

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Кафедра сільськогосподарського машинобудування*

# Робітнича професія

## **Методичні рекомендації**

до виконання практичних робіт для здобувачів першого  
(бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-  
професійною програмою «Галузеве машинобудування»  
спеціальності G11 "Машинобудування"

м. Кропивницький

2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Кафедра сільськогосподарського машинобудування*

## **Робітнича професія**

### **Методичні рекомендації**

до виконання практичних робіт для здобувачів першого  
(бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-  
професійною програмою «Галузеве машинобудування»  
спеціальності G11 "Машинобудування"

Ухвалено  
на засіданні кафедри  
сільськогосподарського  
машинобудування  
Протокол № 11 від 13.05.2025р.

м. Кропивницький

2025

Робітнича професія: методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності G11 "Машинобудування" / [уклад.: В.А. Онопа Д.Ю. Артеменко] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2025. –131 с.

Укладачі:

доц., канд. техн. наук В.А. Онопа,

доц., канд. техн. наук Д.Ю. Артеменко

Рецензент: доц., канд. техн. наук В.В. Амосов

# «ВИМІРЮВАННЯ ТА ОБРОБКА МАТЕРІАЛУ»

(Практичні заняття № 1-5)

## Практичне заняття №1

### Розмітка

**Мета роботи:** набути вміння користуватися розмічальним інструментом та виконувати різні види розмічальних робіт.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** лещата слюсарні, плита розмічальна, точильний верстат, лінійки вимірвальні сталеві, рисувалки, циркулі розмічальні, рейсмуси, кернери, центрошукачі, молотки слюсарні масою 150 г тощо.

### Програма та порядок проведення роботи

1. Коротко описати теоретичні та практичні положення виконання розмічальних робіт;
2. Замалювати розміточний інструмент та дати йому характеристику;
3. Описати результати виконаної практичної частини.

### Загальні відомості

**Розмічанням** називається операція нанесення на поверхню заготовки ліній (рисок), які згідно з кресленням визначають контури деталі або місця, які потрібно обробляти. Розмічальні лінії можуть бути *контурними*, *контрольними* або *допоміжними*. *Контурні* риси визначають контур майбутньої деталі й показують межі обробки. *Контрольні* риси проводять паралельно контурним «у тіло» деталі для перевірки правильності обробки. *Допоміжними* рисками намічають осі симетрії, центри радіусів закруглень тощо.

Розмічання заготовок дає змогу знімати з них припуск металу до заданих меж, отримувати деталі певної форми, потрібних розмірів і максимально економити матеріали.

До розмічання вдаються переважно в індивідуальному і дрібносерійному виробництві. У крупносерійному і масовому виробництві немає в цьому потреби завдяки застосуванню спеціальних пристроїв – кондукторів, упорів, обмежувачів, шаблонів тощо.

Розмічання поділяють на *лінійне* (одновимірне), *площинне* (двовимірне) і *просторове*, або *об'ємне* (тривимірне).

*Лінійне* розмічання застосовують при розкроюванні фасонного прокату, підготовці заготовок для виробів з дроту, прутка, штабової сталі тощо, тобто тоді, коли межі, наприклад, розрізування чи згину, зазначають тільки одним розміром – довжиною.

*Площинне* розмічання звичайно застосовують при обробці деталей з листового металу. У цьому разі риси наносять тільки на одній площині. До площинного розмічання відносять і розмічання окремих площин деталей складної форми, якщо при цьому не враховується взаємне розміщення площин, які розмічаються.

*Просторове* розмічання – найскладніше з усіх видів розмічання. Особливість його полягає в тому, що розмічаються не тільки окремі поверхні заготовки, розміщені в різних площинах і під різними кутами одна до одної, а й взаємно ув'язуються ці поверхні між собою.

Для розмічання застосовують різноманітний контрольновимірювальний і розмічальний інструмент.

До спеціального розмічального інструмента належать: *рисувалки, кернери, розмічальні циркулі, рейсмуси*. Крім цих інструментів, використовують молотки, розмічальні плити й різні допоміжні пристрої: підкладки, домкрати тощо.

Рисувалки (рис. 1.1) призначені для нанесення рисок на поверхню заготовки, що розмічається. На практиці широко використовуються рисувалки трьох видів: кругла (рис. 1.1, а), з

відігнути кінцем (рис. 1.1, б), із вставною голкою (рис. 1.1, в).  
Виготовляють їх звичайно з інструментальної сталі марки У10 або У12.

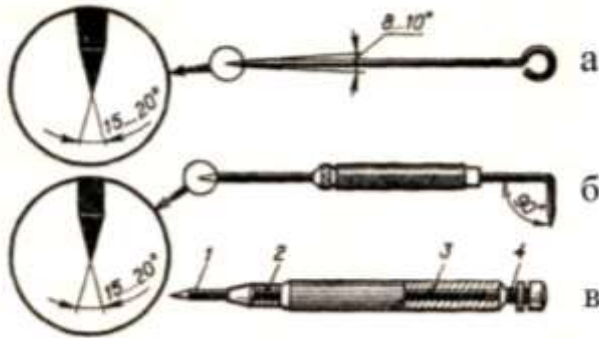


Рис. 1.1: Рисувалки: а – кругла; б – з відігнути кінцем; в – із вставною голкою; 1 – наконечник; 2 – пружина; 3 – натискний стержень; 4 – гвинт регулювальний.

Кернери (рис. 1.2) застосовують для нанесення заглибин (кернів) на попередньо розмічених лініях. Це роблять для того, щоб було виразно видно і щоб вони не стиралися в процесі обробки деталей. Кернери виготовляють з інструментальної вуглецевої сталі. Робочу (вістря) й ударну частини піддають термообробці. Кернери поділяють на *звичайні, спеціальні, механічні (пружинні) і електричні*.

*Звичайний кернер* (рис. 1.2, а) – це сталевий стержень завдовжки 100...160 мм, діаметром 8...12 мм. Його ударна частина (бойок) має форму сфери. Вістря кернера загострюється на шліфувальному крузі під кутом  $60^\circ$ . При точніших розмічаннях кут загострення кернера може бути  $30...45^\circ$ , а для розмічання центрів майбутніх отворів  $75^\circ$ .

До спеціальних кернерів відносять *кернер-циркуль* (рис. 1.2, б), *кернер-дзвін* (центрошукач) (рис. 1.2, в). *Кернер-циркуль* зручний для накернювання дуг невеликого діаметру, а *кернер-дзвін*

– для розмічання центрувальних отворів заготовок, що підлягають подальшій, наприклад, токарній обробці.

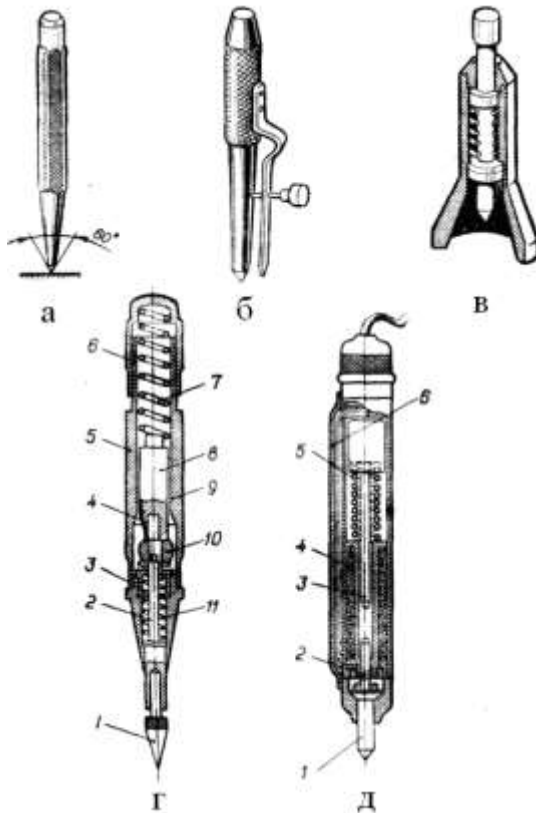


Рис. 1.2. Кернери: а – звичайний; б – кернер-циркуль; в – кернер-дзвін (центрошукач); г – механічний (пружинний); електричний

*Механічний* (пружинний) кернер (рис. 1.2, г) застосовують для точного розмічання тонких і відповідальних деталей. Принцип дії його ґрунтується на стисканні та миттєвому звільненні пружини.

Електричний кернер (рис. 1.2, д) складається з корпусу 6, пружин 2 і 5, ударника 3, котушки 4 і кернера 1. При натискуванні на заготовку встановленим на риску вістрям кернера електричне

коло замикається, і струм, проходячи через котушку, створює магнітне поле; ударник втягується в котушку і наносить удар по стержню кернера. Під час перенесення кернера в іншу точку пружина 2 розмикає коло, а пружина 5 повертає ударник у вихідне положення.

Спеціальні механічні та електричні кернери значно полегшують працю і підвищують її продуктивність.

*Розмічальні (слюсарні) циркулі* (рис. 1.3) застосовують для розмічання кіл і дуг, поділу кіл і відрізків на частини і виконання інших геометричних побудов при розмічанні заготовки. Їх використовують також для перенесення розмірів з вимірювальної лінійки на заготовку. За будовою вони подібні до креслярських циркулів-вимірників.



а



б



в



г

Рис. 1.3. Розмічальні циркулі: а – простий; б – пружинний; в – із вставними голками; г – рейсмус.

Розмічальні циркулі бувають в основному двох видів: прості (рис. 1.3, а) і пружинні (рис. 1.3, б). Ніжки пружинного циркуля стискаються під дією пружини, а розтискаються за допомогою гвинта і гайки. Вони можуть бути суцільними та із вставними голками (рис. 1.3, в).

Одним з основних інструментів для просторового розмічання є рейсмус. Він служить для нанесення паралельних вертикальних,

горизонтальних рисок і для перевірки встановлення деталей на розмічальній плиті.

Рейсмус (рис. 1.3, г – це рисувалка 5, закріплена на стояку 2 за допомогою хомутика 3 і гвинта 4. Хомутик пересувається на стояку і закріплюється в будь-якому положенні. Рисувалка проходить крізь отвір гвинта і може бути встановлена з будь-яким нахилом. Гвинт при цьому закріплюється гайкою-баранцем. Стояк рейсмуса закріплено на масивній підставці 1.

*Площинне й особливо просторове* розмічання заготовок виконують на розмічальних плитах.

*Розмічальна плита* — це чавунний виливок, горизонтальна (робоча) поверхня та бічні грані якого дуже точно оброблені. На робочій поверхні великих плит роблять поздовжні й поперечні канавки завглибшки 2 ... 3 мм і завширшки 1...2 мм, що утворюють квадрати із стороною 200 або 250 мм. Це полегшує встановлення на плиті різних пристроїв.

Крім розглянутого розмічання за кресленням, застосовують розмічання за шаблоном.

*Шабломом* називається пристрій, за яким виготовляють деталі або перевіряють їх після обробки. Розмічання за шаблоном використовується, коли виготовляють великі партії однакових деталей. Воно доцільне тому, що трудомістке розмічання за кресленням, яке потребує багато часу, виконується тільки один раз – при виготовленні шаблону. Всі наступні операції розмічання заготовок полягають у копіюванні контурів шаблону. Крім того, виготовлені шаблони можна використовувати для контролю деталі після обробки заготовки.

Шаблони виготовляють з листової сталі завтовшки 1,5...3 мм. При розмічанні шаблон накладають на поверхню заготовки, що розмічається, і по його контуру проводять рисувалкою риси. Потім по рисках наносять керни. За допомогою шаблону можна

розмічати також центри майбутніх отворів. Застосування шаблонів значно прискорює і спрощує розмічання заготовок.

### *Підготовка до роботи*

Перед тим як розпочати розмічання, заготовку старанно оглядають, перевіряючи, чи немає на ній раковин, тріщин або інших дефектів. Визначають можливість виготовлення з неї деталі потрібних розмірів, порівнюючи їх з розмірами заготовки.

Після цього поверхні заготовки, які треба розмітити, звичайно фарбують крейдяною фарбою, розчином мідного купоросу чи швидковисихаючими лаками. На пофарбованій поверхні чіткіше видно розмічальні риси. Найбільш поширена крейдяна фарба, яку виготовляють з розведеного у воді порошку крейди з додаванням невеликої кількості лляної олії і столярного клею.

Потім визначають *бази* для розмічання, тобто ті лінії або поверхні, від яких відкладають розміри для нанесення решти ліній розмітки. *Бази* вибирають з урахуванням конструктивних особливостей деталі та умов її роботи в готовому виробі. При площинній розмітці *базами* є зовнішні оброблені кромки заготовок, осі симетрії і центрові лінії, які наносять у першу чергу.

Визначивши базову лінію, на поверхню заготовки рисувалкою за допомогою лінійки або кутника наносять інші лінії розмітки. Спочатку приблизно посередині заготовки паралельно її бічній стороні проводять поздовжню осьову лінію. Потім циркулем або рисувалкою за допомогою лінійки чи кутника наносять характерні точки контуру деталі відповідно до креслення, відкладаючи розміри від осьової лінії по перпендикуляру, і сполучають ці точки прямими контурними рисками.

Наносячи прямі риси розмітки, лінійку чи кутник щільно притискають до заготовки трьома пальцями лівої руки так, щоб

між ними й заготовкою не було просвіту. Рисувалку беруть у праву руку, як олівець і, не перериваючи руху, проводять риску необхідної довжини. Проводячи риску, рисувалку щільно притискують до лінійки (кутника), відхиляючи від неї на невеликий кут. Не рекомендується проводити риску кілька разів на одному місці, бо це може призвести до її роздвоювання. Лінії, по яких здійснюватимуть обробку, накернюють. Вістря кернера ставлять точно на риску з невеликим нахилом від себе. Перед тим як ударити по бойку, кернер переводять у вертикальне положення. Для накернювання застосовують молотки невеликих розмірів масою 100 ... 150 г. Відстані між ямками (кернами) можуть бути різними (від 5 до 150 мм) — залежно від форми риску і розмірів деталі. На прямих лініях ямки ставлять рідше, а на кривих і ламаних — частіше.

Якщо деталь має отвір і радіусні заокруглення, двома взаємно перпендикулярними лініями намічають кожний центр майбутнього отвору та центри дуг заокруглень і накернюють ці центри. Потім розхилом циркуля, що дорівнює радіусу дуги кола або заокруглення, проводять криві контурні риску. Для цього вістря однієї нерухомої ніжки циркуля встановлюють у заглиблення, зроблене кернером, і, легенько притискуючи обидві ніжки до поверхні деталі, другою (рухомою) ніжкою проводять дугу заданої довжини. При цьому циркуль трохи нахилиють у бік руху.

При розмічальних роботах часто виникає потреба знайти центр на торці циліндричної деталі. Для цього звичайно використовують *кернер-центрошукач*. Установлюючи його на торець деталі і притримуючи у вертикальному положенні лівою рукою, правою наносять удар молотком по головці кернера.

*Площинну* розмітку виконувати простіше, якщо застосовувати спеціальні шаблони. Шаблон прикладають до заготовки так, щоб він не виступав за її межі, або вибирають таке її положення на

розмічальному листі металу, при якому можна найекономніше розкрити матеріал. Притиснувши шаблон до заготовки лівою рукою або струбциною, обводять контур шаблону рисувалкою з усіх боків не зсуваючи його.

Просторову розмітку виконують у такому порядку. Готують заготовку до розмічання, очищають її від бруду, окалини і розглядають з усіх боків. Вивчивши креслення, вимірюють заготовку і порівнюють її розміри з розмірами, зазначеними на кресленні (припуски на обробку мають бути рівномірними з усіх боків). Особливу увагу при цьому звертають на діаметри литих отворів і міжцентрову відстань. У разі потреби отвори в заготовці закривають дерев'яними пробками (заглушками), до торців яких у центральній частині отвору прикріплюють невеликі (приблизно Ø15 мм) кусочки білої жерсті, щоб можна було намітити отвори. Якщо заготовка має циліндричну форму, то центрошукачем знаходять її центри з обох боків і намічають їх кернером. На необроблені місця заготовки наносять шар крейдяного розчину, а оброблені фарбують лаком або розчином мідного купоросу. Після просушування заготовку встановлюють на розмічальну плиту.

*При визначенні установочних баз* керуються такими правилами: установочною базою заготовок з обробленими плоскими поверхнями є найбільша оброблена поверхня; за установочну базу заготовок з отворами або циліндричної форми беруть вісь отвору чи заготовки і плоску поверхню, паралельну осі.

Заготовку встановлюють на розмічальній плиті за допомогою підкладок, клинів, домкратів по кутнику і рейсмусу так, щоб установочні бази були точно паралельними плиті або перпендикулярними до неї.

*При виборі розмічальних баз* додержуються таких правил: розмічальною базою заготовок з обробленими поверхнями є найбільша оброблена поверхня; за розмічальну базу заготовок з

отворами або циліндричної форми беруть вісь отвору чи заготовки; розмічальною базою симетричних заготовок є вісь симетрії.

Відповідно до креслення за допомогою рейсмуса, рисувалки і кутника з широкою основою намічають усі горизонтальні і вертикальні риси. Розміри відлічують по вертикальній лінійці або штанзі штангенрейсмуса від вимірювальної (розмічальної) бази. Потім основні розмічальні лінії накернюють. У разі потреби заготовку встановлюють на іншу установочну базу і виконують розмітку від неї.

У процесі розмічання робочі частини (вістря) розмічальних інструментів притуплюються і їх необхідно загострювати на заточувальних верстатах. Перед роботою на верстаті треба перевірити зазор між станиною верстата і периферією шліфувального круга (зазор не повинен перевищувати 2...3 мм). Рисувалку беруть обома руками і, спираючись лівою рукою на підручник, розміщують її вістря під невеликим кутом до бокової поверхні шліфувального круга. Злегка обертаючи стержень рисувалки, загострюють її на довжину 12...15 мм. Кернер загострюють на периферії шліфувального круга, розміщуючи його вістря під кутом 50...60° до горизонтальної осі круга і також злегка повертаючи інструмент. Перед тим як загострити розмічальний циркуль, його ніжки зводять разом і загострюють на клині 15...20 мм так, щоб вістря обох ніжок сходилися в одній точці.

Основним можливим видом браку при розмітці є невідповідність розмірів розмічальної заготовки даним креслення. Причиною цього можуть бути неточність вимірювального інструмента, неточність установаження заготовки на плиті або неуважність працюючого.

При виконанні розмічальних робіт слід дотримуватись загальних правил безпеки праці, бути уважним і акуратним, працювати тільки справним і добре налагодженим інструментом,

на вільні (не використовувані) гострозаточені кінці рисувалок надівати запобіжні пробки або спеціальні ковпачки.

**Практичне завдання:** згідно з завданням викладача виконати підготовку матеріалу заготовки та виконати операцію нанесення розмітки вказаної деталі.

### **Контрольні запитання:**

1. Що таке розмічання?
2. Для чого розмічають заготовки?
3. Які розрізняють види розмічання і в яких випадках їх застосовують?
4. Які інструменти використовують при розмічанні заготовок?
5. Що таке рисувалка і для чого вона служить?
6. Які бувають кернери?
7. Як побудований розмічальний циркуль?
8. Для чого служить рейсмус?
9. Яке обладнання і які пристрої застосовують при розмічанні?
10. Що таке установочна база?
11. З яких міркувань вибирають установочні бази?
12. Що таке розміточна база?
13. З яких міркувань вибирають розміточні бази?

## **Практичне заняття №2**

### **Правка металів**

**Мета роботи:** ознайомитись із правилами, прийомами та інструментом для виконання правки та рихтовки листового та штабового матеріалу.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** слюсарний верстат, верстатні та ручні лещата, комплект молотків для

рихтовки, правильна плита, заготовки та набір інструменту для правки та перевірки точності виконання робіт.

### *Загальні відомості*

Правка представляє собою першу операцію по підготовці заготовки або металу для неї до наступної технологічної обробки. Вона призначена для усунення деформацій форми (вм'ятин, випуклостей, хвилястості, короблення, викривлення і т. п.) шляхом пластичної деформації. Метал піддається правці як в холодному, так і в нагрітому стані. Правку можна виконувати ручним способом на сталевій або чавунній плиті або на ковадлі, машинну правку проводять на пресах і правильних вальцях.

Для правки застосовують: молотки з круглим полірованим бойком, оскільки молотки з квадратним бойком залишають сліди у вигляді забоїн; молотки з м'яких матеріалів (мідні, свинцеві, дерев'яні); гладилки і підтримка (металеві або дерев'яні бруски) для правки тонкого листового і смугового металу; правильні бабки для загартованих деталей з циліндричною, сферичною і іншими фасонними поверхнями.

Кривизну заготовок перевіряють на око або по зазору між плитою і укладеною на неї заготовкою. Зігнуті місця відзначають крейдою. Правку проводять на правильній плиті або ковадлі. Найпростішою є правка металу, зігнутого по площині. В цьому випадку молотком або кувалдою завдають сильного удару по опуклих місцях штаби, зменшуючи силу удару у міру випрямлення і повертаючи її з одного боку на інший у міру необхідності (рис. 2.1, а, б).

Складніша правка металу, зігнутого на ребро. Якщо в першому випадку правка полягала в простому вирівнюванні штаби, то тут вдаються до деформації розтягуванням частини металу (рис. 2.1, в). Правку штаб, що мають скручений (спіральный) вигин (рис. 2.1, г), рекомендується проводити методом розкручування, для чого один кінець заготовки затискають в слюсарні лещата, а на другому

кінці закріплюють ручні лещата. Потім важелем випрямляють спіральну кривизну. При необхідності остаточну правку проводять на плиті. Результати правки (прямолінійність заготовки) перевіряють на око (рис. 2.1, д), а для більш точної перевірки – на розмічальній або контрольній плиті по просвіту, накладенням лінійки на смугу або щупом.

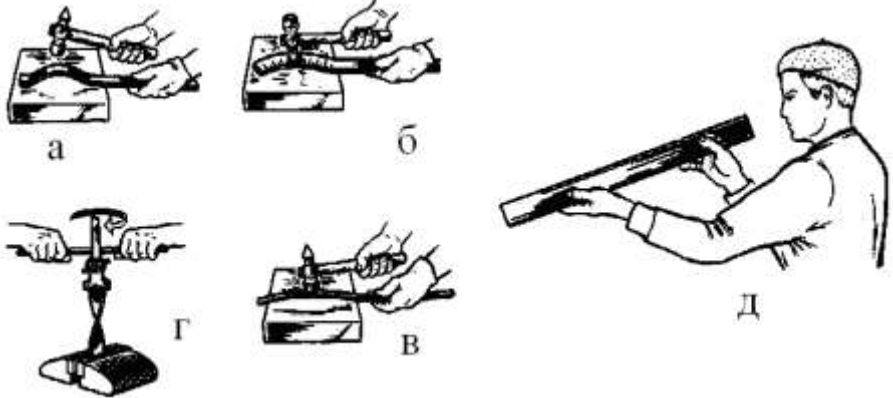


Рис. 2.1. Прийоми правки металу штабового матеріалу

Правка листового матеріалу – складніша операція.

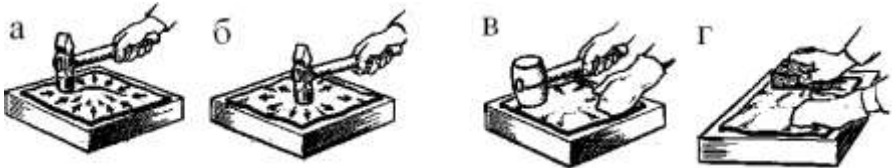


Рис. 2.2. Прийоми правки листового матеріалу

Вона залежить від виду деформації, як, наприклад, опуклості або вм'ятини в середині листа або заготовки, хвилястості країв і кромок заготовки, складнішої деформації, коли заготовка має одночасно опуклості і хвилястість кромки листа (рис. 2.2). Заздалегідь обводять крейдою або олівцем хвилясті ділянки на заготовці, потім кладуть її на плиту опуклістю вгору так, щоб заготовка лежала всією поверхнею на плиті. Притримуючи лист

лівою рукою, одягнутою в рукавицю, правою завдають молотком удару від краю листа у напрямку до опуклості (як показано стрілками на рис. 2.2, а), у міру наближення до опуклості удари наносять слабкіше і частіше. Під час правки заготовку повертають в горизонтальній площині так, щоб удари рівномірно розподілялися навкруги за всією площею заготовки. Якщо на листі є декілька опуклостей, то удари наносять в проміжку між опуклостями. В результаті цього лист розтягується і всі опуклості зводяться в одну загальну, яку виправляють вказаним вище способом. Якщо лист має хвилястість по краях, але рівну середину, то удари молотком наносять від середини листа до країв (рис. 2.2, б). Від дії цих ударів лист в середині витягується і хвилі по кромках листа зникають. Після цього лист потрібно перевернути і продовжувати правку таким же способом до отримання необхідних допусків прямолінійності і площинності. Правку тонких листів проводять дерев'яними молотками-киянками (рис. 2.2, в), а дуже тонкі листи проправують дерев'яним або металевим бруском-гладилкою, притримуючи їх на плиті лівою рукою (рис. 2.2, г). При правці лист періодично перевертають. Правку загартованих заготовок, яку іноді називають рихтуванням, деформація яких виникла при термічній обробці, проводять різними молотками із загартованим бойком або спеціальним молотком із заокругленою вузькою стороною бойка. Удари наносять не по опуклій, а по увігнутій стороні заготовки. Таким чином досягається розтягування волокон металу на увігнутій стороні заготовки і її випрямлення. Правку заготовок складнішої форми, наприклад косинця, у якого після загартування змінився кут між вимірювальними сторонами, проводять наступними способами: якщо кут став менше  $90^\circ$ , то удари молотком проводять біля вершини внутрішнього кута (рис. 2.3, а) якщо кут став більше  $90^\circ$ , то удари наносять біля вершини зовнішнього кута (рис. 2.3, б).

Згинання – одна з найпоширеніших слюсарних операцій. Його застосовують для надання заготовці зігнутої форми по заданому контуру. В процесі згинання метал піддається одночасній дії розтягуючих і стискаючих сил, тому при згинанні необхідно враховувати механічні властивості металу, його пружність, ступінь деформації, товщину, форму і розміри перетину заготовки, кути і радіуси вигину деталі. Радіус вигину деталі не потрібно приймати близьким до мінімально допустимого, якщо це не диктується конструктивними вимогами. Доцільно не допускати радіус вигину менше товщини заготовки, оскільки зменшення радіусу приводить до появи тріщин і інших дефектів. В холодному стані рекомендується згинати деталі з листової сталі товщиною до 5 мм, із штабової заготовки товщиною до 7 мм, з круглої сталі діаметром до 10 мм.

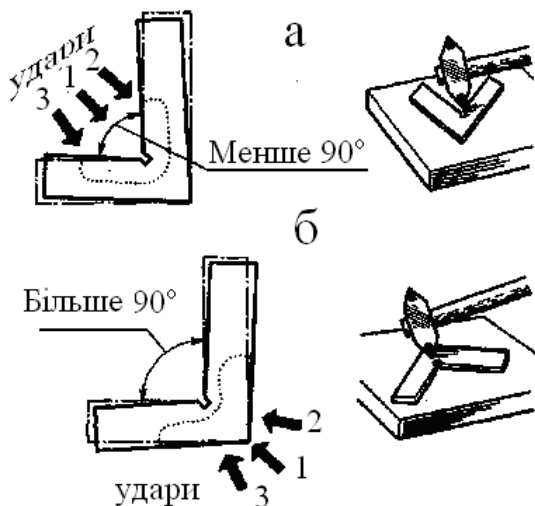


Рис. 2.3. Правка загартованих деталей і місця нанесення ударів

Згинання штаби з листової сталі виконують в наступному порядку: наносять риску згину, затискають заготовку в лещатах

між кутниками-нагубниками так, щоб розмічальна риска була звернена до нерухої губки лещат і виступала над нею на 0,5 мм (рис. 2.4, а), і ударами молотка, направленими до нерухої губки, загинають кінець штаби (рис. 2.4, б). Для виготовлення скоби заготовку затискають в лещатах між косинцем і бруском-оправкою, загинають один кінець (рис. 2.4, в), потім, вклавши всередину скоби брусок-оправку необхідного розміру, затискають заготовку в лещатах на рівні рисок і відгинають другу лапку (рис. 2.4, г). Згинання штаби під гострим кутом із застосуванням спеціальної оправки показано на рис. 2.4.

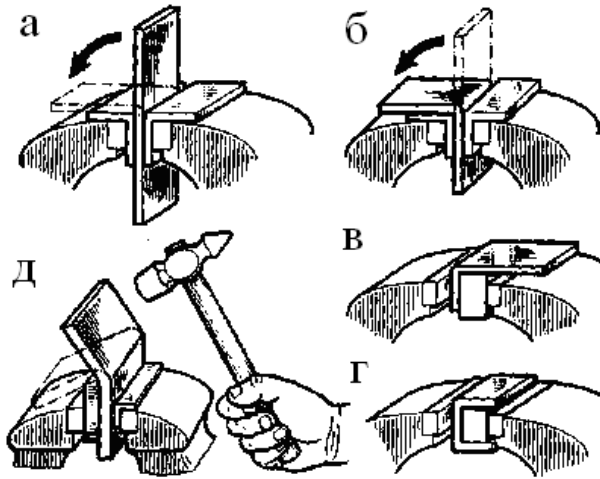


Рис. 2.4. Прийоми згинання штаби

Згинання хомутика з тонкої штабової сталі виконують в наступному порядку: затискають в лещатах оправку 1 необхідного діаметра (рис. 2.5, а), загинають заготовку 2 на оправці двома плоскогубцями 3 і обробляють хомутик остаточно за допомогою молотка на оправці в лещатах (рис. 2.5, б, в).

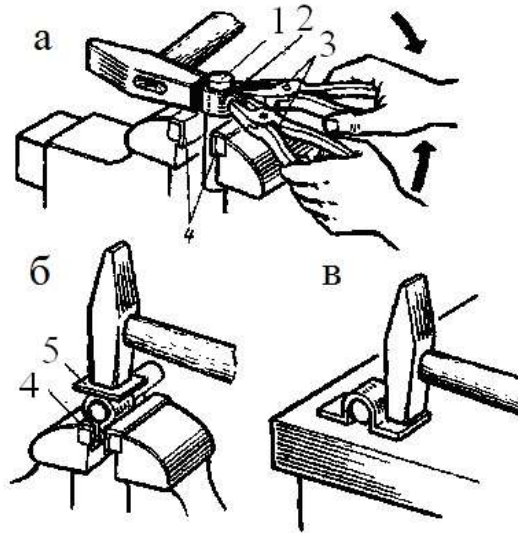


Рис. 2.5. Прийоми виготовлення згинанням хомутика: 1 – оправка; 2 – заготовка; 3 – плоскогубці; 4 – нагубники; 5 – мідна пластина.

**Контрольні запитання:**

1. Призначення операції правки.
2. Інструмент для виконання правки металу.
3. Види ударів при виконанні правильних робіт.
4. Правила правки листового матеріалу.
5. Правила правки штабового матеріалу.

**Практичне заняття №3**

**Рубання металів**

**Мета роботи:** набути вміння користуватися способами та інструментом для рубання металів.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** лещата слюсарні, точильний верстат, зубила слюсарні, крейцмейселі, канавочники,

лінійки вимірювальні сталеві, рисувалки, молотки слюсарні масою 400 ... 600 грамів, заготовки для виконання робіт тощо.

### **Програма та порядок проведення роботи**

1. Коротко описати теоретичні та практичні положення виконання рубання металів;
2. Замалювати рубальний інструмент та дати йому характеристику;
3. Описати результати виконаної практичної частини.

### ***Загальні відомості***

*Рубанням* називається операція, при якій за допомогою зубила і слюсарного молотка із заготовки видаляють шари металу або розрубують її.

*Фізична основа рубання* – це дія клина, форму якого має робоча (різальна) частина зубила. Рубання застосовують у тих випадках, коли обробляти заготовки на верстаті важко або нерационально.

Рубанням видаляють (зрубують) із заготовки нерівності металу, знімають тверду кірку, окалину, гострі кромки деталі, вирубують пази і канавки, розрубують листовий метал на частини.

Рубання виконується, як правило, в лещатах. Розрубувати листовий метал можна на плиті.

Основний робочий (різальний) інструмент при рубанні — *зубило*, а ударний — *молоток*.

*Слюсарне зубило* (рис. 3.1, а) виготовляють з інструментальної вуглецевої сталі. Воно складається з трьох частин: ударної (бойка) 4, середньої 3, робочої 2 та різальної кромки 1. Ударна частина звужується догори, а вершина її (бойок) заокруглена; за середню частину 3 зубило тримають під час рубання; робоча (різальна) частина 1 має клиновидну форму. Кут загострення її вибирають залежно від твердості матеріалу, що обробляється. Рекомендуються такі кути загострення: для твердих

матеріалів (тверда сталь, чавун)  $70^\circ$ ; матеріалів середньої твердості (сталь)  $60^\circ$ ; м'яких матеріалів (мідь, латунь)  $45^\circ$ ; алюмінієвих сплавів  $35^\circ$ . Кут загострення перевіряють спеціальним шаблоном, який має кутові вирізи  $70$ ,  $60$ ,  $45$  і  $35^\circ$  (рис. 3.2).

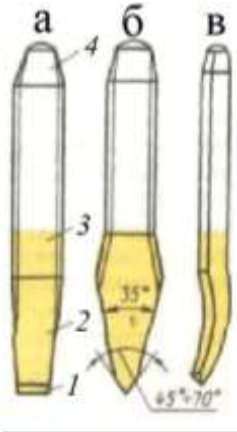


Рис. 3.1. Інструмент для рубання:

а – зубило; б- крейцмейсель; в – канавочник.

Робоча й ударна частини піддаються термічній обробці (загартуванню з наступним відпусканням). Ступінь загартування зубила можна визначити, провівши напилком по його загартованій частині: якщо напилком не знімає стружку, а ковзає по поверхні, то зубило загартоване добре.

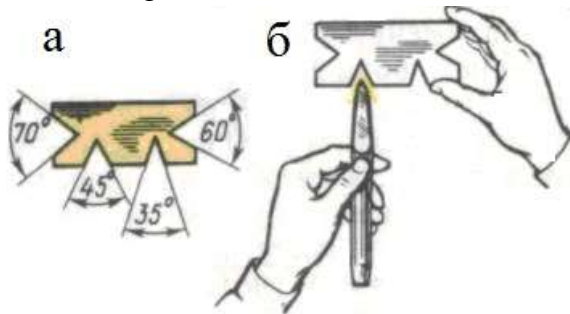


Рис. 3.2 Контроль кута загострення зубила: а – шаблон-кутомір; б – перевірка кута загострення різальної кромки.

Для вирубування вузьких пазів і канавок користуються зубилом з вузькою різальною кромкою – *крейцмейселем* (рис. 3.1, б). Таким зубилом можна знімати і широкі шари металу: спочатку ним прорубують вузькі канавки, а виступи, що залишилися зрубують широким зубилом. Кути загострення, твердість робочої та ударної частини крейцмейселя ті, що і в зубила.

Для вирубування профільних канавок (півкруглих, двограних тощо) застосовують спеціальні крейцмейселі – *канавочники* (рис 3.1, в), які відрізняються від звичайних тільки зігнутою формою різальної кромки.

Слюсарні молотки, які застосовуються при рубанні металів, бувають двох типів: з круглим і квадратним бойком. Основною характеристикою молотка є його маса. Для рубання металів застосовують молотки масою від 400 до 600 г.

Рубання металів – операція дуже трудомістка. Щоб полегшити працю і підвищити її продуктивність, використовують механізовані інструменти. Серед них найпоширеніший *пневматичний рубальний молоток* (рис. 3.3).

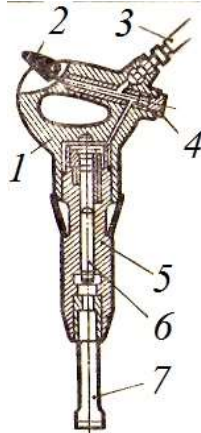


Рис. 3.3. Пневматичний рубальний молоток:

- 1 – рукоятка; 2 – курок; 3 – шланг; 4 – золотник; 5 – ствол;  
6 – бойок; 7 – зубило

Він приводиться в дію стиснутим повітрям, яке подається шлангом від постійної пневматичної мережі або пересувного компресора. Під час рубання металу натискують на курок 2, що відтискує золотник 4. Повітря, потрапляючи через повітропровідні канали, переміщує бойок 6, який ударяє по хвостовику зубила 7, вставленому в ствол 5. Під час рубання пневматичний рубальний молоток тримають обома руками (правою – за рукоятку, лівою – за кінець ствола) і спрямовують зубило по лінії рубання.

### ***Підготовка до роботи***

Велике значення під час рубання металу мають робоча поза (положення корпусу й ніг працюючого), тримання («хватка») інструмента і техніка нанесення ударів молотком. Робоча поза має створювати найбільшу стійкість тіла при ударі (правильне розміщення центра ваги). Корпус працюючого має бути випрямленим і повернутим упівоберта ( $45^\circ$ ) до осі лещат: ліва нога виставлена на півкроку вперед, а кут, утворений лініями вісей ступнів дорівнювати  $60...75^\circ$  (рис. 3.4, а, б).

Зубило беруть лівою рукою за середню частину на відстані  $15...20$  мм від краю ударної частини. Установлюють його так, щоб різальна кромка була на лінії зняття стружки (лінії зрізу), а поздовжня вісь стержня зубила становила кут  $30...35^\circ$  з оброблюваною поверхнею і кут  $45^\circ$  з поздовжньою віссю губок лещат (рис. 3.4, в, г).

Молоток беруть правою рукою за рукоятку на відстані  $15...20$  мм від її кінця. Міцно стискаючи рукоятку всіма пальцями, наносять достатньо сильні удари по центру бойка зубила.

Удар може бути *кистьовим, ліктювим і плечовим* (рис. 3.4. д, е, є). При кистьовому ударі згинається тільки кисть правої руки. Під час замаху злегка розтискують пальці (крім великого і вказівного), потім їх стискають і наносять удар. Кистьовими

ударами виконують рубання і знімають тонкий шар м'якого металу. При ліктвовому ударі праву руку згинають у лікті. Щоб удар був сильним, руку розгинають швидко. Такими ударами рубають метал найчастіше. У плечовому ударі беруть участь плече, передпліччя і кисть руки. При цьому роблять великий замах і ударяють по зубилу з максимальною силою. Плечовим ударом знімають товстий шар металу.

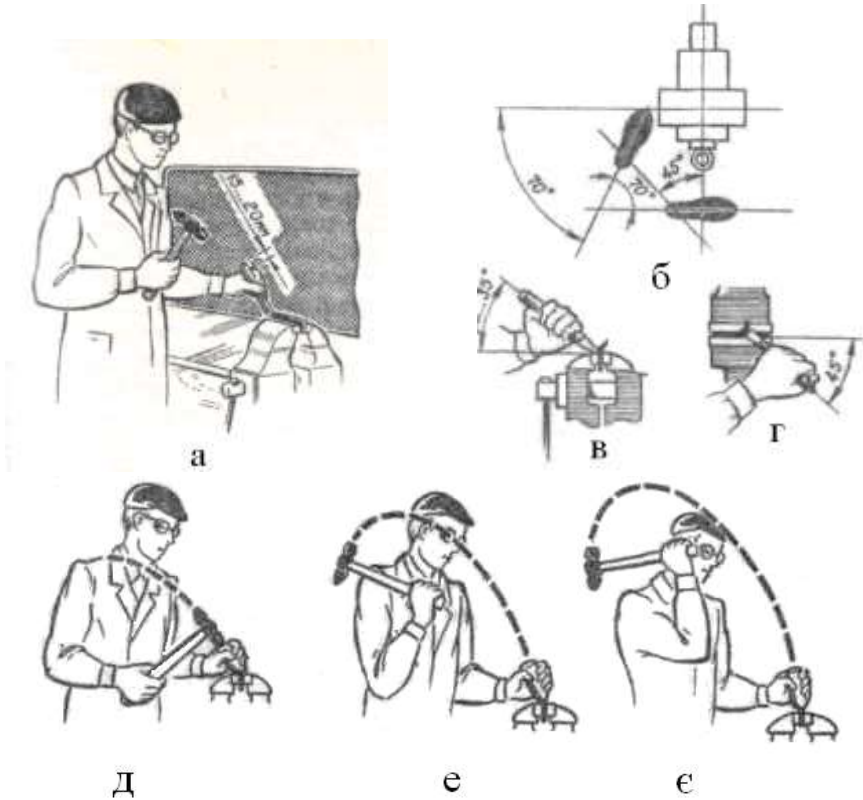


Рис. 3.4. Техніка рубання:

а – положення корпусу працюючого; б – положення ніг; в – нахил зубила до поверхні, що обробляється; г – нахил зубила до поздовжньої осі губок; д – кистьовий удар; е – ліктвовий удар; є – плечовий удар

Сила удару має відповідати характеру роботи. При цьому враховують масу молотка і довжину його рукоятки. Чим важчий молоток і довша рукоятка, тим сильніший удар.

Для рубання металу в лещатах використовують міцні масивні лещата. Рубання виконують на рівні губок лещат або вище від цього рівня (по розміченій рисці). На рівні губок лещат рубають листовий і штабовий метал, вище від рівня (по рисці) — заготовки з широкими поверхнями. Крихкі метали (чавун, бронзу) рубають від краю до середини, щоб уникнути сколювання країв деталі. В кінці рубання силу удару молотком по зубилу зменшують.

Метал розрубують зубилом на *плиті* або на *наковальні* по розмітці, устанавлюючи зубило вертикально. Переміщуючи його у процесі рубання, частину леза залишають в уже прорубаній канавці. Цей прийом забезпечує рівність лінії розрізання.

При рубанні штабового металу на рівні губок лещат спочатку розмічають лінію (риску) розрізання, потім закріплюють заготовку в лещатах так, щоб риска була на рівні губок, а сама заготовка не виступала за їх правий торець. Приймаючи правильну робочу позу і встановлюючи зубило різальною кромкою на лінії зрізу, ліктьовими ударами розрубують заготовку, закінчуючи рубання кистьовими ударами.

Шар металу на широкій площині зрізують так: розмічають заготовку і встановлюють її в лещатах; зрубують фаски (скоси) під кутом 30...45° на передній і задній кромках площини заготовки; прорубують крейцмейселем канавки на всій площині заготовки, а потім зрубують зубилом виступи, які залишилися.

При рубанні металу на плиті заготовку розмічають, кладуть на плиту, надрубують спочатку з одного боку ліктьовими або плечовими ударами, залежно від товщини заготовки, а потім по рисці з протилежного боку. Надрубану заготовку обережно переламують у лещатах або на кромці плити.

У процесі роботи різальна частина зубила затуплюється. Зубила загострюють на заточувальному верстаті. Інструмент накладають на підручник так, щоб різальна кромка під необхідним кутом торкалася периферійної поверхні круга. Після цього повільно, легенько натискаючи, пересувають його по всій ширині абразивного круга, повертаючи то одним, то іншим боком. Щоб не допускати перегрівання різальної кромки, не слід дуже притискувати інструмент до абразивного круга, а заточувальну частину потрібно періодично охолоджувати у воді, додаючи до неї 5% соди.

При рубанні металу необхідно додержуватись таких правил безпеки: користуватися захисними окулярами; щоб не пошкодити руки (особливо у початковий період навчання) на зубило надівати запобіжну гумову шайбу, а на кисть руки — запобіжний козирок; при рубанні твердого і крихкого металу обов'язково встановити загорожу (сітку або щиток); працювати тільки справним інструментом.

**Практичне завдання:** згідно з завданням викладача виконати запропоновані технологічні операції рубання металу.

### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке рубання?
2. Що є фізичною основою рубання?
3. Які інструменти використовують при рубанні?
4. Поясніть будову та принцип роботи пневматичного рубального молотка.
5. Які бувають та що впливає на кути загострення різальних кромок рубального інструменту?
6. Для чого служить крейцмейсель?
7. Для чого служить канавочник?
8. Які види ударів використовують при рубанні?

9. Поясніть особливості рубання листового та штабового металу в лещатах.
10. Яку охолоджувальну рідину використовують при загострюванні рубального інструменту?
11. Назвіть основні заходи безпеки, яких необхідно дотримуватись при виконанні рубання металу.

## ***Практичне заняття №4***

### ***Обпилювання металів***

***Мета роботи:*** Ознайомитися з технологією обпилювання та інструментами для обпилювання, їх будовою та особливостями застосування.

***Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:*** лещата тиски верстатні, набір напилків, повірочна лінійка, штангенциркуль, кутник, заготовки.

### **Програма та порядок проведення роботи**

1. Вивчити види та типи напилків, їх призначення та методику обпилювання деталей.
2. Провести обпилювання деталі та контроль допусків розмірів поверхні після обпилювання.
3. Скласти звіт.

### ***Загальні відомості***

***Обпилюванням*** називається операція по обробці металів і інших матеріалів зняттям невеликого шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах.

Метою обпилювання є надання деталям потрібної форми і розміру, пригонка деталей одна до одної, підготовка кромки деталей для зварювання і інше. За допомогою напилків обробляють

площини, криволінійні поверхні, пази, канавки, отвори різноманітної форми, поверхні, розміщені під різними кутами і т.д. Припуски на обпилювання складають від 0,5 до 0,25 мм, точність обробки – 0,2...0,05 мм (в окремих випадках – до 0,001 мм).

**Напилки** (рис. 4.1) представляє собою сталевий брус визначеного профілю і довжини, на поверхні якого виготовлені насічки, які формують впадини і загострені зубці з перерізом у формі клина. Напилки виготовляють із сталі У10А або У13А (допускається легована хромиста сталь ШХ15 або 13Х), після насікання піддають термічній обробці.

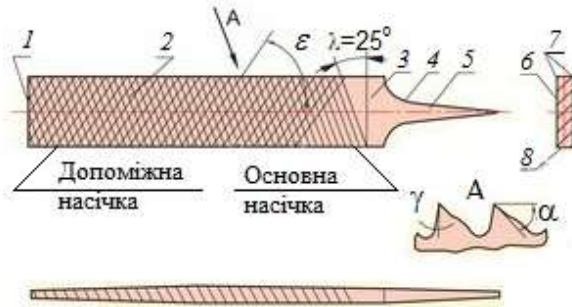


Рис. 4.1. Слюсарний напилки загального призначення:  
 1 – носок; 2 – робоча частина; 3 – ненасічена частина; 4 – заплічик;  
 5 – хвостовик; 6, 8 – широка і вузька сторони; 7 – ребро

Напилки класифікують за розміром насічки, її формою, за довжиною і формою бруска.

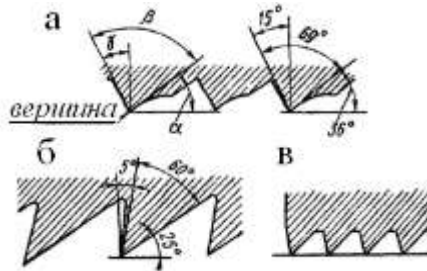


Рис. 4.2. Зуби напилка: а – насічені; б – отримані фрезеруванням або шліфуванням; в – отримані протягуванням

Насічки на поверхні напилка утворюють зуби, які знімають стружку з матеріалу, що обробляється. Зуби напилків отримують за допомогою спеціального зубила, фрезами, спеціальними шліфувальними кругами, а також накатуванням та протягуванням.

Незалежно від способу отримання кожний зуб має задній кут  $\alpha$ , кут загострення  $\beta$  та передній кут  $\gamma$  (рис. 4.2). Чим менше насічок на 1 см довжини напилка, тим крупніший зуб.

**За формою і видом насічки** розрізняють напилки з одинарною або простою (рис. 4.3, а), з подвійною або перехресною (рис. 4.3, б), точковою або рашпільною (рис. 4.3, в) та дуговою (рис. 4.3, г) насічками.

Напилки з одинарною насічкою можуть знімати широку смугу, рівну довжині усієї насічки. Їх застосовують при обпилюванні м'яких металів і сплавів з незначним опором різанню, а також неметалевих матеріалів. Насічка наноситься під кутом  $\lambda=25^\circ$  до осі напилка.



Рис. 4.3. Насічки напилків:

- а – одинарна (проста); б – подвійна (перехресна);
- в – точкова (рашпільна); г – дугова

Напилки з подвійною насічкою застосовують для обпилювання сталі, чавуну і інших твердих матеріалів з великим опором різанню. У цих напилках спочатку під кутом  $\lambda=25^\circ$  насікається нижня насічка (основна), а зверху неї під кутом  $\omega=45^\circ$  – верхня (допоміжна).

*Напилки з рашипільною (точковою) насічкою* застосовуються для обробки дуже м'яких металів і неметалевих матеріалів – шкіри, гуми і ін. Таку насічку отримують вдавлюванням металу спеціальними тригранними зубилами.

*Напилки із дуговою насічкою* використовують при обробці м'яких металів (мідь). Дугову насічку отримують фрезеруванням, вона забезпечує високу продуктивність та підвищену якість поверхонь, що обробляються.

**За призначенням** поділяють напилки на групи: загального призначення, спеціального призначення, надфілі, рашипілі, машинні.

*Напилки загального призначення* призначені для загальних слюсарних робіт. За числом  $n$  насічок, які припадають на 10 мм довжини, напилки поділяють на шість класів, а насічки мають номери 0, 1, 2, 3, 4 і 5.

До *першого класу* відносять напилки з насічкою № 0 та 1 ( $n = 4...12$ ), які називаються *драчевими*. Вони мають найбільш крупні зубці і використовуються для грубого обпилювання.

До *другого класу* відносяться напилки з насічкою № 2 та 3 ( $n = 13...24$ ), які називаються *лицювальними*. Їх застосовують для чистового обпилювання.

До *третього, четвертого, п'ятого та шостого класів* відносяться напилки з насічкою № 4 і 5 ( $n > 28$ ), які називаються *бархатними (оксамитовими)*. Вони призначені для кінцевої обробки та доводки поверхонь.

Напилки поділяються на наступні типи:

А – *плоскі* (рис. 4.4, а), Б – *плоскі гостроносі напилки* (рис. 4.4, б) застосовують для обпилювання зовнішніх або внутрішніх плоских поверхонь, а також пропилювання шліців та канавок;

В – *квадратні напилки* (рис. 4.4, в) використовують для розпилювання квадратних, прямокутних та багатокутних отворів, а також для обпилювання вузьких плоских поверхонь;

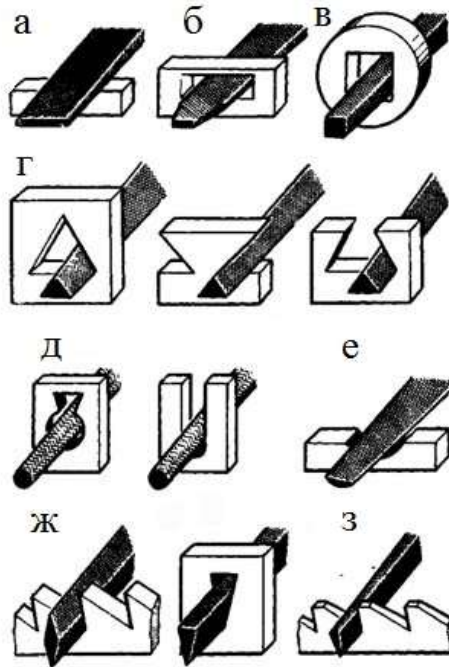


Рис. 4.4. Типи напилків:

а – плоскі; б – плоскі гостроносі; в – квадратні; г – тригранні;  
 д – круглі; е – напівкруглі; ж – ромбічні; з – ножів очні

Г – *тригранні напилки* (рис. 4.4, г) застосовують для обпилювання гострих кутів, рівних  $60^\circ$  і більше;

Д – *круглі напилки* (рис. 4.4, д) використовують для розпилювання круглих або овальних отворів та ввігнутих поверхонь невеликого радіусу;

Е – *напівкруглі напилки* (рис. 4.4, е) з сегментним перерізом застосовують для обробки ввігнутих криволінійних поверхонь, площин, випуклих криволінійних поверхонь та кутів більше  $30^\circ$ ;

Ж – *ромбічні напилки* (рис. 4.4, ж) застосовують для обпилювання зубів зубчастих коліс, дисків і зірочок, а також обпилювання кутів більше  $15^\circ$  та пазів;

З – *ножовочні напилки* (рис. 4.4, з) використовують для обпилювання внутрішніх кутів, клиновидних канавок, вузьких пазів, а також для виготовлення різальних інструментів і штампів.

***Напилки спеціального призначення*** використовують для обробки кольорових сплавів, виробів з легких сплавів і неметалевих матеріалів, а також таровані і алмазні.

*Напилки для обробки кольорових сплавів* (бронзи, латуні, дюралюмінію) мають подвійну насічку – верхня виконана під кутами  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  і  $50^\circ$ , а нижня – відповідно під кутами  $60^\circ$ ,  $85^\circ$  і  $60^\circ$ . Маркують напилки літерами ЦМ на хвостовику.

*Напилки для обробки виробів з легких сплавів і неметалевих матеріалів* (алюміній, мідь, бабіт, пластмаса, гетинакс, деревина, гума і ін.) мають мілку насічку і застосовують зі спеціальною державкою, яка усуває забивання стружкою.

*Таровані напилки* застосовують у всіх випадках, коли потрібно перевірити твердість у важкодоступних для алмазного наконечника виробках (боковий профіль зуба зубчастого колеса, різальне лезо фрези і ін.). Напилки таруються на певну твердість в залежності від твердості виробів.

*Алмазні напилки* використовують для обробки і доводки твердосплавних частин інструмента і штампів. Алмазний напилочок представляє собою металевий стрижень перерізом потрібного профілю і робочою поверхнею, на яку нанесений дуже тонкий алмазний шар.

***Надфілі*** – невеликі напилки, які застосовують для лекальних, граверних, ювелірних робіт, а також для зачищення у важкодоступних місцях.

Надфілі мають таку ж форму, як і слюсарні напилки. Виготовляють їх із сталі У13 або У13А. Довжина надфілів становить 80, 120 і 160 мм. Надфілі мають перехресну насічку: основну – під кутом  $25^\circ$  та додаткову – під кутом  $45^\circ$ . Вузька сторона надфіля має одинарну насічку. В залежності від типу надфілі мають: № 1 – 20...40; № 2 – 28...56; № 3, 4 і 5 – 40...112 насічок на 10 мм довжини.

**Рашилі** призначені для обробки м'яких металів (олово, свинець і ін.) і неметалевих матеріалів (шкіра, гума). В залежності від профілю рашпілі (рис. 4.5) поділяють на плоскі, круглі і напівкруглі з насічкою № 1 і 2 і довжиною 250...350 мм.

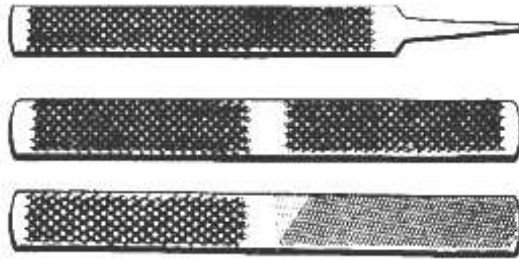


Рис. 4.5. Рашпілі

**Машинні напилки** виготовляють таких же профілів, як і слюсарні напилки, з такими ж видами насічок, як і напилки загального призначення. Напилки малих розмірів закріплюють в спеціальних патронах, а напилки середніх розмірів мають з обох сторін хвостовики, котрими їх закріплюють в центрах-тримачах верстатів.

**Оберткові напилки** (борнапилки, дискові і пластинчасті) застосовують для обпилювання і зачищення поверхонь на спеціальних обпилювочних верстатах.

### **Практична частина**

Практична частина даної роботи полягає у виконанні обпилювання та контролю поверхні деталі, вказаної викладачем.

Перед початком виконання обробки деталі необхідно правильно визначити тип напилка залежно від необхідної точності, матеріалу деталі, форми поверхні, яку необхідно обробити.

**Підготовка поверхні до обпилювання.** Заготовку очищають металевими щітками від бруду, мастила, формують грунту, окалини, ливарну кірку зрубують зубилом або видаляють старим напилком.

**Закріплення заготовки.** Заготовку закріплюють у лещатах площиною, що обробляється, горизонтально, на 8...10 мм вище рівня губок. Заготовку з обробленими поверхнями закріплюють, надягнувши на губки нагубники із м'якого матеріалу.

**Прийоми обпилювання.** Положення корпусу вважається правильним, якщо між плечовою і ліктьовою частинами зігнутої у лікті правої руки з напилком, встановленим на губки лещат (початкове положення), утворюється кут, рівний  $90^\circ$  (рис. 4.6, а). При цьому корпус працюючого повинен бути прямим і розвернутим під кутом  $45^\circ$  до лінії осі лещат (рис. 4.6, б).

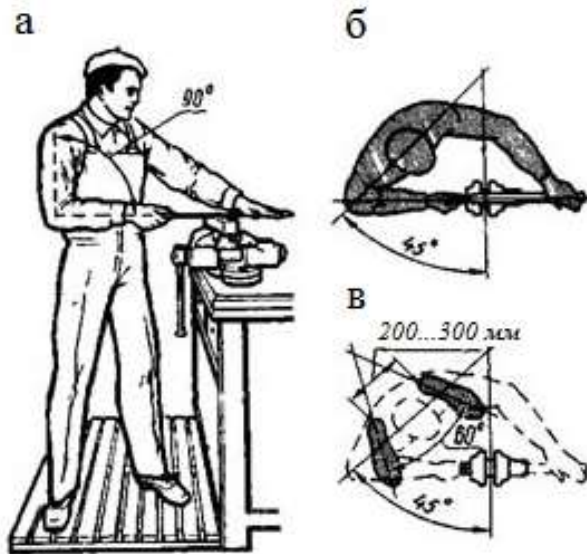


Рис. 4.6. Положення рук (а), корпусу (б) і ніг (в) при обпилюванні

*Положення ніг.* На початку робочого ходу напилка маса тіла припадає на праву ногу. При натиску центр ваги переходить на ліву ногу. Цьому відповідає наступна розстановка ніг: ліва виноситься вперед по напрямку руху напилка, праву ногу відставляють від лівої на 200...300 мм так, щоб середина її ступні знаходилась проти п'ятки лівої ноги (рис. 4.6, в).

*Положення рук.* Слюсар бере рукоятку напилка в праву руку так, щоб остання впиралася в долоню, чотири пальці захоплювали рукоятку знизу, а великий палець розміщувався зверху. Долоню лівої руки накладають дещо поперек напилка на відстані 20...30 мм від його носка.

*Координація зусиль.* Переміщення напилка повинно бути горизонтальним, тому натиск на його рукоятку і носок повинні змінюватись в залежності від положення точки опори напилка на поверхні, що обробляється (рис. 4.7).

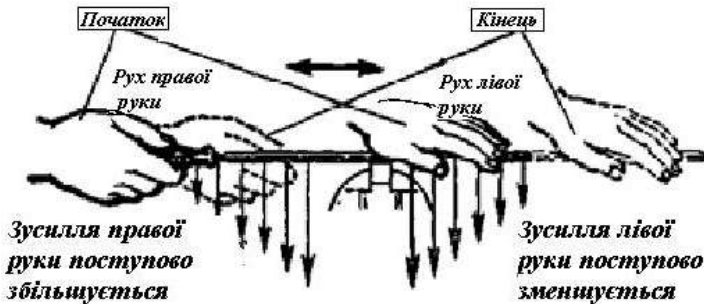


Рис. 4.7. Координація зусиль при обпилюванні

*Обпилювання поверхні* спочатку виконують зліва направо під кутом 30...40° до осі лещат, потім, не перериваючи роботи, прямим штрихом, закінчують обпилювання косим штрихом під тим же кутом, але справа наліво. Такий рух напилка забезпечує отримання необхідних площинності і шорсткості поверхні.

*Контроль обпиленої поверхні* виконують за допомогою повірочних лінійок, штангенциркулів, кутників і повірочних плит.

### ***Контрольні запитання:***

1. Яку операцію називають обпилюванням, які інструменти використовують для обпилювання?
2. Як розрізняються напилки за формою та видом насічки?
3. Як класифікуються напилки за призначенням?
4. Чим відрізняються напилки загального і спеціального призначення?

### ***Практичне заняття №5***

#### ***Свердління, зенкерування, зенкування, розвірчування***

***Мета роботи:*** Ознайомитися з технологією виготовлення і обробки отворів, інструментами та обладнанням, які для цього використовуються, їх будовою та особливостями застосування.

***Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:*** лещата, кріпильні плити, набір свердел, набір зенкерів, набір зенківок, набір розверток, штангенциркуль, набір калібрів, заготовки для виконання робіт.

#### **Програма та порядок проведення роботи**

1. Вивчити види і типи інструментів для виготовлення та обробки отворів, їх призначення, будову та методику виготовлення і обробки отворів.
2. Виконати свердління та обробку отвору в деталі та контроль допусків розмірів поверхні після обробки.
3. Скласти звіт.

#### ***Загальні відомості***

***Свердління*** – утворення отвору в суцільному матеріалі шляхом зняття стружки за допомогою різального інструменту – свердла.

Свердління застосовується для отримання невідповідальних отворів невисокого ступеню точності і значної шорсткості (під кріпильні болти, заклепки, шпильки і т.д.); для отримання отворів під нарізання різьби, розвірчування і зенкування.

**Розсвердлювання** – збільшення розміру отвору в суцільному матеріалі, отриманому литтям, куванням, штампуванням або іншими способами.

Отримані отвори мають точність не вище 11...12 квалітетів і шорсткість поверхні  $Rz\ 25...80$ .

Свердла бувають різних видів (рис. 5.1): перові, спіральні, центрувальні, комбіновані.

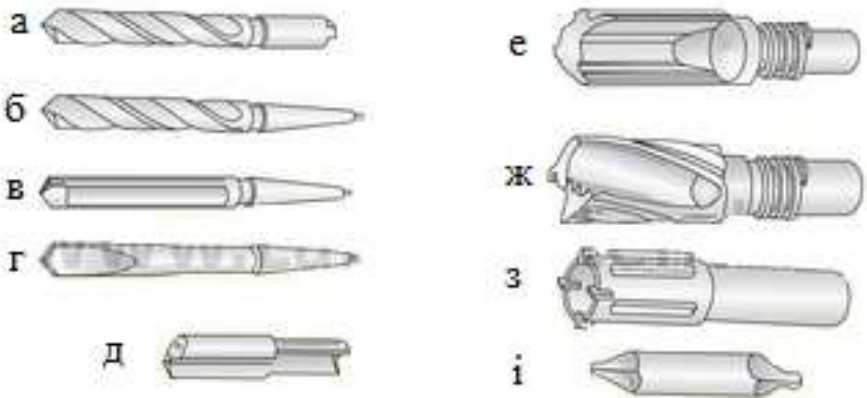


Рис. 5.1. Свердла: а, б – спіральні; в – з прямими канавками; г – перове; д – спеціальне; е – однокромочне з внутрішнім відводом стружки для глибокого свердління; ж – двокромочне для глибокого свердління; з – для кільцевого свердління; і – центрувальне

В машинобудуванні переважного розповсюдження отримали спіральні свердла і рідше – свердла спіральних видів.

*Спіральне свердло* (рис. 5.2) – складається з двох основних частин – робочої і хвостовика. Робоча частина, в свою чергу, складається з циліндричної і різальної частин. На циліндричній частині є дві гвинтові канавки, розміщені одна проти другої, по

яких відводиться стружка в процесі різання. Напря́м гвинтових канавок звичайно правий. Лі́ві свердла застосовуються дуже рідко.

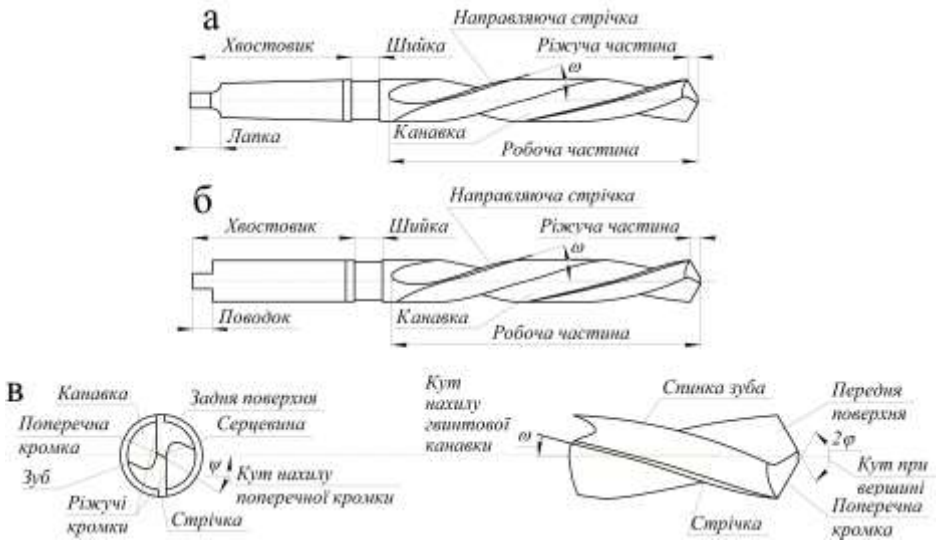


Рис. 5.2. Спиральні свердла (а, б) і елементи свердла (в)

Кут нахилу гвинтової канавки свердла складає: для свердління сталі – 18...30°, для свердління крихких металів – 22...25°, для обробки алюмінію, дюралюмінію – 45°.

Уздовж канавок на циліндричній частині свердла є вузькі смужечки, які називаються стрічками. Вони призначені для зменшення тертя свердла об стінку отвору. Свердла  $\varnothing 0,25 \dots 0,5$  мм виготовляють без стрічок.

Зменшення тертя свердла по стінках отвору досягається також тим, що робоча частина свердла має зворотній конус, тобто діаметр свердла біля різальної частини більший, ніж на іншому кінці, біля хвостовика. Різниця цих діаметрів складає 0,03...0,12 мм на кожні 100 мм довжини свердла.

Різальна частина свердла утворюється двома різальними кромками, розміщеними під певним кутом одна до одної. Цей кут називають кутом при вершині. Його величина залежить від

властивостей матеріалу, що обробляється. Для сталі і чавуну середньої твердості він дорівнює  $116\dots118^\circ$ , латуні, м'якої бронзи –  $130\dots140^\circ$ .

Хвостовик призначений для закріплення свердла у свердлильному патроні або шпинделі верстата і може бути циліндричної форми.

Шийка свердла, що з'єднує робочу частину з хвостовиком, служить для виходу абразивного круга у процесі шліфування свердла при його виготовленні.

Виготовляють свердла переважно із швидкорізальної сталі марок P9, P18, P6M5, P6M5K5 і ін..

Для свердління загартованих сталей, твердого чавуну, пластмас, скла і інших твердих матеріалів *свердла* оснащують *твердосплавними пластинами*.

*Свердла з гвинтовими канавками* забезпечують значно кращий вихід стружки із отворів. Це досягається завдяки тому, що на довжині  $1,5\dots2$  діаметра свердла канавка пряма, а далі – гвинтова.

*Свердла з прямими канавками* застосовують при свердлінні отворів в крихких металах.

*Свердла з косими канавками* застосовують для свердління неглибоких отворів через те, що довжина канавок в них дуже мала.

*Свердла з отворами для підведення охолоджуючої рідини* до ріжучої кромки призначені для свердління глибоких отворів у важких умовах.

*Твердосплавні монолітні свердла* призначені для обробки вогнетривких сталей. Корпуси твердосплавних свердел виготовляють із сталі P6M5, 9XC, 40X і 45X, свердла – BK10M.

*Комбіновані свердла* застосовують для одночасного свердління і зенкування, свердління і розвірчування, і т.д.

**Зенкерування** – процес обробки зенкерами циліндричних і конічних необроблених отворів в деталях, отриманих литтям, куванням або штампуванням, або отворів, попередньо просвердлених з метою збільшення їх діаметра, покращення якості поверхні, підвищення точності. Зенкерування забезпечує точність обробки отворів в межах 8...13-го квалітетів, шорсткість обробленої поверхні  $Ra\ 10...2,5$ .

Зенкерування виконують інструментом – зенкером, який має три-чотири різальні кромки і складається (рис. 5.3) із робочої частини 2, шийки 4, хвостовика 5 і лапки 6. Робоча частина 2, в свою чергу, складається із різальної 1 і калібруючої 3 частин.

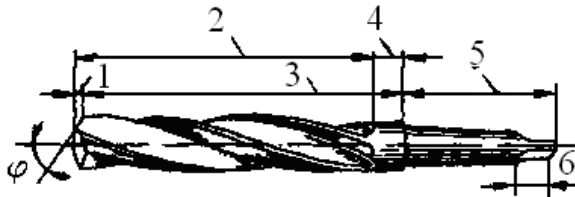


Рис. 5.3. Основні елементи зенкера

Зенкери виготовляють з швидкорізальної сталі; вони бувають двох типів – суцільні з конічним хвостовиком і насадні. Перші призначені для попередньої, а другі – для остаточної обробки отворів.

**Зенкування** – це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень і фасок просвердлених отворів під головки болтів, гвинтів і заклепок.

Основною особливістю зенківки в порівнянні з зенкерами є наявність зубів на торці і направляючих цапф, якими зенківки вводяться в просвердлений отвір.

По формі різальної частини зенківки поділяють на циліндричні, конічні і торцеві (цеківки) (рис. 5.4).

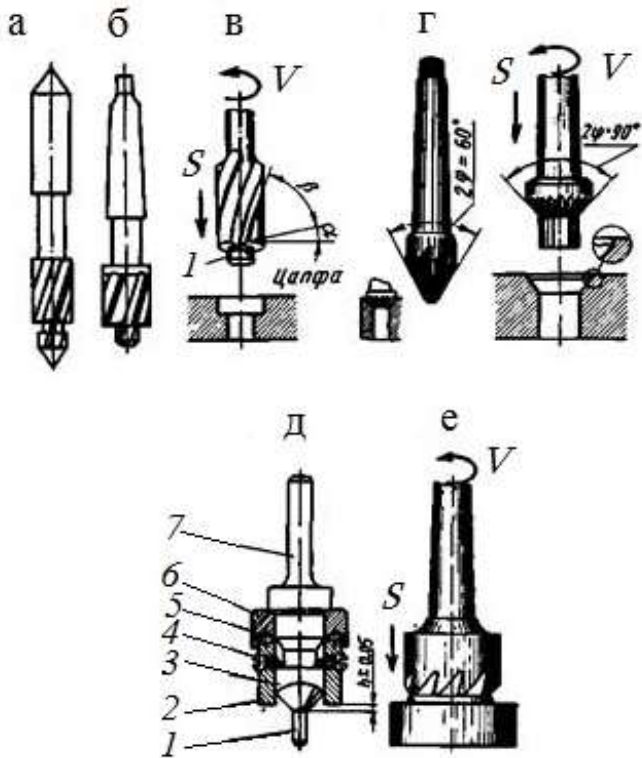


Рис. 5.4. Зенківки циліндричні з постійною направляючою і циліндричним хвостовиком (а) і зі змінною направляючою і конічним хвостовиком (б), кути зенківки (в), конічні зенківки (г), державка з зенківкою і обмежувачем, що обертається (д), цеківка (е)

**Розвірчування** – процес чистової обробки отворів, який забезпечує точність по 7...9-му квалітетам і шорсткість поверхні  $Ra$  1,25...0,63. Ця операція виконується слюсарними або верстатними розвертками.

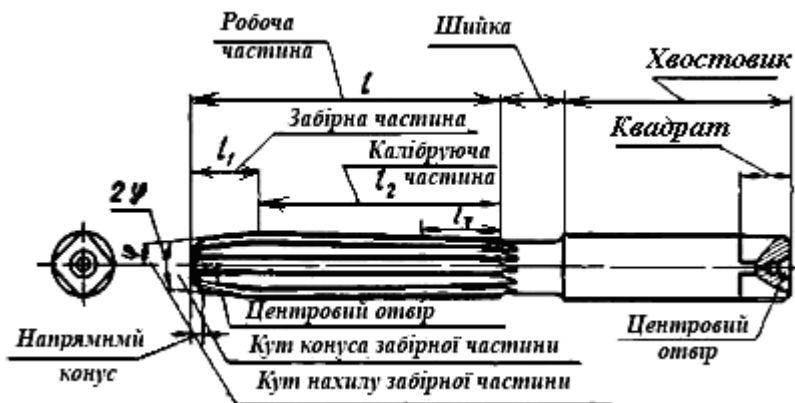


Рис. 5.5. Основні елементи розвертки

Розвертка (рис. 5.5) складається з робочої частини, шийки і хвостовика. Робоча частина поділяється на забірну, різальну (конічну) і калібруючу частини. Зуби на робочій частині (гвинтові або прямі) можуть розміщуватись рівномірно по колу або нерівномірно. Розвертки з нерівномірним кроком застосовують для обробки отворів вручну. Вони дають змогу уникнути утворення огранки, тобто отворів неправильної форми.

Виготовляють розвертки з тих же матеріалів, що й свердла.

### ***Практична частина***

Практична частина даної роботи полягає у виконанні однієї із операцій: свердління, зенкерування, зенкування або розвірчування отвору деталі, вказаної викладачем.

Перед початком виконання операції необхідно правильно визначити тип інструменту залежно від матеріалу деталі, розмірів отвору і функціонального призначення отриманої поверхні отвору.

Після вибору інструменту необхідно: 1) виконати розмітку поверхні (при свердлінні) за допомогою штангенциркуля та маркерів (металевих або хімічних); 2) закріпити деталь (заготовку)

у лещатах, кріпильних плитах або за допомогою спеціальних пристосувань.

Операції обробки отворів виконують в основному на свердлильних або токарних верстатах. Однак у тих випадках, коли деталь неможливо встановити на верстат, або отвори розміщені у важкодоступних місцях, обробку виконують вручну за допомогою воротків, ручних або механізованих (електричних або автоматичних) дрилів.

Для налагодження верстата на той чи інший вид обробки отворів важливо правильно встановити режим обробки.

### **Режими різання**

При виконанні свердлильних робіт важливо правильно призначити режими різання – швидкість різання і подачу.

**Швидкість різання  $V$**  (м/с) при свердлінні називають величину шляху, що його проходить найвіддаленіша від осі інструмента точка різальної кромки за одиницю часу.

Швидкість вибирають в залежності від властивостей матеріалу, що обробляється, діаметра, матеріалу, форми загострення різальної частини інструмента і інших факторів. Слід пам'ятати загальне правило: чим твердіший матеріал, який підлягає свердлінню, і більший діаметр свердла, тим менша швидкість різання.

Якщо відомі частота обертання свердла і його діаметр, то швидкість різання підраховують по формулі:

$$V = \pi D n / 1000 \quad (5.1)$$

де  $D$  – діаметр свердла, мм;

$n$  – частота обертання свердла, об/хв.

**Подача  $S$**  – це величина переміщення інструмента відносно заготовки вздовж його осі за один оберт. Значення подач також залежить від властивостей матеріалу, що обробляється, матеріалу свердла та інших властивостей.

Визначаючи швидкість різання і подачу, враховують глибину різання.

**Глибина різання  $t$**  при свердлінні – це відстань між обробленою та оброблюваною поверхнями, виміряне перпендикулярно до осі заготовки.

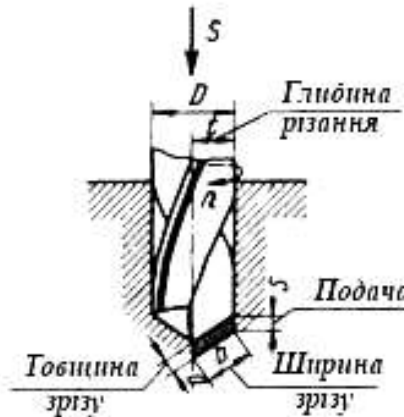


Рис. 5.6. Елементи різання

Глибину різання (мм) визначають за формулою:  $t = D/2$ .

При розсвердлюванні глибина різання визначається як половина різниці між діаметром  $D$  свердла і діаметром  $d$  раніше обробленого отвору, тобто  $t = (D - d)/2$ .

При виборі режимів різання в першу чергу підбирають найбільшу подачу в залежності від якості поверхні, що обробляється, міцності свердла й верстата і інших факторів та корегують по кінематичним даним верстата, а потім встановлюють таку швидкість різання, при якій стійкість інструмента між перезагостреннями буде найбільшою.

Після того, як за визначеними режимами різання виконали операцію обробки (утворення) отвору, здійснюють контроль обробленого (утвореного) отвору за допомогою штангенциркуля (при невисокій точності обробленої поверхні отвору) або калібрів.

### **Контрольні запитання:**

1. Які операції називають свердлінням, розсвердлюванням, зенкеруванням, зенкуванням, які інструменти використовують для виконання цих операцій?
2. Які свердла ви знаєте?
3. Які складові режимів різання ви знаєте?
4. Як правильно вибрати режими різання?

## **«ВИДИ З'ЄДНАНЬ»** (Практичні заняття № 6-10)

### **Практичне заняття №6**

#### **Різьби, їх класифікація та способи отримання**

**Мета роботи:** Ознайомитись зі способами утворення різьб, їх класифікацією та інструментом, що при цьому використовується

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** слюсарний верстат, лещата, заготовки для виготовлення різьб, різьбонарізний інструмент та оснащення для його кріплення, заготовки.

#### **Загальні відомості**

Різьбові роз'ємні з'єднання знаходять широке застосування в машинобудуванні. Основними деталями різьбового з'єднання є гвинт (болт) і гайка.

Частіше за все застосовують метричне трикутне різьблення (рис. 6.1, а), яке звичайно називають кріпильним і використовують для кріпильних деталей: болтів, гвинтів, шпильок і гайок. Крім трикутних різьб бувають різьби з прямокутним (рис. 6.1, б), трапецеїдальним (рис. 6.1, в), круглим (рис. 6.1, д) профілями і профілем у вигляді нерівнобічної трапеції – упорна різьба (рис. 6.1,

г). За напрямом навивки різьби бувають праві і ліві. У правих різьб гвинтова лінія підіймається зліва направо (по ходу годинникової стрілки). В машинобудуванні переважно застосовують праві різьби.

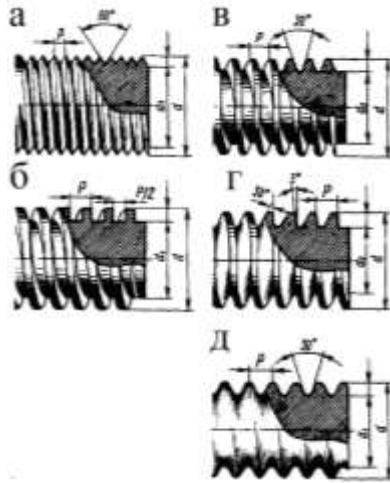


Рис. 6.1. Профілі і елементи різьби

Нарізування різьби можна проводити на верстатах і вручну. В практиці слюсарної обробки для нарізування внутрішньої різьби в отворах застосовують мітчики, а для нарізування зовнішньої різьби – плашки різної конструкції. Мітчики за призначенням діляться на ручні, машинно-ручні, машинні і гайкові. Мітчик має робочу частину і хвостовик, що закінчується квадратом для комірчика (рис. 6.2, а).

Перо мітчика має форму клина з відповідними кутами: переднім  $\gamma$ , отриманим шляхом заточування передньої поверхні канавки (рис. 6.2, б) і заднім  $\alpha$ , отриманим шляхом заточування по зовнішньому діаметру різальної частини (рис. 6.2, в).

Ручні (слюсарні) мітчики для метричної і дюймової різьб виготовляють комплектами з двох і трьох мітчиків. Комплекти з двох штук (чорновий і чистовий) застосовують для різьб з кроком

до 3 мм включно; з трьох штук (чорнової, середньої і чистової) – з кроком різьби понад 3 мм (рис. 6.3).

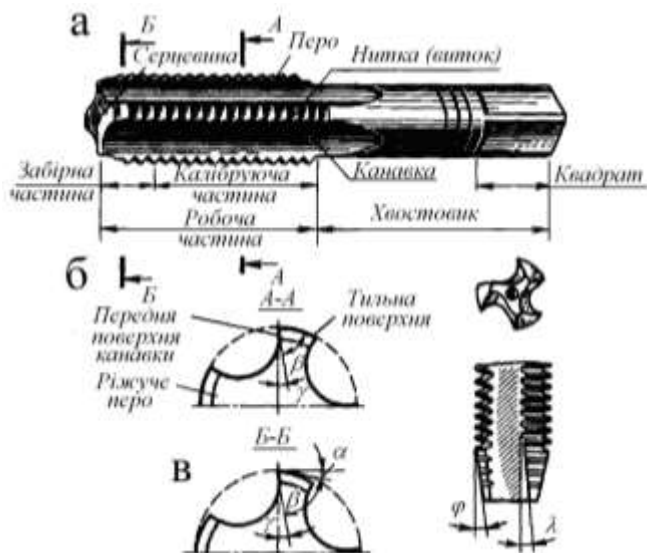


Рис. 6.2. Будова мітчика

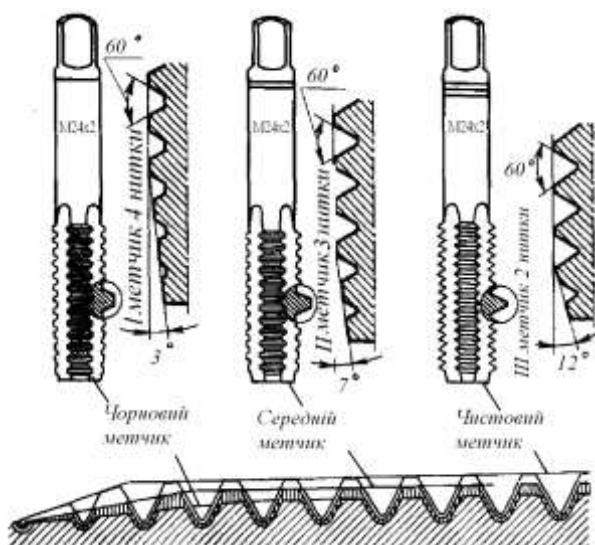


Рис. 6.3. Комплект ручних мітчиків

Повний профіль різьби має тільки чистовий мітчик. Чорновий і середній мітчики мають менші зовнішні діаметри. Різна і довжина забірною конуса у кожного мітчика: у чорнового – (4...5)  $P$ , у чистового – (1,5...2)  $P$ . Кожний мітчик в комплекті має на хвостовій частині відповідно одну, дві або три риски (кільця). В такому ж порядку їх використовують при нарізуванні різьби.

При нарізуванні внутрішніх різьб велике значення має правильний вибір діаметра отвору під різьбу. Якщо діаметр отвору виконаний більшим за потрібного, то різьба не має повного профілю. При меншому діаметрі отвору вхід мітчика в нього утруднений, що веде або до зриву різьби, або до заклинювання і поломки мітчика. Діаметр свердла для отвору під нарізування метричної і дюймової різьб вибирають за спеціальними таблицями (табл. 6.1). Діаметр свердла (мм) для отвору під різьблення приблизно можна обчислювати за формулою

$$d_{ce} = D - P$$

де  $d_{ce}$  – діаметр свердла для отвору під різьблення, мм;

$D$  – зовнішній діаметр різьби гайки, мм;

$P$  – крок різьблення, мм.

Глухі отвори під різьблення потрібно свердлити дещо глибше, на величину  $y = (5...6) P$ , ніж задана довжина різьблення в отворі.

Нарізування різьби мітчиками включає наступні прийоми.

Після підготовки отворів під різьбу приступають до нарізування різьби, для чого необхідно: вибрати мітчики відповідно до необхідної різьби по кресленню деталі, закріпити заготовку в лещатах, змастити робочу частину чорнового мітчика мастилом і вставити його забірною частиною в отвір строго по його осі (без перекосу), надіти на мітчик вороток і, злегка натискуючи лівою рукою на мітчик вниз (до заготовки), правою рукою обернути вороток по ходу годинникової стрілки до

врізування мітчика в метал на декілька ниток, поки його положення в отворі не стане стійким, далі, узявши вороток двома руками, плавно обертати його по ходу годинникової стрілки. Після одного-двох оборотів необхідно зробити півоберта назад для дроблення стружки і продовжувати нарізування різьби до повного входу робочої частини мітчика в отвір, вивернути мітчик зворотним обертанням з отвору, прорізати різьбу середнім, а потім чистовим мітчиками. Мітчик, змащений мастилом, вкручують в отвір без воротка, і лише після того, як він пройде правильно по різьбі, на квадрат хвостовика надягають вороток і продовжують нарізування різьби. Прийоми нарізування різьби мітчиками в наскрізних і глухих отворах показані на рис. 6.4, а, б.

В якості змащувально-охолоджуючої рідини при нарізуванні різьб в сталевих і бронзових заготовках застосовують розчин емульсолу, сульфофрезол, мінеральне мастило, при обробці чавуну і алюмінієвих сплавів – гас, а також без охолодження.

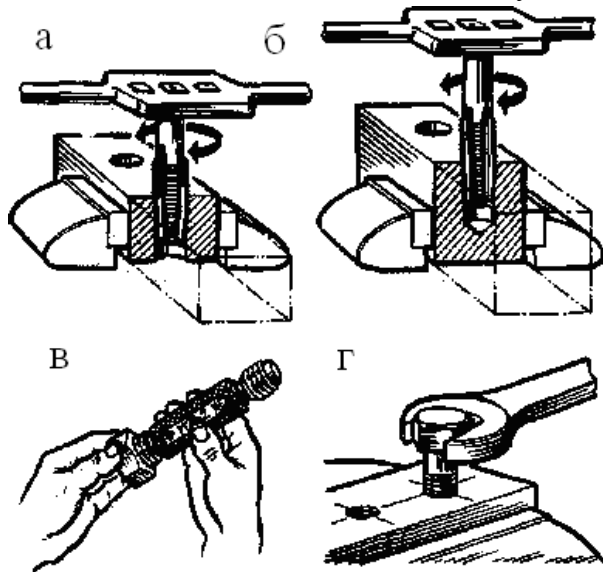


Рис. 6.4. Прийоми нарізування і контролю внутрішньої різьби

Якість різьбової поверхні визначають зовнішнім оглядом для виявлення задирок і зірваних ниток. Точність різьблення перевіряють різьбовими калібрами-пробками (прохідна пробка повинна угвинчуватися, непрохідна – не угвинчуватися). Різьблення в глухому отворі перевіряють укручуванням контрольного болта (рис. 6.4, в, г).

При нарізуванні різьблення мітчиками необхідно дотримуватись наступних правил: нарізувати різьбу повним набором мітчиків, не перенавантажуючи чистовий мітчик; середній і чистовий мітчики вводити в отвір без воротка, не допускаючи перекосу мітчика; при нарізуванні різьби в глухих отворах мітчики періодично вивертати з отвору і очищати канавки від стружки, а при обробці дрібних заготовок також видаляти стружку з отвору; для запобігання поломок мітчиків, підвищеного зусилля (крутного моменту), передаваного рукою слюсаря, застосовувати мітчик, відповідний даному діаметру нарізуваної різьби; для отримання якісної різьби і запобігання поломок мітчиків через підвищене тертя і нагрів обов'язково застосовувати змащувально-охолоджуючу рідину.

Зовнішню різьбу проводять *плашками* вручну і на верстатах.

Залежно від конструкції плашки поділяють на круглі (лерки) і розсувні (призматичні). Круглі плашки виготовляють суцільними (рис. 6.5, а) і розрізними (рис. 6.5, б), які мають проріз, що дозволяє регулювати діаметр різьби в межах 0,1...0,15 мм.

Плашку кріплять в спеціальному воротку (плашко-утримувачі) з одним або двома кріпильними і трьома фіксуючими гвинтами. Крайні гвинти служать для зменшення (стиснення), середній для збільшення (розтиску) розміру плашки. Нарізування різьби проводять за один хід.

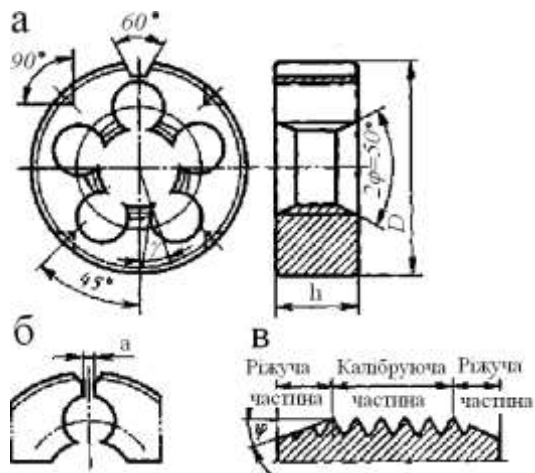


Рис. 6.5. Частина і елементи круглої плашки: *a* – кругла плашка до розрізання; *б* – розрізана кругла плашка; *в* – профіль різьби робочої частини

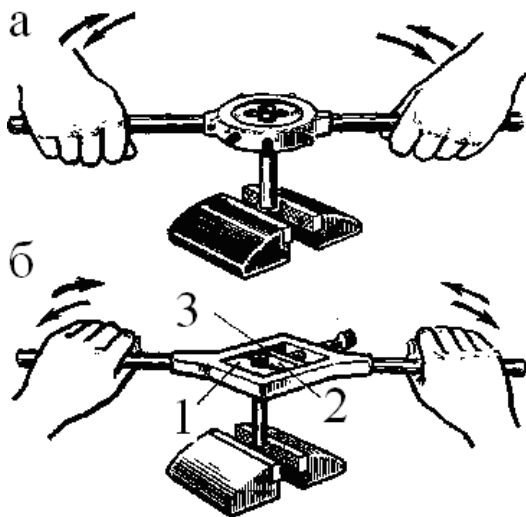


Рис. 6.6. Прийоми нарізування різьби плашками

Розсувні (призматичні) плашки (рис. 6.6) складаються з двох половинок – напівплашок 1 і 2. На бічних сторонах напівплашок є

кутові пази, якими вони встановлюються в направляючі виступи клупа (воротка) і підтискаються гвинтом. Цим же гвинтом можна змінювати відстань між напівплашками і забезпечувати діаметр різьби в потрібних межах.

Нарізування різьби можна проводити в декілька проходів, що значно полегшує процес різання.

При виборі діаметра стрижня під зовнішню різьбу необхідно керуватися наступним: якщо діаметр виконаний більше потрібного, то збільшується тиск на зуби плашки, що приводить або до зриву різьби, або до поломки зубів плашки. При значно меншому діаметрі стрижня різьба не має повного профілю. Для отримання якісної різьби діаметр стрижня вибирають по табл. 6.1 або приймають на 0,1 мм менше зовнішнього діаметра різьби.

Таблиця 6.1

Діаметри стрижнів під різьбу при нарізуванні різьб  
плашками, мм

Діаметр	Крок $P$	Діаметр стрижня	
		найбільший	допуск
2,0	0,4	1,94	-0,06
2,3	0,4	2,24	-0,06
2,6	0,45	2,54	-0,06
3,0	0,5	2,94	-0,06
4,0	0,7	3,92	-0,08
6,0	1,0	5,92	-0,08
8,0	1,25	7,90	-0,10
10,0	1,5	9,90	-0,10
12,0	1,75	11,88	-0,12
14,0	2,0	13,88	-0,12
16,0	2,0	15,88	-0,12
18,0	2,5	17,88	-0,12
20,0	2,5	19,86	-0,14

**Нарізування зовнішньої різьби круглими плашками** включають наступні прийоми.

Узяти заготовки з необхідним діаметром стрижня. Підготувати інструмент до роботи, для чого злегка відвернути всі гвинти на воротку (плашкотримачі), вставити плашку в гніздо воротка так, щоб маркування на плашці було ззовні, а поглиблення розташовувалися проти стопорних гвинтів. Закріпити плашку у воротку стопорними гвинтами. Для розрізної плашки крайні регульовальні гвинти воротка відвернути, а середній гвинт щільно завернути, розтиснувши плашку. Перевірити штангенциркулем діаметр стрижня і наявність на його кінці фаски для полегшення урізування плашки. За відсутності фаски обпиляти її напилком.

Пристаюючи до нарізування зовнішньої різьби плашками необхідно: закріпити стрижень в лещатах вертикально так, щоб його кінець виступав над губками лещат на 15...20 мм більше довжини нарізуваної частини, змазати кінець стрижня машинним мастилом, накласти плашку на кінець стрижня так, щоб маркування було знизу, і, натискуючи на корпус воротка долонею правої руки, лівою рукою обертати його за рукоятку по ходу годинникової стрілки до повного урізування плашки, узявши вороток двома руками, плавно обертати його по ходу годинникової стрілки. Після одного-двох обертів необхідно зробити півоберта назад, продовжувати нарізування різьби, рясно змастивши стрижень мастилом, зняти плашку із стрижня зворотним обертанням.

При нарізуванні різьби розрізною плашкою необхідно прорізати стрижень на необхідну довжину вказаним вище способом і, знявши плашку зворотним обертанням, перевірити різьбу різьбовим калібром-кільцем або контрольною гайкою. Якщо гайка або прохідне кільце не нагвинчується, прорізати стрижень ще раз, регулюючи розмір різьби плашки регульовальними гвинтами.

При нарізуванні різьби розсувними плашками в клупі необхідно підготувати інструмент до роботи, для чого вкласти в рамку клупа послідовно напівплашки 1 і 2 і сухар 3 (рис. 6.6), так, щоб маркування на плашках було з боку маркування на корпусі клупа, і злегка піджати сухар нажимним гвинтом. При нарізуванні різьби надіти плашку на кінець стрижня так, щоб вона охоплювала стрижень на  $3/4$  своєї товщини, і затягнути нажимний гвинт. Потім, змазавши плашку і кінець стрижня мастилом, прорізати стрижень на необхідну довжину, застосовуючи спосіб, вказаний для круглих плашок.

Обертаючи клуп проти годинникової стрілки, встановити його в первинне положення, повернути нажимний гвинт на півоберта і знову прорізати різьбу на стрижні (зробити другий – напівчистовий прохід). Продовжувати нарізування в такому порядку до отримання повного профілю різьби, перевіряючи різьбу калібрами-кільцями або контрольною гайкою.

На рис. 6.6. показано прийоми нарізання зовнішньої різьби круглими (рис. 6.6, а) і розсувними (рис. 6.6, б) плашками в клупі.

Якість різьби перевіряють зовнішнім оглядом для виявлення задирок і зірваних ниток, а точність – калібрами-кільцями або контрольною гайкою.

### ***Контрольні запитання:***

1. Що називають різьбою?
2. Класифікація різьб за системою розмірів.
3. Назвіть параметри різьби.
4. Дати визначення кроку різьби.

## ***Практичне заняття №7***

### ***Роз'ємні з'єднання***

**Мета роботи:** Ознайомитись із технологічними особливостями складання деталей з використанням з роз'ємних з'єднань та особливостями їх застосування.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** набір ключів ріжкових, набір шестигранних головок, динамометричний ключ, набір болтів, гайок, шайб, шпильок, штифтів, шплінтів, шпонок, шліцьових валів.

#### **Програма та порядок проведення роботи.**

1. Вивчити види та типи роз'ємних з'єднань, їх призначення та методику скріплення деталей.
2. Виконати збирання деталей за допомогою різьбових, шпонкових, шліцьових та штифтових з'єднань.
3. Скласти звіт.

#### ***Загальні відомості***

В машинобудуванні застосовують наступні види складання окремих деталей в складальні одиниці: роз'ємні і нероз'ємні.

**Роз'ємні з'єднання** – такі з'єднання, які можна неодноразово розбирати і знову збирати без руйнування або суттєвого пошкодження з'єднаних елементів. До них відносяться різьбові (болтові, шпилькові і т.д.), шпонкові, шліцьові і інші з'єднання.

***Різьбові з'єднання*** – з'єднання деталей за допомогою різьби, яка забезпечує їх відносну нерухомість. Для виконання різьбових з'єднань застосовують болти, гвинти, шпильки і інші кріпильні деталі (рис. 7.1).

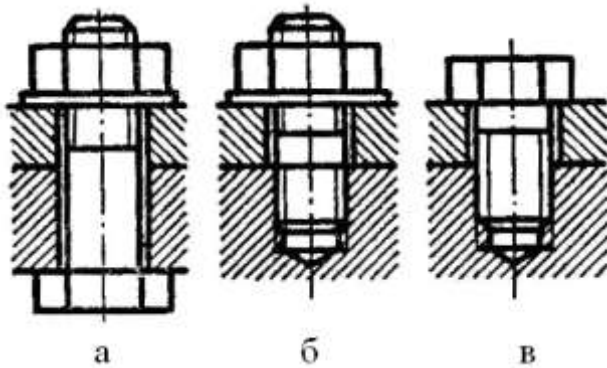


Рис. 7.1. Приклади різьбових з'єднань:  
а – болтове; б – шпилькове; в – гвинтове.

*Болт* – циліндричний стержень з головкою на одному кінці і різьбою на іншому. Зазвичай болти застосовують для з'єднання деталей невеликої товщини при необхідності їх частого з'єднання і роз'єднання.

Головка болта може мати різну форму: шестигранну, квадратну, прямокутну, напівкруглу, конічну з квадратним підголовком і ін. Найбільшого розповсюдження набули болти з шестигранною головкою.

При скріпленні деталей на різьбу болта нагвинчується *гайка*. В машинобудуванні широко застосовуються шестигранні, квадратні гайки, а також спеціальної форми: круглі, гайки-баранці і інші. Вибір типу гайки залежить від умов роботи болтового з'єднання.

При збиранні різьбових з'єднань під гайки або головки болтів зазвичай підкладають *шайби*. Їх ставлять в тому випадку, якщо необхідно збільшити опорну поверхню під гайкою і захистити поверхню деталі від пошкодження гранями гайки.

Для того, щоб попередити самовільне розгвинчування болтового з'єднання, застосовують *пружинні шайби*. Як засіб проти самовільного відгвинчування гайок застосовують також контргайки і шплінти.

*Контргайка* – це друга гайка, нагвинчена вище першої і щільно до неї прилягає. *Шплінт* – складений вдвічі шматок м'якого сталюого дроту напівкруглого перерізу, більш надійний засіб проти відгвинчування. Вузькою частиною шплінт вставляють в проріз гайки (корончатої), потім в наскрізний отвір болта або шпильки. Після виходу кінців зовні їх розводять в різні сторони.

Широкое розповсюдження набуло і інше роз'ємне з'єднання – *шпонкове*. Шпонки застосовують для жорсткого з'єднання деталей, які передають крутний момент.

Існує декілька різновидів шпонок, які відрізняються між собою по конструкції: призматичні, клинові, сегментні (рис. 7.2, а – в), тангенціальні. Для встановлення шпонок на валу і у втулці деталі, що закріплюється, роблять заглиблення – шпонкові канавки (пази) по формі і розміру шпонок.

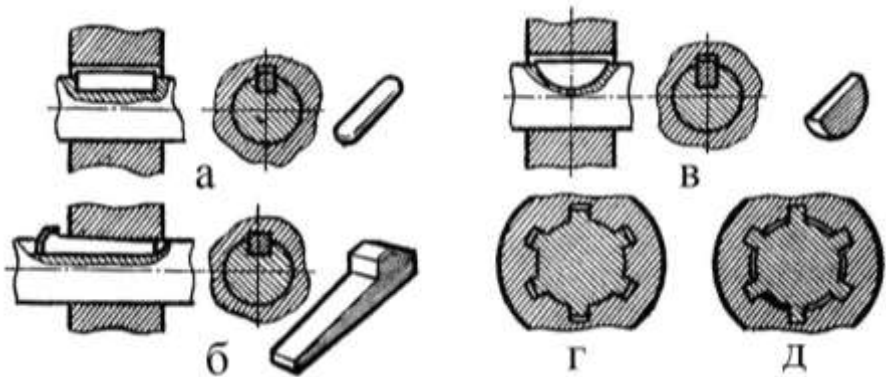


Рис. 7.2. Типові шпонкові і шліцьові з'єднання:

а – призматична шпонка; б – клинова шпонка; в – сегментна шпонка; г – шліцьове з'єднання, яке центрується по внутрішньому діаметру; д – шліцьове з'єднання, яке центрується по зовнішньому діаметру.

**Шліцьові з'єднання** використовують в передавальних механізмах для складання валів з зубчастими колесами, муфтами і

іншими деталями. Шліцьове з'єднання нагадує шпонкове, тільки замість однієї канавки по всьому колу вала виготовляється декілька канавок і виступів (шліців) прямокутного, трикутного або евольвентного профілю; точно такі ж шліці робляться і в маточині деталі (рис. 7.2, з-д). Переваги: забезпечують більш точне розміщення деталі на валу, дозволяють передавати більші обертальні моменти, зносостійкі і довговічні.

Для з'єднання деталей застосовують також *штифти* – циліндричні або конічні стрижні, які щільно підганяють до отворів деталей. Для таких з'єднань, в яких потрібно досягти строго визначеного положення деталей, застосовують встановлювальні штифти.

### ***Практична частина***

Практична частина даної роботи полягає у виконанні складання деталей у складальні одиниці, вказані викладачем.

Перед початком виконання складання необхідно правильно визначити тип з'єднання залежно від умов роботи і функціонального призначення роз'ємного з'єднання, матеріалу деталі, форми поверхні.

Для складання відповідальних з'єднань (головка блока ДВЗ, корпуси корінних і шатунних підшипників і т.д.) необхідно використовувати *динамометричний ключ*. Конструкцією динамометричного ключа передбачається загвинчування болтів, гайок, шпильок з визначеним зусиллям. Це дає можливість запобігти зриву різьби і забезпечує необхідну міцність різьбового з'єднання.

При складанні деталей за допомогою шпонкового і шліцьового з'єднання необхідною умовою є подібність розмірів та форм виступів і впадин валу й отвору. В іншому випадку такі

деталі неможливо буде скласти або ж місце з'єднання буде інтенсивно зношуватись.

### ***Контрольні запитання:***

1. Назвіть види роз'ємних з'єднань.
2. Що представляє собою різьбове з'єднання і які його різновиди?
3. Що представляє собою шпонкове з'єднання і які види шпонок в ньому використовуються?
4. Чим відрізняється шліцьові і шпонкові з'єднання?

## ***Практичне заняття №8***

### ***Заклепкові з'єднання, їх класифікація***

***Мета роботи:*** Ознайомитись з правилами виконання заклепкових з'єднань та інструментом, що при цьому використовується.

***Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:*** слюсарний верстат, лещата, заклепки різних видів, слюсарний інструмент, зразки для виконання клепок.

### ***Загальні відомості***

*Клепкою* називається процес отримання нероз'ємного з'єднання двох або декількох деталей за допомогою заклепок. Заклепувальні з'єднання широко застосовують при виготовленні різних металевих конструкцій, ферм, балок, ємкостей в сільськогосподарському машинобудуванні, літакобудуванні, суднобудуванні і т.п. Заклепка (рис. 8.1) складається з циліндричного стержня та заставної головки. Заставна головка утворюється при виготовленні заклепки, а замикаюча – при розклепуванні стержня заклепки (рис. 8.1, а, б). При виготовленні заклепок між стержнем і головкою роблять заокруглення (галтель),

що збільшує міцність заклепки і герметичність шва. Відповідно до призначення заклепки мають різні форми головок (рис. 8.2, *a...e*). Залежно від матеріалу деталей, що з'єднуються, заклепки виготовляють з вуглецевої, легованої, неіржавіючої сталі, кольорових металів і сплавів, алюмінію. Заклепки повинні бути виготовлені з того ж металу, що і деталі, які з'єднуються.

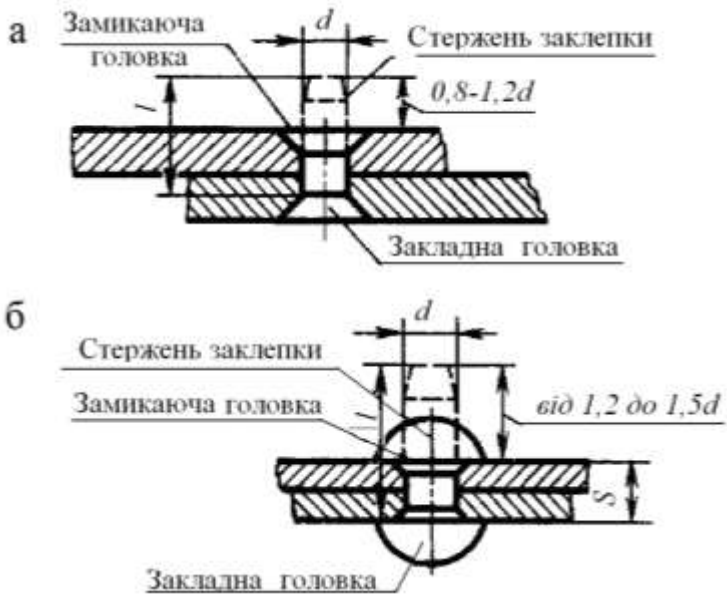


Рис. 8.1. Елементи заклепкового з'єднання: *a* – з потайною головкою; *б* – з напівкруглою головкою; *l* – довжина стрижня заклепки; *d* – діаметр стрижня заклепки; *s* – сумарна товщина склепуваних деталей.

Заклепки, розташовані в певному порядку в один або декілька рядів для отримання нероз'ємного з'єднання, утворюють заклепувальний шов. Заклепувальні шви діляться на три типи: *міцні*, від яких потрібна тільки механічна міцність; *щільно-міцні* і *щільні*, від яких потрібна герметичність з'єднання.

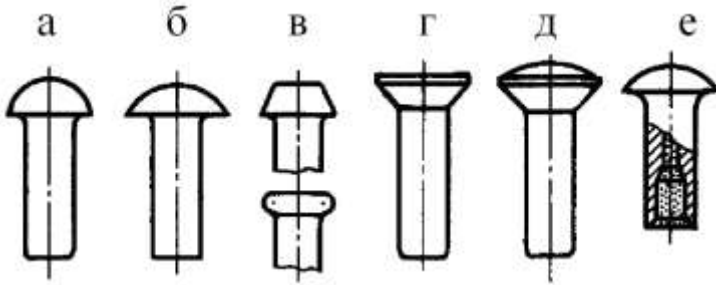


Рис. 8.2. Основні типи заклепок: *а* – з напівкруглою високою головою; *б* – з напівкруглою низькою головою; *в* – з плоскою головою; *г* – з потайною головою; *д* – з напівпотайною головою; *е* – вибухова заклепка

Залежно від розташування деталей, що з'єднуються, розрізняють з'єднання *внапусток* (рис. 8.3, а) коли край одного листа накладається на інший; *стикові*, коли, деталі, що з'єднуються, своїми торцями, щільно примикають одна до одної і з'єднуються за допомогою однієї (рис. 8.3, б) або двох (рис. 8.3, в) накладок. В заклепувальному з'єднанні заклепки можуть бути розташовані в один, два і більше рядів, відповідно до чого шви ділять на одно-, дво- і багаторядні, паралельні і шахові (рис. 8.3, г).

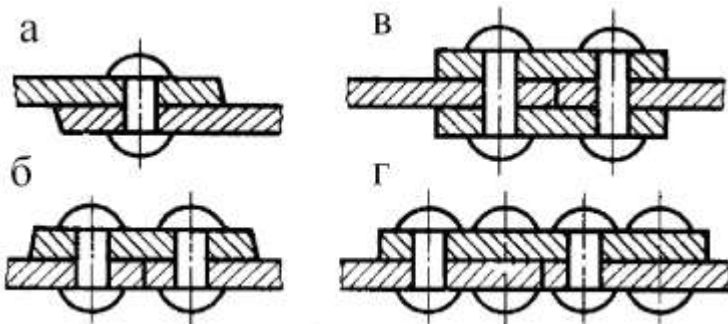


Рис. 8.3. Види заклепкових швів

Інструментами і пристосуваннями при ручній клепці є слюсарні молотки з квадратним бойком, підтримка, обжимка, натяжки і чекани. Молоток вибирають залежно від діаметра заклепки:

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

Підтримка 2 (рис. 8.4) служить опорою при розклепуванні стрижня заклепок і повинна бути в 3...5 раз масивніше за молоток. Форма робочої поверхні підтримки залежить від конструкції деталей, що з'єднуються, діаметра стрижня заклепки і від методу клепки – прямого або зворотнього.

Обжимка 1 служить для надання необхідної форми замикаючій головці заклепки після осідання. На робочій частині обжимки повинно бути поглиблення за формою головки заклепки. Натяжка є стрижнем з отвором на кінці діаметром на 0,2 мм більше діаметра стрижня заклепки. Чекан – слюсарне зубило з плоскою робочою частиною, застосовується для створення герметичності заклепувального шва, підкарбовуванням замикаючої головки і краю листів.

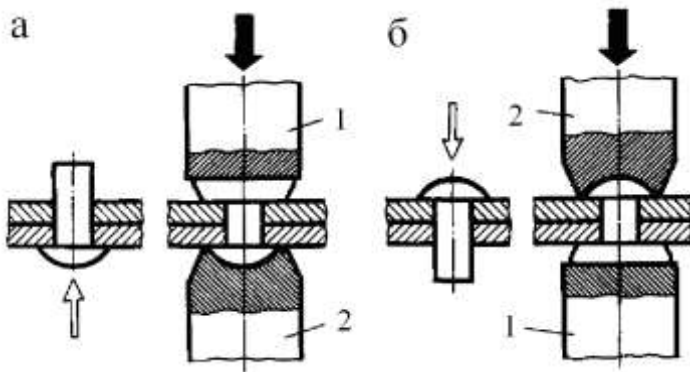


Рис. 8.4. Застосування підтримки і обжимання при клепці

Розрізняють два методи клепки: прямий (рис. 8.4, а) з двостороннім підходом, коли є вільний доступ як до заставної, так і до замикаючої головки, і зворотний (рис. 8.4, б) з одностороннім підходом, коли доступ до замикаючої головки неможливий.

*Прямий метод клепки* характеризується тим, що удари молотком наносять по стрижню з боку знов утворюваної замикаючої головки. При цьому методі необхідно: розмітити шов, дотримуючи крок  $t$  між заклепками і відстань  $a$  від центру крайньої заклепки до краю кромки деталі (рис. 8.5, а-в): при однорядному шві  $t = 3d$ ;  $a = 1,5d$ ; при дворядному шві  $t = 4d$ ;  $a = 1,5d$ ; сумістити деталі і стиснути їх разом ручними лещатами або струбцинами; просвердлити по розмітці отвори під заклепки в обох деталях одночасно (рис. 8.6); для заклепок з потайними головками зенкувати місця (гнізда) під головки на глибину, рівну 0,8 діаметра стрижня заклепки; на деталях, де будуть розташовані напівкруглі головки, зняти свердлом або зенкером фаски 1...1,5 мм; ввести в отвір знизу стержень заклепки (рис. 8.6), а під заставну головку підвести масивну підтримку 2 (для заклепок з потайними головками застосовують плоскі підтримки, для заклепок з напівкруглими заставними головками – сферичні підтримки); ущільнити деталі в місці склепування за допомогою натяжки, яку встановлюють на виступаючий кінець стержня, і ударами молотка по вершині натяжки 1 усунути зазор між деталями, що з'єднуються (рис. 8.7, а); осадити (розклепати) стержень крайньої заклепки бойком молотка (спочатку декількома ударами молотка осаджують стержень, а потім бічними ударами молотка надають отриманій головці необхідну форму (рис. 8.7, б); остаточно оформити замикаючу головку за допомогою обжимки 3.

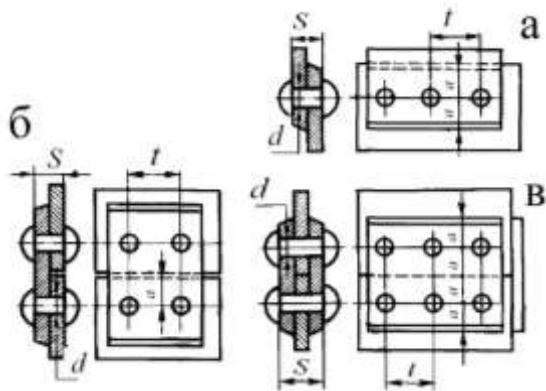


Рис. 8.5. Розмітка заклепкових швів:  
*a* – напусткового; *б* – стикового з накладкою з одного боку; *в* – стикового з двома накладками

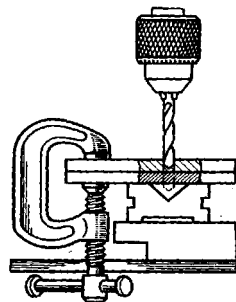


Рис. 8.6. Свердління отворів під заклепки

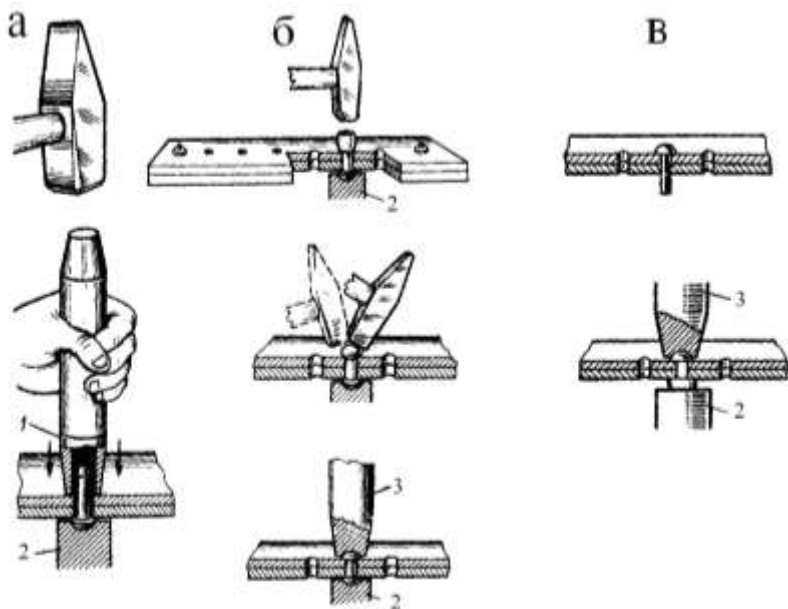


Рис. 8.7. Прийоми виконання клепки

Подібним способом розклепати іншу крайню заклепку. Для запобігання утворення нерівностей та інших видів браку клепок слід виконувати не підряд, а через два-три отвори, починаючи з крайніх до центру, після чого провести клепку решти заклепок

*Зворотний метод клепки* характеризується тим, що удари молотком наносять по заставній головці через оправку 3 з внутрішньою сферичною поверхнею (рис. 8.7, в). При цьому методи стержень заклепки вводять зверху, підтримку 2 з необхідною формою робочої поверхні підводять під стержень заклепки і формують замикаючу головку. Цей метод застосовують тільки при затрудненому введенні заклепки знизу і відсутності доступу до замикаючої головки.

Довжина стрижня заклепки залежить від товщини листів (паketу) і форми замикаючої головки, що скріпляються. Для утворення потайної замикаючої головки стрижень повинен виступати на довжину, рівну 0,8...1,2 діаметра заклепки, для утворення напівкруглої замикаючої головки стрижень повинен виступати на довжину, рівну 1,2...1,5 діаметра заклепки.

Діаметр заклепки вибирають залежно від товщини пакету листів, що з'єднуються, за формулою

$$d = 2\sqrt{s}$$

Діаметр отвору під заклепку повинен бути більшим діаметра стержня заклепки на 0,1...0,2 мм при точному складанні і на 0,3...1,0 мм при грубому складанні. При виборі діаметра свердла для отвору під заклепку можна користуватися наступними даними:

Діаметр заклепки, мм	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Діаметр свердла мм:										
точна збірка	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2
груба збірка	2,3	2,6	3,1	3,5	4,0	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7

Якість заклепкового з'єднання визначають зовнішнім оглядом, щільність прилягання сполучених деталей перевіряють щупом, форму і розміри замикаючих головок, а також відстань між ними – шаблонами. Найхарактерніші види браку при клепці: зсув і вигин замикаючої головки, прогинання металу, недотяжка металу, нещільне прилягання замикаючої головки, малий розмір замикаючої головки, рвані краї головки і т.п.

Браковану заклепку зрубують зубилом, а потім бородком вибивають стрижень. Заклепку можна також висвердлити свердлом дещо меншого діаметра, ніж заклепка. Для цього заставну головку накернюють і свердлять на глибину, рівну висоті головки, а потім надломлюють бородком або зубилом і вибивають заклепку.

Заклепкові з'єднання для забезпечення герметичності закарбовують одним з двох способів: в першому випадку закарбовування проводять одним гострокромочним чеканом, коли на верхньому листі вибивають канавки і метал віджимають до нижнього листа, заповнюючи зазор між листами і підсилюючи контакт склепаних листів. В другому випадку закарбовування проводять послідовно двома чеканниками, перший раз чеканом із закругленим бойком, а другий прохід кромки виконують чеканником з плоским бойком, яким остаточно ущільнюють віджати від нижнього листа метал. Заставні і замикаючі заклепкові головки чеканять закруглюючим по контуру головки чеканом.

### ***Контрольні запитання:***

1. Класифікація заклепок.
2. Види заклепкових з'єднань.
3. Який інструмент використовується для отримання герметичних швів?
4. Переваги та недоліки заклепкових з'єднань.

## **Практичне заняття №9**

### **Паяння і лудіння**

**Мета роботи:** Ознайомитися з правилами виконання паяльних з'єднань, матеріалами та інструментом, що при цьому використовуються; правилами виконання лудіння.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** електричний паяльник, зразки для паяння, припої та паяльні флюси.

#### **Загальні відомості**

*Паянням* називається процес з'єднання деталей в нагрітому стані за допомогою порівняно легкоплавкого металу, який називається *припоєм*. Паяння широко використовується в різних галузях промисловості для створення нероз'ємних з'єднань різних заготовок і деталей із сталі, кольорових металів і їх сплавів, а також різнорідних металів. Паяння застосовують при виготовленні радіо- і електроприладів, резервуарів, радіотоварів, твердосплавного різального інструменту і т.п. Суть паяння полягає в тому, що розплавлений припой під дією капілярних сил заповнює зазор між поверхнями деталей, змочує їх і проникає в мікропори металу.

Після охолодження припою в зоні контакту деталей утворюється щільне і достатньо міцне з'єднання, зване паяльним швом. Якість, міцність і експлуатаційна надійність паяного з'єднання залежать від правильного вибору припою і ретельності підготовки поверхонь, що з'єднуються.

Для підготовки поверхонь застосовують напилки, металеві щітки, шліфувальні шкурки і т.п. Деталі, отримані обробкою різанням (насухо), паяють без додаткової зачистки. Якщо при механічній або слюсарній обробці застосовували мастило або емульсію, то їх перед паянням видаляють обезжиренням в бензині,

ацетоні чи інших речовинах. Перед паянням деталі щільно підганяють одну до іншої. При нагріві з'єднаних паянням деталей їх поверхні окислюються (покриваються тонкою плівкою окислу), внаслідок чого припой не пристає до деталей. Для видалення окисної плівки застосовують паяльні флюси, які розчиняють оксиди, утворюють шлаки, що легко видаляються, сприяють кращому змочуванню паяних поверхонь розплавленим припоєм і затіканню його в зазори. Для легкоплавких припоїв застосовують наступні флюси: хлористий цинк (травлена соляна кислота), нашатир (хлористий амоній) і каніфоль. Для тугоплавких припоїв застосовують борну кислоту і буру. При паянні чавуну, алюмінію, нержавіючих сталей застосовують різноманітні сплави флюсів.

Найбільш поширені інструменти для виконання паяння – паяльники періодичного і безперервного підігріву. Паяльники періодичного підігріву молоткового і торцевого типів (рис. 9.1, а, б) виготовляють із шматка високоякісної червоної міді призматичної клиновидної форми, закріпленого на сталевому стержні з дерев'яною рукояткою. Такий паяльник періодично підігрівають від стороннього джерела теплоти – ковальський горн, паяльна лампа, полум'я газового пальника і т.п. Найбільш часто для нагріву використовують паяльні лампи. До паяльників безперервного підігріву (рис. 9.1, в) відносяться електричні паяльники, що дозволяють здійснювати паяння безперервно. Вони зручні в роботі, забезпечують постійну температуру, при роботі менше утворюється шкідливих газів.

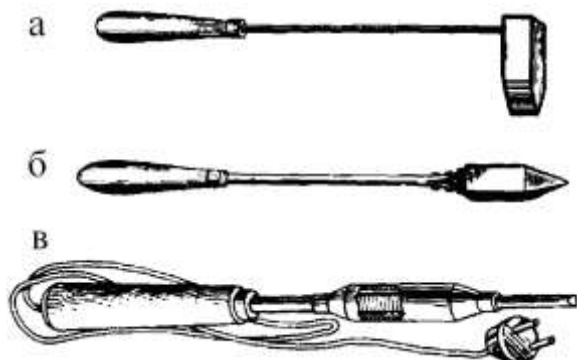


Рис. 9.1. Типи паяльників

**Лудінням** називається процес покриття поверхонь металевих деталей тонким шаром розплавленого олова або олов'яно-свинцевими сплавами (припоями). Лудіння проводять з метою захисту деталей від корозії і окислення, підготовки поверхонь деталей, що з'єднуються, до паяння легкоплавкими припоями, перед заливкою підшипників бабітом і в тих випадках, коли від виготовленої посудини потрібна герметичність.

Лудіння поверхонь проводять гарячим і електричним способами. Лудіння гарячим способом завдяки своїй простоті, легкості виконання і нескладному устаткуванню знаходить широке застосування при слюсарній обробці.

Паяння легкоплавкими припоями включає ряд прийомів по підготовці паяних поверхонь і паяльника до роботи і безпосередньо паяння.

**Прийоми паяння легкоплавкими припоями.** Після підготовки поверхонь деталей їх скріплюють і приступають до паяння. Зазори між деталями не повинні перевищувати 0,05...0,15 мм для сталі і 0,1...0,3 мм для міді. При використанні паяльника, що періодично підігрівається, його носок очищають від слідів окалини напилком, заправляють під кутом 30...40°, знімають заусенці, злегка заокруглюючи ребро носка. Зачищений паяльник нагрівають

паяльною лампою або іншим джерелом теплоти до 350...400°C для паяння крупних деталей і до 250...300°C для паяння дрібних деталей і листового матеріалу. Нагрівають робочу частину (обушок) паяльника. Нагрів паяльника краще всього виконувати паяльною лампою. Для розпалювання лампи треба налити у ванну небагато бензину і підпалити його. Перед розпалюванням лампи вентиль закривають, а повітряний клапан відкривають. До моменту повного згорання бензину у ванні слід закрити клапан, підкачати повітря в резервуар, злегка відкрити вентиль і поставити лампу біля захисного пристрою (або цеглини) на відстані 10... 15 см, прогріти змійовик лампи малим полум'ям, а потім відрегулювати інтенсивність горіння. Гасять лампу закриттям вентиля і випуском повітря з резервуару клапаном. При засміченні ніпеля лампи його прочищають примусною голкою.

Для нагріву паяльник ставлять в спеціальній пристрій (рис. 9.2, а), стежачи, щоб його робоча частина (обушок) знаходилася в зоні полум'я, що не коптить. Нагрітий паяльник в перервах між паянням кладуть на підставку, зігнутому із сталевго прутка (рис. 9.2, б).

Прийоми підготовки паяльника до роботи легкоплавким припоєм показані на рис 9.3, а-в. Нагрітий паяльник спочатку очищають від окалини зануренням в хлористий цинк або нашатир (рис. 9.3, а), потім проводять лудіння робочої частини носика паяльника, для чого очищеним в хлористому цинку паяльником набирають з прутка одну-дві краплі припою (рис. 9.3, б) і виконують рухи тертя (зворотньо-поступальні) по шматковому нашатири до тих пір, поки носик не покриється рівним шаром припою (рис. 9.3, в). Потім протравлюють місце паяння, для чого пензликом наносять розчин хлористого цинку або інший флюс. Після цього паяльник накладають на місце паяння, де розплавлений припой стікає з паяльника і заповнює зазори між деталями. Якщо припой не розтікається по поверхні і не затікає в зазор, то місце

паяння треба ще раз покрити флюсом і повторити операцію паяння. Швидкість переміщення паяльника вздовж шва або швидкість прогріву залежить від маси паяльника температури його нагріву і маси (товщини) паяних деталей. Прийоми пайки легкоплавким припоєм показані на рис. 9.4, а...ж.

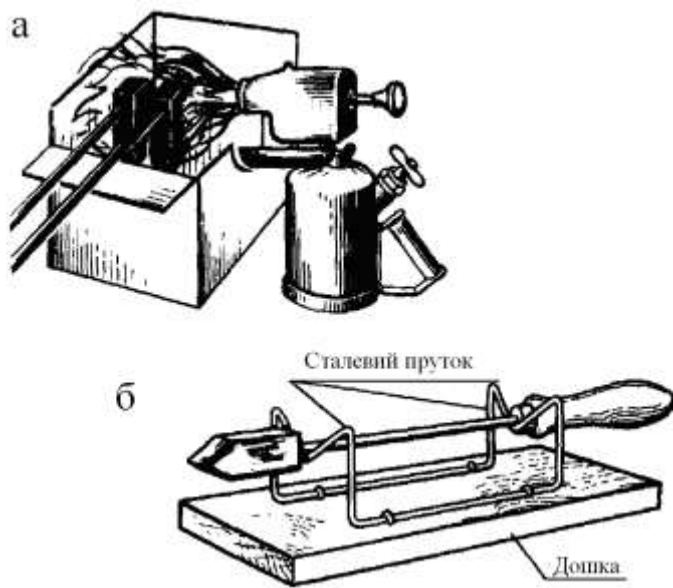


Рис. 9.2. Нагрів паяльника

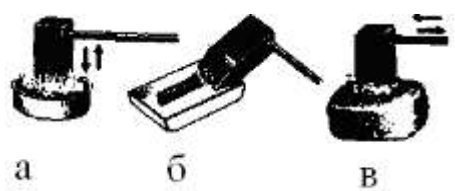


Рис. 9.3. Підготовка паяльника до роботи

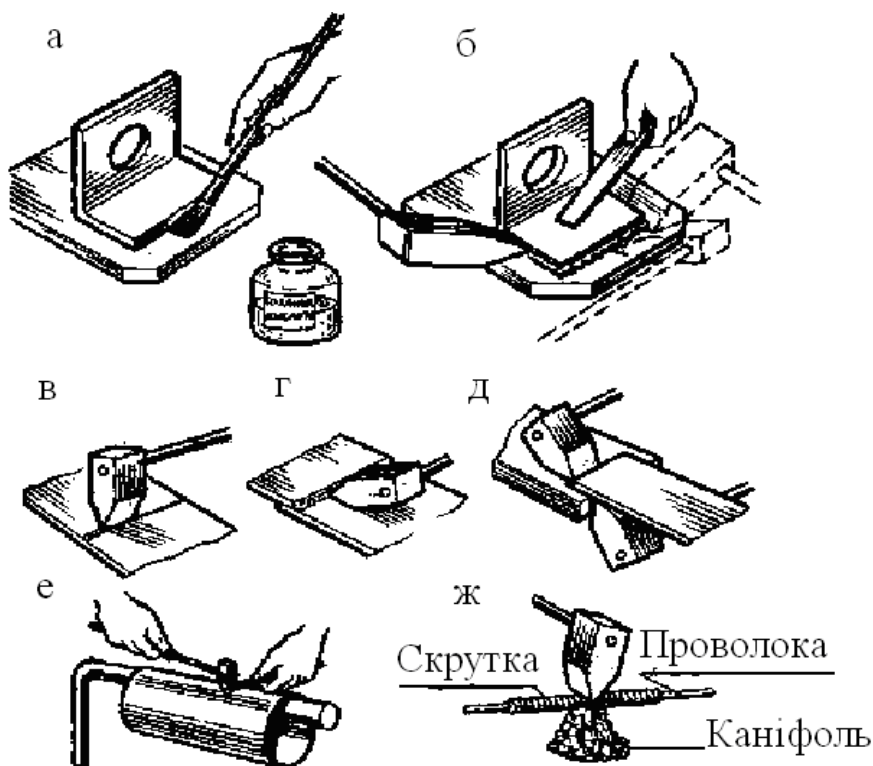


Рис. 9.4. Прийоми пайки легкоплавким припоєм: а – протравлення місця пайки флюсом (хлористим цинком); б – нанесення припою і переміщення паяльника по шву; в – пайка встик; пайка внапусток; д – пайка товстої пластини з тонкою; е – пайка в трубі; ж – пайка товстих дротів і стержнів.

Якщо припой не заповнює зазор шва, а тягнеться за паяльником або перетворюється на кашоподібну масу, то паяльник прохолонув або недостатньо нагрітий. Перегрів паяльника веде до підвищення окалиноутворення і погіршення лудіння носка. Часто перед паянням для надійного схоплювання припою застосовують попереднє лудіння поверхонь паяння, для чого ці поверхні покривають тонким шаром припою або олова.

Після паяння з отриманого шва слід видалити залишки флюсу

шляхом промивання деталі в проточній воді, потім у водному розчині каустичної соди, знову в проточній воді і просушити. Контроль паяння проводять зовнішнім оглядом шва на герметичність (не допускається протікання спаяної посудини, наповненої водою) і міцність (деталь, зігнута в місці спаявання, не повинна мати тріщин).

При паянні деталей з міді і її сплавів, у тому числі дроту, кращим флюсом є каніфоль.

**Прийоми паяння середньоплавкими і тугоплавкими припоями.** Підготовка деталей для паяння тугоплавкими припоями така ж, як і для паяння легкоплавкими припоями. Після очищення поверхонь і нанесення флюсу (бури) в зазори вводять припой у вигляді порошку, стрічки, пластинки і т.п., потім скріплюють м'яким дротом, щоб деталі, що з'єднуються, не змістилися. Після такої підготовки деталь обережно вводять в зону полум'я паяльної лампи, газового пальника, сурми, в індуктор установки «СВЧ» і стежать за процесом плавлення припою. Спочатку нагрівання місця спаю потрібно вести поволі з витримкою до 5 хв на кожному етапі. Коли здута бора осяде, нагрів посилюють і продовжують до тих пір, поки припой повністю не розплавиться і не залле зазори між деталями, що з'єднуються. Після закінчення паяння деталь поволі охолоджують, зачищають шов від надлишку наплавленого і витікаючого припою, потім промивають і просушують.

Найпоширенішим видом паяння середньо-плавким припоєм (міддю, латунню і т.п.) є паяння пластин твердого сплаву до державок токарних різців. Прийоми робіт полягають в наступному: перед напайкою пластини місце спаю обезжирюють і покривають флюсом, на державку різця (має паз (гніздо) для твердосплавної пластини) кладеться тонка пластинка листового припою з латуні; потім в паз кладуть твердосплавну пластину і все з'єднують (зв'язують) тонким в'язальним дротом (рис. 9.5, а), місце паяння

посипають бурю і нагрівають в ковальському горні (рис. 9.5, б) або іншому джерелі теплоти до розплавлення порошку бури (650...700°C), потім повторно наносять порцію бури і продовжують нагрів до розплавлення припою (850...900°C), який повинен заповнити щілину між паяними деталями.

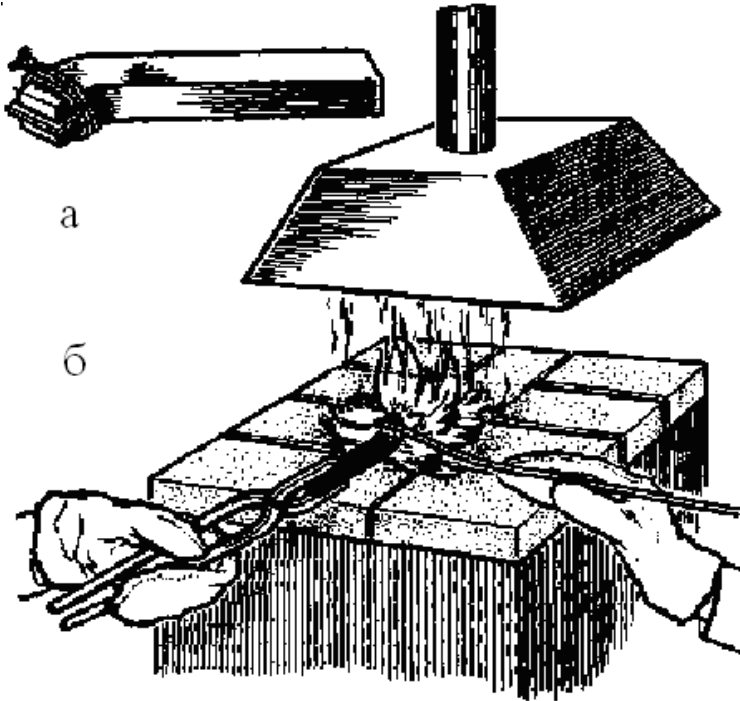


Рис. 9.5. Паяння середньоплавким припоєм твердосплавної пластини до токарного різця

Для більш щільного з'єднання пластину правою рукою притискають сталевим стрижнем до державки токарного різця, після паяння різець охолоджують, промивають, очищають від в'язального дроту, залишків бури і припою. За відсутності ковальського горна джерелом теплоти можуть бути муфельна піч, газовий пальник, паяльна лампа або установка СВЧ.

Розрізняють *лудіння розтиранням* і *зануренням*.

При лудінні розтиранням деталь зачищають напилком, шабером або шліфувальною шкіркою до рівномірного металевго блиску, потім промивають протягом 1...2 хв в киплячому 10%-ному розчині каустичної соди і в гарячій воді. Безпосередньо перед лудінням поверхні деталі покривають флюсом (хлористим цинком) за допомогою волосяної кисті, повсті або паклі і зверху посипають порошком нашатира, потім нагрівають до температури плавлення олова так, щоб припой, що наноситься на деталь (олово або інший сплав у вигляді маленьких шматочків або порошку), плавився і розтікався по поверхні (рис. 9.6, а). Коли припой від контакту з нагрітою поверхнею деталі почне плавитись, його відразу розтирають паклею або полотняною ганчіркою, пересипаною порошком нашатира. Розтирання (рис. 9.6, б) проводять так, щоб припой розподілявся рівномірним шаром по всій поверхні обробки. Після цього нагрівають і в такому ж порядку лудять інші місця.

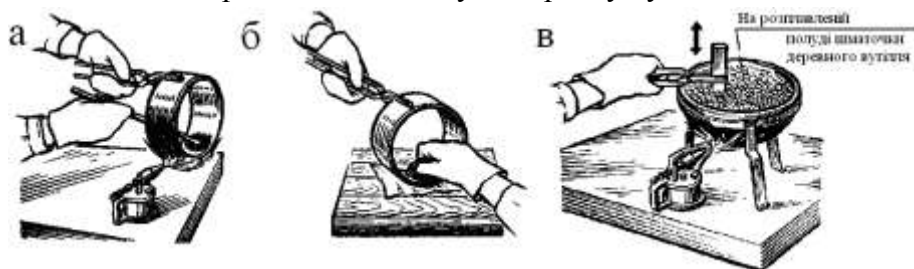


Рис. 9.6. Прийоми лудіння деталей

Правильно оброблена поверхня має світлий, блискучий вигляд. Наявність жовтого забарвлення вказує на погану якість лудіння. В цих місцях проводять повторну зачистку, покриття флюсом і лудіння. Після охолодження деталь ретельно промивають, чистять вологим піском, промивають і сушать.

Лудіння зануренням (рис. 9.6, в) полягає в тому, що обчищену і протравлену деталь спочатку занурюють на 1 хвилину у ванну з розчином хлористого цинку, потім за допомогою кліщів,

плоскогубців або спеціальних гачків її виймають з ванни і, не видаляючи з поверхні хлористий цинк, занурюють у ванну (тигель) з розплавленим припоєм, витримують 2...3 хв, після чого деталь витягають з ванни і струшують, щоб видалити надлишки припою. Для отримання рівномірного, безпористого і гладкого покриття деталь протирають паклею, пересипаною порошком нашатирю, потім промивають у воді і сушать.

### **Паяння твердими припоями**

При паянні твердими припоями утворюється міцний шов, що витримує значні навантаження.

Перед паянням поверхні деталей зачищають і підганяють одну до одної так, щоб зазор між ними був не більше 0,04-0,08 мм. Кромки деталей повинні мати шорстку поверхню, що покращує зчеплення припою з основним металом.

Деталі при паянні твердими припоями нагрівають газовими горілками, в електричних, полум'яних і газових печах і струмами високої частоти.

Найдосконалішим способом паяння є паяння струмами високої частоти. Суть цього способу полягає в тому, що підготовлену до паяння деталь ставлять в змінне електричне поле струмів високої частоти, в результаті поверхня деталі швидко нагрівається. Нагрів на цих установках створює можливість автоматизації процесу із стійкими режимами паяння. На високочастотних установках можуть бути застосовані й інші удосконалення технології паяння: паяння у вакуумі, в нейтральному захисному або у відновному середовищах, які оберігають місця паяння від окислення.

Паяння тугоплавкими мідними припоями проводять за допомогою електричної дуги. В цьому випадку припоєм вводиться в полум'я дуги, створеної вугільним або графітним електродом, або сам служить електродом.

Паяння алюмінію і його сплавів також розділяють на два види: паяння м'якими припоями з температурою плавлення 150-350°C і паяння твердими припоями з температурою плавлення 425-590°C.

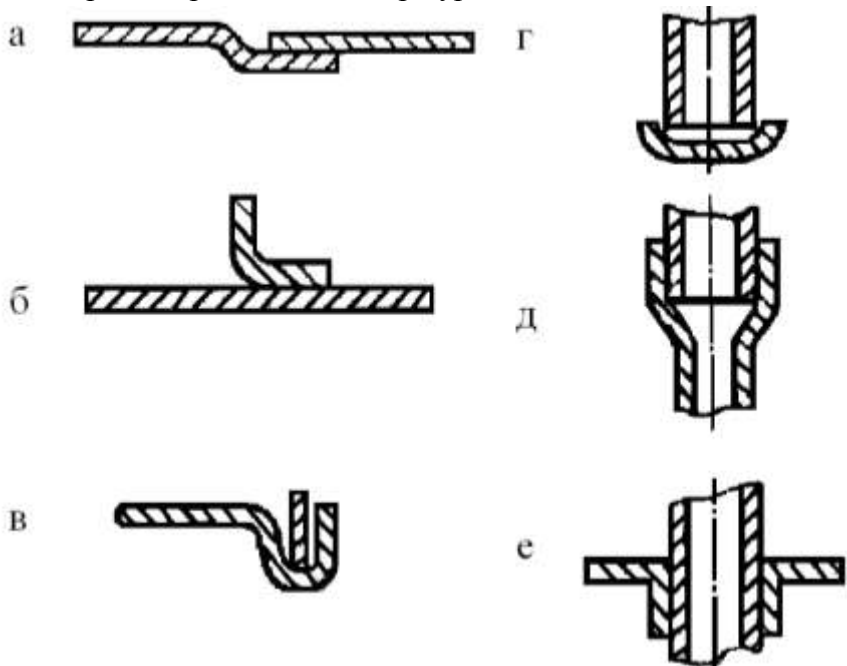


Рис. 9.7: Типи швів при пайці: а – встик; б – г-подібний; в – кутовий; г – фланцевий глухий; д – трубчатий; е – фланцевий кільцевий

Основною перешкодою при паянні алюмінію є окисна плівка на його поверхні, яка не розчиняється і не встановлюється звичайними флюсами, що використовуються при паянні інших металів. При видаленні окисної плівки механічним шляхом вона миттєво виникає знов унаслідок з'єднання поверхневого шару алюмінію з киснем повітря.

В промисловості застосовують цілий ряд припоїв і флюсів для паяння алюмінію і його сплавів.

Паяння алюмінію і його сплавів м'якими (легкоплавкими)

припоями проводять ультразвуковим паяльником. Припоями при цьому способі паяння можуть бути сплави на основі олова або цинку.

Ультразвуковий паяльник, вібруючий в процесі пайки ультразвуковою частотою (20-22 кГц), наконечником занурюється в розплавленій припой і під цим шаром руйнує окисну плівку; припой з'єднується з очищеною поверхнею металу і обслуговує її. Застосування ультразвукового паяльника полегшує і прискорює процес паяння алюмінію і його сплавів м'якими легкоплавкими припоями і частково збільшує корозійну стійкість спаяних з'єднань.

### **Правила техніки безпеки при паянні і лудінні**

При паянні і лудінні застосовують наступні правила техніки безпеки:

1. Робоче місце для цих робіт повинне бути ізольоване і обладнане надійною витяжною вентиляцією.
2. При роботах з кислотами слід обов'язково надягати гумові рукавички, гумовий фартух, захисні окуляри.
3. При приготуванні водного розчину кислоти заливати тонким струменем тільки кислоту у воду через безпечну лійку або сифон.
4. Для нейтралізації руйнуючої дії кислоти, яка випадково потрапила на відкриті частини тіла, протерти сліди кислоти ватою, змоченою в нашатирному спирті, потім добре промити водою з милом.
5. Всі хімічні речовини, що є на робочому місці, тримати у відповідному посуді з кришками або пробками, що щільно закриваються. На кожній посудині повинні бути чіткі написи.
6. Для нейтралізації дії кислоти, пролитої при роботі, засипати сліди кислоти кальцинованою содою.
7. Травлення кислоти для приготування хлористого цинку

проводити тільки в спеціально відведеному місці з гарною витяжною вентиляцією або на повітрі.

8. Паяльники нагрівати тільки на зручних і безпечних від падіння підставках.

9. На випадок запалювання розлитого пального необхідно мати поблизу робочого місця сухий пісок для гасіння вогню.

### ***Контрольні запитання:***

1. Що називають паянням?
2. Паяльні флюси, їх призначення.
3. Види паяльних припоїв, їх особливості.
4. Паяльні шви, їх види.
5. Що таке лудіння, його призначення.

## ***Практичне заняття №10***

### ***Зварювання металів. Ручне дугове зварювання***

***Мета роботи:*** ознайомитися з теоретичними основами процесу зварювання, способами зварювання, типами зварних швів та набути практичних навичок виконання ручного дугового зварювання.

***Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:*** повітряна витяжна система, костюм зварювальника, рукавиці, зварювальний апарат, світлозахисний щиток, електродотримач, зварювальні електроди, лещата слюсарні, лінійки вимірювальні сталеві, молотки слюсарні.

### ***Загальні відомості***

***Зварювання*** – технологічний процес з'єднання деталей, який здійснюється при місцевому нагріванні стику деталей до розплавленого або пластичного стану їх із подальшим взаємним

деформуванням. Утворення такого типу з'єднання базується на використанні сил молекулярного зчеплення.

**Класифікація способів зварювання.** Відповідно до ГОСТ 19521-74 способи зварювання класифікують за формою введеної енергії, яка визначає клас зварювання. Всі процеси зварювання здійснюються з використанням двох форм енергії - термічної і механічної. Виходячи з цього, зварювання поділяють на три класи: термічне, термомеханічне і механічне.

*Термічне зварювання* ґрунтується на частковому плавленні елементів з'єднання. При цьому кромки цих елементів (основний метал) і в більшості випадків додатковий (присадний) метал нагрівають до рідкого стану, утворюючи загальну зварювальну ванну. Після віддалення джерела теплоти метал ванни твердіє, утворюючи зварний шов, який з'єднує зварювані елементи.

До термічного класу належать такі види зварювання: дугове, електрошлакове, плазмово-променеве, індукційне, електронно-променеве, газове, термітне та деякі інші.

При *термомеханічному зварюванні* зварне з'єднання утворюється нагріванням зварюваних деталей до пластичного стану або до початку плавлення і додатковим прикладанням механічних зусиль стисканням. До цього класу належать: дугопресове, газопресове, контактне, дифузійне, індукційно-пресове зварювання.

*Механічне зварювання* ґрунтується на використанні різних видів механічної енергії.

До механічного класу належать холодне зварювання, зварювання тиском, тертям, вибухом, ультразвукове.

За ступенем механізації зварювання поділяють на ручне, напівавтоматичне і автоматичне.

Нині є багато різних способів з'єднання деталей зварюванням. У машинобудуванні переважне використання знаходять такі способи:

ручне дугове зварювання металевим електродом, напівавтоматичне дугове зварювання в середовищі захисних газів, автоматичне дугове зварювання металевим електродом під шаром флюсу, електрошлакове зварювання та контактне зварювання – стикове, шовне та точкове. Перші чотири способи належать до зварювання плавленням, а останній – до зварювання, що здійснюється деформуванням нагрітого до пластичного стану матеріалу деталей, які підлягають з'єднанню.

Особливості з'єднання деталей зварюванням і характеристика з'єднань.

**Ручне дугове зварювання** металевим електродом здійснюється за допомогою електричної дуги, що виникає між деталлю та електродом. Виділена при цьому теплота оплавляє краї деталей і розплавляє електрод, матеріал якого витрачається на формування зварного шва. Ручне дугове зварювання використовується переважно для з'єднань із короткими або складними за конфігурацією зварними швами, а також в індивідуальному та малосерійному виробництві. Цей спосіб зварювання вживається для з'єднання деталей завтовшки 1-60 мм і більше.

**Напівавтоматичне дугове зварювання** в середовищі захисних газів (вуглекислий газ) відрізняється від ручного тим, що в якості електрода використовується металевий зварювальний дріт, який рівномірно подається в зону зварювання. Одночасно в зону зварювання подається і захисний газ, який запобігає окисленню зварного шва киснем та негативного впливу на нього азоту повітря.

**Автоматичне дугове зварювання** металевим електродом під флюсом відрізняється від ручного тим, що воно виконується зварювальною машиною автоматично і під шаром флюсу. До складу флюсу входять шлакоутворюючі (для захисту шва від впливу зовнішнього середовища), легуючі та розкислювальні компоненти. Таке зварювання забезпечує високу продуктивність та якість

зварних швів. Цей метод економічно найдоцільніший для безперервних прямолінійних та кільцевих швів значної довжини, особливо в великосерійному та масовому виробництві. При цьому можливе зварювання деталей завтовшки 2-130 мм і більше.

**Електрошлакове зварювання** металевим електродом відрізняється від дугового зварювання тим, що в ньому джерелом нагрівання є теплота, що виділяється при проходженні струму від електроду до деталі через шлакову ванну. Цей спосіб дуже продуктивний при зварюванні сталевих листів завтовшки 40-50 мм. На сьогодні таким способом зварюють сталеві та чавунні вироби завтовшки до 1 м, наприклад станини прокатних станів, корпуси пресів.

**Контактне зварювання** засноване на нагріванні стику з'єднаних деталей теплотою, яка виділяється при проходженні через стик електричного струму. Нагрівання стику деталей здійснюється до температури пластичного стану матеріалу (або до оплавлення) із подальшим деформуванням (стисканням) деталей. Контактне шовне зварювання використовують для утворення герметичних швів, а контактне точкове – для виготовлення конструкцій, в яких герметичність швів не обов'язкова. Контактним зварюванням з'єднують деталі, виготовлені із тонколистових елементів.

При дуговому зварюванні конструкційних вуглецевих та низьколегованих сталей застосовують електроди у формі сталевого стержня з товстим захисним покриттям, яке при плавленні виділяє велику кількість шлаку та газу, що утворює захисне середовище для шва. Цим забезпечують підвищення якості зварного шва, механічні властивості якого різко погіршуються під впливом кисню та азоту повітря.

Крім розглянутих вище, широко використовують спеціальні способи зварювання. Для з'єднання деталей із високолегованих

сталей, різних сплавів та кольорових металів успішно застосовують зварювання в середовищі інертних газів (аргону, гелію). Ті самі матеріали, а також тугоплавкі метали і неметалеві матеріали, наприклад, кераміка, достатньо добре зварюються у вакуумних камерах електронним променем або дифузійним зварюванням.

Зварні з'єднання є найдосконалішими з нероз'ємних з'єднань, оскільки вони у значній мірі наближають з'єднані деталі до цілісних. Зварювання використовують не тільки як спосіб з'єднання деталей, а й як технологічний метод виготовлення самих деталей. Зварені деталі в багатьох випадках із успіхом замінюють деталі ковані, штамповані або виготовлені литтям. Зварюванням виготовляють станини, рами і основи машин, корпуси редукторів, зубчасті колеса, шківни, зірочки, маховики, барабани, ферми, колони, різні резервуари, труби, корпуси річкових та морських суден.

Основними перевагами зварних з'єднань є такі: відсутність додаткових з'єднуючих елементів; рівномірність шва щодо з'єднуваних елементів деталей, економія матеріалу та зменшення маси виробів; висока продуктивність та простота процесу зварювання

До недоліків зварних з'єднань належать: поява температурних напружень і пов'язана з цим можливість викривлювання деталей після зварювання; значна концентрація напружень в області зварних швів; знижена стійкість проти корозії та ін.

**Види зварних з'єднань.** Основними видами з'єднань, що застосовуються при зварюванні, є стикові, кутові, таврові і внапусток. Конструктивні елементи цих з'єднань згідно з ГОСТ 5264-80 наведено на рис. 10.1.

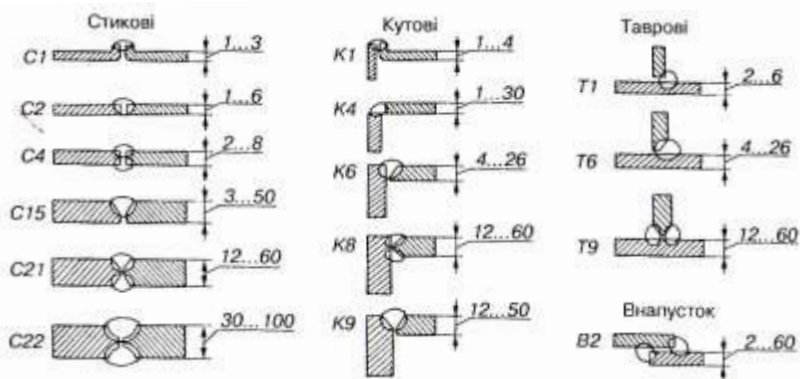


Рис. 10.1. Основні види зварних з'єднань

**Стикове з'єднання** є найраціональнішим видом зварних з'єднань. Воно утворюється за допомогою дугового або контактного зварювання. Таке з'єднання виконується стиковим зварним швом. Стикові з'єднання залежно від товщини зварювальних листів виконують з відбортуванням (С1), без скосу кромки (С2, С4), з однобічним (С15) і двобічним (С21) симетричним або несиметричним скосом кромки одного чи обох листів. Двобічний симетричний скіс кромки обох листів криволінійної форми (С22) застосовують для листів завтовшки 30...100 мм.

Кутові та таврові з'єднання, як і стикові, залежно від товщини листів виконують без скосу кромки (К1, К4, Т1), а також з однобічним (К6, Т6) і двобічним (К8, К9, Т9) скосами кромки одного чи обох листів. При скосі однієї кромки кут розкриття становить  $(50 \pm 5)^\circ$ , а при скосі двох кромки –  $(54 \pm 6)^\circ$ .

З'єднання внапусток (В2) застосовують для листів завтовшки 2...60 мм. Зварюють їх з одного або з двох боків суцільним чи переривчастим швом.

У деяких випадках, коли міцність напусткових з'єднань не забезпечується, додатково здійснюються *коркові* (рис. 10.2, а), *прорізні* (рис. 10.2, б) або *проплавні* (рис. 10.2, в) зварні шви.

Корковий шов дістають шляхом заповнення розплавленим металом отворів круглої форми в одній (або в двох) із з'єднаних деталей (так зване з'єднання електрозаклепками). Проріз для прорізного шва виконують уздовж лінії дії сили на з'єднання. Проплавний шов здійснюється проплавленням однієї деталі з'єднання, що має меншу товщину.

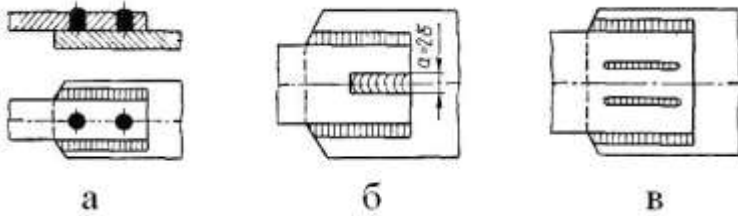


Рис. 10.2. Коркові, прорізні та проплавні зварні шви

**З'єднання точковим контактним зварюванням** (рис. 10.3, а, б) застосовують для плоских деталей, сумарна товщина яких не перевищує 8-10 мм.

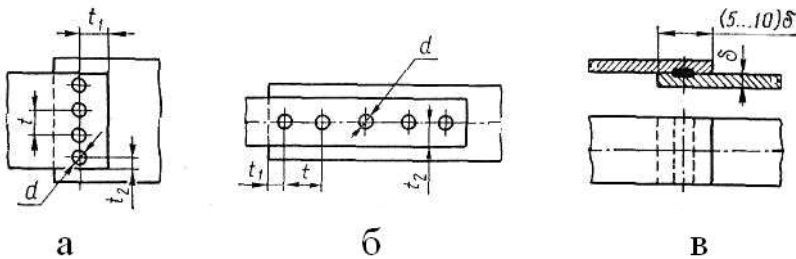


Рис. 10.3. З'єднання деталей контактним зварюванням

При товщині  $\delta \geq 2$  мм найтоншого із з'єднаних сталевих елементів діаметр зварної точки  $d$  повинен задовольняти умові  $1,2\delta + 4 < d < 1,5\delta + 5$ . Крок  $t$  зварних точок не повинен перевищувати  $3d$ , а відстань зварних точок від країв деталей  $t_1 \geq 2d$  і  $t_2 \geq 1,5d$ .

**З'єднання шовним контактним зварюванням** (рис. 10.3, в) використовують для тонколистових деталей, до того ж товщина  $\delta$  деталей не повинна бути більш ніж 2-3 мм.

**Переваги і недоліки ручного дугового зварювання.** Ручне дугове зварювання забезпечує механічні властивості зварних швів, не нижчі за властивості основного металу, тому його широко застосовують при виготовленні найважливіших конструкцій і виробів у різних галузях промисловості і в будівництві. До переваг ручного зварювання належить також можливість виконання зварних швів у різних просторових положеннях і у важко доступних місцях.

Недоліком цього способу зварювання є різна якість зварного шва, яка до того ще й залежить від кваліфікації зварника, та відносно невисока продуктивність процесу зварювання. Продуктивність при дуговому зварюванні в основному визначається силою зварювального струму. При ручному зварюванні струм обмежують через перегрівання при великому струмі довгих електродних стержнів (завдовжки 350...450 мм) і погіршення в зв'язку з цим якості зварювання.

**Електроди для ручного дугового зварювання.** Ручне дугове зварювання виконують штучними електродами.

За **призначенням** сталеві електроди відповідно до ГОСТ 9466-75 поділяють на чотири групи:

- 1) для зварювання вуглецевих і легованих конструкційних сталей;
- 2) для зварювання легованих теплостійких сталей;
- 3) для зварювання високолегованих сталей з особливими властивостями;
- 4) для наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями.

Цей стандарт встановлює також загальні вимоги на електроди

– їх розміри, технічні умови на виготовлення, правила приймання, методи випробувань, маркування тощо.

У паспортах електродів наводяться дані про призначення електродів, тип і склад покриття, рід і полярність струму, значення сили струму, хімічний склад і механічні властивості металу шва або наплавленого металу, в якому просторовому положенні може здійснюватись зварювання тощо.

**Вибір режиму зварювання.** Основними параметрами режиму ручного дугового зварювання є діаметр електрода і сила зварювального струму.

Швидкість зварювання і напруга дуги при ручному зварюванні, як правило, не регламентуються, їх добирає сам зварник залежно від марки електрода і положення шва в просторі.

Діаметр електрода беруть залежно від товщини зварюваного металу:

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

Сила зварювального струму в основному залежить від діаметра електрода. Для діаметрів 3...6 мм її визначають за формулою

$$I = kd,$$

де  $I$  - сила зварювального струму, А;  $d$  – діаметр електрода, мм;  $k$  - коефіцієнт, що дорівнює 40...60 – для електродів із стрижнем з низьковуглецевої сталі і 35...40 – для електродів із стрижнем з високолегованої сталі.

**Техніка виконання зварних швів** в основному залежить від положення їх у просторі і виду зварного з'єднання.

За положенням у просторі шви поділяють на нижні (рис. 10.4, а), вертикальні (рис. 10.4, б), горизонтальні (рис. 10.4, в) і стельові (рис. 10.4, г). Найзручніше виконувати *нижні шви*, оскільки тут розплавлений метал з ванни не витікає, значно важче –

вертикальні, бо під дією сили ваги розплавлений метал стікає донизу.

*Вертикальні шви* зварюють згори донизу або знизу догори електродами діаметром до 5 мм.

*Горизонтальні шви* на вертикальній площині виконувати важче, ніж вертикальні. Скошують кромки в цьому разі тільки на верхньому листі. Запалюють дугу на горизонтальній кромці, потім переводять її на похилий скіс верхньої кромки, знову на горизонтальну кромку і т.д. Для цього застосовують електроди діаметром до 5 мм.

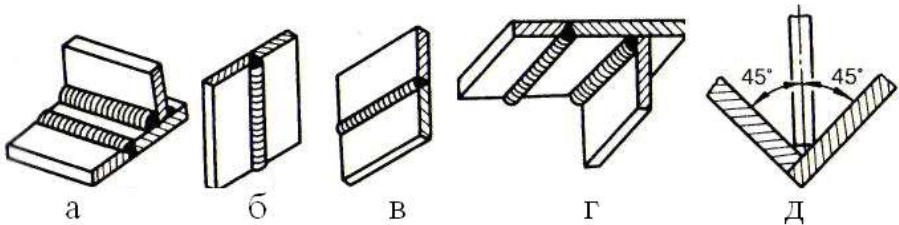


Рис. 10.4. Схеми просторового розміщення швів

*Стельові шви* – найважчі для виконання, оскільки розплавлений метал витікає з ванни. Ці шви зварюють електродами діаметром 3...4 мм найкоротшою дугою, при якій перехід краплин з електрода на основний метал полегшений.

Якщо конструкція виробу дозволяє, то його повертають так, щоб усі шви можна було виконувати в нижньому положенні, а кутові та таврові з'єднання зварювати в “човник” (рис. 3.4, д).

При виконанні зварювальних робіт необхідно дотримуватись наступних заходів безпеки: зварювальні роботи необхідно проводити в спеціалізованому приміщенні на справному обладнанні; зварювальник повинен бути одягнений в спеціальний одяг та використовувати захисний щиток чи окуляри.

## ***Практична частина***

Згідно з завданням викладача виконати запропоновані технологічні операції зварювання металу.

### ***Зміст звіту:***

1. Коротко описати сутність способів зварювання.
2. Описати та замалювати види зварних з'єднань.
3. Описати особливості виконання ручного дугового зварювання, замалювати схеми просторового розташування зварних швів.

### ***Контрольні запитання:***

1. У чому фізична суть зварювання?
2. Які способи зварювання ви знаєте?
3. Назвіть основні види зварних з'єднань.
4. В яких випадках використовують коркові, прорізні та проплавні зварні шви?
5. Дайте класифікацію сталевим електродам для ручного дугового зварювання.

## ***«СЛЮСАРНО-СКЛАДАЛЬНІ РОБОТИ»***

*(Практичні заняття № 11-15)*

### ***Практичне заняття №11***

#### ***Ізоляційні та прокладочні матеріали***

***Мета роботи:*** Ознайомитись з найбільш поширеними ізоляційними та прокладочними матеріалами, їх властивостями та особливостями застосування.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** респіратор, захисні рукавиці, зразки ізоляційних і прокладочних матеріалів.

### **Програма та порядок проведення роботи**

1. Вивчити типи ізоляційних і прокладочних матеріалів, особливості їх виготовлення та застосування.
2. Провести монтаж вузла з ущільненням роз'ємних з'єднань прокладочними матеріалами.
3. Скласти звіт.

### ***Загальні відомості***

Пластмаси – поширений конструкційний матеріал сучасної техніки. Їх широко застосовують в машинобудуванні, електриці, електроніці, радіотехніці, будівництві, сільському господарстві, медицині, інших галузях господарства та побуті.

**Пластмаси** – це матеріали, одержані на основі полімерів (смола), які здатні під впливом нагрівання і тиску формуватись у вироби із збереженням набутих форм.

Пластмаса може складатись повністю із смоли (поліетилен, полістирол тощо), а також із синтетичної смоли з наповнювачами, причому смола є зв'язуючою речовиною, яка в більшості випадків визначає основні властивості пластмас.

Пластмаси поділяються на дві групи: термопластичні (оборотні) і терморезистивні (необоротні).

**Термопластичні пластмаси** при нагріванні і під дією тиску переходять в пластичний стан, без значних хімічних змін, а тому виготовлений виріб можна знову розм'якшити і надати йому попередньої форми. До цієї групи пластмас належать поліетилен, полістирол, органічне скло і ін.

**Поліетилен** – продукт полімеризації етилену. Для нього характерні високі діелектричні і антикорозійні властивості, він володіє високою міцністю та хімічною стійкістю. Поліетилен широко використовується як ізоляційний матеріал для дротів та кабелів. Поліетилен випускають у вигляді блоків, пластин, листів, стержнів, труб і т.д., він легко піддається зварюванню та всім видам механічної обробки.

**Полістирол** є продуктом полімеризації стиролу, це напівпрозорий матеріал і має такі ж властивості, як і поліетилен. Деталі з нього одержують литтям або ж пресуванням з подальшою механічною обробкою. Із полістиролу також виготовляють хімічно стійкий посуд – акумуляторні банки, кришки, деталі холодильників, лінзи і інші світлотехнічні вироби.

В машинобудуванні останнім часом широко застосовується новий матеріал – **ударостійкий полістирол**, який від звичайного відрізняється більшою ударною в'язкістю і хімічною стійкістю.

**Вініпласт** – непрозора пластмаса звичайно темно коричневого кольору. Значна хімічна стійкість вініпласту в агресивних середовищах і здатність при нагріванні набувати пластичних властивостей створюють можливість виготовляти з нього конструкції та деталі хімічної арматури. Вініпласт випускається у вигляді плівок, листів, труб, стержнів, кутиків і деяких спеціальних напівфабрикатів – гофрованої і перфорованої плівки.

**Органічне скло** – термопластичний полімер з високою прозорістю, має значну міцність та низьку густину. З нього виготовляють скло для автомобільних фар і літаків, скло годинників, деталі різних приладів.

В залежності від властивостей і призначення встановлені наступні типи і марки листового органічного скла: скло органічне непластифіковане (СО-120-А, СО-120-К); скло органічне

пластифіковане (СО-95-А, СО-95-К); скло органічне сополімерне (СО-133-К).

Умовне позначення марки складається з початкових літер назви «Скло органічне» – СО, цифр, які вказують температуру пом'якшення, та літер, що означають область застосування скла (А-авіаційне призначення, К – конструкційне призначення – для машино-, судно-, приладобудування та решти областей промисловості). Приклад позначення: *Листове органічне скло СО-95-К 10×1000×1100 ГОСТ 10667.*

**Капрон** – еластичний, достатньо міцний матеріал, який легко сприймає ударні навантаження, поглинає вібрації та має низький коефіцієнт тертя (може працювати навіть без змащування) та невисоку густину. Він є незамінним матеріалом при виготовленні деталей, до яких висуваються підвищені вимоги по відношенню до зносостійкості та довговічності. Капрон поступово витісняє текстоліт із вузлів тертя та зубчатих передач.

**Нейлон** характеризується гарною в'язкістю при низьких температурах, малим коефіцієнтом тертя, малою вагою, високим опором стиранню, має самозмащувальні властивості, легко формується в складні конфігурації. Деталі із нейлону здатні замінити багато деталей, наприклад зубчасті колеса, які на відміну від сталевих працюють безшумно і без помітного зношування. З нього виготовляють вкладиші підшипників, які добре працюють в умовах недостатнього змащування, крильчатки насосів, клапанні сідла, гольчасті клапани, прокладки і т.д.

**Фторопласт-4** – один із найбільш стійких матеріалів серед всіх відомих пластмас. Його стійкість перевищує стійкість золота і платини, спеціальних нержавіючих сталей, фарфору і інших матеріалів, які застосовуються для роботи в найбільш агресивних середовищах. На фторопласт-4 діють тільки лужні розчини, трифтористий хлор і елементарний фтор, причому дія цих речовин

проявляється різко лише при підвищених температурах. Фторопласт-4 застосовують для ущільнення набивок в сальниках насосів, мішалок, вентилів і іншої апаратури, яка працює в агресивних середовищах.

**Терморезистивні пластмаси** під дією тепла і тиску піддаються необоротнім змінам. Вироби з них неможливо розм'якшити та переробити заново. До цієї групи пластмас відносяться текстоліт, гетинакс, склопластик та інші матеріали. В якості наповнювачів застосовуються бавовняно-паперова тканина, папір, азбестова і скляна тканина, дерев'яний шпон та ін.

**Текстоліт** виготовляють у вигляді листів і плит, стержнів і труб. Наповнювачем є бавовняно-паперова тканина. Текстоліт володіє високою стійкістю до вібрацій, хорошими діелектричними і антифрикційними властивостями.

Позначення текстоліту та азбестотекстоліту складається з найменування матеріалу, його марки, товщини, сорту та позначення стандарту. Приклад позначення: *Текстоліт ПТК-20, сорт вищий, ГОСТ 5-78*. До основних марок і областей застосування текстоліту відносять:

- ПТК – виробничий конструкційний текстоліт першого та вищого сорту («поделочный текстолит»), який застосовується для виробництва зубчастих коліс, черв'ячних коліс, втулок, підшипників ковзання, роликів та інших виробів конструкційного призначення;
- ПТ – виробничий текстоліт першого та вищого сорту, який застосовується для виробництва аналогічних деталей, що й ПТК, але таких, які працюють з нижчими навантаженнями та для виробництва прокладок для амортизаційних та інших виробів, електропанелей та щитків;
- азбестотекстоліт марок А, Б, Г використовується для виробництва гальмівних та інших фрикційних пристроїв,

прокладок деталей механічного зчеплення та теплоізоляційного матеріалу.

Текстоліт та азбестотекстоліт нетоксичні матеріали. При механічній обробці може виділятися пил фенопласту, який подразнює відкриті ділянки шкіри та органи дихання. Тому механічна обробка таких шаруватих матеріалів повинна проводитись в приміщеннях, обладнаних приточно-витяжною системою вентиляції.

**Гетинакс** – виготовляється у вигляді пресованих листів, які складаються із декількох шарів пропиточного або ізоляційного паперу, змоченого спеціальними смолами. Має такі ж властивості та області застосування, що й текстоліт.

**Дерев'яношаровий пластик (ДСП)** – матеріал, який виготовляється шляхом склеювання та гарячого пресування листів дерев'яного шпону товщиною від 0,4 до 1,5 мм, попередньо просочений синтетичною смолою. ДСП застосовують для виготовлення підшипників, втулок, гальмівних колодок, роликів транспортерів, фрикційних дисків тощо.

**Склопластики** – багат шарові матеріали, які містять скловолокнистий наповнювач і смолу. Для підвищення хімічної та вібраційної стійкості замість скляних волокон застосовують поліефірні (лавсан). Склопластики використовують в суднобудуванні та машинобудуванні, при виготовленні різних ємкостей.

Пластмаси в своїй сукупності є дуже високотехнологічні, вони легко піддаються формуванню, штампуванню та відливанню, підлягають всім видам механічної обробки – обточуванню, фрезеруванню, свердлінню, їх можна легко зварювати, склеювати та фарбувати в будь-який колір.

Для забезпечення герметичності в місцях з'єднання металевих поверхонь: фланцевих з'єднань труб, патрубків, каналів,

кришок та корпусів і інших деталей машин, що працюють в середовищах води, пару, газу, стисненого повітря, бензину, гасу, мастила і т.д. – ставлять прокладки.

Прокладочними матеріалами служать фібра, гума, азбест, пароніт, клингерит, повсть, шкіра, а також паперові та картонні прокладки просочені мастилом.

**Фібра** – це пресована паперова маса, просочена хлористим цинком, яка під дією вологи розбухає. З фібри виготовляють прокладки, шайби і ізоляційні деталі електроапаратури.

**Азбест** – волокнистий матеріал білого кольору, який складається із різних мінеральних речовин. Він еластичний, вогнетривкий, дуже погано проводить тепло, а тому використовується як прокладочний і ізоляційний матеріал в з'єднаннях деталей, що працюють при високих температурах. Азбест випускається у вигляді картону, шнура або спеціальних мідно-азбестних та асбозалізних прокладок.

**Пароніт** – прокладочний матеріал, який витримує температуру до 450°C і здатний протидіяти роз'їдаючій здатності палива та мастила. Пароніт виготовляється із азбесту, каучуку та наповнювачів.

**Клингерит** – спресована суміш азбесту, сурику, графіту, окислу заліза і гуми. Клингерит витримує температуру до 180°C і тиск до 1 МПа.

**Картон** (спеціальний прокладочний) представляє собою еластичний матеріал, який має слабку поглинаючу здатність відносно води, палива, мастила. Картон випускають двох марок: А – просочений та Б – непросочений. Картон, просочений бавовняним мастилом застосовують як ізоляційний матеріал. При маркуванні картону вказується його марка, товщина і ГОСТ.

**Технічна повсть** поставляється кількох видів – для сальників, прокладок та фільтрів. Деталі з повсті не повинні

розшаровуватися, на них не допускаються надриви, надірвані чи скошені кінці та інші пошкодження. Не можна також склеювати пошкоджені частини повсті.

*Гуму* одержують з каучуку, діючи на нього вулканізуючими речовинами, що містять сірку. Для виготовлення гуми використовують і синтетичний каучук, який виготовляють штучно.

Основні властивості гуми: еластичність, міцність, здатність переносити знакозмінні навантаження, гасити коливання. Гарний опір стиранню забезпечили широке застосування в якості матеріалів для виготовлення амортизаторів, шлангів, сальників, водотривких прокладок і інших деталей.

### ***Практична частина***

Практична частина полягає у виконанні складання роз'ємних з'єднань, вказаних викладачем, з встановленням прокладок, виготовлених зі спеціального матеріалу.

### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке пластмаси, які їх основні властивості ви знаєте?
2. В чому різниця між термореактивними та термопластичними пластмасами, які види пластмас відносяться до кожної з груп?
3. Для чого служать прокладочні матеріали, їх види?
4. Чим характеризується гума, як прокладочний матеріал та особливості її застосування?

## ***Практичне заняття №12***

### ***Антикорозійні покриття. Лакофарбові покриття***

***Мета роботи:*** Ознайомитись з антикорозійними покриттями, які використовуються в сільськогосподарському машинобудуванні, їх властивостями та особливостями

застосування.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** респіратор, захисні окуляри, захисні рукавиці, пензлі для нанесення лакофарбових покриттів, металеві щітки, наждачний папір.

### **Програма та порядок проведення роботи.**

1. Вивчити види антикорозійних покриттів, їх призначення та методику нанесення на деталі.
2. Виконати нанесення фарби на деталі та контроль якості фарбування.
3. Скласти звіт.

### ***Загальні відомості***

**Корозією** називається процес руйнування металів та сплавів під дією зовнішнього середовища (іржавіння сталі, роз'їдання металевих виробів морською водою, руйнування деталей під дією розчинів солей і кислот, і т.д.). Для боротьби з корозією металів застосовують наступні способи.

**Металеві покриття** – це нанесення на метал тонкого шару іншого металу, який має більшу антикорозійну стійкість. Застосовують наступні способи нанесення покриттів.

***Гарячий спосіб*** – покриття наноситься зануренням виробу до ванни з розплавленим металом (цинком, оловом і т.д.).

***Гальванічний спосіб*** – на поверхню виробу наносять тонкий шар (від 0,005 до 0,03 мм) металу при електролізі розчину солей цинку, олова, нікелю і ін.

***Дифузійний спосіб*** – полягає в поглинанні поверхнею виробу захисного металу, який проникає в нього при високих температурах.

***Металізація*** – нанесення тонкого шару розплавленого металу на виріб спеціальним пістолетом – електрометалізатором.

**Змащування** – нанесений на поверхню густий шар мастила виконує ту ж роль, що і фарба, але на відміну від неї легко може бути видалений в разі необхідності.

### **Покриття з пластмас.**

Пластмаси широко застосовують як антикорозійні, вологозахисні, стійкі до спрацювання, удароміцні, декоративні покриття на металевих, паперових, дерев'яних, скляних та інших виробках. Пластмасові покриття в агресивних середовищах більш стійкі, ніж гальванічні. Вони міцніші та довговічніші від лакофарбових покриттів. У ряді випадків пластмасові покриття дешевші від лакофарбових у 1,5 і гальванічних – у 2...3 рази.

Розглянемо основні види пластмасових покриттів.

***Покриття з рідких компаундів і замазок.*** Покривні компаунди готують на основі термореактивних смол з отверджувачем та наповнювачем.

Замазка за складом аналогічна компаунду, але містить більше наповнювача; вона гущіша, ніж компаунд, і тому наноситься шпателем.

***Покриття суспензіями*** – на металеву поверхню пульверизацією або зануренням наносять шар диспергованого в етиловому спирті з ксилолом фторопласту. Потім цей шар підсушують при 50...60°C і оплавляють при температурі 320...340°C протягом 10-20 хв. Товщина одного шару близько 10 мкм.

***Покриття порошками.*** Для покриттів використовують порошки термопластів з розміром часток 100...250 мкм (поліетилен, поліпропілен, капрон та ін.).

Покриття з порошків наносять такими способами: вихровим, струминним або електростатичним.

***Покриття розплавом*** дістають екструзійним і відцентровим способами. Процес покриття цими способами включає дві стадії: приготування розплаву і нанесення його на виріб.

**Покриття плитками, листами, плівками** виконують футеруванням (обкладанням) на клеях або замазках, плакуванням, намотуванням або накочуванням.

Футерування полягає в обкладанні плитками або листами на клеях чи замазках хімічної апаратури, посудин, сховищ.

Плакуванням покривають листову сталь з однієї або з обох боків полімерною плівкою за допомогою спеціального клею на багатовапковій установці.

### **Лакофарбові покриття**

**Загальні відомості.** Для захисту металевих і неметалевих виробів і конструкцій від руйнівної дії навколишнього середовища та надання їм потрібного декоративного вигляду застосовують лакофарбові матеріали – речовини, здатні після висихання залишати тонкі плівки, міцно зчеплені з поверхнею, на яку вони нанесені.

Лакофарбові покриття бувають одно- і багат шаровими. В багат шарових покриттях першим наносять шар ґрунту для міцного зчеплення з поверхнею та заповнення пор в ній, потім шар шпаклівки для вирівнювання поверхні і насамкінець покривний шар.

Лакофарбові матеріали складаються із плівкоутворювальних речовин, розчинників, пігментів, наповнювачів, пластифікаторів, сикативів та інших добавок.

*Плівкоутворювальні речовини* – основні компоненти лакофарбових матеріалів. Ними можуть бути: рослинна олія (оліфа), природні (янтар, шлак, каніфоль, асфальти) і синтетичні смоли, ефіри целюлози. Вони утворюють на поверхні виробу плівку, а також є сполучниками інших компонентів лакофарбових матеріалів. Більшість з них належать до високомолекулярних сполук або стають ними в процесі плівкоутворення.

*Розчинники* – леткі органічні речовини, призначені для розчину плівкоутворювальних компонентів. Вони також впливають на швидкість плівкоутворення і фізико-механічні властивості плівки, не змінюючи її хімічних властивостей. До них належать вуглеводні (уайт-спірит, толуол), ефіри (етилацетат, бутилацетат), спирти (бутиловий, етиловий), кетони (ацетон, метилетилкетон, циклогексанон) та ін.

*Пігменти* – порошкові речовини, які надають лакофарбовим матеріалам певного кольору, а також підвищують захисні властивості плівки – термо-, водо- і хімічну стійкість. До них належать: білі пігменти (біліла цинкові, свинцеві, титанові), жовті (свинцевий крон, охра), червоні (сурик свинцевий і залізний), зелені (оксид хрому) та ін.

*Наповнювачі* – порошкові речовини, що надають лакофарбовому покриттю необхідні фізико-механічні властивості, а також зменшують вартість покриття (тальк, каолін, магнезія, гіпс тощо). У ряді випадків наповнювачі одночасно можуть бути і пігментами.

*Пластифікатори* – органічні речовини, які протягом тривалого часу зберігають еластичність покриття, гнучкість плівки при низьких температурах. Пластифікаторами є дибутилфталат, трикрезилфталат та ін.

*Сикативи* – солі деяких органічних кислот (резинати і нафтенати кобальту, свинцю, цинку). Вони діють як каталізатори в процесі полімеризації плівкоутворювача і підвищують у 7...8 разів швидкість висихання масляних матеріалів при кімнатній температурі.

Лакофарбові матеріали можуть мати також інші добавки: стабілізатори, антистатика тощо.

**Види лакофарбових матеріалів.** Залежно від призначення лакофарбові матеріали поділяють на лаки, фарби (емалі),

грунтовки, шпаклівки.

*Лаками* називають розчини плівкоутворювальних речовин в розчинниках, після висихання яких утворюються прозорі плівки.

*Фарби* – це композиції зазначених вище компонентів лакофарбових матеріалів. Якщо плівкоутворювачем у них є олифа, то їх називають *олійними фарбами*, а якщо введено лак, – то *емаліями*.

*Грунтовки і шпаклівки* – це емалі або фарби з великою кількістю пігментів і наповнювачів, які введені для одержання густої консистенції.

### ***Практична частина***

Практична частина полягає у нанесенні фарби та контролю пофарбованої поверхні деталі, вказаної викладачем.

Перед початком обробки деталі необхідно правильно визначити тип необхідної фарби залежно від середовища, в якому працює дана деталь, матеріалу деталі, форми поверхні, яку необхідно обробити.

**Підготовка поверхні для нанесення покриття.** Якісне покриття можна одержати на добре підготовленій поверхні, ретельно очищеній від продуктів корозії, різних забруднень, старого покриття.

Підготувати поверхню для нанесення покриття можна механічним, хімічним або термічним способами.

До *механічних* способів підготовки поверхні належать піскоструминне і гідропіскоструминне очищення, очищення наждачними шкірками і щітками. Ці способи можуть суміщати також знежирення поверхні добавкою водного розчину лугів. *Хімічні* методи передбачають знежирення поверхні органічними розчинниками і травлення водними розчинами кислот для видалення іржі та окалини.

*Термічним* способом видаляють іржу, окалину, сліди старого покриття, нагріваючи поверхню полум'ям ацетиленокисневого пальника.

**Нанесення лакофарбових матеріалів.** Найпростішим способом нанесення лакофарбових матеріалів є ручне нанесення їх щітками або шпателем.

До продуктивніших способів належать пневматичне і рідке розпилення, нанесення в електричному полі високої напруги.

*Пневматичне розпилення* здійснюють пульверизатором під дією стисненого повітря.

При *рідкому розпиленні* лакофарбовий матеріал витісняється крізь отвори сопла під дією гідравлічного тиску.

При нанесенні лакофарбових матеріалів в *електричному полі* частки цих матеріалів у зоні електричного поля заряджаються і осідають на виріб з протилежним зарядом. Розпилення може здійснюватися будь-яким способом.

**Сушіння покриттів.** При висиханні лакофарбових матеріалів відбуваються складні фізико-хімічні процеси. В термопластичних матеріалах випаровуються розчинники, а в термореактивних, крім того, відбувається полімеризація або поліконденсація. Тому методи і режими сушіння покриттів встановлюють з урахуванням властивостей лакофарбового матеріалу і виробу.

Сушіння може бути природним - при температурі повітря або штучним – при підвищених температурах. Підвищення температури сушіння покращує адгезію, твердість, паливо- і водостійкість покриття.

При штучному сушінні теплота може передаватися конвекцією або терморадіацією.

*Конвективне сушіння* ґрунтується на обтіканні пофарбованого виробу гарячим газом або продуктами згоряння в

спеціалізованих сушильних установках з паровим, електричним або газовим обігріванням.

*Терморадіаційне сушіння* засноване на поглинанні пофарбованою поверхнею теплової енергії, випромінюваної видимою і невидимою частинами спектру інфрачервоних променів.

Досить часто лакофарбовані покриття сушать одночасно конвективним і терморадіаційним методами.

### ***Контрольні запитання:***

1. Які способи захисту від корозії ви знаєте?
2. В чому полягає особливість покриття виробів пластмасами?
3. З чого складаються лакофарбові матеріали?
4. Які способи нанесення лакофарбових покриттів ви знаєте?

## ***Практичне заняття №13***

### ***Складання вузлів та механізмів машин***

***Мета роботи:*** ознайомитись з особливостями проведення операцій складання вузлів і механізмів машин, та інструментами які для цього використовуються.

***Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:*** набір ключів та викруток, захисні рукавиці, елементи вузлів та механізмів машин.

### ***Програма та порядок проведення роботи.***

1. Ознайомитися з основними операціями складання вузлів і механізмів машин та слюсарно-складальним інструментом.
2. Провести складання вузла запропонованого викладачем.
3. Скласти звіт

### ***Загальні відомості***

З'єднання деталей в складальні одиниці (механізми, вузли, машини і т.д.) називається ***складанням***. Складання передбачає не

лише з'єднання деталей, а й їх підгонку перед складанням та регулювання всієї складальної одиниці.

Технологічний процес складання має ряд послідовно виконуваних операцій. При цьому деталь, з якої починають складання, приєднуючи до неї послідовно решту деталей, називають *базовою*.

**Операція складання** – це частина технологічного процесу складання, що виконується на одному робочому місці (одним чи кількома виконавцями), яка в свою чергу поділяється на установи та переходи.

***Установа при складанні*** – частина операції, яку виконують при незмінному положенні складальної одиниці.

***Перехід*** – частина складальної операції, яка виконується одним і тим же інструментом при незмінному положенні складальної одиниці.

Складання деталей відбувається в певній послідовності, що обумовлюється конструкцією складальної одиниці.

В залежності від характеру виробництва, який визначається розміром партії деталей, трудомісткістю процесу та інших факторів організаційно-технічна форма складання розділяється на дві основні форми: ***стаціонарне та пересувне***.

**Стаціонарне складання** проводиться безпосередньо на певному робочому місці, до якого подають всі необхідні деталі. Існує два види стаціонарного складання:

- складання по принципу концентрації операцій, коли робота виконується на одному робочому місці однією бригадою, при цьому бригада складає весь виріб, починаючи з одержання деталей і закінчуючи випробуванням; таку форму складання застосовують насамперед при одиничному виробництві, а іноді і при дрібносерійному, наприклад при складанні турбін;

- складання виробу по принципу розділення операцій на вузлове та загальне складання, при цьому вузли збирають кілька бригад робочих одночасно; зібрані вузли подають на загальне складання, де вже з них спеціальна бригада збирає виріб. Таким чином складаються металорізальні верстати, автомобілі, сільськогосподарська техніка.

При виробництві крупних виробів, які мають значну вагу та габаритні розміри, застосовують потокове складання на нерухомих стендах, при якому робітник чи бригада робітників виконує одну і ту ж операцію, переходячи від одного стенду до іншого.

**Пересувне складання** виконують теж двома способами:

- складання з вільним переміщенням виробу який збирається від однієї операції складання до іншої з допомогою крана, транспортерної стрічки, візків на рельсовому ході тощо;
- складання з примусовим пересуванням виробу що збирається з допомогою конвеєра або візків замкнених ведучим ланцюгом.

Потокове складання різко підвищує випуск продукції та знижує її собівартість. Пересувне потокове складання широко застосовують в крупносерійному та масовому виробництві.

Готова продукція, що випускається сучасними машинобудівними підприємствами та ремонтується, представляє собою вироби, які складаються з окремих елементів – вузлів та деталей.

Частина виробу, яка складається з двох чи кількох деталей, з'єднаних між собою, називається **вузлом або складальною одиницею**.

Якщо вузол входить безпосередньо до складу виробу, його називають **групою**, а якщо вузол є складовою частиною іншого, більш крупного вузла, то його називають **підгрупою першого порядку**. Якщо у вузол, який є підгрупою першого порядку входять

крім окремих деталей ще якісь вузли, то їх називають підгрупами другого порядку т.д.

Складання будь-якого виробу розпочинають із складання вузлів, груп або підгруп, причому в залежності від конструкції виробу або вузла процес складання виконують в різноманітній послідовності.

**Базовою деталлю** називається основна деталь, з якої розпочинається складання вузла або всього виробу.

**Базовою групою** називається основна група, з якої розпочинається складання виробу.

**Базовою підгрупою** називається основна підгрупа, з якої розпочинається складання даної групи.

При наведенні схеми складальних елементів деталі, підгрупи і групи прийнято зображати у вигляді невеликих прямокутників, в які вписується індекс (номер), найменування і кількість цих елементів.

Всі деталі, що потрапляють на складання повинні бути ретельно очищені і промиті. Промивання деталей проводять із застосуванням різноманітних спеціальних рідин, гасу, бензину та водних розчинів лугів. Деталі промивають як вручну, так і в спеціальних мильних машинах з застосуванням спеціального оснащення.

Слюсарно-складальні роботи виконують за допомогою різноманітних монтажних інструментів (гайкових ключів – рис. 13.1, викруток – рис. 13.2, молотків) і пристосувань.

**Гайкові ключі** (рис. 13.1) служать для розбирання і складання різьбових з'єднань. Гайкові ключі складаються із головки з розхилом певного розміру і рукоятки. Розхил головки повинен відповідати розміру гайки або головки гвинта. По формі і призначенню гайкові ключі діляться на відкриті, накидні (закриті), радіусні (для круглих гайок) і торцеві.

Для вигвинчування та загвинчування болтів і гвинтів з прорізом (шліцем) на своїй головці використовуються різноманітні викрутки.

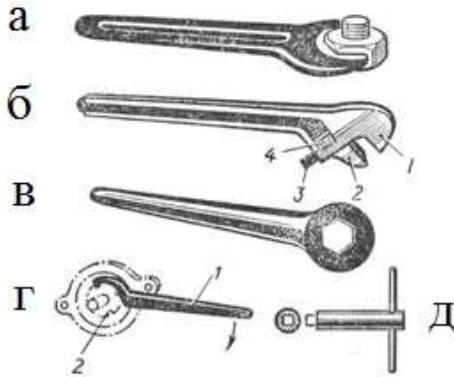


Рис. 13.1. Гайкові ключі: а – односторонній відкритий; б – розсувний з черв'ячним гвинтом (1 – нерухома частина, 2 – рухома частина, 3 – зубчаста рейка, 4 – черв'ячний гвинт); в – накидний (закритий); г – радіусний – для круглих гайок (1 – штир ключа, 2 – паз); д – торцевий.

**Викрутка** (рис. 13.2) складається з ручки, стержня і робочої частини (леза). По будові і призначенню викрутки поділяються на: дротові (рис. 13.2, а); з дерев'яними щічками (рис. 13.2, б); вставні (рис. 13.2, в), які мають два леза різних розмірів; електротехнічні (рис. 13.2, г) з ручками із електроізоляційних матеріалів та механічні (рис. 13.2, д) з гвинтовими канавками на стержні, завдяки яким при натисканні на рукоятку викрутка приводиться в обертання під час роботи. Останнім часом використовуються викрутки з механічним приводом які працюють як від акумуляторів та батарейок, так і від електромережі. Леза викруток повинні відповідати по товщині і ширині розміру шліців болтів та гвинтів.

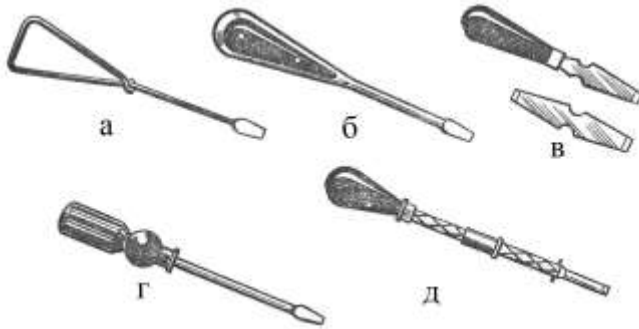


Рис. 13.2. Викрутки: а – дротова; б – з дерев’яними щічками; в – вставна; г – електротехнічна; д – механічна

При складальних роботах використовуються різноманітні молотки: звичайні слюсарні з квадратними і круглими бійками та спеціальні – мідні і свинцеві. Молотки, виготовлені із м’якого матеріалу, не зминають поверхонь, граней та кромок з’єднаних деталей.

Виконання складальних робіт потребує застосування і інших інструментів, наприклад плоскогубців, гострогубців тощо, а також різноманітних пристосувань.

Вузли складають на окремих ділянках складального цеху. В технічних вимогах на вузол чи деталь вказуються як спеціальні експлуатаційні вимоги, так і вимоги по дотриманню монтажних розмірів, зазорів та натягів.

В залежності від типу виробництва складання вузлів та виробів в тій чи іншій мірі пов’язана з підгоночними операціями. Для забезпечення необхідної точності вузлів та виробів, які збираються, застосовують наступні види вузлового складання:

- за принципом індивідуальної підгонки, при якому складання виконується шляхом підгонки однієї деталі до іншої;
- за принципом неповної взаємозамінності, при такому складанні передбачено деякі розширені допуски на окремі

- розміри деталей, що збираються у вузол, а потім сортування їх за розмірами в межах більш вузьких допусків;
- із застосуванням методу підбору деталей за місцем, при якому слюсар самостійно виконує підбір деталей вручну або за допомогою щупів;
  - із застосуванням компенсаторів – точність спряжень досягається за допомогою спеціальних деталей – компенсаторів;
  - за принципом повної взаємозамінності, при якому вузли та вироби складають без підгонки, підбирання чи будь-яких інших додаткових робіт, з обов'язковим забезпеченням вимог, які пред'явлені до виробу.

Всі з'єднання, які зустрічаються в процесі складання, ділять на нерухомі і рухомі.

Якщо за умовами експлуатації необхідно забезпечити незмінне розміщення однієї деталі відносно іншої або ж одного вузла відносно іншого, то таке з'єднання називається **нерухомим**. В залежності від конструкції і умов експлуатації нерухомі з'єднання можуть бути роз'ємні і нероз'ємні.

**Нерухомими роз'ємними** називають з'єднання, які можна розбирати без пошкодження спряжень або деталей кріплення (гвинтові, болтові, штифтові, шпонкові, клинові та інші з'єднання).

**Нерухомими нероз'ємними** називають з'єднання, які неможливо розібрати, не пошкодивши деякі деталі, які входять до з'єднання. Такі з'єднання можуть бути виконані зварюванням, паянням, клепаанням, пресуванням, склеюванням, заливанням пластмасами тощо.

**Рухомими** називають з'єднання, при яких необхідно одержати взаємне переміщення однієї деталі відносно іншої або одного вузла відносно іншого. Такі з'єднання мають різні посадки – ковзаючі, ходові, широкоходові та інші.

Правильність складання механізмів звичайно перевіряється взаємодією їх деталей. Для цього приводять в рух вручну ведучу деталь і слідкують за тим, як цей рух передається на всі ведені деталі.

### ***Практична частина***

Практична частина даної роботи полягає у виконанні складання одного вузла, запропонованого викладачем.

Перед початком виконання роботи необхідно правильно визначити тип з'єднання залежно від умов роботи і функціонального призначення роз'ємного з'єднання, матеріалу деталі, форми поверхні.

Для складання відповідальних з'єднань (головка блока ДВЗ, корпуси корінних і шатунних підшипників і т.д.) необхідно використовувати *динамометричний ключ*. Конструкцією динамометричного ключа передбачається загвинчування болтів, гайок, шпильок з певним визначеним зусиллям. Це дає можливість запобігти зриву різьби і забезпечує необхідну міцність різьбового з'єднання.

При складанні деталей за допомогою шпонкового і шліцьового з'єднання необхідною умовою є подібність розмірів та форм виступів і впадин валу й отвору. В іншому випадку такі деталі неможливо буде скласти або ж місце з'єднання буде інтенсивно зношуватись.

### ***Контрольні запитання:***

1. Сутність складання механізмів та машин і основні форми його здійснення?
2. Основні інструменти які застосовуються при складанні?
3. Як класифікуються види вузлового складання?
4. Які є особливості рухомих та нерухомих з'єднань?
5. З яких елементів складаються готові вироби, та послідовність проведення їх складання?

## ***Практичне заняття №14***

### ***Засоби механізації при виконанні слюсарно-складальних робіт***

**Мета роботи:** ознайомитись з засобами механізації при виконанні слюсарно-складальних робіт, особливостями та ефективністю їх застосування.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** набір інструменту, захисні рукавиці, елементи вузлів та механізмів машин, електроінструмент (кутова шліфмашинка, дріль, електрогайкокрут тощо)

#### **Програма та порядок проведення роботи.**

1. Ознайомитись із засобами механізації при виконанні слюсарно-складальних робіт.
2. Провести складання вузла запропонованого викладачем, використовуючи засоби механізації.
3. Скласти звіт

#### ***Загальні відомості***

Засоби механізації, які застосовують при виконанні слюсарно-складальних робіт, дозволяють не лише підвищити ефективність та якість проведення вказаного технологічного процесу, але й суттєво знизити затрати праці та скоротити час проведення слюсарно-складальних операцій.

Основним напрямком при вдосконаленні складання машин, особливо в масовому і серійному виробництві, є створення потокових ліній на всіх етапах складання, а також комплексна механізація основних і допоміжних операцій. Найбільшого підвищення продуктивності праці можна досягти при організації конвеєрного складання машин. На багатьох підприємствах

серійного і масового виробництва встановлені і працюють різноманітні за конструкцією конвеєри: змонтовані на підлозі, ланцюгові, пластинчасті, кондукторні, естакадні, підвісні і ін. На них виконуються більше 85% всіх складальних робіт. Деталі до робочих місць теж подаються підвісними конвеєрами.

Нарощування об'єму виробництва деталей і машин в кілька разів досягається різноманітними організаційно-технічними заходами: чітким розділенням процесу складання виробів на дрібні операції, високою забезпеченістю вузлових і головних конвеєрів різними високопродуктивними інструментами, паралельним виконанням операцій і високою організацією робочих місць, повною взаємозамінністю деталей, вузлів та агрегатів.

Найвищим етапом механізації є автоматизація виробничих процесів. Незважаючи на складність автоматизації складальних робіт, з розвитком комп'ютерних технологій та робототехніки в багатьох галузях виробництва використовують комплексні автоматичні лінії, в яких автоматизовано повністю чи частково весь комплекс робіт, починаючи від штамповки деталей і закінчуючи складанням готових виробів.

Нижче приведені приклади механізації окремих операцій та обладнання, яке для цього використовується при проведенні деяких слюсарно-складальних робіт у дрібносерійному, одиничному виробництві та при виконанні ремонтних операцій.

### ***Механізація рубки металу***

Ручна рубка поступово витісняється обробкою на металорізальних верстатах (стругання, фрезерування), обробкою з допомогою абразивного інструменту, ручних механізованих інструментів і пристосувань.

До ручних механізованих інструментів відносяться пневматичні і електричні рубальні молотки.

*Пневматичний рубальний молоток РМ-5* (рис. 14.1) складається із корпусу, бойка, золотника і рукоятки з пусковим пристосуванням. Стиснуте повітря із цехової магістралі через гумовий шланг і штуцер 1 потрапляє до рукоятки молотка. Слюсар береться правою рукою за рукоятку, а лівою утримує робочий кінець, направляючи цим самим рух зубила.

При натисненні на курок 3 відкривається клапан 2 і повітря під тиском 5...6 кПа із магістралі через штуцер 1 потрапляє в циліндр. В залежності від положення золотника 4 повітря через канали всередині корпусу потрапляє в камеру 5 робочого ходу або в камеру 6 зворотного ходу. В першому випадку повітря штовхає ударник 7 вправо і він ударяє по хвостовику робочого інструменту. В кінці робочого ходу золотник тиском повітря зміщується, повітря потрапляє в камеру 6, яка здійснює зворотній хід. Потім цикл роботи повторюється. Молоток вмикають в роботу після притиснення до поверхні, яку необхідно обробити.

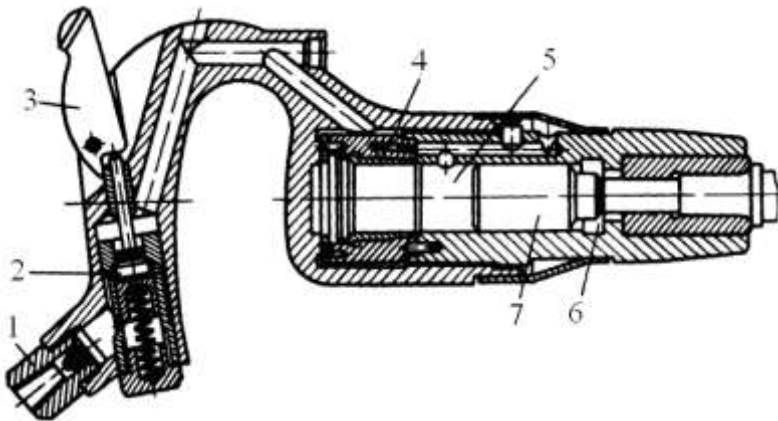


Рис. 14.1. Пневматичний рубальний молоток РМ-5

В якості інструменту для рубки пневматичним молотком застосовують спеціальні зубила. Продуктивність рубки при використанні механізованого інструменту підвищується в 4...5 раз.

В електричних молотках обертання валу електродвигуна, який вмонтовано в корпус, перетворюється в зворотно-поступальний рух ударника, на кінці якого закріплено зубило або інший інструмент.

### ***Механізація різання металу***

Механізоване різання металу здійснюється з допомогою різних механічних, електричних і пневматичних ножовок, ножиць, дискових пилок і іншого універсального або спеціального обладнання.

*Ручні електричні ножиці С-424* вібраційного типу (рис. 14.2) складаються із електродвигуна 1, редуктора 2 з ексцентриком 7 і рукоятки 4. Зворотно-поступальний рух від ексцентрика передається на верхній ніж 6, нижній ніж 5 закріплений на скобі 8. При різанні електроножиці тримають правою рукою. Обхопивши рукоятку всією долонею правої руки, вказівний палець розміщується на кнопці вмикача 3. Лівою рукою лист металу подають між ножами, направляючи під різальну кромку верхнього ножа, таким чином щоб лінія розмітки була видною.

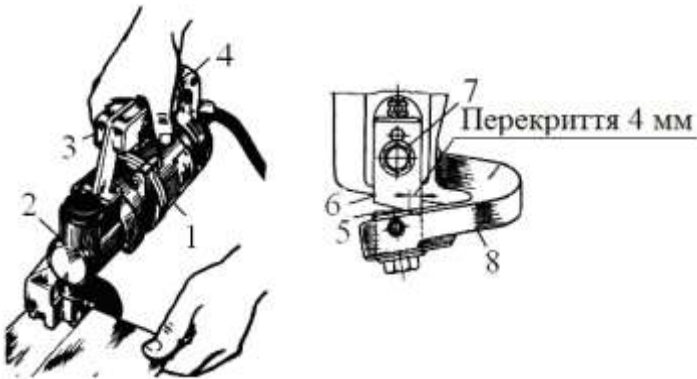


Рис. 14.2. Ручні електричні ножиці

*Пневматичні ножиці* призначені для прямолінійного і криволінійного різання металу і приводяться в дію пневматичним роторним двигуном. Найбільша товщина сталевого листа, який

можна різати пневматичними ножицями при середній твердості складає 3 мм, з максимальною швидкістю різання – 2,5 м/хв, число подвійних ходів ножа в хвилину при цьому складає 1600.

*Пневматична ножовка* (рис. 14.3, а) приводиться в дію стиснутим повітрям. Вона складається із перетворювача руху, роторного двигуна, пускової клавіші і ножового леза. Максимальна товщина металу, який можна обробляти таким інструментом – 5 мм, мінімальний радіус – 50 мм, швидкість різання – 20 м/хв. Пристосування забезпечується змінними затискними патронами для кріплення напилків і ножовочних полотен різного розміру.

*Дискова пневматична пилка* (рис. 14.3. б) застосовується для різання труб безпосередньо на місці складання. Пилка має редуктор 3, черв'ячне колесо якого змонтовано на одній осі із спеціальною дисковою фрезою 1. Закріплюється труба спеціальним затискачем 5, який встановлено на хвостовику 4. Затискач закріплюється шарнірно до рукоятки 2.

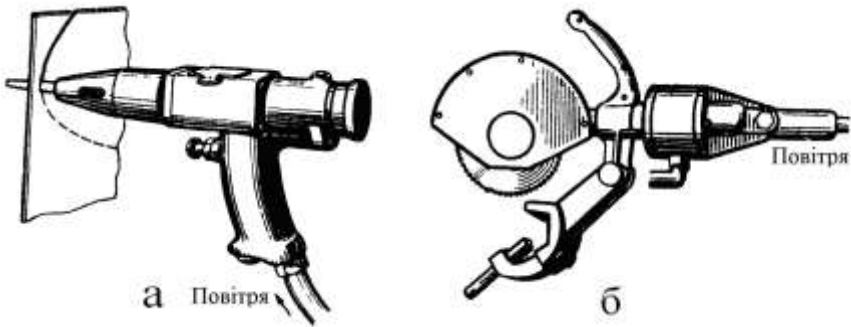


Рис. 14.3. Пневматичні різальні машин: а – пневматична ножовка;  
б – дискова пневматична пилка

Останнім часом широко поширеною стала кутова електрична шліфувальна машина (болгарка), яка часто застосовується для механізації процесу різання не лише металу, а й інших матеріалів.

### *Механізація ручного свердління*

Ручні свердлильні електричні машини застосовують при монтажних, складальних і ремонтних роботах для свердління і розсвердлювання отворів. Вони бувають трьох типів.

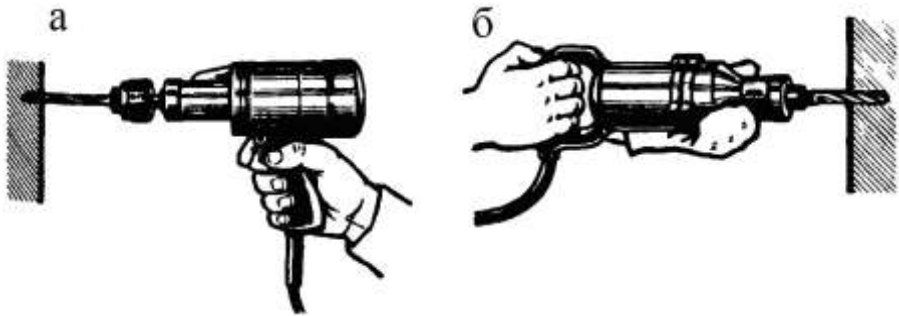


Рис. 14.4. Ручні свердлильні електричні машини: а – легкого, б – середнього типів

*Машини легкого типу* (рис. 14.4. а) призначені для свердління отворів  $\varnothing 8 \dots 9$  мм. Електродвигуни таких машин звичайно колекторні і працюють з постійним чи перемінним струмом нормальної частоти напругою 220 В.

*Машини середнього типу* (рис. 14.4, а), звичайно мають одну замкнену рукоятку на задній частині корпусу і використовують для свердління отворів діаметром до 18 мм.

*Машини важкого типу* мають звичайно дві рукоятки на корпусі і застосовуються для вертикального і горизонтального свердління в сталевих деталях отворів  $\varnothing 20 \dots 80$  мм.

Свердлильні машини бувають прямими (з співвісним розміщенням осі шпінделя відносно електродвигуна) і кутовими (із розміщенням осі шпінделя під кутом до осі двигуна). Останні використовують для свердління отворів у незручно розміщених місцях. За напрямком обертання шпінделя машини виготовляються з одностороннім обертанням і реверсним.

Ручні свердлильні електричні машини незалежно від типу і потужності складаються із трьох основних частин – електродвигуна з робочою напругою 220 і 36 В, зубчастої передачі і шпінделя.

Ручні свердлильні *пневматичні машини* в порівнянні з електричними мають невелику масу та розміри. Привід таких машин має плавне регулювання частоти обертання при натисненні на вмикач. При перевантаженні машина автоматично зупиняється, за рахунок чого вдається запобігти поломці свердла, в той час як перевантаження електричної машини призводить до її перегрівання і виходу з ладу.

### ***Механізація нарізання різьби***

Для механізації нарізання різі в великогабаритних деталях, а також при монтажі (складанні) виробів застосовують такі спеціальні механізовані інструменти, як різьбонарізачі з електричним або пневматичним приводом, а також електро- і пневмосвердлилки, які обладнуються спеціальними насадками.

### ***Механізація доводочних і притирочних робіт***

Доведення і притирка деталей та вузлів є досить трудоемким процесом. Більш продуктивним і менш втомлюваним для працюючого є доведення і притирання деталей на доводочних верстатах. Поряд із спеціальними верстатами для механізованого доведення можуть бути пристосовані відповідним чином і метало ріжучі верстати – свердлильні, стругальні тощо.

На рис. 14.5 показаний верстат для доведення деталей. Деталь встановлюють оброблюваною поверхнею на доводочний диск 1 в текстолітовий сепаратор, який має проріз по контуру деталі. Доведення поверхні відбувається в результаті складного робочого руху, тобто поєднання обертань доводочного диску і деталі, яка самовстановлюється на площині диска.

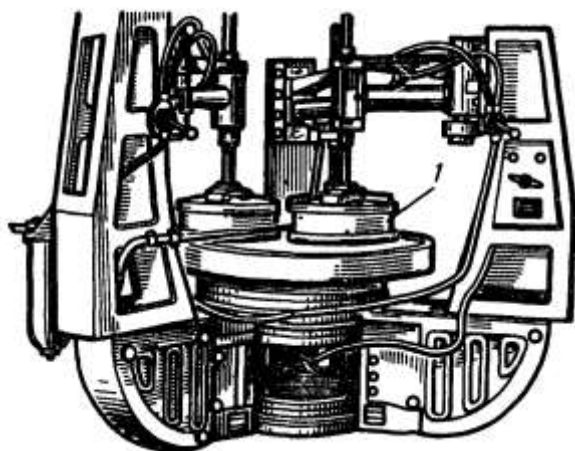


Рис. 14.5. Верстат для доведення

Якість доведення відлитих деталей на такому верстаті значно підвищується, продуктивність підвищується в 2-3 рази.

#### ***Механізація складання різьбових з'єднань***

При складанні різьбових з'єднань використовують різноманітний механізований інструмент. На рис. 14.6 наведено електрогайкокрут (а) та пневматичний реверсний гайковерт (б) для закручування гайок та болтів.

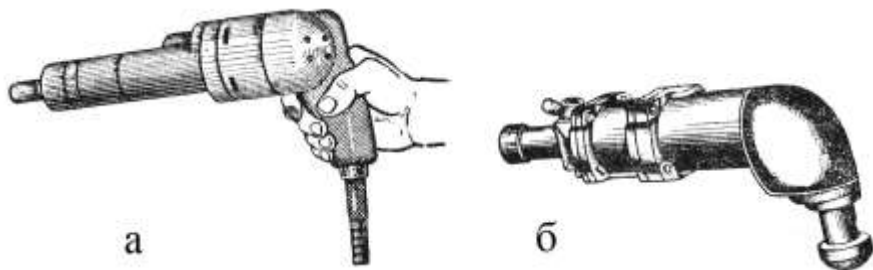


Рис. 14.6. а – електрогайкокрут, б – пневматичний реверсний гайковерт

*Електрогайкокрут* складається з електродвигуна, редуктора і шпінделя. Охолоджується електродвигун напрусованим на

передню частину валу вентилятором. Змінний робочий кінець вмикається за допомогою кулачкової муфти при натисненні на рукоятку електрогайковерта. Робоча кромка автоматично зупиняється розчепленням муфти при досягненні певного зусилля загвинчування.

*Кутовий реверсний пневматичний гайковерт* (рис. 14.6, б) призначений для закручування гайок і гвинтів діаметром до 16 мм. у важкодоступних місцях. Гайковерт налаштовують на певний крутний момент для затягування відповідальних різьбових з'єднань.

Велике значення для складальних робіт відіграє застосування багатошпіндельних пневматичних і електричних гайковертів. Такими гайковертами загвинчують одночасно від 2 до 20 гайок різних розмірів. Багатошпіндельні гайковерти мають високу продуктивність, наприклад, дев'ятнадцятишпіндельний гайковерт загвинчує гайки М6 за 65 с.

При механізованому загвинчуванні гвинтів та шурупів використовують викрутки зі спеціальними хвостовиками, якими вони закріплюються в патрон дрилю, гайковерта, свердлильного станка чи електрошурупверта.

Загалом застосування механізованого інструменту при проведенні слюсарно-складальних робіт дозволяє не лише підвищити продуктивність праці та знизити навантаження на людину, задіяну на означеній операції, але й суттєво підвищити якість виконаних робіт за рахунок контролю зусилля закручування чи затягування, зменшення кількості гострих кромки та заусенець при різанні і т.д.

### ***Практична частина***

Практична частина полягає у виконанні операції складання одного вузла, запропонованого викладачем з використанням

засобів механізації.

Перед початком виконання складальних операцій необхідно правильно визначити тип та призначення вузла, порядок проведення складання та визначити необхідний інструмент. Під час проведення складання виконувати необхідні заходи з техніки безпеки та охорони праці передбачені для виконання слюсарно-складальних робіт з використанням механізованого інструменту.

### ***Контрольні запитання:***

1. Чим обумовлюється застосування засобів механізації при виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт?
2. Особливості застосування механізованого інструменту при різанні металу.
3. Яким обладнанням вдається механізувати доводочні і притирочні роботи, чому відмічається гостра необхідність механізації саме цих операцій?
4. Який механізований інструмент застосовується при складанні різьбових з'єднань?
5. Який механізований інструмент застосовується при виконанні операцій у важко досяжних місцях?

### ***Практичне заняття №15***

#### ***Техніка безпеки при виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт***

**Мета роботи:** ознайомитися з основними заходами по техніці безпеки при виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних роботах.

**Обладнання, прилади, інструменти, ТЗН:** типові інструктажі з техніки безпеки при виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт.

## **Програма та порядок проведення роботи**

1. Ознайомитись з порядком проведення типового інструктажу, та технікою безпеки, яких слід дотримуватись при виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт.
2. Скласти інструктаж з техніки безпеки при виконанні однієї з операцій, вказаної викладачем.
3. Скласти звіт

### ***Загальні відомості***

**Техніка безпеки** – це система організаційних і технічних заходів направлених на попередження дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів на працівників. Основний зміст заходів по техніці безпеки при виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт полягає в профілактиці травматизму, тобто попередженню нещасних випадків на виробництві.

Кожен виконавець слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт зобов'язаний отримати своєчасний і якісний інструктаж з техніки безпеки, виробничої санітарії та протипожежного захисту. Відповідальним за проведення інструктажу є керівник безпосереднього підрозділу, де вказані роботи будуть виконуватися, це може бути як майстер, так і завідуючий майстернею.

***Інструктаж на робочому місці*** проводиться перед допуском на роботу всіх працюючих, а також переведених з однієї ділянки виконання робіт на іншу, з однієї роботи на іншу чи з одного обладнання на інше, коли робітник зобов'язаний виконувати нову для нього роботу.

При ***первинному інструктажі*** працівники одержують відомості про технологічний процес і можливих небезпеках на даній ділянці; будову верстата та іншого обладнання з вказівкою на можливу небезпеку та захисні засоби; порядок підготовки до

виконання робіт; правильну організацію і утримання робочого місця; правила безпечної роботи з ручним пневматичним і електроінструментом, вибухонебезпечними і шкідливими для роботи хімікатами; правила поведінки в майстернях та цехах, необхідність сумлінного виконання виробничої дисципліни і правил внутрішнього розпорядку.

Проведення інструктажу реєструється в спеціальному журналі і затверджується підписами осіб, що пройшли інструктаж, та відповідальної особи, яка його провела.

При систематичному порушенні правил техніки безпеки та застосуванню виконавцями небезпечних прийомів роботи, а також при порушенні виробничої та технологічної дисципліни проводиться **незапланований (позачерговий) повторний інструктаж**. У цьому випадку на черговому аркуші журналу реєстрації інструктажів вказують причину, яка викликала повторний інструктаж.

Слюсарно-ремонтні та слюсарно-складальні операції в більшості випадків виконуються на спеціально обладнаному робочому місці.

**Робочим місцем** називається певна ділянка виробничої площі цеху, дільниці чи майстерні, яка закріплена за робітником (бригадою робітників) і призначена для виконання певної роботи. Основним видом обладнання на робочому місці слюсаря для виконання слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт є слюсарний верстат.

До робочого місця висуваються наступні вимоги:

- визначений та закріплений перелік робіт на конкретному робочому місці;
- визначений комплект основного обладнання, приладів та інструментів для їх раціонального розміщення і зберігання на робочому місці;

– здійснено раціональне планування робочого місця, яке б звільняло робітника від зайвих і стомлюючих виробничих рухів та забезпечувало зручну виробничу позицію та безпечність роботи.

З метою економії виробничих рухів та м'язових зусиль при виконанні слюсарних робіт все обладнання на робочому місці поділяють на предмети постійного та тимчасового користування, виходячи з чого відбувається їх розміщення для використання і зберігання.

Предмети, якими часто користуються, розміщують в межах досяжності правої та лівої рук, зігнутих в ліктях (рис. 15.1). Предмети, які використовуються рідше, розміщують далі, але не більше ніж на відстані досяжності вільно витягнутих рук з нахилом тіла вперед не більше 30°. По можливості запобігають такому розміщенню обладнання, при якому у процесі виконання робіт необхідно виконувати повороти та нахили тулуба, а також перекладання предметів з однієї руки в іншу.

При виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт на робочому місці зріст виконавця визначає висоту верстата, лещат та органів керування верстатом. Регулювання висоти верстата по росту працюючого здійснюється шляхом застосування додаткових решіток під ноги (різної висоти) спеціальних лещат зі змінною висотою, або ж верстатів з вмонтованими в ніжки регульовальними гвинтами.



Рис. 15.1. Зони досяжності рук працюючого в горизонтальній площині

Перебуваючи на робочому місці слюсаря, слід виконувати наступні загальноприйняті заходи техніки безпеки:

- не розпивати спиртні напої;
- палити лише в спеціально відведених місцях;
- не знаходитися і не переходити під піднятим вантажем;
- не заходити без дозволу адміністрації за огорожі небезпечних зон;
- звертати увагу на попереджувальні плакати, написи, знаки тощо;
- знаходячись поряд з робочим місцем зварювальника, не дивитись на електричну дугу;
- не підходити з відкритим вогнем до газових балонів, легко запалювальним рідинам, матеріалам, фарбувальним ділянцям;
- знаходячись біля кисневих балонів, не допускається доторкання до них та потрапляння на них мастила;
- не включати і не зупиняти (крім аварійних випадків) машини, механізми, верстати, на яких доводиться працювати;

- не доторкатися до рухомих частин обладнання, машин, механізмів, до електрообладнання, розподільчих щитків, арматури загального освітлення, електричних дротів та інших струмопровідних деталей, не наступати на переносні електричні дроти, шланги, що лежать на підлозі, не знімати огорожі і захисні кожухи з рухомих та струмопровідних частин обладнання;
- у випадку виявлення несправності електрообладнання викликати електромонтера і не намагатись усунути помічені недоліки самостійно.

Перед початком роботи слюсар повинен виконати наступні основні вимоги:

- перевірити і привести в порядок робочий одяг, який не повинен мати звисаючих кінців;
- перевірити чи достатньо освітлене робоче місце;
- оглянути і привести в порядок робоче місце, прибрати все, що може завадити робочому процесу, якщо підлога слизька, витерти її чи засипати тирсою;
- при роботі користуватися лише справним, сухим та чистим інструментом та пристосуванням;
- при виявленні несправностей обладнання, інструменту, пристосувань чи робочого місця, як перед початком роботи, так і в процесі її виконання, негайно повідомити про це майстра і до усунення недоліків до виконання роботи не приступати.

Під час слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт працюючий повинен:

- виконувати тільки ту роботу, яка довірена адміністрацією;
- не розпочинати нової роботи без отримання від майстра інструктажу про безпечні способи її виконання;

- користуватись необхідним за вимогами спецодягом, спецвзуттям, а при необхідності – засобами індивідуального захисту;
- утримувати в чистоті та порядку своє робоче місце – під ногами не повинно бути мастила, деталей, заготовок, стружок, інших відходів;
- під час роботи необхідно бути уважним, не відволікатися самому та не відволікати інших.

Вимоги безпеки по завершенню слюсарних робіт полягають в наступному:

- перевірити наявність, привести в порядок інструмент та прибрати його в шафу;
- привести в порядок робоче місце;
- використаний обтирочний матеріал та відходи виробництва зібрати у відведене місце;
- злити в спеціальні резервуари відпрацьовані рідини;
- повідомити адміністрацію про всі недоліки, що мали місце під час виконання роботи, та прийнятих заходах по їх усуненню;
- вимити обличчя та руки теплою водою з милом або прийняти душ.

Лише своєчасне і якісне виконання заходів з техніки безпеки дозволяє не лише запобігти виробничому травматизму та нещасним випадкам на виробництві, але й суттєво підвищити продуктивність та якість праці.

### ***Практична частина***

Практична частина полягає у складанні інструктажу з техніки безпеки для однієї з слюсарно-складальних операцій, запропонованої викладачем. При цьому використовуються загальні та типові інструкції з охорони праці та законодавчі акти з охорони праці.

### ***Контрольні запитання:***

1. Які заходи з техніки безпеки передбачені при виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт?
2. Види інструктажів, особливості їх проведення та реєстрації.
3. Що розуміється під терміном робоче місце слюсаря та вимоги щодо нього?
4. Яких загальноприйнятих заходів з техніки безпеки слід дотримуватися на робочому місці слюсаря?
5. Вимоги з техніки безпеки перед початком роботи, під час її виконання та по її завершенню

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гнилиця І.Д., Цап І.В., Іванов О.О. Матеріалознавство : конспект лекцій. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. 104 с.
2. Косенко В.А., Кадомський С.В. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство : лабораторний практикум. Київ : Вид. Університет «Україна», 2012. 204 с.
3. Попов А.Ф., Пахар Т.В., Паржницький О.В., Шулепіна Г.Ю. Основи слюсарної справи : навч. посібник. Чернівці : Букрек, 2020. 224 с.
4. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : навч. посібник / В.В. Хільчевський, С.Є. Кондратюк, В.О. Степаненко, К.Г. Лопатько. Київ : Либідь, 2002. 328 с.
5. Кондратюк С. Є. Металознавство та обробка металів : підручник для учнів проф.-техн. навч. закладів / С.Є. Кондратюк, М.В. Кіндрачук, В.О. Степаненко та ін. Київ : Вікторія, 2000. 372 с.
6. Соколов Б.А., Румянцев А.В. Металообробка : навч. посібник. 2-ге вид. Київ : Рад. шк., 1991. 177 с.

### Допоміжна

1. Матеріалознавство : підруч. / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, Т.С. Климова, І.Г. Черниш. Київ : НАУ, 2012. 492 с.
2. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : підручник / В.Ф. Ясюк, П.П. Тонкоглас, В.В. Мартинюк. Київ : Вища освіта, 2005. 528 с.
3. Металознавство : підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2002. 384 с.
4. Макієнко М.І. Загальний курс слюсарної справи : підручник / Пер. з рос. В.К. Сидоренко. Київ : Вища школа, 1994. 311 с.

5. Василів В.І. Машинобудівні матеріали. Київ : Будівельник, 1995. 168 с.

6. Чумак М. Г. Матеріали та технологія машинобудування : підручник для учнів проф.-техн. навч. закладів. Київ : Либідь, 2000. 368 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/>

2. URL: <http://moodle.kntu.kr.ua/my/>

3. URL: <https://lib.imzo.gov.ua/wa->

[data/public/site/books2/pidrucnyky-posibnyky-profosvita/slusarna-sprava-Popov.pdf](https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/pidrucnyky-posibnyky-profosvita/slusarna-sprava-Popov.pdf)

4. Литвинчук Г. Р. Опорні конспекти із слюсарної справи [Електронний ресурс]. URL: [http://nmc-pto.dp.ua/doc/2013/foreignpto\\_8.pdf](http://nmc-pto.dp.ua/doc/2013/foreignpto_8.pdf)

## ЗМІСТ

Практичне заняття №1. Розмітка	4
Практичне заняття №2. Правка металів	14
Практичне заняття №3. Рубання металів	20
Практичне заняття №4. Обпилювання металів	28
Практичне заняття №5. Свердління, зенкерування, зенкування, розвірчування	37
Практичне заняття №6. Різьби, їх класифікація та способи отримання	46
Практичне заняття №7. Роз'ємні з'єднання	56
Практичне заняття №8. Заклепкові з'єднання, їх класифікація	60
Практичне заняття №9. Паяння і лудіння	68
Практичне заняття №10. Зварювання металів. Ручне дугове зварювання	80
Практичне заняття №11. Ізоляційні та прокладочні матеріали	90
Практичне заняття №12. Антикорозійні покриття. Лакофарбові покриття	97
Практичне заняття №13. Складання вузлів та механізмів машин	104
Практичне заняття №14. Засоби механізації при виконанні слюсарно-складальних робіт	121
Практичне заняття №15. Техніка безпеки при виконанні слюсарно-ремонтних та слюсарно-складальних робіт	121