

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

## **СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЙ**

**методичні рекомендації  
до виконання практичних робіт для  
денної форми навчання**

для здобувачів освіти кваліфікаційного рівня «Бакалавр»  
для спеціальностей: 051 Економіка, 071- Облік і оподаткування;  
072 - Фінанси, банківська справа та страхування; 073-Менеджмент;  
075 – Маркетинг; 076 - Підприємництво, торгівля та  
біржова діяльність

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

## СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЙ

**методичні рекомендації до виконання практичних робіт  
денної форми навчання**

для здобувачів освіти кваліфікаційного рівня «Бакалавр»  
для спеціальностей: 051 Економіка, 071- Облік і оподаткування;  
072 - Фінанси, банківська справа та страхування; 073-Менеджмент;  
075 – Маркетинг; 076 - Підприємництво, торгівля та  
біржова діяльність

*Затверджено на засіданні  
кафедри матеріалознавства та  
ливарного  
виробництва  
Протокол № 6 від 6.02 2024 р.*

Кропивницький, 2024

Система технологій. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт денної та заочної форм навчання для спеціальностей: 051 Економіка, 071- Облік і оподаткування; 072 - Фінанси, банківська справа та страхування; 073- Менеджмент; 075 – Маркетинг; 076 - Підприємництво, торгівля та біржова діяльність – м. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. – 55 с.

Укладачі:

А.В. Кузик - канд.техн.наук, доцент, зав. каф. «МЛВ»

В.М. Кропивний – кандидат технічних наук, проф. «МЛВ»

А.В.Кропивна - канд..техн.наук,доц. каф.»МЛВ»

Л.А. Молокост - викладач каф. «МЛВ» ЦНТУ

## ВСТУП

Основною метою дисципліни покладено виробленню у студентів навичок системного підходу до оцінки технології виготовлення будь-якого виробу на основі відомих початкових даних (кількість та якість продукту, наявність сировини, устаткування, стан технології та сучасних технологічних доробок, вартість устаткування та сировини, екологічна безпека, попит ринку, тощо).

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати

- структуру промисловості України;
- наявність продуктів, що виробляються в Україні (регіоні, світі), та їх відповідність вимогам за кількістю і якістю світовим стандартам;
- наявність, місце знаходження та якість сировини для технології виробництва даної продукції (виробу);
- основні засоби виготовлення певного виробу та принципів його довершеності;
- правил будови технологічних схем (ліній);
- відповідність технологій виробництва сучасним вимогам світових стандартів;
- принципи виробу основних характеристик технологічних ліній;
- визначення економічної доцільності виробництва певного вибору.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти спеціальностей: 051, 071, 072, 075, 073, 281, 076, економічного факультету.

По цій дисципліні згідно навчального робочого плану і кредитно модульної системи організації навчального процесу передбачена певна кількість залікових кредитів – (аудиторного і поза аудиторного навчального навантаження в годинах). Навчальне навантаження складається з декількох 2 змістовних модулів, які включають в себе лекції, практичні роботи, самостійну роботу і тестові контролі по єдиним або близьким за змістом темам навчальної дисципліни.

## ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

1. Здобувачі повинні бути підготовлені до п р а к т и ч н о ї роботи. Теоретична підготовка перевіряється за допомогою тестів.
2. Перед початком виконання роботи необхідно отримати інструктаж з правил техніки безпеки і неухильно його виконувати.
3. Не працювати на приладах, якщо не опановано досконально принцип їх роботи.
4. За пошкодження обладнання студенти несуть матеріальну відповідальність.
5. Залік з лабораторних робіт виставляється за умови виконання усіх робіт та їх захисту
6. Здобувачі повинні знаходитись в учбових та лабораторних приміщеннях лише в присутності викладачів, лаборантів, чи співробітників кафедри.
7. Після закінчення роботи студенти повинні прибрати своє робоче місце.

## ВИМОГИ ДО ЗВІТУ

1. Звіт з кожної п р а к т и ч н о ї роботи оформляється в зошиті технічно грамотно без скорочень, рисунки повинні мати необхідні написи й пояснення.
2. Під час підготовки до практичної роботи здобувач зобов'язаний крім теоретичної підготовки в зошиті записати назву й мету роботи, замалювати схеми, таблиці і графіки.
3. Звіт з п р а к т и ч н о ї роботи слід здати в кінці занять викладачеві для перевірки.

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

## ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Мета роботи:** 1. Ознайомитись з методикою визначення механічних властивостей матеріалів. 2. Ознайомитись з обладнанням для визначення механічних властивостей матеріалів. 3. Освоїти методику вимірювання твердості.

### 1. КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.

Для раціонального використання металів і сплавів необхідно знати їх фізичні, механічні й технологічні властивості.

До фізичних властивостей належить питома густина, питомий електроопір, температура плавлення та ін. Хімічні властивості характеризують поведінку матеріалів в хімічно активних середовищах, а технологічні – можливість проводити з матеріалом технологічні операції лиття (рідкотекучість, усадка), обробки тиском (ковкість), зварювання (зварюваність), обробки різанням.

Механічні властивості характеризують здатність матеріалу працювати під дією механічного навантаження.

Під дією зовнішніх сил у металах відбувається пластична деформація, метал змінює свою форму, розміри. При досягненні певних значень зовнішніх сил метал руйнується. Для кожного металу існує певна межа прикладених зовнішніх сил, до якої він деформується, але зберігає цілість, тобто ще не руйнується.

За характером зміни в часі діючого навантаження розрізняють такі механічні випробування:

- статичні (при поступово зростаючому навантаженні); - динамічні (ударні);
- втомленості (при багаторазовому циклічному навантаженні).

За напрямом дії розрізняють розтягуючі, стискаючі, згинаючі та скручуючі навантаження.

Механічні властивості визначаються випробуванням виготовлених з даного матеріалу зразків, які мають стандартизовані розміри й форму (рис 1.1.)

Ступінь навантаження матеріалу характеризується величиною напруження. У випадку одноосьового розтягування (стискання) напруження визначають за формулою, МПа:

$$\sigma = \frac{P}{F_0},$$

де  $P$  – зусилля, прикладене до зразка, МН;  $F_0$  – початкова площа поперечного перерізу зразка,  $m^2$ .

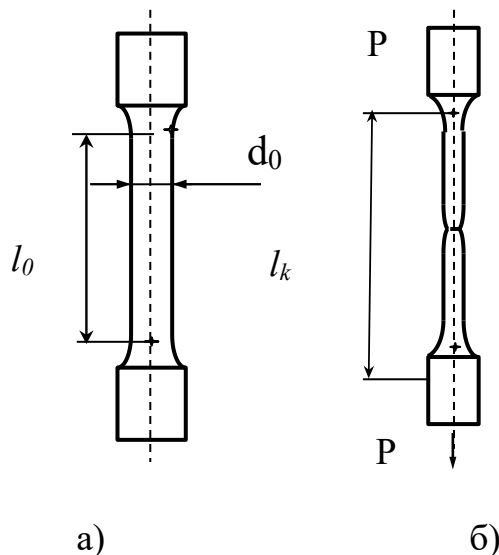


Рис. 1.1. Зразки для визначення міцності та пластичності при розтягуванні: а – до випробування ; б – після випробування.

До основних механічних властивостей відносять міцність, пластичність і твердість.

**Міцність** – здатність матеріалу не руйнуватись під дією зовнішніх сил. Вона характеризується величиною тимчасового опору (межею міцності), яка визначається на розривній машині напруженням, при якому відбулось руйнування зразка в процесі випробування, МПа:

$$\sigma_B = \frac{P_p}{F_0},$$

$P_p$  – зусилля, прикладене до зразка на розривній машині, при якому він зруйнується;  $F_0$  – початкова площа поперечного перерізу зразка, м<sup>2</sup>.

**Пластичність** – здатність матеріалу змінювати без руйнування форму й розміри під дією навантаження, а також зберігати утворену форму після зняття навантаження. Малі значення пластичності називають крихкістю. Показниками пластичності являється відносне видовження ( $\delta$ ) та звуження ( $\psi$ ) Пластичність характеризується максимальним відносним видовженням, яке визначається на розривних зразках (рис. 1, а, б), одночасно з визначенням міцності. Відносне видовження – це відношення в процентах приросту довжини зразка ( $L_k - L_0$ ) після розриву до початкової довжини зразка  $L_0$ :

$$\delta = \frac{L_k - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

де  $L_0$  – початкова довжина;

$L$  – після руйнування.

**Ударна в'язкість** – здатність матеріалу не руйнуватись під дією ударного навантаження. Показником в'язкості є питома робота руйнування, МН/м:

$$KCU = \frac{A}{F_0},$$

де  $A$  – робота, витрачена на руйнування зразка,  $MH \cdot m$ ;  $F_0$  – початкова площа поперечного перерізу зразка,  $m^2$ .

Робота руйнування зразка визначається на маятниковому копрі (рис.1.2) за формулою:

$$A = P(H - h),$$

де  $P$  – вага маятника,  $H$ ;  $h$  – висота піднімання маятника відповідно до і після руйнування зразка,  $m$ .

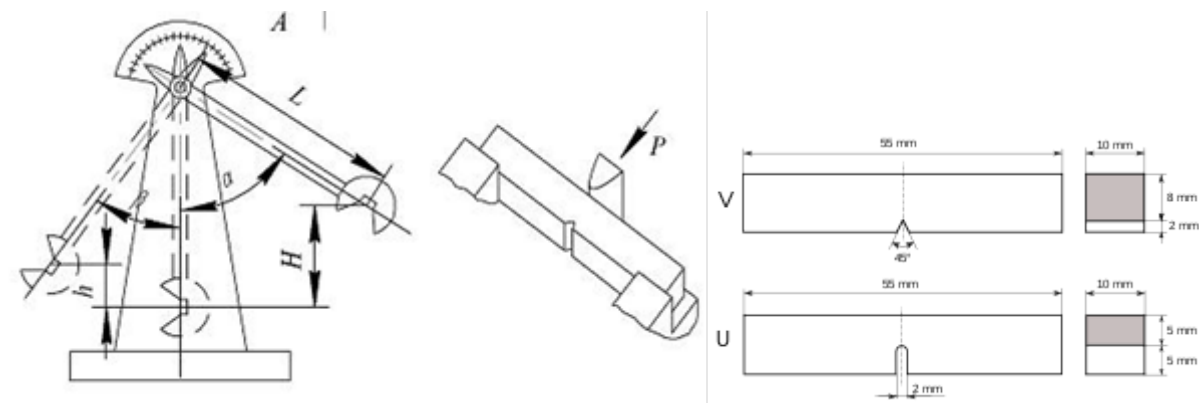


Рис.1.2. Схема визначення ударної в'язкості

**Твердість** – здатність матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого, більш твердого тіла (індентора). Найбільш поширені методи визначення твердості: по Брінеллі (НВ), Роквеллу (HRB, HRC, HRA), Віккерсу (HV). При визначенні твердості за методом Брінелля у матеріал, що випробується пресом, вдавлюють сталю загартовану кульку (рис. 1.3). Залежно від твердості й товщини зразка  $d_k$  – може бути 2,5; 5 чи 10 мм, а  $P = 1,8$ ; 7,5 чи 30 кН.

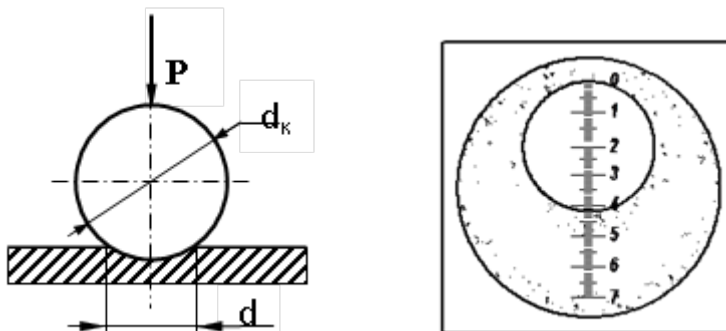


Рис. 1.3. Схема визначення твердості за методом Брінелля

Після зняття навантаження на поверхні зразка залишається відбиток, розміри якого залежать від твердості матеріалу. Числа твердості за Брінеллем позначають НВ. На практиці їх значення визначають залежно від діаметра відбитка і навантаження за таблицями ГОСТ 9012-59. Діаметр відбитка на поверхні зразка визначають за допомогою вимірювального мікроскопа (МПБ-2).

Число твердості визначається відношенням зусилля на площину відбитка на поверхні зразка або деталі за формулою:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D_k (D_k - \sqrt{D_k^2 - d_b^2})}, \text{ кгс/мм}^2$$

де:  $D_k$  – діаметр кульки, мм;  
 $d_b$  – діаметр відбитка, мм.

Цей метод використовують для вимірювання твердості кольорових металів та їх сплавів, сірих чавунів, незагартованих сталей та інших матеріалів, твердість яких не перевищує 450 кгс/мм<sup>2</sup>.

При вимірюванні твердості методом Роквелла в матеріал вдавлюють сталеву кульку діаметром 1,58мм. при навантаженні 100 кгс (для порівняно м'яких металів), або алмазний конус при навантаженнях 60 або 150 кгс для твердих матеріалів. Позначення відповідно: HRB, HRA, HRC.

### ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитись з методикою визначення міцності, пластичності та твердості матеріалів.
2. Ознайомитись з формою зразків для визначення механічних властивостей. 3. За завданням викладача виконати розрахунки механічних властивості
4. Визначити твердість матеріалів.

### ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1. Назва і мета роботи.
2. За завданням викладача навести схеми зразків та випробування для вказаних властивостей.
3. За даними табл. 1.1 згідно варіанту зробити розрахунки механічних властивостей матеріалів.

### ЗАПИТАННЯ ДО САМОКОНТРОЛЮ

1. Класифікація властивостей матеріалів.
2. Визначення механічних властивостей матеріалів (міцність, пластичність, твердість).
3. Характеристика навантаженого стану матеріалів.
4. Види навантажень при випробуванні механічних властивостей.
5. Обладнання, яке використовується для визначення механічних властивостей.
6. Показники, які характеризують механічні властивості матеріалів та формули для їх розрахунку.
7. Для визначення твердості яких матеріалів слід застосовувати метод Брінелля або Роквелла.

Таблиця 1.1.

	Зусилля навант. Р кгс	Діаметр кульки dk, мм	Діаметр відбитка dв, мм	Зусилля руйнування Рв кгс	Діаметр зразка d, мм	Кінцева довжина зразка Lк, мм	Початкова довжина зразка l0	Висота підйому маятника Н, мм	Підйом маятн. після руйнування h, мм	Вага маятника кг
	Твердість, НВ			Міцність, σв		Пластичність, δ%		Ударна в'язкість		
1	3000	5	3,5	1000	5	62	50	450	50	3
2	180	5	4,0	950	5	61	50	300	100	3
3	750	10	9,0	1100	10	60	50	300	70	3
4	750	5	2,7	840	5	73	50	450	75	3
5	750	10	8,0	900	5	72	50	500	33	4
6	3000	10	8,5	1500	10	70	50	500	30	5
7	3000	10	9,0	1450	10	110	100	350	45	5
8	3000	10	9,3	1200	10	65	50	300	40	3
9	750	5	2,4	1250	5	64	50	350	120	3
10	3000	10	6,5	1150	10	67	50	400	160	4
11	3000	10	7,5	1550	10	59	50	400	155	4
12	750	10	5,5	1600	10	57	50	300	150	3
13	3000	10	5,7	1400	10	117	100	450	140	4
14	750	5	3,5	970	5	125	100	400	120	4
15	3000	10	9,1	1170	10	73	50	300	90	4
16	3000	10	6,3	1700	10	68	50	400	110	4
17	750	5	3,3	1050	10	55	50	500	129	5
18	3000	10	3,6	1120	5	58	50	400	80	4
19	3000	10	8,8	1310	10	56	50	350	55	4
20	180	5	2,8	1140	10	80	50	400	105	4
21	750	5	2,9	1520	10	95	50	450	180	4

## Література

- 1 Остапчук М.В., Сердюк Л.В., Овсянникова Л.К. Система технологій. Підручник. – К. ЦУЛ, 2007. - 368 с.
- 2 Попович В.В., Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Підручник.- Львів: Світ, 2006. - 624 с.: с.101-111.
3. Остапчук М.В., Рибак А.І. Системи технологій : Навч. посіб. - К.: ЦУЛ, 2003.-

888 с.

4. Збожна О.М. Основи технології: Навч. посіб. – Вид. 2-е, змін.і доп. – Тернопіль: Карт-бланш, 2002. – 486 с. – іл.

5. Желібо Є.П., Анопко Д.В., Буслик В.М., Авраменко М.А., Петрик Л.С., Пирч В.П. Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навч. посіб. – К.: Кондор, 2005. – 716 с.

4. Дубровська Г.М., Ткаченко А.П. Системи сучасних технологій: Навч. посібн./За ред. Ткаченка А.П. – К.: ЦНЛ, 2004. – 352 с.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

### ВИВЧЕННЯ МАТЕРІАЛІВ І ПРОДУКТІВ ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

**Мета роботи:** 1. Вивчити матеріали і продукти чорної металургії, принципи їх маркування. 2. Ознайомитись з сутністю основних металургійних процесів, а також з продукцією прокатного виробництва

### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Чорні метали (залізо та його сплави) є найбільш розповсюдженими матеріалами в сучасній техніці. До них відносяться:

- сталі – залізовуглецеві сплави з вмістом вуглецю до 2,14%;
- чавуни – залізовуглецеві сплави з вмістом вуглецю від 2,14% до 6,67%.

Технологічна схема чорної металургії включає в себе: доменне виробництво – переробку залізної руди в чавун; сталеплавильне виробництво – переробку чавуну та скрапу (металобрухту) в сталь; прокатне виробництво – переробку сталених злитків в прокат (листи, швелери, рейки, труби, тощо).

Сировиною для доменного виробництва є залізна руда – гірнична порода, до складу якої входить залізвміщуюча частина ( $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $FeCO_3$ ); порожня порода ( $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  та інші), шкідливі домішки (S, P). Перед використанням залізну руду збагачують – підвищують вміст заліза до 50-60% за рахунок відділення частини пустої породи.

### Структура металургійного виробництва



Сутність доменного виробництва полягає у високотемпературному відновленні заліза з хімічних сполук, які входять до складу залізної руди.

Роль палива і відновлювача в доменному виробництві виконує **кокс** – продукт спікання при температурі 1000°C без доступу повітря кам'яного вугілля. В порівнянні з кам'яним вугіллям кокс має більшу міцність, вищу температуру згорання (до 2000°C) та вищу реакційну здатність за рахунок пористої будови кусків. До складу коксу входить 80-90% вуглецю, 8 – 12% золи, 0,5 – 2% сірки. В собівартості виробництва чавуну затрати на кокс складають до 50%.

Для перетворення тугоплавкої порожньої породи в легкоплавкий шлак в доменну піч також завантажують **флюси** – хімічні сполуки з лужними властивостями, головним чином вапняки  $\text{CaCO}_3$ . Таким чином для виплавлення чавуну в доменну піч завантажують шихту – суміш, до складу якої входить залізна руда, кокс і флюси.

Перед завантаженням в доменну піч залізна руда проходить подрібнення і збагачення (за рахунок відділення частини порожньої породи). Дрібну і пилоподібну руду піддають окускованню агломерацією чи окатуванням. При агломерації на конвеєрній стрічці спікається залізна руда, флюс та подрібнений кокс. У результаті утворюється міцний пористий агломерат. Під час окатування з шихти, до складу якої входить руда, флюс, кокс і глина, виготовляють кульки діаметром 10...30мм. У результаті відпалювання при температурі 1200...1350°C утворюються окатиші, які більш технологічні у виготовленні і транспортуванні порівняно з агломератом.

Доменна піч працює за принципом зустрічного руху двох потоків: вниз – потік шихти, вгору – потік газів з відновлювальними властивостями ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ). Оксиди заліза відновлюються в твердому стані з утворенням твердого губчастого (пористого) заліза. При контакті відновленого заліза з розжареним коксом відбувається його насичення вуглецем і утворення чавуну. Одночасно з залізом відновлюються і потрапляють у чавун постійні домішки Mn, Si, S, P. Під час сплавлення оксидів порожньої породи руди, флюсу і золи коксу утворюється шлак.

До продуктів доменної плавки відноситься:

- переробний чавун (3,8–4,4%С; 0,3 – 1,2% Si; 0,2 – 1,0 Mn до 0,2 S, до 0,07% P), який використовується для переробки на сталь;
- ливарний чавун (3,5-4,6%С, 0,8-3,6 Si, 0,5-1,5% Mn, до 0,12%S, до 0,06%P, який використовується в ливарному виробництві як сировина для повторного переплаву;
- феросплави - сплави з підвищеним вмістом марганцю (до 75%) чи кремнію (до 25%), призначені для легування сталі в сталеплавильному виробництві. Шлак як побічний матеріал використовується у будівництві, виробництві мінеральних добрив, доменний газ – як паливо.

Види продукту, що виробляються залежать від складу шихти та режиму роботи доменної печі. Найбільш ефективно доменна піч працює при виробництві переробного чавуну. При виробництві ливарного чавуну продуктивність знижується на 15%, а при виробництві феросплавів – в 2,5 рази.

Сутність сталеплавильного виробництва полягає у зниженні вмісту в чавуні вуглецю та домішок за рахунок окислення. До сучасних способів виробництва сталі відноситься киснево-конверторний, мартенівський процеси та виробництво в електричних дугових печах.

За призначенням вуглецеві сталі поділяють на: конструкційні (вміст вуглецю до 0,7%), які використовуються для виготовлення деталей машин і металоконструкцій (мають достатньо високі механічні і технологічні властивості); інструментальні (вміст вуглецю вище 0,7%), призначені для виготовлення ріжучих, штампових і вимірювальних інструментів (мають високу міцність, твердість, зносостійкість). Маркування вуглецевих сталей враховує їх якість і призначення. Якість сталі визначається вмістом в ній шкідливих домішок – сірки і фосфору. Підвищений вміст сірки приведе до високотемпературного розтріскування сталі при гарячій обробці тиском. Фосфор приводить до підвищення крихкості сталі при мінусових температурах. Сталь звичайної якості має підвищений вміст домішок сірки і фосфору – до 0,05% кожного з цих елементів. В якісних сталях вміст кожної з шкідливих домішок не повинен перевищувати 0,04%, в високоякісних сталях не більше 0,03% S та 0,03%P.

Сталі звичайної якості виплавляють переважно в мартенівських печах і конверторах. Ці сталі позначають літерами Ст і умовними номерами від 0 до 6 (наприклад, Ст 0, Ст 2 - Ст 6). Зростання номера відповідає підвищенню вмісту вуглецю, міцності, твердості.

Якісні конструкційні сталі виробляють переважно в електродугових печах. Марки якісних сталей позначають двозначними цифрами: 05, 10, 65, які характеризують середній вміст вуглецю в сотих долях процента.

Якісні інструментальні сталі маркують як У7, У8, У9...У13 ця цифра показує вміст вуглецю в десятих долях процента. Так, сталь У8 вміщує 0,8%С.

Заключною операцією сталеплавильного виробництва є розливання рідкої сталі у виливниці – чавунні форми місткістю 1...12 т. Після кристалізації утворюється сталевий злиток, який служить заготовкою для прокатного виробництва.

**Прокатування** – вид обробки металів тиском, при якому заготовка деформується між обертаючими валками. Продукт прокатування називають прокатом. Він характеризується формою поперечного перерізу – профілем. Форма профілю визначається формою рівчаків (канавок) на циліндричній поверхні валків. Сортамент – комплекс профілів прокату. Сортамент поділяється на такі групи:

сортовий прокат – для виготовлення деталей машин і металоконструкцій (рис.4.1.); листовий прокат (товщина від 0,2 до 160мм); труби; спеціальні види прокату (шари, періодичний прокат, гнуті профілі).

У прокатному виробництві метал перетворюється на готову продукцію у вигляді листів, прутків, стрічок, труб, фасонних виробів, тобто понад 1000 найменувань різного профілю — форма поперечного перерізу, яка може бути однаковою чи різною по довжині прокату. Сукупність різних профілів та їх розмірів називається сортаментом прокату.

Він ділиться на такі групи: 1) заготовки прокатні (блуди та сляби);  
 2) сортовий прокат; 3) листовий прокат; 4) профілі спеціального призначення;  
 5) прокат періодичного профілю і гнуті профілі; 6) труби

Залежно від профілю сортовий прокат ділиться на прокат:

- простого профілю;
- фасонного профілю.

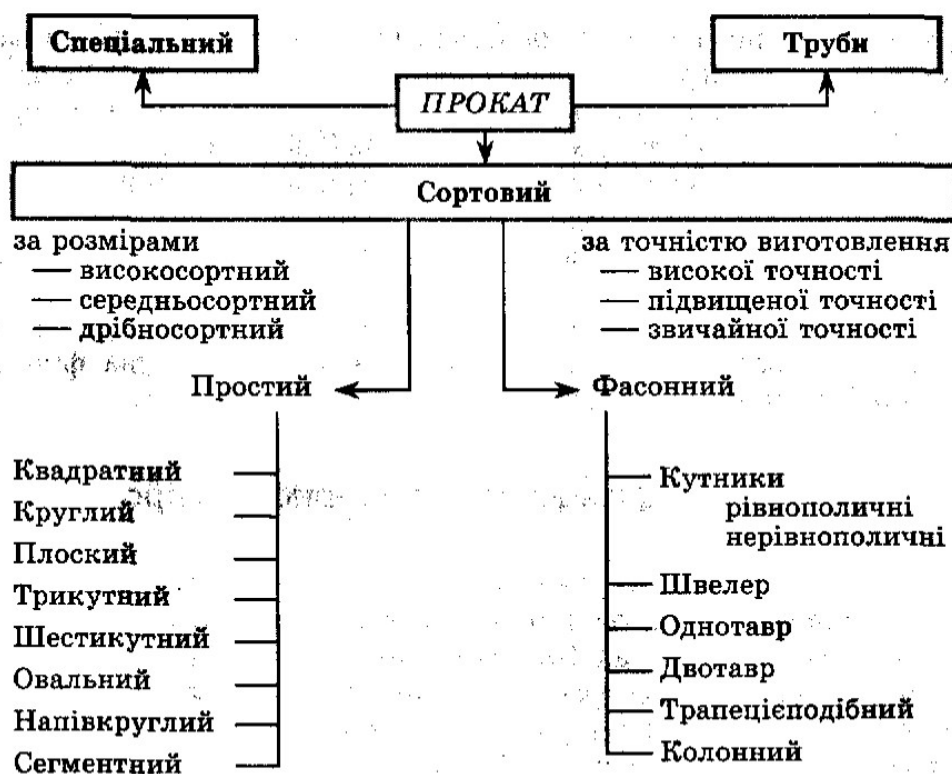


Рис.2.2. Класифікація продукції прокатного виробництва

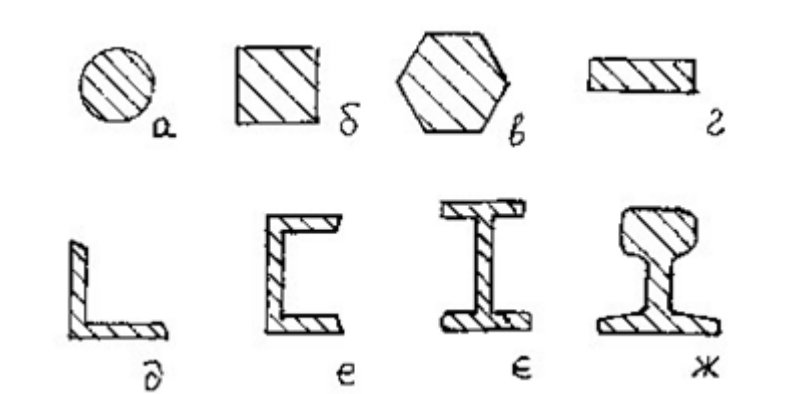


Рис. 2.3.. Сортний прокат: а – круг; б – квадрат; в – шестигранник; г – штаба;  
 д – кутова сталь; е – швелер; є – двотавр; ж – рейка

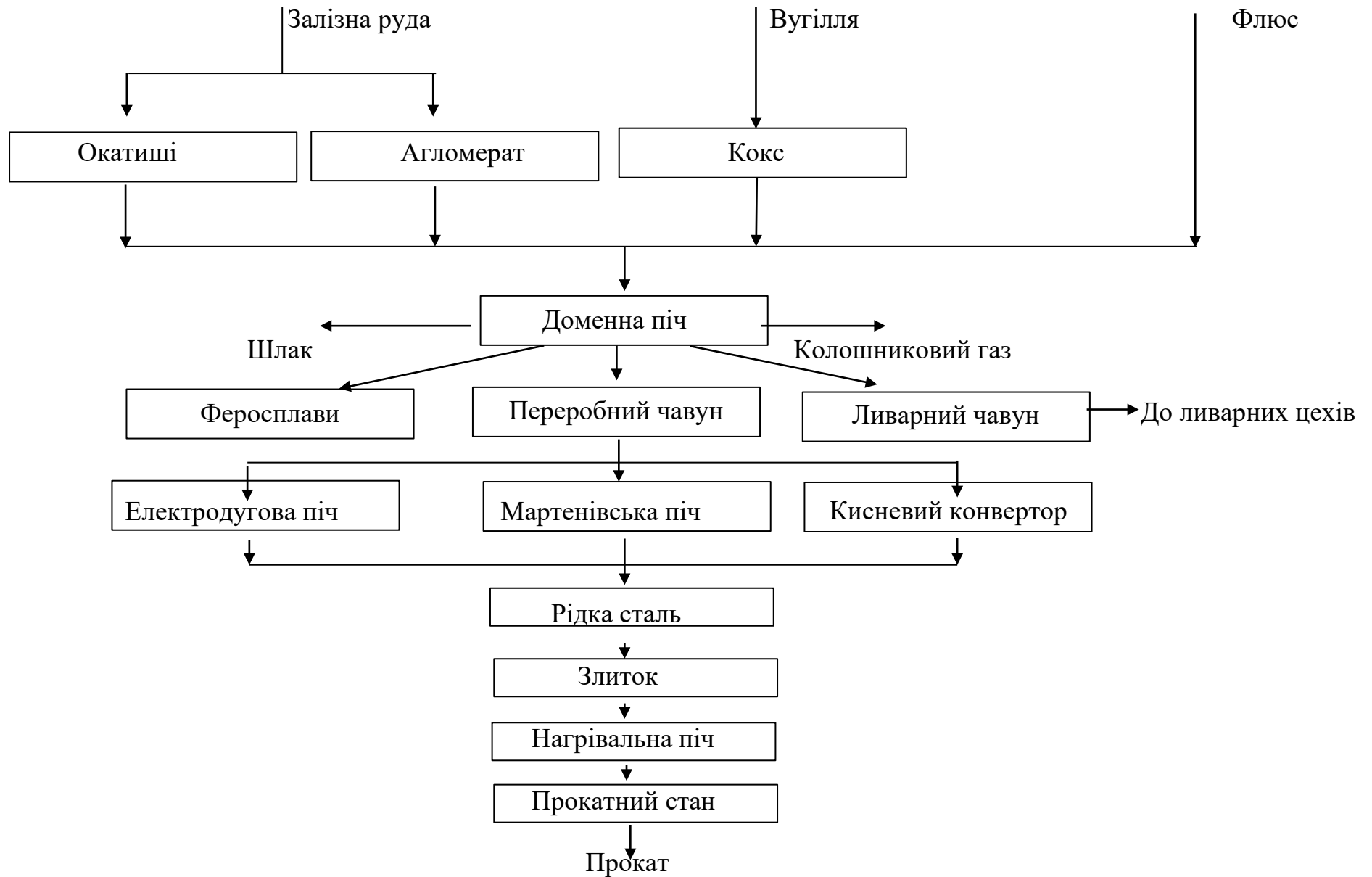


Рис. 2.4.. Технологічна схема чорної металургії

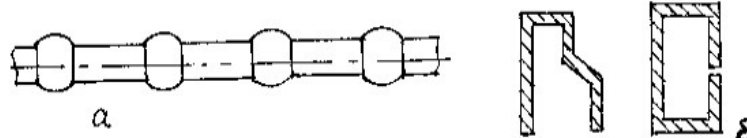


Рис. 2.5. Спеціальні види прокату: а – періодичний прокат;  
б – гнуті профілі.

### ЗАВДАННЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитись з технологічною схемою і суттю основних процесів чорної металургії і макетами обладнання чорної металургії.
2. Ознайомитись з сировинними матеріалами і продуктами чорної металургії. Результати вивчення систематизувати у вигляді табл. 2.1.
3. За завданням викладача описати основні технологічні операції для виготовлення вказаного продукту чорної металургії.

Таблиця 2.1

№ п/п	Матеріал	Призначення	Зовнішній вигляд, злам	Склад, приблизний вміст компонентів

4. Систематизувати відомості про будову і роботу доменної печі

Таблиця 2.2

Зона печі	Суть протікаючих процесів, хімічні реакції	Компоненти, що вступають в реакції
1	2	3
Шахта		
Розпар		
Заплечики		
Горн		

### ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Описати матеріали та продукти чорної металургії.
3. Розшифрувати марку сталі.
4. Охарактеризувати профіль прокату.

### ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Сировинні матеріали доменного виробництва, їх призначення та склад.

2. Призначення, будова та принцип роботи доменної печі, суть доменного процесу.
3. Продукти доменної плавки, сталеплавильного і прокатного виробництва, їх призначення.
4. Суть сталеплавильного виробництва.
5. Суть прокатування, обладнання та інструмент.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: підручник / В.В. Попович. – Львів: Світ, 2006. – 624 с.
2. Попович В. Технології конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Навчальний посібник / В. Попович, В. Голубець. – Суми: Університетська книга, 2012. – Книга II. – 260 с.
3. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: підручник / В.В. Попович. – Львів: Світ, 2006. – 624 с.2. Дичковська О.В. Системи технологій галузей народного господарства, Київ. 1995 р. с.50- 58.

### ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 ВИВЧЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ВУГІЛЬНОЇ ТА НАФТОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Мета роботи:** 1) ознайомитись з класифікацією та основними характеристиками твердого та рідкого видів палива; 2) по наявним зразкам охарактеризувати вугілля та нафтопродукти, область їх використання; 3) за завданням викладача для різноманітних видів палива розрахувати теплові еквіваленти ( $E_{\text{кал}}$ ), технічні еквіваленти  $E_{\text{тех}}$ , визначити кількість умовного палива. 4) по наявним зразкам охарактеризувати нафтопродукти та їх використання.

Тверде паливо — горючі речовини, основною складовою частиною яких є вуглець. До твердого палива належать: вугілля — кам'яне, антрацит, напівантрацит, буре вугілля, торф, деревне вугілля, горючі сланці. біомаса, бездимне паливо (вид твердого палива, яке під час горіння або не виділяє видимого диму, або продукує його у незначній кількості), тверді побутові відходи і деревина.

Властивості палива значною мірою визначаються його хімічним складом — вмістом вуглецю, водню, кисню, азоту та сірки. Однакові кількості палива дають при спалюванні різну кількість теплоти. Тож для оцінки якості палива визначають його теплотворну здатність, тобто найбільшу кількість теплоти, котра виділяється під час повного згорання 1 кг палива (найбільша теплотворна здатність у кам'яного вугілля).

Його характеристиками є: теплота згорання (вміст вуглецю і домішок), вихід летучих речовин, спікання, щільність, міцність, розміри шматків та ін. Чим більший вік кам'яного вугілля, тим більший вміст вуглецю коливається в межах 55-97 % С.

Буре вугілля — 55-78% С, кам'яне вугілля — 75-92%С, антрацити 92-97%С.  
Теплота згорання: вуглецю — 8100 ккал/кг; водню — 34200 ккал/кг.

Кисень, азот, сірка, пов'язані з вуглецем, утворюють смолисті речовини, вміст яких визначається виходом летких речовин (чим вище вміст вуглецю, тим менше летучих речовин). Летучі речовини виділяються в міру нагрівання вугілля. Вихід летких речовин позначається символом  $Vd$ , сухе і беззольне  $Vdaf$ , (%).

З найбільшим виходом летучих речовин 37% і більше називаються довгополуменеві марки «Д», із найменшим — 9% — пісні марки «Т». Усі інші займають проміжне місце: «Ж» — жирні, ~ «Г» — газові, «К» — коксівні, «ОС» — охляні спікливі та ін. Вугілля з високим виходом летучих речовин горить полум'ям, із низьким — без полум'я. Наприклад, для донецького вугілля розрізняють марки, показані в табл. 2.1

За розмірами шматків буре і кам'яне вугілля, антрацити поділяються на класи. Чим більші шматки, тим вища якість.

Таблиця 3.1

### МАРКИ ВИДІВ ВУГІЛЛЯ

Вугілля	Марка	$Vdaf$	Середній вміст С,%
Довгополуменеве	Д	>35	76
Газове	Г	35	83
Газове жирне	ГЖ	27-35	86
Жирне	Ж	27-35	88
Коксівне	К	18-27	88
Пісне	П	8-17	90

Кам'яне вугілля використовується для виробництва **коксу**, супутніх продуктів коксування (кам'яновугільна смола, коксовий газ), які є сировиною для хімічної промисловості, а також цінним паливом (напівантрацит). На виробництво коксу використовується 25% видобутку кам'яного вугілля. З коксу одержують карбід кальцію (кокс + негашене вапно), вугільні електроди, феросплави. Розрізняють доменний кокс і ливарний кокс. Кокс характеризується: високою механічною тривкістю, твердістю, визначеними розмірами шматків, достатньою пористістю (вільно пропускають газовий потік). Волога — не більше 3- %.

Таблиця 3.2

### Класифікація кам'яного вугілля

№ п/п	Сорт	Розміри шматків,мм
1	Плитове	100-200
2	Крупний	50-100
3	Горіх	25-50
4	Дрібний	13-25
5	Насіннячко	6-13
6	Штиб	Менше 6
7	Рядовий	Р - НЕ СОРТОВАНИЙ

Питома теплота згорання – це кількість теплоти, що виділяється при повному згоранні 1 кг твердого або рідкого палива і 1 м<sup>3</sup> газоподібного палива. Кількість теплоти вимірюють у калоріях або джоулях (1кКал= 4,1867кДж) Чим вищий вміст вуглецю і водню, тим більше теплота згорання палива.

Оцінку теплоти згорання проводять також розрахунковим шляхом на підставі даних елементарного складу палива:

$$Q_{n p} = 81C + 244H - 26(O - S) - 6W \text{ кКал/кг,}$$

де: коефіцієнти при елементах показують кількість тепла, що виділяється ними при згоранні; 6 – кількість тепла, що витрачається на перетворення в пару 1 г води.

Різні види палива мають різну теплоту згорання, тому що володіють різним елементним складом, фізичними і хімічними властивостями (табл..6)

Таблиця 3.3

№ п/п	Найменування палива	$Q_{n p}$ , ккал/ кг	$Q_{n p}$ , кДж/ кг	$E_{\text{кал}}$
1	Умовне	7000	29307	1,00
2	Буре вугілля	3400	14235	0,49
3	Кам'яне вугілля	7001	29310	1,00
4	Антрацит	7220	30230	1,03
5	Торф	3210	13440	0,46
6	Деревина	2300	12560	0,43
7	Нафта	10000	41867	1,42
8	Бензин	10780	45216	1,57
9	Дизельне	10200	42704	1,45
10	Мазут	9900	41448	1,40
	Гази			
11	- природний	8480	35586	1,21
12	- водяний	2600	10885	0,37
13	- світильний	4300	18003	0,63
14	- скраплений	10987	46000	1,56
	Уран	2010 <sup>9</sup>		

Для зіставлення ефективності різноманітних видів палива, а також для зрічності розрахунків при плануванні потреби, при врахуванні запасів уведено поняття „умовне паливо”.

Співвідношення між реальним і умовним паливом виражається за допомогою теплового еквівалента.

$$E_{\text{кал}} = Q_{n p}^P / Q_y = Q_{n p}^P / 7000 = Q_{n p}^P / 29307$$

де:  $Q_H$  і  $Q_H$  - теплота згорання палива відповідно до кДж/кг і ккал/кг по нижчій теплоті згорання на робочу масу.

Переведення маси натурального палива в умовну проводиться множенням його маси на тепловий еквівалент.

$$M_{\text{нат}} \neq M_y \cdot E_{\text{кал}} \quad M_y = M_{\text{нат}} \cdot E_{\text{кал}}$$

Наприклад, на складі в споживача знаходиться 10 тон бурого вугілля ( $M_{\text{нат}}$ ). Яку частину потреби в бурому вугіллі забезпечує ця кількість, якщо для

повнообсягового забезпечення потреби необхідно 30 тонн умовного палива? Теплота згорання бурого вугілля  $Q_H = 3400 \text{ ккал/кг}$

$$\begin{aligned} M_y &= M_{\text{нат}} \cdot E_{\text{кал}}; \quad E_{\text{кал}} \neq Q_H \quad 7000 = 3400 \cdot 7000 \\ &= 0,49; \quad M_y = 10 \cdot 0,49 = 10000 \cdot 0,49 \\ &= 4900 \text{ кг} = 4,9 \text{ т} \quad O_z = (4,9 \text{ т} \cdot 30 \text{ т}) \cdot 100 \\ &= 0,163 \cdot 100 = 16,3\%. \end{aligned}$$

Видобуток рідкого і газоподібного палива в багато разів дешевший, ніж твердого, згорання рідкого і газоподібного палива у форсунках і пальниках технологічно простіше, ніж згорання твердого палива.

Нафта – рідка горюча копалина, що складається з вуглеводнів і домішок кисню, сірчаних та азотних з'єднань, води, мінеральних речовин. Нафту використовують у якості сировини для отримання різних продуктів шляхом її глибокої переробки. Густина нафти від 185 до 945 кг/м<sup>3</sup>.

З нафти виробляються наступні види рідкого палива:

- паливо для карбюраторних двигунів (автомобільний та авіаційний бензини);
- паливо для дизельних двигунів;
- паливо для реактивних двигунів (керосин);
- паливо для котельних установок (мазут).

Рідке паливо є сумішшю вуглеводнів з різною температурою кипіння.

*Бензин є одним з основних видів карбюраторного палива.* Він являє собою суміш легких ароматичних, нафтових і парафінових вуглеводнів. До складу бензину входять вуглець (85%) і водень (близько 15%), а також кисень, азот та сірка. Бензин — безбарвна чи трохи жовтувата рідина з характерним запахом, щільністю 0,7 — 0,8 г/см<sup>3</sup>. Бензин застосовується також як розчинник жирів, смол і інших матеріалів. Основну частину бензину одержують прямою перегонкою і каталітичним крекінгом. Властивості автомобільних бензинів характеризуються теплотою згорання, детонаційною стійкістю, фракційним складом, хімічною стабільністю, вмістом сірки й інших шкідливих домішок.

Здатність палива протистояти детонаційному згоранню називається **детонаційною стійкістю** і характеризується октановим числом. Чим вище октанове число, тим більше може бути стиснута в циліндрі пальна суміш.

Як еталонне паливо прийнята суміш двох вуглеводнів: ізооктану ( $C_8H_{12}$ ), що володіє високими антидетонаційними властивостями, і нормального гептану ( $C_7H_{16}$ ), що легко детонує. Октановим числом називається умовна

одинаця, чисельно рівна відсотку (за об'ємом) ізооктану в суміші, що складається з ізооктану і нормального гептану та рівноцінна за своїми антидетонаційними властивостями даному паливу.

Октанове число ізооктану приймається за 100, а нормального гептану за 0. Визначається відсотковим співвідношенням у суміші ізооктану і п-гептану, що відповідають за детонацію бензину. Цей показник визначає види бензину в Україні. Сміслове значення таке: у 92-й марці міститься 92% ізооктану і всього 8 % гептану, у 80-й відповідно 80% і 20%, у 95-й – 95% і 5%.

Таблиця 3.4.

Види і марки моторного палив				
МОТОРНЕ ПАЛИВО				
Карбюраторне	Дизельне		Реактивне	
	Легке	Важке	Для двигунів	
— А-66	— ДА	— ДТ	з дозвуковою швидкістю	понадзвуковою швидкістю
— А-72	— ДЗ	— ДМ		
— А-76	— ДЛ		— Т-1	— Т-5
— АИ-93	— ДС		— ТС-1	— Т-6
— АИ-98	— ТЗ		— Т-2	— Т-8
— «Екстра»	— ТЛ			

Близько 20-ти років тому добре був відомий А-76. Потім його було замінено на 80-й, що дало змогу зменшити ступінь викидів відпрацьованого палива і встановити обов'язковий стандарт Євро-3.

#### Маркування:

Марка бензину – це буквено-цифрова аббревіатура, яка показує, для яких транспортних засобів призначене паливо, і його головну характеристику – октанове число. За ним визначають, за яких температурних умов настає загоряння суміші, що продукує енергію для роботи двигуна.

Наприклад, позначення АИ-95 передбачає, що продукт призначений для автомобілів, а його октанове число дорівнює 95%, і його було визначено дослідницьким методом. Промисловість випускає автомобільні бензини марок АИ-93, АИ-98. У марці бензину буква «А» показує, що він автомобільний, а цифра — мінімальне октанове число. У бензинах АИ-93 і АИ-98 друга буква «И» показує, що октанове число (93 і 98) встановлено дослідницьким методом. Для підвищення детонаційної стійкості в бензини вводять антидетонатори (тетраетилсвинцеві рідини — ТЕС), які дуже отруйні, хімічно активні. Такі бензини називаються

етилованими. Вони забарвлюються. Бензин АИ-93 — в оранжево-червоний і АИ-98 — в синій.

Пальне для авіаційних двигунів, що експлуатуються в різних режимах: звичайному (крейсерському) і форсованому (режимі злету літака), повинно зберігати свою стійкість як на бідних, так і на багатих сумішах. Детонаційна стійкість авіаційного бензину при роботі на бідній суміші оцінюється октановим числом, а при роботі на багатій суміші — сортністю.

Дизельне паливо, є продуктом прямої перегонки нафти з додаванням (не більш 20%) компонентів каталітичного крекінгу. Щільність дизельного палива 0,79— 0,97 г/см, температура спалаху 35—80°C, температура помутніння для літніх сортів не вище -5°C, а для зимових — від -25 до -30°C. Температура застигання повинна бути на 5—10°C нижча температури помутніння.

Дизельне паливо використовується в двигунах, установлених на великовантажних автомобілях, тракторах і дорожніх машинах, на водному і залізничному транс-порті, у різних енергетичних установках і випускається двох видів: легке, малов'язке паливо — для швидкохідних дизелів і важке, високов'язке паливо — для тихохідних дизелів. Дизельне паливо, на відміну від карбюраторного, містить більш важкі фракції вуглеводнів.

**Маркування:** Дизельне пальне (гас, газойль, соляровий дистилат) використовують для поршневих двигунів внутрішнього згорання.

У якості котельного палива використовують мазут – важкі залишки прямої перегонки нафти з температурою кипіння вищою 300°C. Мазут виробляють марок Ф5, Ф12, Ф40, Ф100, де цифра умовна в'язкість при 50°C. Мастильні матеріали – це речовини, які використовуються для змащування і охолодження деталей машин та механізмів.

Мастила підрозділяються на: моторні; індустриальні; трансмісійні; турбінні; компресорні.

Основними експлуатаційними властивостями мастил являється – в'язкість, температура застигання і спалаху, ступінь окислювання, корозійна стійкість, миючі і протикіпні властивості. Моторні мастила випускаються з в'язкістю 6 -20 мм/с (з інтервалом через 2 мм/с) при температурі 100°C. За експлуатаційними ознаками вони поділяються на 6 груп (А,Б,В,Г,Д і Е) в кожному з яких входять мастила з однаковою в'язкістю і відрізняються кількістю введених присадок. При маркуванні моторних мастил ставлять літеру М (моторне масла), потім цифри, які показують кінематичну в'язкість, потім літеру і індекс 1 або 2. Індекс 1 – мастило карбюраторне, а 2 – для дизельних двигунів (М8Г<sub>1</sub>, М12Г<sub>2</sub>).

Індустриальні масла призначені для змащування виробничого технологічного обладнання, яке працює в закритих опалювальних приміщеннях, без дії агресивних середовищ. В маркуванні входить літера І та цифра – в'язкість при 50°C (І 12А, І 20А, І 40).

Трансмісійні масла використовують для змащування зубчастих передач. Для цієї групи масел характерна підвищена в'язкість та міцність масляної плівки. (ТАИ -15В, турбінні мастила Тп -22, Тп-30, Тп-46; компресорні мастила – К-12, К-19.)

Компресійні масла призначені для змащування робочих органів компресорів та холодильних машин К-13, К-19. Наприклад: К – 12 – компресійне масло з в'язкістю 12сСт; ХА-30 – компресійне масло для холодильних машин, працюючих на аміаку; ХФ –22 – компресійне масло для холодильних машин, працюючих на фреоні. Масла, що використовуються в холодильних машинах затвердівають при температурах – 40<sup>0</sup>С...- 110<sup>0</sup>С.

Консистентні змазки мають колоїдну структуру, утворену шляхом загущення масел. У якості згущувачів використовують мила (солі вищих жирних кислот), тверді вуглеводні (парафіни), неорганічні речовини (графіт). За призначенням консистентні змазки поділяють на антифрикційні, консервуючі ущільнюючі. До найбільш розповсюджених антифрикційних змазок відноситься солідол жировий УС-1, УС-2 (робочі температури від –25<sup>0</sup>С-65<sup>0</sup>С), літол-24 (робочі температури від –40<sup>0</sup>С-120<sup>0</sup>С). У якості твердих змазок використовують графіт, дисульфід молібдену, тальк, полімерні матеріали тощо.

### 3.2. ЗАВДАННЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитись з набором палива ( А95, ДП), мастил (Моторні МГ-12, М8-Б), трансмісійні ТАД-17, ТАП-15, індустриальні І-60, трансформаторне ТК, та консистентні (літол – 24, солідол).
2. Охарактеризувати зовнішній вигляд та описати галузь використання.
3. Розрахувати кількість розлитого палива на воді.

### 3.3. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1. Назва і мета роботи.
2. Привести розрахунки визначення кількості умовного палива.
3. Дати характеристику зразкам вугілля і галузь його використання
4. Ознайомитись з характеристиками та класифікацією твердого та рідкого видів палива. За завданням викладача визначити кількість умовного палива.
5. По наявним зразкам охарактеризувати вугілля і привести області його використання.
6. Використовуючи зразки палива та мастил, навести їх характеристику галузі використання. За завданням викладача розрахувати кількість розлитого палива на воді.

### 3.4. ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Дати визначення, що таке паливо.
2. Як характеризується вугілля по вмісту вуглецю?

3. Що таке умовне паливо?
4. Класифікація нафтопродуктів.
5. Види палив, мастил та інших продуктів нафтопереробної промисловості.
6. Що характеризує октанове число бензинів?
7. Використання рідких мастил.
8. Що таке дизельне паливо? Призначення, основні характеристики.
9. Асортимент, призначення та маркування мастильних матеріалів та їх позначення.

#### Література

1. Желібо Є.П., Анопко Д.В., Буслик В.М., Авраменко М.А., Петрик Л.С., Пирч В.П. Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навч. посіб. – К.: Кондор, 2005. – 716 с.
2. Дубровська Г.М., Ткаченко А.П. Системи сучасних технологій: Навч. посібн./За ред. Ткаченка А.П. – К.: ЦНЛ, 2004. – 352 с.
3. Оснач О.Ф. Товарознавство: Навчальний посібник – Київ: Центр навчальної літератури, 2004 р. – 219 с., с.123-133.

### ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

#### ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ У ПІЩАНИХ ФОРМАХ

**Мета роботи** – 1. Ознайомитись з технологією виготовлення виливків у піщаних формах та набути навичок конструювання виливків.

#### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Суть ливарного виробництва полягає в тому, що виливок (фасонну заготовку) одержують у результаті заливання розплавленого металу в ливарну форму, порожнина в якій за конфігурацією й розмірами близька до виливка. Виливок утворюється в результаті затвердіння металу в порожнині форми.

Виливки переважно виготовляють у формах з піщаних формових сумішей, які мають невелику вартість й характеризуються вогнетривкістю, газопроникністю та міцністю. Вказані властивості має суміш, виготовлена з кварцового піску (наповнювач) і глини (скріплювач) 8-12%. Для надання глині клейкості до формової суміші входить 3-4% води. Підвищення міцності формової суміші досягається додатковим введенням до її складу ключих речовин (відходів целюлозної промисловості).

У початковому стані формова суміш пухкий неміцний матеріал, який набуває потрібні властивості в процесі механічного ущільнення (формування).

Ливарна форма складається з двох роздільно виготовлених напівформ-верхньої і нижньої. Кожну напівформу формують в опоках (металевих рамках без дна). Для утворення робочої порожнини в ливарній формі використовують модель – дерев'яну або металеву копію виливка. Конфігурація та розміри моделі відрізняються від виливка у наступному:

для зручності виготовлення форми модель роблять з двох частин /рознімною/;

для полегшення виймання моделі з форми її бокові поверхні роблять з формовими уклонами до площини розняття;

у моделі відсутні отвори, а в тих місцях, де з виливка виходять отвори, на моделі розміщені виступи - стержневі знаки;

розміри моделі збільшуються на 1-2% для компенсування усадження металу під час охолодження.

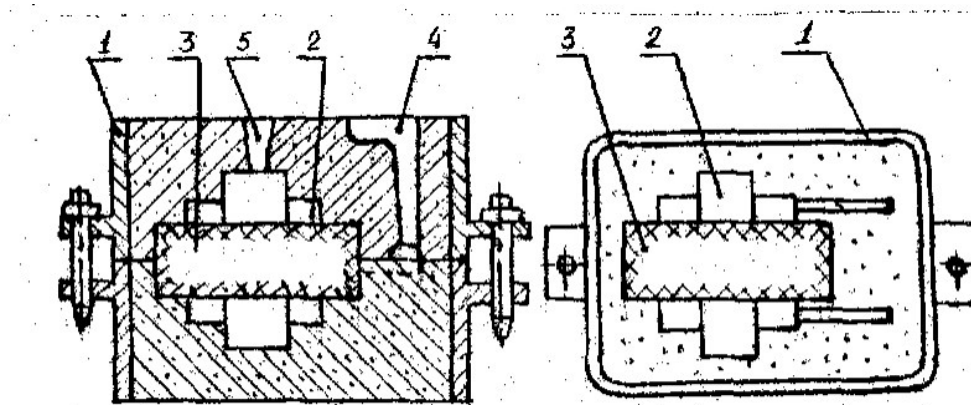


Рис.4.1. Піщана форма для виготовлення виливка:

а - розріз ливарної форми; б - вид зверху на нижню напівформу;

1 - опока; 2 - робоча порожнина форми;

3 - стержень; 4 - ливникова система; 5 - випор

Порожнина, одержана в формі за допомогою моделі, утворює зовнішню поверхню виливка. Отвори у виливках утворюються вставними частинами ливарної форми – стержнями.

Стержні виготовляють окремо в стержневих ящиках (формах) з стержневої суміші, яка порівняно в формовою сумішшю має більшу міцність і вогнетривкість. До складу стержньових сумішей не входить глина, а у якості скріплювача застосовують смоли, рідке скло та ін. Після ущільнення стержневої суміші стержневий ящик розкривають, стержень виймають і поміщають у піч для сушіння при температурі 220...240 °С.

Стержні виготовляють більш довгими ніж отвори у виливках на величину частин, які називаються знаками. Знаки на стержні потрібні для його опирання в ливарній формі на порожнини, утворені під час формування знаками на моделі. Під час формування в ливарній формі за допомогою окремих моделей також утворюють ливникову систему - канали, по яких підводиться рідкий метал до робочої порожнини форми.

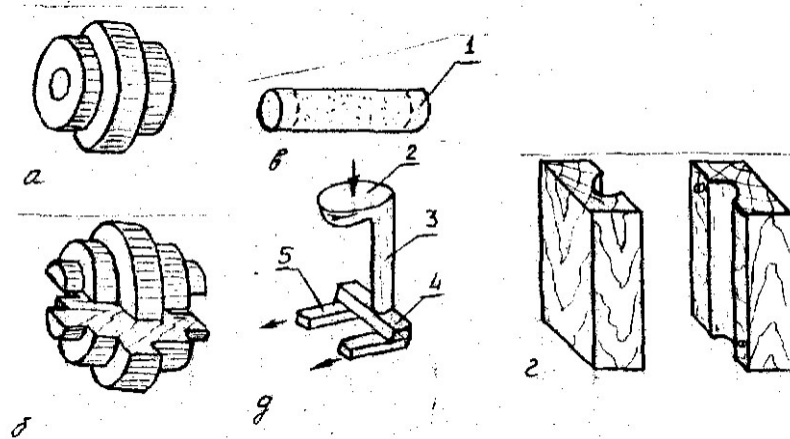


Рис.4.2. Виливок (а), модель (б), стержень (в), стержньовий ящик (г), ливник (д); 1 - знаки; 2 - ливникова чаша; 3 - стояк; 4 - шлаковловлювач; 5 - живильник

До складу ливникової системи входять:

- ливникова чаша - заглиблення на поверхні форми для приймання рідкого металу;
- стояк - вертикальний канал, по якому метал подається до розняття форми;
- шлаковловлювач – канал, в якому частково затримуються спливаючі з рідкого металу шлакові включення;
- живильники - канали для подачі металу від шлаковловлювача до робочої порожнини форми;
- випор - вертикальний канал над найбільш високим місцем робочої порожнини для виведення газів, шлаку та контролю заповнення форми розплавом.

Піщані форми є разовими. При вибиванні виливка форма й стержень руйнуються. Формова суміш після освіжаючих добавок піску, води і скріплювачів використовується повторно.

Виготовлення виливків у піщаній формі проводиться у такій послідовності:

1. У бігунах готується формова суміш.
2. Формування нижньої напівформи:
  - встановити на стіл підмодельну плиту;
  - встановити на підмодельну плиту нижню опоку, нижню частину моделі виливка і моделі живильників;
  - засипати в опоку формову суміш й ущільнити її трамбовкою;
  - зрізати лінійкою надлишок суміші над нижньою напівформою і перевернути її на 180°;
3. Формування верхньої напівформи:
  - зєднати нижню напівформу з верхньою опокою, встановити верхню частину моделі виливка та моделі шлаковловлювача, стояка й випора;

- посипати поверхню розняття розділювальним матеріалом /сухим піском/;
- засипати й ущільнити формову суміш у верхній напівформі;
- вирізати ланцетом ливникову чашу.

#### 4. Складання ливарної форми:

- розкрити форму, витягнути моделі виливка і ливникової системи;
- встановити стержень у нижню півформу і зібрати разом півформи;

#### 5. Залити у форму розплавлений ливарний сплав.

6. Заключні операції: вибивають форму та відділяють виливок від формової суміші, обрубують від виливка ливникову систему, очищають поверхню виливків від пригорілої формової суміші, контролюють якість виливка.

При розробці конструкції виливків, враховують ливарні властивості сплавів /рідкотекучість, усадку/, технологію виготовлення модельного комплекту, ливарної форми та стержнів.

Правильно сконструйований виливок повинен мати плавні заокруглення в місцях спрягання стінок та мінімальну різницю між товщинами стінок. У виливка не повинно бути дрібних отворів. Мінімальна товщина стінок для виливків із сірого чавуну складає 3...5 мм, із вуглецевої сталі - 10...12 мм.

Основою для розробки креслення виливку і моделі є креслення готової деталі. Виливок конструюється у наступній послідовності. Аналізують креслення заданої готової деталі, визначають її відповідальні ділянки, а також оброблювані поверхні, які на кресленні деталі позначаються V. Знак V в правій верхній частині креслення означає, що інші поверхні не підлягають механічній обробці. Визначають положення виливка в ливарній формі (верх-низ), керуючись наступним:

- масивні частини повинні розміщатися зверху для забезпечення направленої кристалізації виливка знизу-верх, що дозволяє усунути усадочні дефекти;
- найбільш відповідальні та оброблювальні частини виливка розміщують внизу, тому що у верхній частині утворюється більше дефектів.

Положення лінії розняття моделі й форми повинно бути таким, щоб модель при вийманні не руйнувала форму. Бажано весь виливок розміщувати у нижній опоці, що підвищує точність заготовки.

При розробці креслення виливка на креслення деталі наносять такі ливарні вказівки:

1. Припуски на механічну обробку - шар металу, який знімається в стружку з поверхні виливку в процесі механічної обробки. Припуски призначають лише на оброблюємих поверхнях (зі знаком V), для чого проводять додаткові лінії, які збільшують зовнішні та зменшують внутрішні розміри деталі. Для дрібних виливків припуск на нижні й бокові поверхні приймають рівним 2...2,5 мм, на верхні - до 3,5 мм.

2. На вертикальних зовнішніх поверхнях виливка передбачають формовочні уклони, які вказують у вигляді додаткових ліній (зверх припусків), які збільшують розміри виливків до площини розняття. Уклони складають 1...3°. 3.

Галтелі - заокруглення внутрішніх й зовнішніх кутів виливків. Їх передбачають для утворення плавних переходів між спряженими стінками, що зменшує обсипання кутів ливарної форми та запобігає утворенню тріщин у виливках. Радіус галтелей приймається рівним  $1/5$  від середньої товщини стінок виливку.

4. Напуски - спрощення конструкції виливка з метою підвищення його технологічності. Так, отвори діаметром менше 20 мм, дрібні пази та канавки на виливках утворюють методами обробки різанням.

## ЗАВДАННЯ І ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити креслення заданої деталі, визначити оброблювані та відповідальні поверхні. Задане креслення деталі навести в звіті до лабораторної роботи у вигляді ескізу.
2. Тонкими суцільними лініями повторно без штриховки накреслити задане креслення деталі як базу для розробки креслення виливка.
3. Позначити потовщеною лінією положення площини розняття моделі й форми (РМФ). Вказати розміщення виливка стрілками і літерами В (верх), Н (низ).
4. Нанести на креслення деталі ливарні вказівки: припуски на механічну обробку, формовочні уклони, галтелі, напуски.
5. На кресленні виливка показати контури стержня зі знаками.
6. Обвести вилівок товстими контурними лініями і заштрихувати його розріз, неповною штриховкою виділити стержень, вказати нові розміри з врахуванням припусків.
7. Привести ескіз розрізу ливарної форми для виготовлення заданого виливка.
8. Описати технологічні операції виготовлення виливка у піщаній формі.

## ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Привести ескіз деталі-завдання.
3. Привести розроблене креслення виливка.
4. Привести ескіз розрізу ливарної форми.
5. Описати основні операції виготовлення виливка у вигляді табл. 3.1

Таблиця 4.1

## Технологічні операції виготовлення виливка в піщаній формі

№ п/п	Матеріали	Операція	Інструменти та оснастка	Обладнання

6. Підсумки роботи про напрямки зміни конструкції виливка з метою підвищення технологічності та зниження браку.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Суть ливарного виробництва.
2. Формові й стержньові суміші, їх склад і властивості.
3. Елементи ливарної форми, їх призначення.
4. Модель, її призначення, особливості конструкції.
5. Стержень, його призначення й технологія виготовлення.
6. Робоча порожнина ливарної форми, її призначення, як вона утворюється.
7. Ливникова система, її елементи, призначення, технологія виготовлення.
8. Основні технологічні операції виготовлення виливків у піщаних формах.
9. Виливок, особливості його конструкції, форми, розмірів, відмінності від готової деталі.
10. Принципи правильного розміщення виливка в ливарній формі.
11. Вибір положення площини розняття і форми.
12. Ливарні вказівки: припуски, напуски, формовочні уклони, галтелі; їх призначення.
13. Дефекти, які утворюються у виливках при його неправильній конструкції.

## Література

- 1 Остапчук М.В., Сердюк Л.В., Овсянникова Л.К. Система технологій. Підручник. – К. ЦУЛ, 2007. - 368 с.
2. Попович В.В, Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Підручник.- Львів: Світ, 2006. - 624 с.: с.101-111.
3. Остапчук М.В., Рибак А.І. Системи технологій : Навч. посіб. - К.: ЦУЛ, 2003.-888 с.
4. Збожна О.М. Основи технології: Навч. посіб. – Вид. 2-е, змін.і доп. – Тернопіль: Карт-бланш, 2002. – 486 с. – іл.
5. Желібо Є.П., Анопко Д.В., Буслик В.М., Авраменко М.А., Петрик Л.С., Пирч В.П. Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навч. посіб. – К.: Кондор, 2005. – 716 с.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

### ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОБЛАДНАННЯ ХОЛОДНОГО ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ (ХЛШ)

**Мета роботи:** 1. Вивчити основні операції холодного листового штампування. 2. Ознайомитись з обладнанням для холодного листового штампування та методикою їх вибору.

#### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

**Холодне листове штампування** – це вид обробки металів тиском, коли з тонких матеріалів (товщиною до 10 мм) на пресах у штампах виготовляють плоскі або об'ємні деталі.

Заготовками може бути стрічковий, або листовий матеріал. Широке застосування листового штампування в промисловості пов'язане з рядом його позитивних якостей: високою продуктивністю; можливістю використання малокваліфікованої робочої сили; точністю деталей сприятливими умовами для автоматизації процесу. Матеріалом для штампування є сталь і сплави кольорових металів. Операції листового штампування поділяються на розділювальні, при яких деформування закінчується відокремленням однієї частини від іншої (відрізання, вирубування), та формозмінні, в яких під час деформування форма виробу чи напрям його осі змінюється (згинання, витягування, обтискання, формування).

Відрізання – розділення заготовки по незамкненому контуру на частини за допомогою ножиць з поступальним рухом кромки ножів (гільйотина) і обертовим (дисковий або роликів ножиці).

Вирубування – розділення заготовок по замкненому контуру, при якому від заготовки відокремлюється потрібна деталь (виріб).

Пробивання – розділення заготовок по замкненому контуру, при якому в деталі утворюється наскрізний отвір з відділенням частини матеріалу у відходи. При роздільних операціях величина зазору між пуансоном і матрицею впливає на якість обробки і залежить від властивостей матеріалу та товщини заготовки. Його оптимальне значення визначається за формулою:

$Z = KS$ , де  $K$  – коефіцієнт, що залежить від властивостей металу заготовки (для маловуглецевих сталей  $K = 0,1$ );  $S$  – товщина заготовки, мм.

Згинання – формозмінна операція, яка змінює напрями осі деталі. При згинанні волокна металу, розташовані всередині кута - стискаються, а зовнішні – розтягуються.

Витягування – процес утворення порожнистих виробів з плоскої листової заготовки за рахунок витягування металу в зазор між пуансоном і матрицею. Витягуванням виготовляють елементи кузовів автомобілів, гільзи, посуд та ін.

Обтискання – процес місцевого зменшення поперечного перерізу порожнистого виробу, отриманого витягуванням.

Формування – процес утворення на поверхні деталі остаточного профілю /форми/ чи більш точних розмірів попереднього витягнутого виробу.

Зазор між пуансоном і матрицею під час формозмінних операцій визначають з коефіцієнтом  $K = 1,2$ .

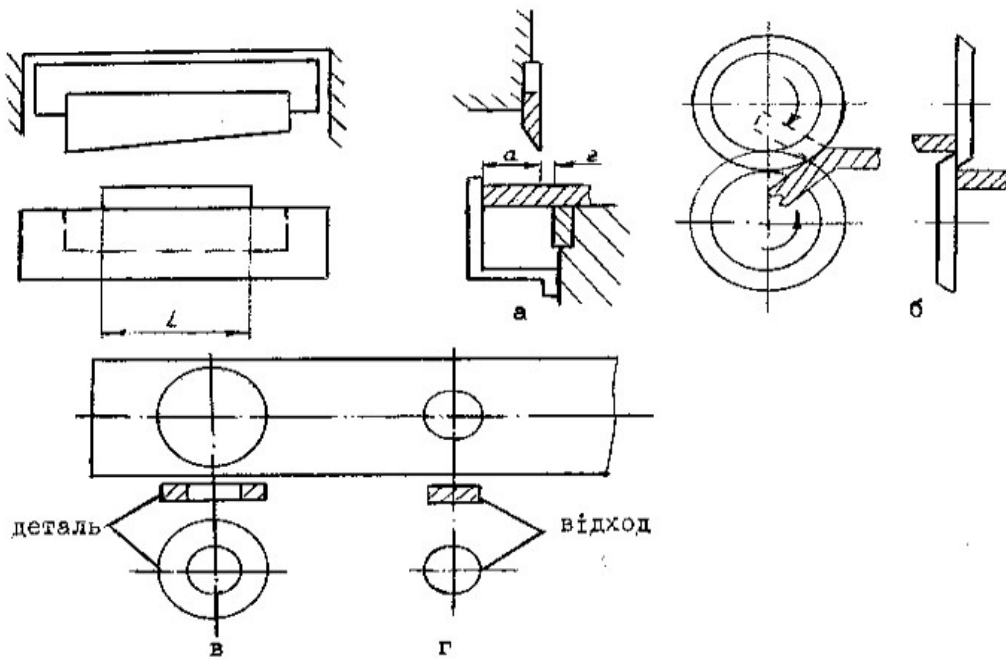


Рис. 5.1. Розділювальні операції листового штампування: а) відрізання гільйотиною; б) відрізання дисковими ножицями; в) вирубвання; г) пробивання.

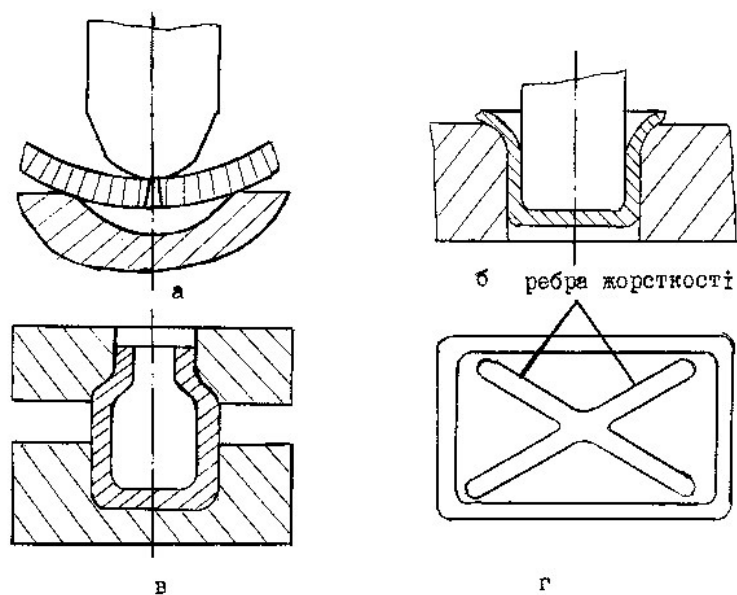


Рис. 5.2. Формозмінні операції листового штампування: а) згинання; б) витягування; в) обтискання; г) формування.

Штампи для листового штампування мають робочі органи (пуансон і матрицю) та допоміжні деталі. Залежно від кількості операцій, які можуть виконуватись одночасно, штампи бувають одноопераційні та багатоопераційні.

Прикладом багатоопераційного штампа є штамп послідовної дії, що застосовуються для виготовлення шайб. У ньому за кожний хід повзуна преса виконується дві операції: пробивання отвору і вирізування контуру деталі (шайби).

Для листового штампування використовують механічні та ексцентрикові кривошипні і гідравлічні преси. У кривошипних пресах обертовий рух перетворюється в зворотно-поступальний рух за допомогою кривошипно-шатунного механізму (рис. 6.3.). Кривошипний вал 1 одержує обертовий рух від електродвигуна преса 1 і за допомогою шатуна 2 передає рух повзуну 3 через кульовий шарнір 4. Напрямні станини преса 5 дають змогу повзуну переміщуватись лише зворотно-поступально у вертикальному напрямі. При штампуванні великих деталей для збільшення зусилля і рівномірності тиску на повзун застосовують двокривошипні механізми.

За технологічною ознакою механічні преси бувають простої дії з одним повзуном (призначені для простих операцій – згинання, вирубкування, пробивання) і подвійної дії з двома повзунами (для глибокого витягування). В пресах подвійної дії перший повзун притискує заготовку до матриці, другий – виконує роботу витягування.

Механічні преси широко застосовуються для холодного листового штампування внаслідок високої продуктивності і точності роботи, зручності експлуатації та обслуговування.

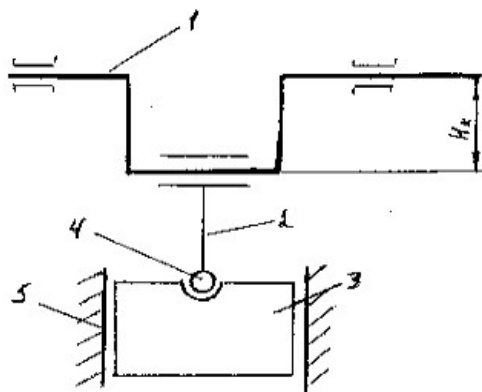


Рис. 5.3. Кінематична схема кривошипно-шатунного механізму.

### ЗАВДАННЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Замалювати деталь і визначити операції холодного листового штампування, які були виконані в технологічній послідовності.
2. Привести схеми операцій.
3. Виконати розрахунок максимального зусилля вирубкування (пробивання)

$$P = 1,26 \cdot \sigma_{зр} \cdot S \cdot L,$$

де:  $\sigma_{зр}$  – межа міцності на зріз матеріалу заготовки, Н/мм<sup>2</sup>;

S – товщина заготовки, мм; L – периметр деталі, мм.

4. Вибрати тип преса із стандартного ряду пресів залежно від значення максимального зусилля.

Зусилля пресів, т.с.: 2,5; 6,3; 10; 16; 25; 40; 100; 160; 250; 320; 400; 630; 800; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 8000; 12500.

#### ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Опис виконаних технологічних операцій для виготовлення заданої деталі та їх схеми.
3. Розрахунки необхідного зусилля преса та вибір відповідного типу.

#### ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Суть холодного листового штампування.
2. Класифікація технологічних операцій холодного листового штампування.
3. Дати визначення: відрізання, вирубування, пробивання, згинання, витягування, обтискання, формування.
4. Види штампів.
5. Типи пресів та механізми для перетворення обертового руху в зворотно-поступальний рух.

#### Література

- 1 Остапчук М.В., Сердюк Л.В., Овсянникова Л.К. Система технологій. Підручник. – К. ЦУЛ, 2007. - 368 с.
2. Попович В.В, Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Підручник.- Львів: Світ, 2006. - 624 с.: с.101-111.
3. Остапчук М.В., Рыбак А.І. Системи технологій : Навч. посіб. - К.: ЦУЛ, 2003.-888 с.

#### ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

#### ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ТА ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ

**Мета роботи:** 1. Ознайомитись з класифікацією методів зварювання, з основними видами зварних швів залежно від їх положення в просторі та види з'єднання. 2. Вивчити технологічні параметри ручного електродугового зварювання і методику їх розрахунків. 3. Навчитись вибирати тип і параметри режиму електроконтактного зварювання.

#### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Зварюванням металів називається процес одержання нерознімних з'єднань за рахунок утворення міжатомних зв'язків. Залежно від стану метала в процесі зварювання розрізняють зварювання плавленням і зварювання тиском.

Найширше застосовується має вид зварювання плавленням – дугове зварювання. При цьому вплив дуги на основний і присадний метал може бути прямим (дуга горить між заготовкою і електродом), і непрямим (дуга горить між двома електродами).

Найбільше розповсюдження знайшло дугове зварювання, коли дуга горить між металевим плавким електродом і зварюваним металом. При цьому у якості електрода використовують зварювальний дріт діаметром від 0,3 до 12 мм, довжиною до 450 мм. За хімічним складом випускається 56 марок дроту, з яких 5 марок з вуглецевої сталі, 26 – легованої і решта – з високолегованих сталей. Всі вони мають понижений вміст вуглецю, сірки й фосфору. Залежно від виду покриття розрізняють електроди з тонким стабілізуючим покриттям товщиною до 0,2 мм, клеючою рідиною для закріплення покриття, у даному випадку є рідке скло. До складу товстих покриттів крім стабілізуючих компонентів вводять шлакоутворюючі речовини: (оксиди кремнію, марганцю, титану), легуючі елементи: (хром, марганець, вольфрам, молібден), газозахисні (захищають зварювальну ванну від окислення при контакті з атмосферою): деревне або харчове борошно, електродна целюлоза тощо.

Електродугове зварювання може виконуватись під флюсом та в захисних газах; по способу механізації поділяється на ручне, напівавтоматичне та автоматичне.

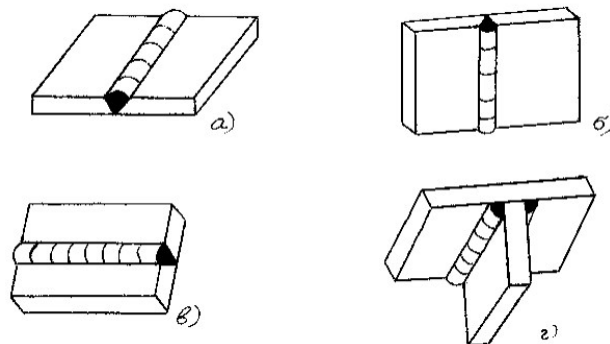


Рис. 6.1. Просторове розташування швів: а – нижнє; б – вертикальнє; в – горизонтальнє; г – стельовє.

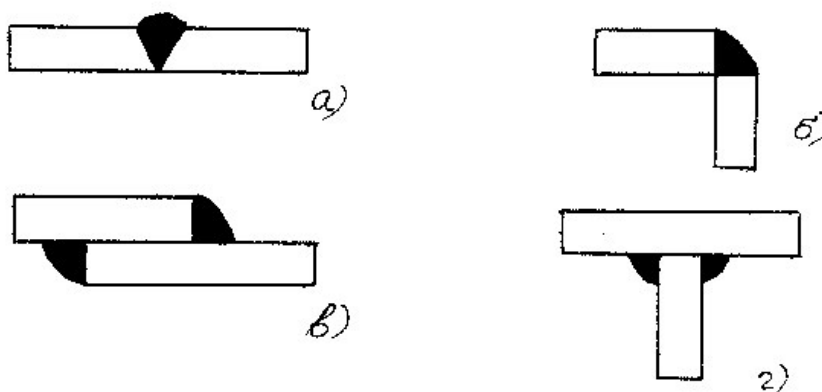


Рис. 6.2. Основні види зварних з'єднань: а – стиковє; б – кутовє; в – внапусток; г – тавровє.

Види зварних з'єднань поділяються залежно від положення швів у просторі (рис. 5.1) і від зварного з'єднання (рис. 5.2).

З'єднання залежно від товщини зварюваних листів виконують без відбортовки (товщина до 5 мм) або з відбортовкою (одностороння для товщин 5...20мм та двостороння понад 20 мм).

**Вибір режиму зварювання.** Основними параметрами ручного дугового зварювання є діаметр електрода, сила зварювального струму, основний час зварювання та витрати електродів.

Діаметр електрода вибирають залежно від товщини зварюваного металу, мм:

$$d_e = \frac{S}{2} + 1,$$

де: S – товщина зварювального металу, мм.

Сила зварювального струму, А:

$I_{зв} = K \cdot d_e$ , де: K – коефіцієнт, що залежить від хімічного складу металу і положення швів у просторі, (K = 35...60 А/мм.).

Маса наплавленого електродного металу, г:

$$Q = F_{ш} \cdot L_{ш} \cdot \gamma,$$

де  $F_{ш}$  - площа шва, см<sup>2</sup>;  $L_{ш}$  – довжина шва; см;  $\gamma$  – питома вага, для сталі  $\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup>;

Витрати електродного металу, г:

$$Q_e = Q_n K_e,$$

Де  $K_e$  – коефіцієнт, що враховує втрати металу в процесі зварювання (знаходиться в межах 1,15...1,25), значною мірою його значення залежить від кваліфікації зварювальника.

Основний час зварювання, год:

$$\tau_0 = \frac{Q_e}{I_{зв} \cdot \alpha_n},$$

де  $\alpha_n$  - коефіцієнт наплавки, залежить від матеріалу електродів і знаходиться в межах 8...12 г/А год.

Повна теплова потужність дуги, Дж/с:

$$Q_z = K_e I_{зв} U_{зв},$$

де  $K_e$  – коефіцієнт (для постійного струму  $K_e = 1$ , для змінного  $K_e = 0,8$ ;  $U_{зв}$  – напруга струму,  $U_{зв} = 50...70$  В).

Потрібна кількість електродів, шт.:

$$n = \frac{Q_e}{G_e},$$

де  $G_e$  - маса металу, розплавленого з одного електрода, г.

$$G_e = \frac{\pi d_e^2}{4} L_e \gamma,$$

$L_e$  – довжина розплавленої частини електрода, см.

Електроконтактне зварювання є видом зварювання тиском, при якому розігрівання місця контакту зварюваних виробів до пластичного стану при пропусканні через заготовки електричного струму зварне з'єднання утворюється при механічному стисканні місця зварювання. Кількість теплоти, що виділяється при проходженні електричного струму через зварювані деталі, підраховується згідно з законом Джоуля-Лендця, Дж:

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$$

де:  $I$  – зварювальний струм, А;  $R$  – повний опір електричного ланцюга (електроди-заготовки), Ом;  $t$  – час зварювання, с.

Існує три основних способи електроконтактного зварювання:

стикове, точкове й шовне. Окрему групу становить зварювання акумульованою енергією (конденсаторне зварювання). При цьому способі електрична енергія для зварювання поступово накопичується в батареях конденсаторів. Енергія що виділяється в момент розрядження конденсаторів витрачається на зварювання, а її значення залежить від напруги і ємкості конденсатора  $C$ :

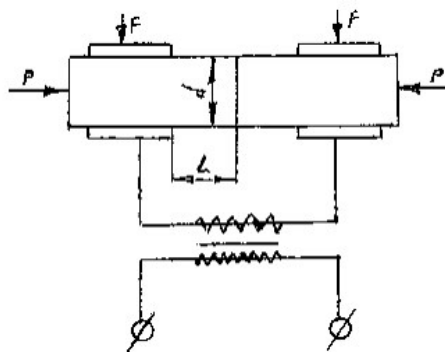
$$A = \frac{C \cdot U^2}{2},$$

Конденсаторне зварювання використовується переважно при з'єднанні металів малої товщини - 0,005 - 2мм. Переваги конденсаторного зварювання: незначна споживча потужність зварювальних машин; рівномірне навантаження на електричну мережу, яке не створює пікових значень струму в момент зварювання.

Вибір відповідного виду контактного зварювання залежить від профілів зварюваних заготовок. Так, якщо треба зварити труби, рейки, стержні, то застосовують стикове зварювання, для листових конструкцій (баки, бункери) – точкове або шовне. Шовне зварювання забезпечує як міцність шва, так і його герметичність.

Вибір режимів зварювання для різних видів контактного зварювання:

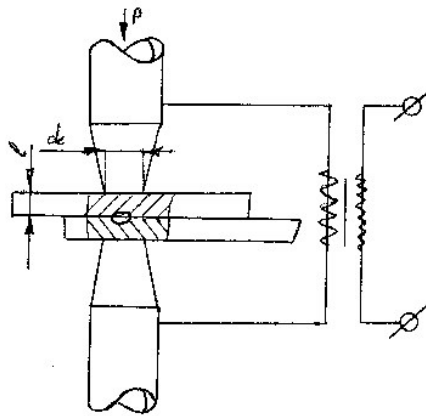
а)стикове: Питома потужність  $N_{п}=0,12...0,17$ ; кВт/мм<sup>2</sup>; питомий тиск  $R_{п}=1,5...5$  кГс/мм<sup>2</sup>; довжина вільних кінців заготовки  $L=(0,6...0,7) \cdot d$ ; робоча напруга  $U_{р}=5...15V$



б) точкове: Питома потужність  $N_{п}=0,12...0,17$ ; кВт/мм<sup>2</sup> ; питомий тиск  $P_{п}=1,5...5$  кгс/мм<sup>2</sup>; довжина вільних кінців заготовки  $L=(0,6...0,7) \cdot d$ ;

робоча напруга  $U_{р}=5...15$ В

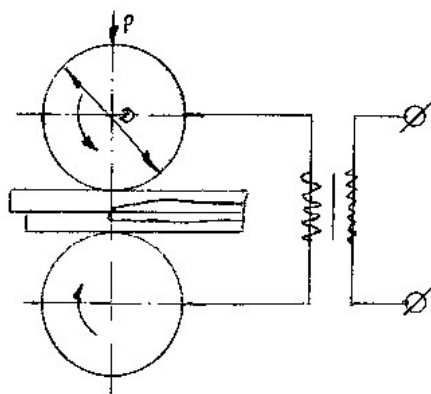
Робоча напруга  $U_{р}=2...12$ В ; сила струму  $I = 6500 \cdot \ell$ , А, час зварювання  $t=(0,2...0,4) \cdot \ell$ , с – для вуглецевих сталей,  $t=(0,1...0,15) \cdot \ell$ , с – для легованих сталей; діаметр електрода –  $d_e=2 \cdot \ell+3$ , якщо товщина не менша за 3 мм,  $d_e=1,5 \cdot \ell+5$ , якщо товщина більша за 3 мм.



в) шовне:

зусилля стискання –  $P=500...600$  кгс; сила струму –  $I=2000...20000$  А; діаметр роликів –  $D = 50...350$  мм, напруга струму –  $U = 10...30$  В,

Швидкість переміщення  $v=0,5...3,5$  м/хв.



### ЗАВДАННЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Вивчити види зварювання.
2. Ознайомитись з обладнанням та методикою вибору режиму електродугового зварювання.

3. Ознайомитись з обладнанням та методикою вибору типу електроконтактного зварювання.

### ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Схеми зварювання за завданням викладача.
3. Вибір режиму зварювання.

### ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Зварювання, суть процесу та методи.
2. Типи зварних з'єднань.
3. Основні параметри режиму ручного електродугового зварювання.
4. Класифікація способів електроконтактного зварювання і їхні особливості.
5. Основні параметри режиму зварювання відповідно стикового, точкового і шовного зварювання.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Остапчук М.В., Сердюк Л.В., Овсянникова Л.К. Система технологій. Підручник. – К. ЦУЛ, 2007. - 368 с.
2. Попович В.В, Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Підручник.- Львів: Світ, 2006. - 624 с.: с.101-111.
3. М.А., Петрик Л.С., Пирч В.П. Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навч. посіб. – К.: Кондор, 2005. – 716 с.
4. Дубровська Г.М., Ткаченко А.П. Системи сучасних технологій: Навч. посібн./За ред. Ткаченка А.П. – К.: ЦНЛ, 2004. – 352 с.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №7** **ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ НА МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ** **ВЕРСТАТАХ ТА ІНСТРУМЕНТИ**

Мета роботи: 1. Ознайомитись з основними відомостями про верстати токарні, свердлильні та фрезерні. Ознайомитись з будовою верстатів, здобути поняття про роботи, виконувані на верстатах, та інструментів, які при цьому використовуються.

### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Металорізальні верстати - це машини-знаряддя для виконання обробки деталей шляхом зняття стружки.

У нашій країні прийнята класифікація верстатів за десятковою системою. Всі металорізальні верстати поділяють на десять груп - токарні, фрезерувальні, свердлувальні і т.п.; групи верстатів діляться на десять типів. Кожній групі й типу присвоєно відповідний номер.

Моделі верстатів нумеруються три- або чотиризначними числами. Перша цифра вказує номер групи, друга - тип, решта – розмірну характеристику верстата (наприклад, основний параметр - висоту центрів, максимальний діаметр обробки тощо). Модифікації моделі позначаються літерами, які стоять після першої цифри. Літера в кінці індексу моделі вказує на відміни верстата від основної моделі (наприклад, наявністю додаткового обладнання, підвищеною, точністю обробки тощо). Так, верстат моделі 1И611П - верстат токарної групи /перша цифра 1), тип - токарно-гвинторізальний (друга цифра 6/, а висота центрів (110 мм). Таким чином, на ньому можуть оброблятися заготовки діаметром не більше 220 мм. Літера "И" позначає конструктивні особливості цього верстата, а літера "П" вказує, що він веде обробку з підвищеною точністю (прецизійний варіант).

**Токарні верстати призначені** для обробки поверхонь обертання (ци-ліндричних, конічних, ступінчастих, різьбових і фасонних, а також фасок, заокруглень і канавок. Для утворення цих поверхонь необхідно виконання двох рухів різання: 1/ обертання заготовки - головний рух, який визначає швидкість відділення стружки; 2/ поступальне переміщення різця - рух подачі, який визначає безперервність врізання інструменту в заготовку. Рух подачі, може бути поздовжній /під час обточування, розточування, нарізання різьби/, або поперечний /під час підрізання бокових площин, відрізання одної частини заготовки від іншої/. Рухи, які використовуються до зняття стружки і після цього, відносяться до встановчо-допоміжних.

Токарно-гвинторізальні верстати відносяться до типу № 6 групи токарних верстатів. Вони являють собою універсальні верстати (Рис.8.1). На них можна виконувати різноманітні роботи з використанням заготовок різних типів. Універсальні верстати найбільш ефективні в одиничному та дрібносерійному виробництві. Виконуючи роботу, необхідно зрозуміти послідовність передачі руху від приводу /електродвигуна/ до робочого органу верстата /шпинделя, супортів/.

Кінематичний ланцюг головного руху має слідуєщу послідовність: головний електродвигун, який знаходиться в лівій тумбі. 1, клинопасова передача 1а, коробка швидкостей 2 зі шпинделем і патроном 3. Кінематичний ланцюг механізованих рухів подач розпочинається зі шпинделя і закінчується механізмами, які перетворюють обертовий рух в поступальний рух супортів.

У цей ланцюг входять гітара змінних коліс 5, коробка подач 6, ходовий гвинт 7 /використовують лише при нарізанні різьби/, або ходовий вал 6 /при виконанні всіх інших токарних робіт/, механізм фартуха 9, з реверсивними механізмами поздовжнього 10, та поперечного II супорту. Верхній поворотний супорт 12 використовують при ручній подачі та під час точіння конусів. Різці, від одного до чотирьох, закріплюють у різцеутримувачі 13. Ланцюг механізованих установчо-допоміжних рухів /швидке підведення до заготовки і відведення від неї різця/ починається з допоміжного електродвигуна 14 і закінчується супортами.

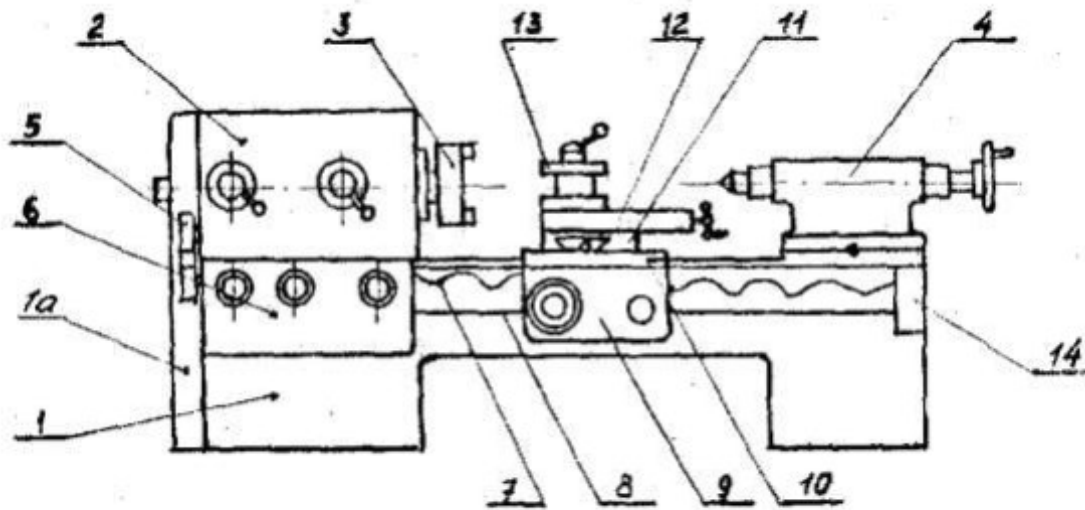


Рис.7.І. Універсальний токарно-гвинторізальний верстат

Заготовки на токарно-гвинторізальному верстаті закріплюють у встановлених на шпинделі трьох або чотирикулачкових патронах, цангових затискувачах. У випадку, коли заготовка нежорстка /велика довжина/ її правий кінець підтримують центром, встановленим у пінолі задньої бабки 4. Для додаткового кріплення довгих заготовок може застосовуватися люнет. Замість затисних патронів на шпинделі можна закріпити передній центр. У цьому разі обертання заготовки забезпечується за допомогою повідкового хомутика. Заготовки типу втулок можуть встановлюватися на оправці, яка закріплюється на верстаті в патроні.

Роботи на токарних верстатах виконують відповідними типами різців, які закріплюють у різцеутримувачі. Також виконують свердлення осьових отворів свердлом, обробку отворів зенкером, розверткою, нарізку дрібної метричної різьби мітчиками, плашками тощо. Ці інструменти закріплюють у пінолі задньої бабки.

Кожен вид робіт характеризується схемою обробки, на якій схематично зображають заготовку, інструмент, способи їх закріплення та рухи різання (рис.7.2).

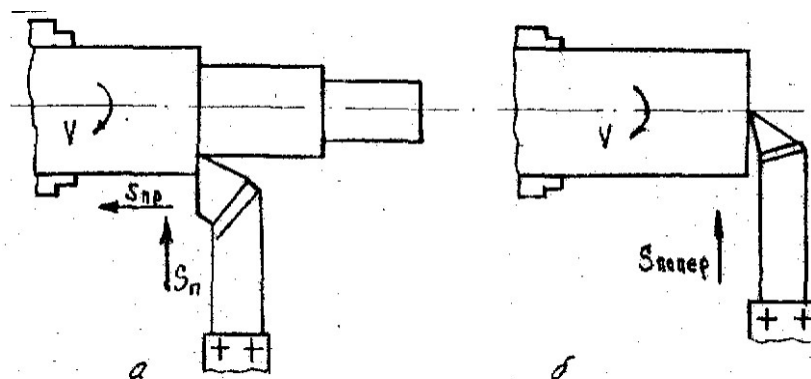


Рис.7.2. Схеми різання на токарних верстатах: а) обточування ступінчастих валів; б) підрізання торця

Основна класифікаційна ознака, що зумовлює тип токарного різця його технологічне призначення - вид виконуваних робіт.

Найбільш поширені типи різців (рис.7.3):

- а) прохідні - для обточування зовнішніх циліндричних та конічних поверхонь;
- б) прохідні упорні - для отримання ступінчастих валів та обробки нежорстких заготовок;
- в) підрізні - для обробки торцевих поверхонь;
- г) розточні - для обробки внутрішніх поверхонь;
- д) відрізні - для відрізання деталей або утворення канавок;
- е) різьбові - для нарізання зовнішніх та внутрішніх різьб;
- є) фасонні - для точіння фасонних поверхонь.

Крім основної ознаки за технологічним призначенням кожен тип різця може бути охарактеризований за рядом допоміжних ознак:

- за характером або чистотою обробки розрізняють чорнові та чистові різці (рис.7.4). Чистові різці мають, на відміну від чорнових, характерні допоміжні конструктивні елементи, які сприяють зменшенню шорсткості обробленої поверхні. Це може бути, наприклад, коротке або широке ріжуче лезо, паралельне напрямку подачі

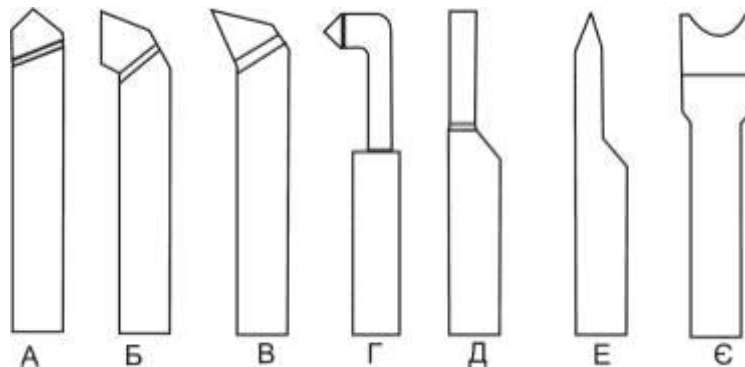


Рис.7.3. Типи токарних різців

За напрямом поздовжньої подачі різці поділяють на праві та ліві. При роботі правим різцем подача здійснюється справа наліво (рис.7.5.,а), а при роботі лівим різцем - зліва направо /рис.7.5,б/.

За формою різці бувають прямі, відігнуті та відтягнуті. У прямих різців вісь робочої частини і стрижня збігаються /рис.7.5.а/, у відігнутих - вісь робочої частини відігнута відносно стрижня /рис.7.5.г/, відтягнуті різці мають більш тонку, ніж стрижень, робочу частину /рис.7.5,в./, або заокруглення при вершині різця.

### Завдання та порядок проведення роботи

1. Ознайомитись з будовою та роботою токарно-гвинторізного верстата, його основними вузлами та механізмами.
2. Ознайомитись з найпоширенішими операціями обробки та з інструментом, який використовується; звернути увагу на способи кріплення заготовки та інструменту.
3. Вивчити токарні різці, визначити їх типи, виконати класифікацію за додатковими ознаками. Здобути поняття про схеми обробки.
4. Вивчити елементи робочої частини на вказаному викладачем різці.

### Порядок оформлення звіту

1. Мета роботи.
2. Замалювати зовнішній вигляд токарно-гвинторізного верстата.
3. Описати будову верстата у вигляді табл.7.1.

Таблиця 7.1

Номер вузла, деталі на рис. 7.1	Найменування вузла, деталі	Призначення, особливості конструкції вузла, деталі

Таблиця 7.2.

### Описання токарних різців

Тип різця	Призначення	Схема обробки	Класифікація за додатковими ознаками

Головний рух на свердлувальних верстатах - це обертання інструменту навколо своєї осі, рух подачі - поступальне осьове переміщення інструменту. До основних типів свердлувальних верстатів відносяться: вертикально-свердлувальні, радіально-свердлувальні, багатошпиндельні, горизонтально-свердлувальні (для глибокого свердління, агрегатні, центрувальні). Вертикально- та радіально-свердлувальні верстати (рис.9.1) найбільш універсальні і призначені для утворення та обробки отворів у різноманітних за масою й габаритами заготовках.

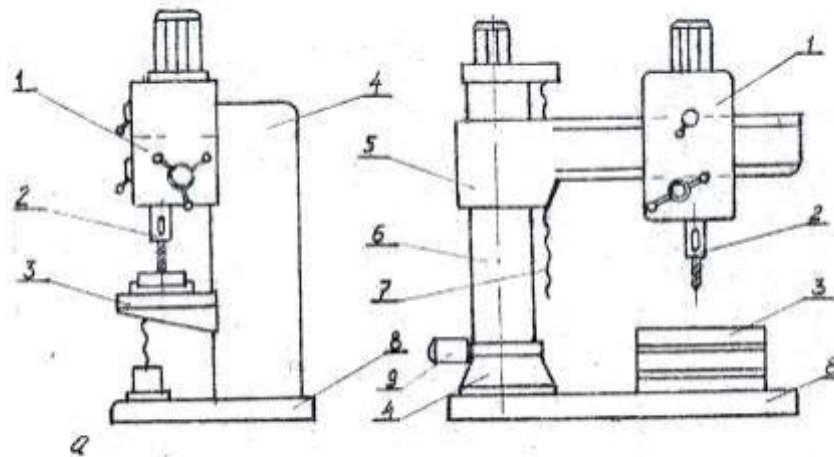


Рис.8.1. Вертикально-свердлувальний (а) та радіально-свердлувальний верстати (б).

На вертикально-свердлильних верстатах обробляють порівняно невеликі заготовки, маса яких дозволяє суміщати вісь інструменту з віссю обробки переміщенням заготовки на столі.

На радіально-свердлильних верстатах, призначених для обробки великогабаритних важких заготовок вісь інструменту і вісь обробки суміщують переміщенням інструменту відносно нерухомої заготовки.

Зазначена різниця в призначенні визначає відміни в конструкції верстатів, хоча основні агрегати їх ідентичні. Так, на обох верстатах є шпиндельна /свердлильна/ головка 1, яка конструктивно поєднує механізми коробки швидкостей та коробки подач. Шпиндель 2 - кінцевий вал кінематичних ланцюгів головного руху та руху подач, є кінцевим елементом механізмів шпиндельної головки. В нижній частині шпинделя є конічний отвір, у якому за допомогою копаних хвостовиків або перехідних патронів закріплюється інструмент.

Заготовки на обох типах верстатів закріплюють на столі 3 за допомогою Т-подібних пазів. Додатково можуть застосовуватися машинні тиски або спеціальне устаткування.

Свердлильна головка та стіл на вертикально-свердлильному верстаті мають можливість переміщуватись по напрямних станини 4. Таким чином, положення вертикальної осі інструменту незмінне.

Свердлильна головка на радіально-свердлильному верстаті переміщується по напрямних траверси 5 в горизонтальному напрямі. Крім того, траверса переміщується відносно колони 6 у вертикальному напрямі за допомогою ходового гвинта 7. Колона, в свою чергу, обертається навколо вертикальної осі. Ці встановчо-допоміжні рухи дозволяють суміщувати вісь шпинделя з віссю оброблюваної поверхні. Таким чином, при обробці кількох отворів немає потреби переміщувати великі важкі заготовки.

Верстати монтуються на фундаментній плиті 8.

Головна класифікаційна ознака свердлильного інструменту - технологічне призначення. Відповідно до цього розрізняють:

свердла - для свердлення та розсвердлення /збільшення діаметра отворів/;

зенкери циліндричні - для обробки отворів /у виливках, поковках, а також отриманих свердленням/, з метою поліпшення їх якості - точності розмірів та чистоти обробки;

зенкери спеціальні /зенковки/ - для отримання конічних та циліндричних заглиблень у верхній частині отворів;

цековки - для обробки площин навколо отворів;

розвертки — для кінцевої обробки отворів після зенкерування з метою підвищення чистоти обробленої поверхні.

Таким чином, отвори високої якості звичайно отримують послідовною обробкою: свердленням, зенкеруванням, розвертуванням.

Крім основного - технологічного призначення існує система найбільш загальних додаткових класифікаційних ознак: відповідно до характеру /чистоти/ обробки свердлильні інструменти /головним чином зенкери та розвертки/ бувають чорнові та чистові.

Підвищенню якості обробки сприяє, в основному, збільшення кількості зубців та оптимальне заточення інструменту;

за способом закріплення розрізняють інструменти хвостові з циліндричним /при невеликому діаметрі/ або конічним хвостовиком та насадні /без хвостовика/; залежно від форми зуба інструменти бувають зі спіральними /гвинтовими/ зубами та прямозубі;

за способом виготовлення та конструкції інструмент підрозділяють на цільний /цілком з одного інструментального матеріалу/, збірний /з припаяними або привареними різальними пластинами/, комбінований /мають на одному корпусі декілька послідовно розташованих інструментів/. Наприклад свердло /внизу/ та зенкер циліндричний, зенкер циліндричний /внизу/ та зенкер спеціальний - зенковка, зенкер циліндричний /внизу/ та цековка.

### Вивчення конструкції інструментів

Частини та елементи спірального свердла показані на рис.7.2. По довжині свердло складається з робочої частини, яка включає в себе різальну /забірну/ та напрямну /калібруючу/ частини, а також шийки та хвостовик з лапкою. Різальна частина виконує роботу різання /знімає стружку/, напрямна - калібрує та зачищає поверхню отвору.

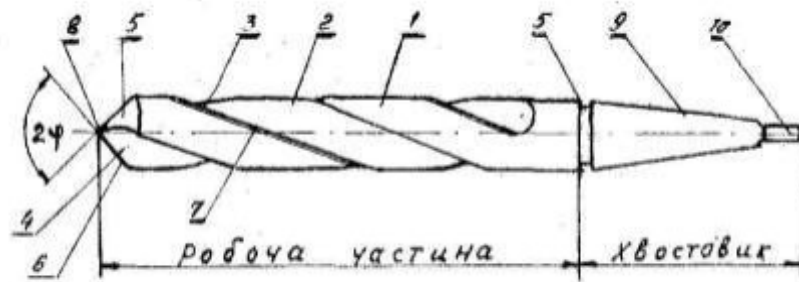


Рис.7.2. Частини та елементи спірального свердла

Роботу різання в робочій частині виконують два спіральних зуба 1; між ними знаходяться дві канавки 2 для виходу стружки. Дві шліфовані вузькі смужки - стрічки 3 спрямовують свердло при різанні. Перемичка 8 на торці свердла знаходиться між задніми поверхнями; в процесі різання вона зминає під свердлом метал і подає його під різальні кромки. Таким чином, свердлом утворюються отвори в суцільному матеріалі.

Аналізуючи елементи робочої частини свердла, слід виходити з принципу аналогії: кожен зуб багатозубих інструментів виконує таку саму роботу, що й різець. Таким чином, елементи кожного зуба свердла взагалі такі самі, як у різця: передні поверхні 4, за якими сходять стружка - канавки в різальній конічній частині свердла;

головні задні поверхні 3, обернені до поверхні різання заготовки, являють собою заточені на конус поверхні зубів у різальній частині свердла;

допоміжні задні поверхні 3 - стрічки, обернені до обробленої поверхні отвору; головні різальні леза 6 - прямолінійні кромки на торці свердла утворені пересічення передніх та задніх поверхонь;

допоміжні різальні леза 7 - кромки стрічок.

Крім того, розрізняють перемичку 8 і вершину свердла. Збільшенню чистоти обробки сприяє підвищення рівномірності роботи інструменту. У зв'язку з цим такі інструменти як зенкери та розвертки повинні мати більше зубів порівняно зі свердлом

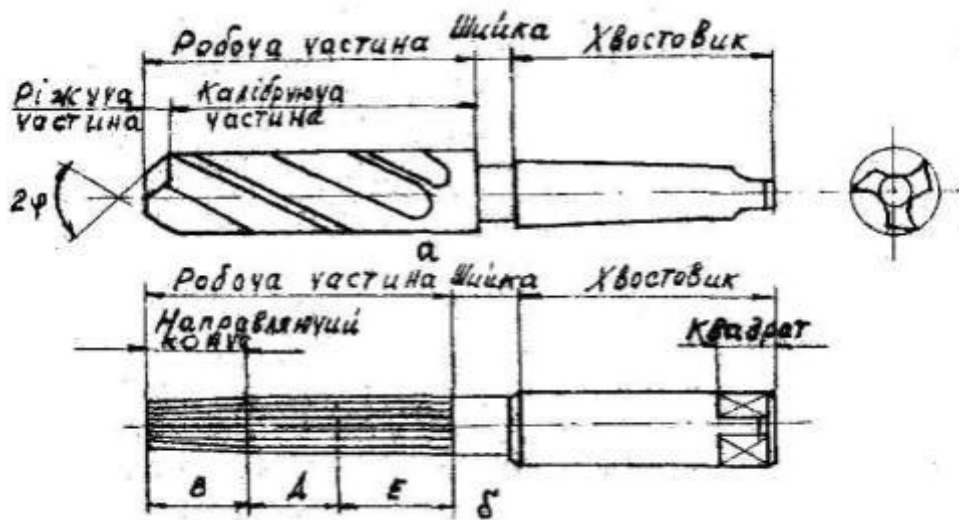


Рис.8.3. Циліндричний зенкер /а/ та розвертка /б/

Циліндричні зенкери характерні тим, що мають 3-4 зуби і різальну частину у вигляді зрізаного конуса, головні різальні леза у них короткі й відсутня перемичка. Зенкери знімають шар металу завтовшки  $t=0,3...3,0$  мм.

Розвертки бувають ручні і машинні, циліндричні і конічні, а також такі, що регулюються. Вони мають 6-12 зубів /ріжучих лез/ і знімають шар металу  $t=0,05...0,2$  мм. Робоча частина розвертки має напрямний конус з кутом при вершині  $90^\circ$ , забірну або різальну частину В, калібруючу частину Д та обернений конус Е. Останній зменшує тертя розвертки по обробленій поверхні.

Спеціальні зенкери /зенковки/ можуть мати зуби на конічній частині або на торцевій та боковій частинах. Конусні зенковки виготовляються з різними кутами конусності /рис.7.4.а/.

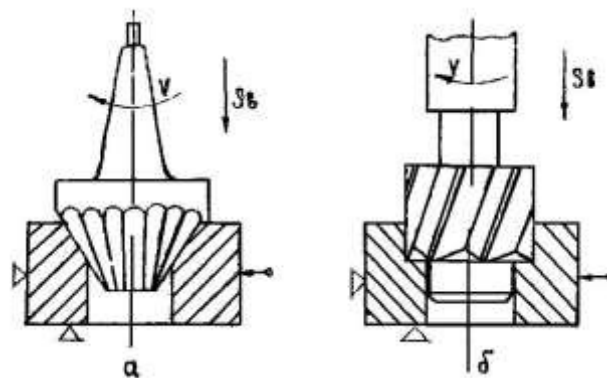


Рис.8.4. Схеми різання конічним /а/ та циліндричним /б/ зенкером.



## Роботи на фрезерувальних верстатах, класифікація та конструкція інструменту

Ознайомлюючись з видами фрезерувальних робіт, слід звернути увагу на типи фрез, якими вони виконуються, та які шпинделі /вертикальні чи горизонтальні/ використовуються.

Фрезерувальні верстати призначені для обробки /рис.9.6/: площин - горизонтальних /9.6.а/ та вертикальних /9.6.б/, похилих /9.6.в/ і фасонних поверхонь /9.6.г/; скосів /9.6.д/ та виступів /9.6.е/, пазів різної форми /9.6.ж,з/.

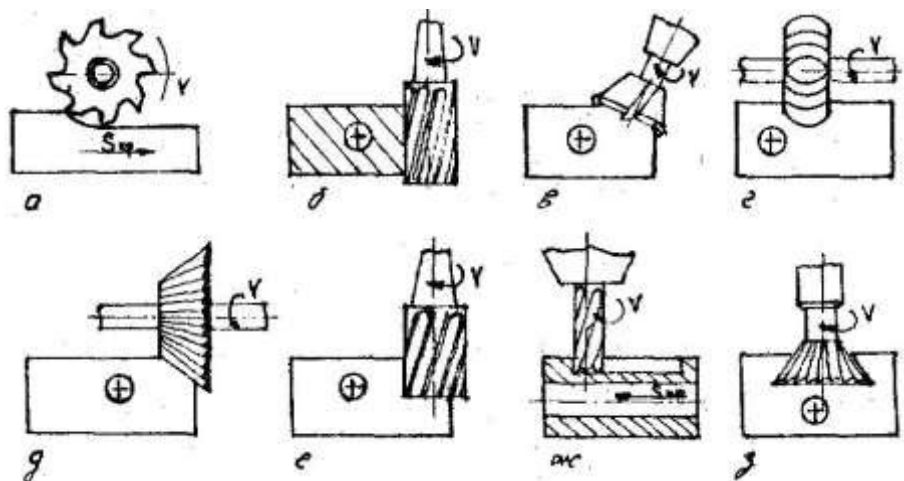


Рис.8.6. Схеми обробки заготовок на фрезерувальних верстатах

На фрезерувальних верстатах головний рух  $V$  - обертання шпинделя з фрезою; рух подачі  $S$  - звичайно поступальне-поздовжнє, поперечне або вертикальне переміщення столу з заготовкою.

Так, з горизонтальним шпинделем застосовують циліндричні фрези фрезерування великих горизонтальних площин; дискові прості, вуглові та фасонні (фрезерування пазів різної форми), торцеві (обробка великих вертикальних площин).

З вертикальним шпинделем використовують торцеві фрези (фрезерування великих горизонтальних, похилих площин, скосів, виступів); кінцеві (фрезерування вузьких горизонтальних, вертикальних, похилих площин, скосів, виступів); спеціальні пазові (отримання верстатних Т-подібних, клинових та інших пазів),

Залежно від геометричної форми, вигляду поверхні з зубами та технологічного призначення розрізняють наступні типи фрез:

циліндричні та торцеві (для обробки великих поверхонь - столів, напрямних, багатогранників);

кінцеві, дискові, вуглові, пазові (для невеликих площин, виступів, столів, пазів різної форми - шпонкових пазів, шлицьових валів, пазів між зубами на заготовках розверток, фрез, верстатних Т-подібних: пазів);

відрізні, прорізні (для різання вузьких пазів);

фасонні: (для криволінійних поверхонь, виступів, пазів - пазів у заготовках мітчиків, зенкерів).

Також використовують набори фрез для фрезерування складних комбінованих поверхонь.

Доцільно використовувати найбільш загальні допоміжні класифікаційні ознаки за характером (чистотою) обробки - чорнові та чистові фрези.

Зменшенню шорсткості оброблювальної поверхні сприяє збільшення кількості зубів, гвинтова форма ріжучих лез, їх різнонаправленість;

за способом кріплення - хвостові або кінцеві (наприклад, пазові для верстатних пазів) та насадні (циліндричні; торцеві, дискові);

за формою та спрямованістю різальних лез - прямозубі леза (паралельні осі)

та з гвинтовими зубами (леза виконані під кутом до осі), а також з

різнонаправленими лезами;

за способом виготовлення - суцільні та збірні (зіставні);

за формою задніх поверхонь зубів - з загостреними та затилованими зубами (рис.9.7).

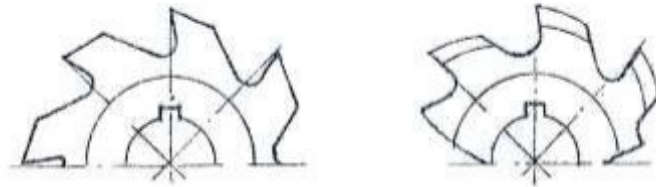


Рис.8.7. Форма зубів фрез

### ЗАВДАННЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитись з призначенням свердлильних верстатів. Визначити основні конструктивні особливості вертикально-свердлильного та радіально-свердлильного верстатів.
2. Вивчити конструкцію вертикально-свердлильного верстата.
3. За вказівкою викладача вивчити елементи різальної частини свердлильного інструменту для обробки отворів.
4. Ознайомитись з загальними відомостями про принцип будови фрезерувальних верстатів конструкцією та розташуванням на них інструменту.

### ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Замалювати зовнішній вигляд вертикально-свердлильного верстата.  
Описати його конструкцію у вигляді табл.9.1
3. Замалювати зовнішній вигляд широкоуніверсального фрезерувального верстата.

4. Описати роботи, що можуть виконуватися на широкоуніверсальному фрезерувальному верстаті, у вигляді табл.9.2; інструменти, які при цьому використовуються.

Таблиця 9.1.

Конструкція вертикально-свердлильного верстата

Номер деталі, вузла на рисунку	Найменування деталі, вузла	Призначення та особливості конструкції деталі, вузла

Таблиця 9.2

Будова широкоуніверсального фрезерувального верстата

Номер вузла, деталі на рисунку	Найменування вузла, деталі	Призначення, особливості конструкції вузла, деталі

5. Підсумки по роботі

- 1.Охарактеризувати основні принципи класифікації металорізального обладнання та інструменту.
- 2.Охарактеризувати основні види заготовок, які можуть бути оброблені на токарно-гвинторізальних верстатах.
- 3.Охарактеризувати основні особливості конструкції вертикально-свердлильного радіально свердлильного верстатів.
- 4.Охарактеризувати основні особливості конструкції широкоуніверсального фрезерувального верстатів
- 5.Вказати особливості конструктивного принципу класифікації інструмента.

Питання для самоконтролю

1. Формоутворення на токарних верстатах, призначення токарних верстатів.
2. Основні роботи, які виконуються на токарно-гвинторізальних верстатах. 3. Класифікація рухів на токарних верстатах.
1. Сутність свердлення, його технологічні різновиди; роботи на свердлувальних верстатах та інструменти, які використовуються.
2. Призначення та будова вертикально-свердлувального та радіально-свердлувального верстата
3. Призначення та будова широкоуніверсального фрезерного верстата.

Література.

- 1.Технологія конструкційних матеріалів (За редакцією М.А. Сологуба), Київ: «Вища школа», 2002. – с.276-282.

- 1 Остапчук М.В., Сердюк Л.В., Овсянникова Л.К. Система технологій. Підручник. – К. ЦУЛ, 2007. - 368 с.
2. Попович В.В, Попович В.В.Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Підручник.- Львів: Світ, 2006. - 624 с.: с.101-111.
3. Остапчук М.В., Рибак А.І. Системи технологій : Навч. посіб. - К.: ЦУЛ, 2003.-888 с.
4. Желібо Є.П., Анопко Д.В., Буслик В.М., Авраменко М.А., Петрик Л.С., Пирч В.П.Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навч. посіб. – К.: Кондор, 2005. – 716 с.
5. Дубровська Г.М., Ткаченко А.П. Системи сучасних технологій: Навч. посібн./За ред. Ткаченка А.П. – К.: ЦНЛ, 2004. – 352 с.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8 ВИВЧЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

**Мета роботи:** ознайомитись з технологією виробництва, властивостями і застосуванням пластмас, композиційних та порошкових матеріалів.

### 9.1. КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Пластмаси – це неметалеві матеріали на основі природних та синтетичних полімерних речовин. Вироби з них одержують методами пластичної деформації та лиття.

В залежності від складу і поведінки смол при нагріванні полімери поділяються на термопластичні та термореактивні. Перші при повторному нагріванні розм'якшуються і їх можна багаторазово перероблювати Другі – при повторному нагріванні залишаються твердими до обвуглення і переробці не підлягають. До складу пластмас крім полімерів входять різні добавки: пластифікатори, барвники, каталізатори. Наповнювачі можуть бути органічні (деревинне борошно, папір, бавовняні тканини) та неорганічні (азбест, графіт, слюда, кварц, скловолокно, склотканини).

Термопластичні матеріали: поліетилен (труби, покриття на металах), поліпропілен (деталі автомобілів, мотоциклів, холодильників), полістирол (радіотехніка, посуд для води та хімікатів), органічне скло, фторопласт.

Термореактивні матеріали можуть бути з порошковими наповнювачами (деревинним борошном, графітом, молотим кварцом) мають невелику міцність, але добрі електроізоляційні властивості.

Пластмаси з волокнистими наповнювачами: волокніти (бавовняні волокна), скловолокніти, азбоволокніти. Останні мають підвищену теплостійкість, стійкість в кислих середовищах.

В шаруватих пластмасах наповнювачами можуть бути: папір (гетинакс), бавовняні тканини (текстоліт), азбестові тканини (азботекстоліт),

скляні тканини (склотекстоліт). Ці матеріали застосовують як конструкційні та електротеплоізоляційні.

#### **Для пластмас характерні такі переваги:**

1. Мала питома вага, в порівнянні з металами (в 3 – 5 раз менша).
2. Хімічна стійкість в корозійних середовищах (до кислот, лугів, вологи).
3. Електроізоляційні властивості.
4. Можливість виготовляти деталі з широким спектром механічних, електричних та інших властивостей
5. Технологічність у виготовленні деталей.

#### **Недоліки**

1. Низька теплостійкість (окремі лише до 3000С).
2. Низька теплопровідність (в 500-600 разів нижча, ніж у металів).
3. Невисока міцність. Механічні властивості значно нижчі в порівнянні з металами.

4. Старіння. Пластмаси втрачають свої властивості під дією температури, вологи, світла, часу та ін.

Композиційні матеріали – це складні штучні матеріали, до складу яких входять нерозчинні або малорозчинні компоненти, які суттєво відрізняються один від іншого за своїми властивостями. Основа цих матеріалів – матриця, яка може бути металевою або неметалевою.

Найбільш поширеними матеріалами для матриць є кольорові метали: алюміній, нікель, магній, мідь, а також сталь; наповнювачами – високоміцні волокна або тугоплавкі тонкодисперсні частки. Армування сталевих композицій може бути: місцево-поверхневим, об'ємним, волокнистим, шаруватим. Неметалевими матрицями можуть бути полімерні або керамічні матеріали, а наповнювачами (для міцності) служать волокна оксидів, металевий дріт, стрічки, багат шарові тканини. Композиційні матеріали мають досить високу міцність (900-1700МПа), а деякі і жароміцність. Вони використовуються для виготовлення кузовів автомобілів, панелей комбайнів, тракторів, літаків.

Порошкові матеріали виготовляють шляхом пресування металевих порошків у виробі необхідної форми і розмірів з наступним спіканням у вакуумі або у захисних атмосферах при температурі 1100÷2000С. По такій технології одержують як конструкційні так і інструментальні матеріали. Конструкційні порошкові матеріали поділяються на: пористі, просочені мастилами антифрикційні матеріали (залізо – графіт, бронза – графіт), фільтри для очищення газів та рідин, магніти, тощо. Інструментальні матеріали мають високу теплостійкість і їх застосовують для швидкісного різання та чистової обробки (сплави марок ВК6, ВК20, Т15К6).

При виробництві і застосуванні порошкових матеріалів має місце економія трудових витрат та матеріалів, практично немає відходів, собівартість в 2-3 рази менша, ніж виливків та прокату, продуктивність праці збільшується в декілька разів.

## Класифікація гуми і гумотехнічних виробів

Класифікація ГТВ здійснюється за такими ознаками: 1. За міцністю: еластичні, м'які, тверді, жорсткі (ебоніти); 2. За призначенням (див. рис. 11.1):

- загального призначення (на основі натурального каучуку (НК), синтетичного бутадієнового каучуку (СКБ), синтетичного стирольного (СКС) і т.ін.), використовуються для виробництва шин та інших ГТВ;
- спеціального призначення — зі спеціальними властивостями ми: масло- і бензостійкі «М», термостійкі «Т», кислотостійкі «К», харчові «Х». Із них виготовляють скафандри, аеростати, спецодяг, хімічностійкі апарати. До ГТВ спеціального призначення відносять також і армовану гуму, яка витримує високе навантаження.
- Гумотехнічні вироби класифікуються:
  - за технологією виготовлення на:
    - штаповані;
    - формовані;
    - вилиті;
    - клеєні.
  - За типом конструкції:
    - шини;
    - привідні ремені;
    - транспортерні стрічки;
    - труби;
    - діелектрики й інше.
  - За будовою:
    - без включень матеріалів;
    - з тканинним прошарком;
    - армовані металевими матеріалами.

Шини випускають більш ніж 70 типорозмірів. Вони діляться на камерні і безкамерні, звичайні і з підвищеним проходженням, шини з металевим кордом, радіальної або меридіальної конструкції.

Маркірування шин літерно-цифрове у вигляді відтиску. В марці вказується дата виготовлення, знак «К.» — радіальна, розміри в дюймах або мм, перша літера заводу-виробника. В документі на постачання шин вказують розміри, міцність, опір стиранню, допустиме навантаження і швидкість, внутрішній тиск повітря в шинах.

Транспортерні стрічки використовують для переміщення вантажів. Випускають армовані й не армовані, з використанням різноманітних наповнювачів. Діляться на тепло-, масло-, бензо-, горючостійкі, харчові.

Привідні ремені використовують для передачі руху від одного механізму до іншого.

Випускають: клинові, плоскі, багатопрофільні, напівклинові. Асортимент їх налічує більше ніж 400 типорозмірів.

Технічна листові гума. Прокладки клапанів, амортизаторів, діелектриків.

Випускають у листах, рулонах, з шаром тканини і без, також гумові шнури різноманітного перетину, рукавні вироби, гумові рідкі суміші, клеї,

герметики. Ебоніт виробляють у вигляді пластин, прутків, плит, листів простої і складної форми. Використовують для виготовлення різноманітних виробів приладобудування, електроапаратури, електроізоляторів, машинобудування. Вони маркуються з тильної сторони. Марка містить: найменування або торговий знак підприємства, тип, вид, розміри, дату виготовлення.

#### Каучук

Натуральний каучук (НК) — еластичний матеріал рослинного походження, який одержують із соку гевеї бразильської. Основні види каучуку: смокед-шит, світлий креп і паракаучук.

НК розчиняється в бензині, бензолі, хлороформі, інших реагентах, старіє. При нагріванні вище 200°C розкладається, при — 70°C стає крихким.

Висока ціна і відносно невисокі якісні показники натурального каучуку обумовили розвиток виробництва синтетичних каучуків (СК). Теоретичні основи промислової розробки СК були запропоновані видатним ученим С. В. Лебедевим.

Сировиною для їх одержання є нафта, природний газ, вугілля і т. ін.

Асортимент вітчизняних синтетичних каучуків включає понад 30 типів і 200 марок. Основні типи синтетичних каучуків: СКБ

(бутадієновий), СКС (бутадієн-стирольний), СКІ (ізопреновий), СКЕП (хлоропреновий), полісульфідний (тіокол), СКТ (теплостійкий), СКУ (поліуретановий) і інші. Основна маса каучуків переробляється в гуму.

## 8.2. ЗАВДАННЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитись з технологією виробництва неметалевих матеріалів, їх складом і властивостями.
2. Вміти провести оцінку властивостей заданих викладачем матеріалів, дати їм порівняльну характеристику і можливість застосування.
3. Навести схему композиційного матеріалу (згідно завдання), дати характеристику, вказати його тип.
4. Розглянути комплект неметалевих матеріалів, дати їм характеристику і можливе застосування (табл. 8.1.).

Таблиця 8.1.

№ п/п	Назва	Зовнішній вигляд	Властивості, застосування

## 8.2. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ РОБОТИ

1. Назва і мета роботи.
2. Визначення пластмас композиційних та порошкових матеріалів; порівняння їх службових характеристик з металами.
3. Характеристика матеріалів, виданих викладачем для аналізу.
4. Схеми структур композиційних та порошкових матеріалів.

## 9.3. ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що собою являють пластмаси, композиційні та порошкові матеріали?
2. Які особливості мають термопластичні та термореактивні пластмаси?
3. Назвати складові частини пластмас.
4. В чому полягає особливість композиційних матеріалів?
5. Як одержують порошкові матеріали та їх економічна доцільність?

## ЛІТЕРАТУРА

- 1 Остапчук М.В., Сердюк Л.В., Овсянникова Л.К. Система технологій. Підручник. – К. ЦУЛ, 2007. - 368 с.
2. Попович В.В, Попович В.В.Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Підручник.- Львів: Світ, 2006. - 624 с.: с.101-111.
3. Остапчук М.В., Рибак А.І. Системи технологій : Навч. посіб. - К.: ЦУЛ, 2003.-888 с.
4. Желібо Є.П., Анопко Д.В., Буслик В.М., Авраменко М.А., Петрик Л.С., Пирч В.П.Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навч. посіб. – К.: Кондор, 2005. – 716 с.
5. Дубровська Г.М., Ткаченко А.П. Системи сучасних технологій: Навч. посібн./За ред. Ткаченка А.П. – К.: ЦНЛ, 2004. – 352 с.