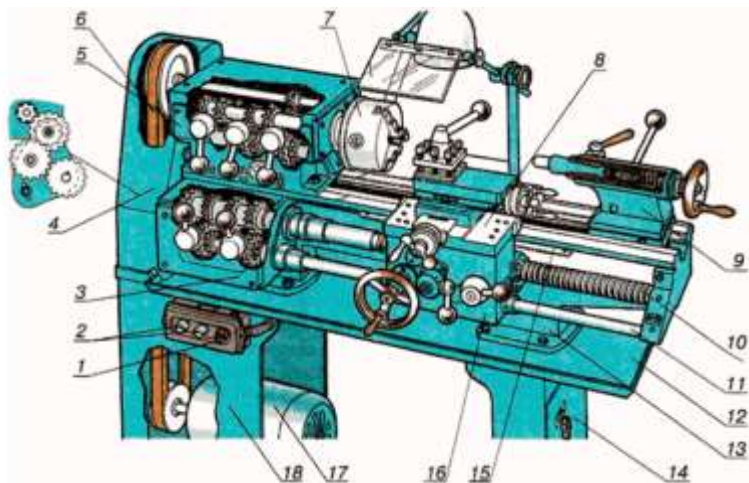
#### 4.1 Робота на токарно-гвинторізних верстатах

##### 4.1.1 Мета роботи

Вивчення конструкції токарно-гвинторізного верстата; вивчити порядок призначення головних параметрів режиму різання при виконанні токарних робіт; освоїти основні види токарних робіт.

##### 4.1.2 Загальні відомості

Серед верстатів токарної групи найпоширенішим є універсальний токарно-гвинторізний верстат (рис. 4.1). На ньому можна виконувати всі види токарних операцій



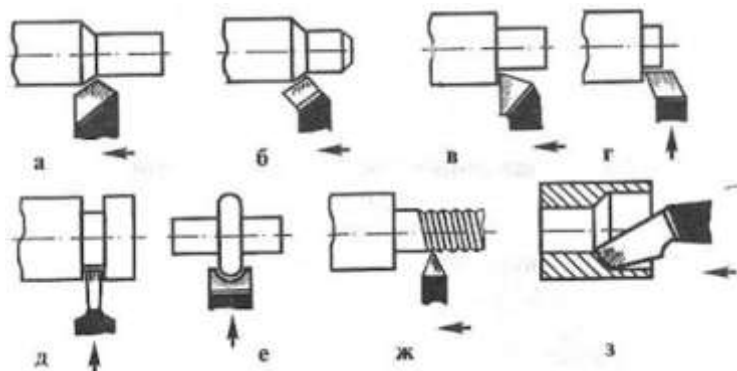
1 – кнопковий пульт керування; 2 – кнопка реверсного вимикання; 3 – коробка подач; 4 – гітарний механізм; 5 – передня бабака; 6 – клинопасова передача; 7 – трикулачковий патрон; 8 – супорт; 9 – задня бабака; 10 – ходовий гвинт; 11 – ходовий вал; 12 – корито; 13 – станина; 14 – права тумба; 15 – зубчаста рейка; 16 – фартух супорта; 17 – електродвигун; 18 – ліва тумба

Рисунок 4.1 – Будова токарно-гвинторізного верстата

Основними вузлами токарно-гвинторізного верстата є: станина, передня бабка, коробка швидкостей, шпindel, задня бабка, супорт, різцетримач, коробка подач, клинопасова передача, гітарний механізм. На відміну від інших токарних верстатів токарно-гвинторізний верстат має додатковий конструктивний елемент – *ходовий гвинт* (поз. 10, рис. 4.1), який дозволяє нарізати різевими різцями різі, які відрізняються профілем або розмірами від метричних.

У трикулачковому патроні (поз. 7, рис. 4.1) закріплюється заготовка, яка у процесі різання обертається, здійснюючи *обертовий головний рух*. У різцетримачі супорта (поз. 8, рис. 4.1) встановлюють головний інструмент токарного оброблення – різець. Під час різання він здійснює *поступальний рух подачі*.

За призначенням токарні різці (рис. 4.2) поділяються на: *прохідні* – для оброблення зовнішньої поверхні, *підрізні* – для оброблення поверхні, перпендикулярної до осі обертання заготовки, *відрізні* – для виготовлення канавок або відрізання деталі від заготовки, *фасонні* – виготовляють поверхню згідно з профілем різальної кромки, *різеві* – для отримання різцевої поверхні заданого профіля, крока і діаметра, *розточувальні* – для оброблення внутрішніх поверхонь.



а, б – прохідний; в, г – підрізний; д – відрізний; е – фасонний; ж – різцевий; з – розточувальний

Рисунок 4.2 – Токарні різці

**Режим різання** при токарному обробленні визначається параметрами: швидкість різання, швидкість подачі та глибина різання.

**Швидкість різання**  $V$ , м/хв., визначається як лінійна швидкість обертання певної найвіддаленішої від осі точки заготовки, розташованої на оброблюваній поверхні. Для всіх токарних операцій

$$V = \pi D n / 1000, \quad (4.1)$$

де  $D$  – діаметр оброблюваної поверхні заготовки, мм;  $n$  – частота обертання заготовки, об/хв.

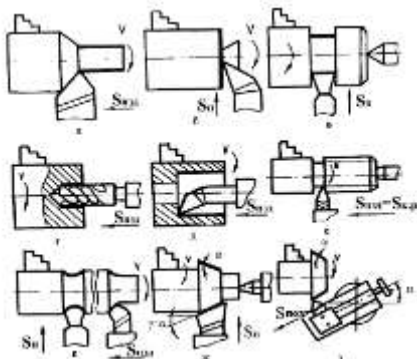
**Швидкість подачі**  $S$  – це шлях, який проходить різальна кромка інструмента відносно заготовки у напрямку руху подачі за одиницю часу (мм/хв.) або за одиницю головного руху (мм/об).

**Глибина різання**  $t$ , мм, становить відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями заготовки, виміряна по перпендикуляру до останньої. При основних видах токарних операцій глибина різання

$$t = 0,5(D-d), \quad (4.2)$$

де  $d$  – діаметр обробленої поверхні, мм.

На токарно-гвинторізних верстатах можна виконувати дуже різноманітні роботи, пов'язані з обробленням поверхонь, які мають вісь симетрії (рис. 4.3).



а – точіння зовнішньої поверхні; б – підрізання торця;  
в – прорізання канавки і відрізання деталі; г - свердління;  
д – розточування отвору; е – нарізання різі різцем;  
є – оброблення фасонної поверхні; ж, з – оброблення кінчних поверхонь  
Рисунок 4.3 – Схеми основних операцій токарного оброблення

Крім основних операцій оброблення зовнішніх і внутрішніх циліндричних і фасонних поверхонь на токарно-гвинторізному верстаті можна свердлити осьові отвори, при цьому свердло закріплюється у задні бабці (рис. 4.3, г); можна обробляти конічні поверхні, використовуючи різці з певним кутом різальної кромки або за рахунок повороту каретки різцетримача на заданий кут (рис. 4.3, ж, з).

#### **4.1.3 Матеріали, інструмент, обладнання**

1. Токарно-гвинторізний верстат
2. Патрон трикулачковий
3. Різці токарні
4. Свердла центрувальні
5. Свердла спіральні
6. Центри опорні
7. Люнет

#### **4.1.4 Вказівки з техніки безпеки**

1. Перед початком оброблення впевнитися, що елементи верстата, які обертаються під час оброблення, закриті захисною огорожею, а ключ затискання вийнятий з патрона шпинделя.
2. Перемикачі важелі при налагоджуванні режиму різання допускається лише після зупинення шпинделя.
3. Робити вимірювання розмірів деталі допускається лише після зупинення шпинделя.
4. Усувати стружку спеціальним гаком дозволяється лише після зупинення верстата.

#### **4.1.5 Порядок виконання роботи**

1. Вивчити будову і роботу токарно-гвинторізного верстата, призначення його окремих вузлів.
2. Освоїти техніку закріплення заготовок у патроні та різальних інструментів у різцетримачі.
3. Навчитися встановлювати заданий режим різання, вмикати і вимикати верстат.
4. Одержавши креслення деталі, спланувати технологію оброблення і режим різання; налаштувати верстат.



5. Виготовити деталь за кресленням, оцінити її відповідність вимогам креслення.

#### 4.1.6 Зміст звіту

1. Описати будову (основні вузли) токарно-гвинторізного верстата.

2. Навести креслення виготовленої деталі і технологію її оброблення. Для кожного переходу вказати: різальні та вимірювальні інструменти, що використовувалися.

3. Для кожного переходу записати головні параметри режиму різання, їх розрахунок.

## Практичне заняття № 4.2

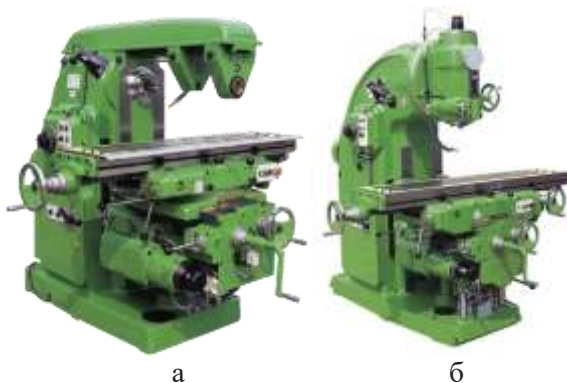
### 4.2. Робота на фрезерних верстатах

#### 4.2.1 Мета роботи

Вивчення конструкцію головних фрезерних верстатів, ознайомитися з видами фрез, освоїти виконання основних видів фрезерних робіт.

#### 4.2.2 Загальні відомості

У виробництві найчастіше використовуються головні види фрезерних верстатів: горизонтально- і вертикально-фрезерні (рис. 4.4).

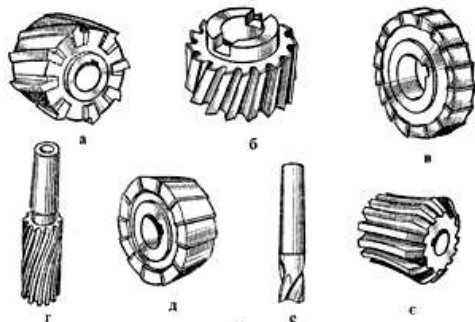


а – горизонтально-фрезерний; б – вертикально-фрезерний  
Рисунок 4.4 – Види фрезерних верстатів

Обидва види мають подібні основні вузли: станина; в ній розташовується електродвигун з клинопасовою передачею і коробка швидкостей. До станини внизу кріпиться консоль, в якій знаходяться механізм і коробка подач. На консолі зверху розташовується стіл для встановлення машинних лещат або безпосередньо оброблюваної заготовки.

Відмінність полягає у розташуванні шпінделів. На горизонтально-фрезерному верстаті він розташований горизонтально. Між ним і сергою (підвіскою) встановлюється оправка, на якій закріплюється фреза (набір фрез). На вертикально-фрезерному верстаті шпіндель і відповідно оправка містяться у фрезерувальній головці, яка може повертатися на певний кут навколо горизонтальної осі. Завдяки цьому фреза на кінці оправки може обробляти як горизонтальні, так і похилі поверхні.

Головний інструмент фрезерних верстатів – фреза (рис. 4.5) – багатолезовий різальний інструмент. За конструкцією фрези поділяються на суцільні зі швидкорізальної сталі та на збірні зі вставними ножами (зубами) з твердих сплавів.



а – циліндрична; б – торцева; в – дискова; г – кінцева; д – конічна; е – шпонкова; є – фасонна

Рисунок 4.5 – Види фрез

За призначенням та видом робіт, що виконуються, фрези поділяються на циліндричні для оброблення плоских поверхонь, торцеві для оброблення двох поверхонь одночасно (заглиблень); дискові – призначені найчастіше для різання металу; кінцеві – для оброблення різного роду канавок; кутові – для оброблення похилих

поверхонь;, шпонкові – для виготовлення шпонкових канавок; фасонні – для виготовлення відповідних фасонних поверхонь.

**Режим різання** при фрезеруванні також визначається параметрами: швидкість різання, швидкість подачі та глибина різання.

**Швидкість різання**  $V$ , м/хв., визначається за формулою:

$$V = \pi D n / 1000, \quad (4.3)$$

де  $D$  – діаметр фрези, мм;  $n$  – частота обертання фрези, об/хв.

**Швидкостей подачі**  $S_{хв}$ , мм/хв., - переміщення оброблюваної заготовки за одну хвилину - визначає продуктивність оброблення і встановлюється за досвідом або довідниками.

**Глибина різання**  $t$ , мм, визначається також за довідниками і встановлюється безпосередньо перед початком фрезерування

Фрезерування – високопродуктивний спосіб оброблення різанням, за допомогою якого оброблюють плоскі поверхні (горизонтальні, вертикальні, або похилі); різного роду пази, у тому числі Т-подібні, типу «ластівчин хвіст»; уступи, канавки, а також фасонні та інші поверхні.

#### 4.2.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Верстат вертикально-фрезерний (горизонтально-фрезерний)
2. Лещата машинні
3. Фрези різних типів
4. Зразки сталеві
5. Штангенциркуль

#### 4.2.4 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком оброблення впевнитися, що елементи верстата, які обертаються під час оброблення, закриті захисною огорожею, а заготовка міцно закріплена у машинних лещатах.

2. Перемикачі важелі при налаштуванні режиму різання допускається лише після зупинення обертання шпинделя.

3. Робити вимірювання допускається лише після зупинення верстата.

4. Усувати стружку дозволяється лише після зупинення верстата металевими щітками.

#### **4.2.5 Порядок виконання роботи**

1. Вивчити будову і роботу горизонтально-фрезерного (вертикально-фрезерного) верстата, призначення його окремих вузлів.
2. Вивчити види і конструкцію фрез і особливості їх використання.
3. Навчитися закріплювати фрези на оправці (у шпинделі) верстата та встановлювати заготовку у машинних лещатах.
4. Одержавши креслення деталі, спланувати технологію оброблення і режим різання; налаштувати верстат.
5. Виготовити деталь за кресленням, оцінити її відповідність вимогам креслення.

#### **4.2.6 Зміст звіту**

1. Описати будову (основні вузли) і роботу горизонтально-фрезерного (вертикально-фрезерного) верстата.
2. Перерахувати основні види фрез; навести ескіз фрези, яка використовувалася при обробленні заготовки.
3. Навести креслення виготовленої деталі і технологію її оброблення. Для кожного переходу вказати: різальні та вимірювальні інструменти, що використовувалися.
4. Для кожного переходу записати головні параметри режиму різання, навести їх розрахунок.

### **Практичне заняття № 4.3**

#### **4.3 Робота на свердлильних верстатах**

##### **4.3.1 Мета роботи**

Вивчення конструкції і роботи вертикально-свердлильного (радіально-свердлильного) верстата; ознайомитися з конструкцією свердлильних інструментів; освоїти виконання окремих видів свердлильних робіт.

##### **4.3.2 Загальні відомості**

*Свердління* - – поширений метод виготовлення циліндричних отворів з різними точністю розмірів та шорсткістю поверхні. Він виконується найчастіше на вертикально- або радіально-свердлильних верстатах. Головними спільними рисами їх є наявність станини, стола,

колони і свердлильної головки. В останній знаходяться головні механізми верстатів: механізм обертання шпинделя та інструменту у ньому (головний рух) і механізм одночасного переміщення шпинделя та інструмента вздовж осі (рух подачі).

Проте вони сильно відрізняються за компоновкою і способом використання (рис. 4.6).



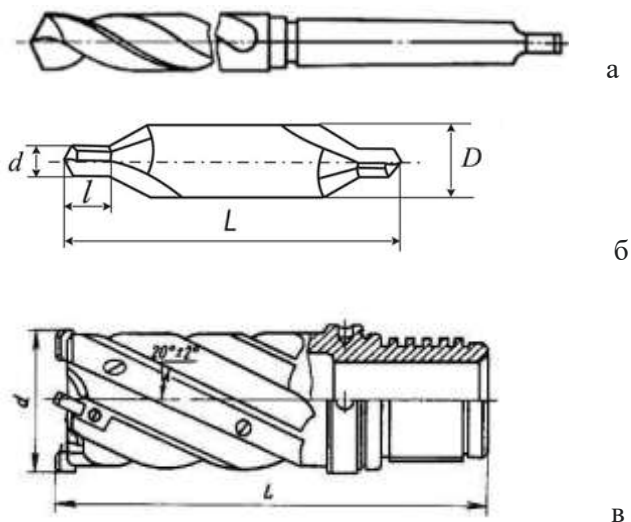
а – вертикально-свердильний; б – радіально-свердильний  
Рисунок 4.6 – Види свердильних верстатів

У вертикально-свердильному верстаті (рис. 4.6, а) колона прямокутна, свердлильна головка кріпиться на ній нерухомо. Щоб на ньому просвердити декілька отворів в одній деталі, необхідно пересувати на столі заготовку. Тому ці верстати використовуються переважно для оброблення невеликих заготовок.

У радіально-свердильному верстаті (рис. 4.6, б) колона циліндрична, на ній розташований масивний *рукав*, який може обертатися навколо колони на  $360^{\circ}$ . Вздовж рукава по радіусу (радіально) може переміщатися свердлильна головка. Завдяки цьому шпиндель і з ним свердлильний інструмент можна підвести до будь-

якої точки заготовки, розташованої на столі верстата. Цей верстат використовуються переважно для оброблення великих заготовок.

Для оброблення отворів застосовують свердла, зенкери, розвертки, зенківки, цекови та мітчики. Їх виготовляють зі сталей: вуглецевих (У10, У10А, У12), легованих (Х, 9ХС, Х12М) і швидкорізальних (Р18, Р9, Р6М5). Конструкція навіть однотипних інструментів може бути різноманітною залежно від призначення і розмірів оброблюваної поверхні. Наприклад, залежно від призначення використовують різні за конструкцією свердла (рис. 4.7).



а – спіральне; б – центрувальне; в – кільцеве (для свердління глибоких отворів)

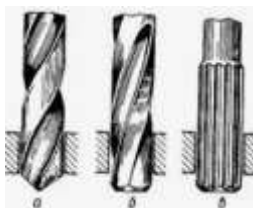
Рисунок 4.7 – Види свердел

Деякі свердлильні інструменти використовуються послідовно для отримання отворів одного розміру, але більшої точності. Так, наприклад, використовують свердло, зенкер і розвертку (рис. 4.8).

Спіральне свердло (рис. 4.8, а) має головні різальні кромки на передній конічній поверхні, тому воно може як виготовити отвір у суцільному металі, так і розсвердлити існуючий отвір.

Зенкер (рис. 4.8, б) має головні різальні кромки на невеличкій поверхні зрізаного конусу. Тому він може працювати лише по готовому отвору.

Знімаючи невеликий шар металу, він дещо підвищує точність просвердленого отвору



а – спіральне свердло; б – зенкер; в – розвертка

Рисунок 4.8 – Послідовне використання свердильних інструментів

У розвертки (рис. 4.8, в) головні різальні кромки видовжені, розташовані практично паралельно її осі. Вони знімають дуже тонкий шар металу по всій довжині отвору і забезпечують йому найвищу точність.

**Режим різання** при обробленні на свердильних верстатах визначається швидкістю різання, швидкістю подачі та глибиною різання. Параметри режиму різання залежать від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, матеріалу інструмента, його стійкості і жорсткості.

**Швидкість різання**  $V$ , м/хв., визначається за формулою:

$$V = \pi D n / 1000, \quad (4.4)$$

де  $D$  – діаметр інструмента, мм;  $n$  – частота обертання інструмента, об/хв.

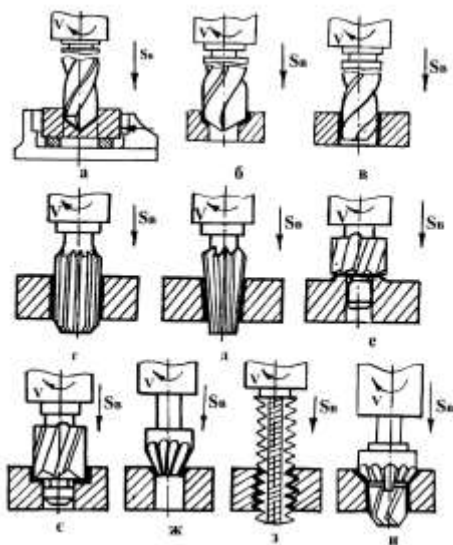
**Швидкість подачі** призначається за емпіричними формулами, або знаходять за довідниками. Швидкість подачі *при свердлінні* конструкційних сталей  $S_{св}$ , мм/об., свердлом зі швидкорізальної сталі знаходиться у межах 0,17...0,40 мм/об.

**Глибина різання**  $t$ , мм, *при свердлінні* отвору у суцільному матеріалі дорівнює половині діаметра свердла  $t = 0,5D$ , а при розсвердлюванні

$$t = 0,5(D-d), \quad (4.5)$$

де  $D$  – діаметр свердла, мм;  $d$  – діаметр отвору, виготовленого на попередньому переході, мм.

На свердильних верстатах виконують такі види робіт (рис. 4.9):



а - свердління; б - розсвердлювання; в – зенкерування;  
 г, д - розвірчування; е, є - цекування; ж - зенкування;  
 з – нарізання різі; и – оброблення східчастих отворів

Рисунок 4.9- Види робіт, які виконуються на свердильних верстатах

свердління (а) і розсвердлювання (б) глухих і наскрізних отворів у суцільному матеріалі або виготовлених раніше; зенкерування (в) і розвірчування (в, г) отворів з метою підвищення точності; цекування (е, є) – одночасне оброблення отворів і поверхонь, перпендикулярних до них; зенкування (ж) – оброблення конічних поверхонь; нарізання різей метчиком (з); оброблення східчастих отворів (и) тощо.

#### 4.3.3 Матеріали, інструмент, обладнання

1. Верстат вертикально-свердильний (радіально-свердильний)
2. Лещата машинні
3. Набір свердел, зенкерів, розверток
4. Заготовки для свердління
5. Штангенциркуль



#### **4.3.4 Вказівки з техніки безпеки**

1. Перед початком оброблення впевнитися, що привод шпинделя верстата закритий захисною огорожею, а заготовка міцно закріплена у машинних лещатах.

2. Перемикачі важелі при налаштуванні режиму різання допускається лише після зупинення шпинделя.

3. Роботи вимірювання допускається лише після зупинення верстата.

4. Усувати стружку дозволяється лише металевими щітками або гаками після зупинення верстата.

#### **4.3.5 Порядок виконання роботи**

1. Вивчити будову і роботу вертикально-свердлильного (радіально-свердлильного) верстата, призначення його окремих вузлів.

2. Вивчити види, конструкцію і геометрію інструментів, які використовуються на свердлильних верстатах.

3. Одержавши завдання навчального майстра (креслення деталі), спланувати параметри режим різання; налаштувати верстат.

4. Обробити отвори.

5. Оцінити точність розмірів отриманих отворів та якість їх поверхні.

#### **4.3.6 Зміст звіту**

1. Навести структурну схему вертикально-свердлильного (радіально-свердлильного) верстата, описати призначення його окремих вузлів.

2. Навести ескіз заготовки, показавши на ній виконані під час заняття отвори.

3. Указати параметри режиму різання для оброблених отворів та використані при цьому різальні й вимірювальні інструменти.

## ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Технологія конструкційних матеріалів: підручник / За ред. М.А Сологуба. – К.: Вища шк., 2002. – 374 с.

2. Попович В.В., Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: підручник. – Львів: Світ, 2006. – 624 с.

3. Технологічні процеси за фахом. Кування і штампування: навч. посібник / В. В. Кухар та ін. – Маріуполь: ПДТУ, 2017. – 144 с.

5. Александров О.Г. Антонюк Д.А. Проектування та експлуатація обладнання для дугового зварювання: навч. посібник. Львів: Новий світ, 2011. – 312 с.

4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» (частина 1) для студентів спеціальностей: 131 Прикладна механіка; 132 Матеріалознавство; 133 Галузеве машинобудування; 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка; 275 Транспортні технології; 022 Дизайн; 035 Філологія денної форми навчання/ Укл. В.М.Плескач, І.П.Волчок, І.В.Акімов – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 62 с.

5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів»(частина 2) для студентів спеціальностей: 131 Прикладна механіка; 132 Матеріалознавство; 133 Галузеве машинобудування; 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка; 275 Транспортні технології; 022 Дизайн; 035 Філологія денної форми навчання/ Укл. В.М.Плескач, І.П.Волчок, І.В.Акімов – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 64 с.

### Додаткова

6. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник – К.: Кондор. 2006. 528 с.

7. Биковський О.Г. Довідник зварника. – К.: Основа, 2014. 448 с.

8. Інженерне матеріалознавство: підручник / О.М.Дубовий, Ю.О.Казимиренко, Н.Ю.Лебедева та ін. – Миколаїв; НУК. 2009. 444 с.

9. Технологія ливарного виробництва: навч. посібник / Г.Г.Корицький та ін. – Донецьк: ДонНТУ, 2008. 176 с.

10. Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О. Лопатько К.Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. К.: Либідь, 2002. 320 с.