

Слюсар – спеціаліст, основне завдання якого полягає в обслуговуванні та ремонті різного обладнання і машин. Працівник цієї професії повинен мати знання в галузі механіки, електроніки, гідравліки та інших суміжних областей, щоб ефективно виконувати свої обов'язки. Він надає допомогу при монтажі та налагодженні, проводить з'єднання електричних та механічних елементів, налаштовує та тестує роботу системи.

# СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ І МАШИНИ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СЛЮСАРНО- РЕМОНТНИХ РОБІТ

СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ І МАШИНИ ДЛЯ  
ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СЛЮСАРНО-РЕМОНТНИХ РОБІТ

ISBN 978-617-8122-99-7



9 786178 122997 >

Харків - 2024

Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко,  
І.В. Шепеленко, О.Д. Мартиненко,  
О.О. Гончаренко, С.В. Лисенко

# СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ І МАШИНИ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СЛЮСАРНО- РЕМОНТНИХ РОБІТ

*Навчальний посібник для підготовки  
здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня – бакалавр  
денної та заочної форм навчання  
галузей знань – 13 «Механічна інженерія»,  
20 «Аграрні науки та продовольство»,  
27 «Транспорт»,  
спеціальностей – 133 «Галузеве машинобудування»,  
208 «Агроінженерія»,  
274 «Автомобільний транспорт»*

**Харків**

**2024**

**УДК 621.9:621.7.014|(075.8)**  
**С 94**

Затверджено Вченою радою Державного біотехнологічного університету  
Протокол №12 від 24 травня 2024р.

**Рецензенти:**

**Диха Олександр Володимирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства Хмельницького національного університету;

**Онисько Олег Романович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютеризованого машинобудування Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

**С94** Сучасний інструмент і машини для інтенсифікації слюсарно-ремонтних робіт: навч. посібник / І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко, І.В. Шепеленко, О.Д. Мартиненко, О.О. Гончаренко, С.В. Лисенко – Харків: "Діса плюс", 2024. – 214с.

**ISBN 978-617-8122-99-7**

У сучасних умовах необхідні фахівці, які володіють високим рівнем професійної підготовки, надійними і глибокими знаннями та гарною практичною підготовкою для виконання спеціальних видів робіт, пов'язаних з безвідмовною роботою машин та обладнання. Слюсар – спеціаліст, основне завдання якого полягає в обслуговуванні та ремонті різного обладнання і машин. Працівник цієї професії повинен мати знання в галузі механіки, електроніки, гідравліки та інших суміжних областей, щоб ефективно виконувати свої обов'язки. Він надає допомогу при монтажі та налагодженні, проводить з'єднання електричних та механічних елементів, налаштовує та тестує роботу системи. Фахівець має бути уважним, відповідальним та готовим до вирішення нестандартних ситуацій. При їх організації та проведенні істотна роль відводиться набуттю навичок у ремонтно-слюсарній справі, без яких практично неможливе виконання ремонтно-експлуатаційних робіт сучасних технічних систем.

Запропонований навчальний посібник призначений для здобувачів вищої освіти кваліфікаційного рівня – бакалавр і викладачів технічних спеціальностей закладів вищої освіти III-IV рівнів акредитації, а також працівників сервісної інженерії і підприємств технічного сервісу.

**УДК 621.9:621.7.014|(075.8)**  
**Лл. 244. Табл. 6. Бібліогр.: 16.**

**ISBN 978-617-8122-99-7**

**УДК 621.9:621.7.014|(075.8)**

© Державний біотехнологічний університет, 2024  
© І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко,  
І.В. Шепеленко, О.Д. Мартиненко,  
О.О. Гончаренко, С.В. Лисенко, 2024

## ВСТУП. МІСЦЕ СЛЮСАРНОЇ ОБРОБКИ У СЕРВІСНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

У сучасному машинобудівному виробництві та сервісній інженерії професія «Слюсар» одна з найпоширеніших. Слюсар (професія; від німецького. Schlosser – замочник) – спеціаліст з механічної ручної обробки металів та виробів з них, включаючи операції з їх збирання, розбирання та ремонту на виробництві або в побуті.

Спеціалізацій слюсарів налічується кілька сотень. Єдиним тарифно-кваліфікаційним довідником робіт та професій робітників (ЕТКД) описано понад 70 професій слюсарів. Нижче наведено короткий перелік професій:

Слюсар широкого профілю – найближча до історичного поняття слюсар професія.

Деякі з найбільш затребуваних напрямків слюсарів:

- слюсар широкого профілю;
- слюсар-інструментальник;
- слюсар механоскладальних робіт;
- слюсар з контрольно-вимірювальних приладів та автоматики;
- слюсар з ремонту автомобілів (автослюсар);
- слюсар з ремонту дорожньо-будівельних машин та тракторів;
- слюсар з ремонту та обслуговування перевантажувальних машин;
- слюсар з ремонту та обслуговування систем вентиляції та кондиціонування;
- слюсар-ремонтник;
- слюсар-сантехнік;
- слюсар-електромонтажник.

Деталі машин та обладнання, виготовлені в механічних цехах машинобудівного підприємства, надходять у складальні цехи, де слюсарі-збирачі складають та налагоджують готову продукцію. Виконання складальних робіт часто вимагає взаємного припасування деталей, що сполучаються, для чого використовують спеціальні інструменти, пристосування та оснащення, які виготовляють слюсарі інструментальники. Зібране обладнання постачається споживачеві та встановлюється на місці постійної роботи. Встановлення, монтаж та налагодження обладнання також пов'язані з виконанням великого обсягу слюсарних робіт, що здійснюється слюсарями-монтажниками. Виконання безперервної роботи технологічного обладнання забезпечують слюсарі-ремонтники, здійснюючи постійний контроль експлуатації цього обладнання.

Слюсар з контрольно-вимірювальних приладів та автоматики – спеціаліст з обслуговування та дрібного ремонту контрольно-вимірювальних приладів та автоматики. До його посадових обов'язків входить монтаж, налаштування та технічне обслуговування контрольно-вимірювальних приладів (КВП) та пристроїв автоматики.

Слюсар механоскладальних робіт – здійснює складання та налагодження машин та механізмів з деталей.

Слюсар-інструментальник – спеціаліст з виготовлення та ремонту штампів, прес-форм (літформ), оснастки.

Автослюсар – спеціаліст з ремонту автомобілів. Слюсар з ремонту автомобілів ремонтує вантажні та легкові автомобілі, мотоцикли, автобуси. Предметом його праці є механізми, вузли та агрегати транспортних засобів, що саморушаються. Він виявляє та усуває несправності та дефекти транспортних засобів. Діяльність слюсаря з ремонту автомобілів включає: технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів, а також контроль технічного стану автомобілів за допомогою сучасного діагностичного обладнання та приладів, керування автотранспортом. Слюсар з ремонту автомобілів оформляє приймально-здавальну документацію. Сучасні технології ремонту автотранспорту вимагають суворого дотримання технологічних процесів. Ключовий етап у роботі слюсаря з ремонту автомобілів – технічна діагностика транспортного засобу для виявлення причин несправностей, способів та послідовності їх усунення, підбору необхідного інструменту, деталей та матеріалів, визначення трудомісткості ремонту.

Слюсар-сантехнік – спеціаліст з монтажу та обслуговування водопровідних комунікацій.

Слюсар аварійно-відновлювальних робіт – спеціалізація на аварійно-відновлювальних роботах.

Слюсар-ремонтник – здійснює ремонт виробничого устаткування, який буде необхідний для підтримки промислово-технічних процесів чи побутових потреб. Слюсар – спеціаліст, основне завдання якого полягає в обслуговуванні та ремонті різного обладнання. Працівник цієї професії повинен мати знання в галузі механіки, електроніки, гідравліки та інших суміжних областей, щоб ефективно виконувати свої обов'язки.

Основним обов'язком слюсаря є технічне обслуговування устаткування. У рамках цього завдання спеціаліст здійснює регулярні перевірки та діагностику обладнання з метою виявлення можливих несправностей. Для цього слюсар використовує спеціалізовані інструменти та прилади, а також свої навички та досвід.

Після виявлення несправностей слюсар здійснює ремонт устаткування. Залежно від характеру поломки, ремонт може включати заміну деталей, виробництво і встановлення нових компонентів, регулювання механізмів та інші дії. Також слюсар відповідає за тестування обладнання після ремонту, щоб переконатися у його правильній роботі

Ще одним важливим завданням слюсаря є профілактичне обслуговування обладнання. В рамках цього завдання слюсар регулярно проводить чищення, мащення та заміну зношених деталей, щоб запобігти виникненню поломок. Також фахівець перевіряє роботу системи охолодження та дренажу, виявляє та усуває можливі витоки та інші проблеми.

Крім того, слюсар може брати участь у встановленні нового обладнання. Він надає допомогу при монтажі та налагодженні, проводить з'єднання електричних та механічних елементів, налаштовує та тестує роботу системи.

Всі ці завдання вимагають від слюсаря гарної фізичної форми, уміння працювати з інструментами та приладами, а також технічної освіти та досвіду роботи у сфері обслуговування та ремонту машин та обладнання. Крім того, фахівець має бути уважним, відповідальним та готовим до вирішення нестандартних ситуацій.

В наш час можна запропонувати такі оновлені вимоги до кваліфікації слюсаря з ремонту машин з урахуванням розвитку машинобудування:

1. Знання та навички:

Грунтовні знання принципів роботи та будови сучасних машин та механізмів, включаючи роботизовані комплекси, системи ЧПК та АСУТП.

Розуміння принципів дії та експлуатації електронних компонентів, гідравлічних та пневматичних систем.

Володіння навичками діагностики несправностей за допомогою комп'ютерних та електронних приладів.

Уміння читати креслення та технічну документацію.

Знання новітніх технологій ремонту та обслуговування машин, включаючи 3D-друку, робототехніку та штучний інтелект.

Володіння навичками роботи з сучасними інструментами та обладнанням.

Знання правил техніки безпеки та охорони праці.

2. Особисті якості:

Аналітичне мислення та увага до деталей.

Технічний склад розуму та здатність до самостійного навчання.

Відповідальність та надійність.

Уміння працювати в команді та спілкуватися з людьми.

Фізична витривалість та готовність до роботи в різних умовах.

Професійно-технічна освіта за спеціальністю "Слюсар з ремонту машин" та вище.

Досвід роботи слюсарем з ремонту машин не менше 3 років.

Досвід роботи з сучасними машинами та механізмами.

Бажання постійно вдосконалювати свої знання та навички.

Додаткові вимоги:

Володіння англійською мовою на рівні Intermediate (B1).

Наявність посвідчення водія категорії С (за бажанням).

Важливо зазначити, що дані вимоги до кваліфікації слюсаря з ремонту машин є орієнтовними та можуть варіюватися залежно від специфіки роботи та вимог роботодавця.

# 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СЛЮСАРНО-РЕМОНТНУ СПРАВУ

## 1.1 Основні терміни та визначення

Слюсарні роботи – обробка металів у холодному стані, що виконуються слюсарями ручним способом за допомогою різних інструментів.

Слюсарно-складальні роботи – сукупність операцій зі з'єднання деталей у строго визначеній послідовності для отримання механізму або машини, що відповідають технічних вимог, що висуваються до них.

Слюсарно-ремонтні роботи – мають на меті підтримку працездатності обладнання.

Працездатність або працездатний стан – стан виробу (машини, деталі), при якому він спроможний виконувати певні функції при збереженні значень параметрів у межах, заданих нормативно-технічною документацією та/або конструкторською документацією.

Припуск на обробку – різниця між розмірами заготовки до обробки та після обробки.

Операційні припуски – припуски, що послідовно видаляються при певних операціях обробки.

Сервісне обслуговування – це міждисциплінарна область, яка забезпечує основу для сервісного інжинірингу та керування сервісом. Маючи фундамент теорії систем, дослідження операцій, науки управління, науки маркетингу, передових обчислень та комунікаційних технологій, теорії мереж, соціальних обчислень та аналітики, наука про послуги може бути ретельно розвинена, включаючи описові, прогнозні та розпорядчі дослідження охоплення послуг. Його життєвий цикл (тобто аналіз ринку, проектування, постачання та підтримка) цілісним та кількісним чином.

Технічне обслуговування – окремі операції або їх комплекс для підтримки працездатності чи справності об'єкта при використанні за призначенням, зберігання та транспортування.

Ремонт – комплекс операцій, призначених для відновлення справності чи працездатності об'єкта, а також відновлення ресурсу деталей, або їх складових.

Ремонтований об'єкт – об'єкт, ремонт якого можливий та передбачений нормативною, ремонтною та (чи) конструкторською (проектною) документацією.

Ремонтопридатність – властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання та відновлення стану, в якому він здатний виконувати необхідні функції за допомогою технічного обслуговування та ремонту.

*Узагальнена класифікація технологічного оснащення та інструменту.* Для кожної з перерахованих груп слюсарів характерні специфічні для їхньої роботи знання та професійні навички.

Тим не менш, для кожного слюсаря базовим є оволодіння навичками виконання основних слюсарних та складальних операцій. До цих операцій належать: розмітка, рубка, правка, гнучка, різання, обпилювання, свердління, зенкерування та розгортання отворів, нарізування різьблення, шабріння,

притирання та доведення (рис. 1.1). Виконують ці операції ручними та механізованими інструментами, якими має вміти користуватися кожен слюсар.

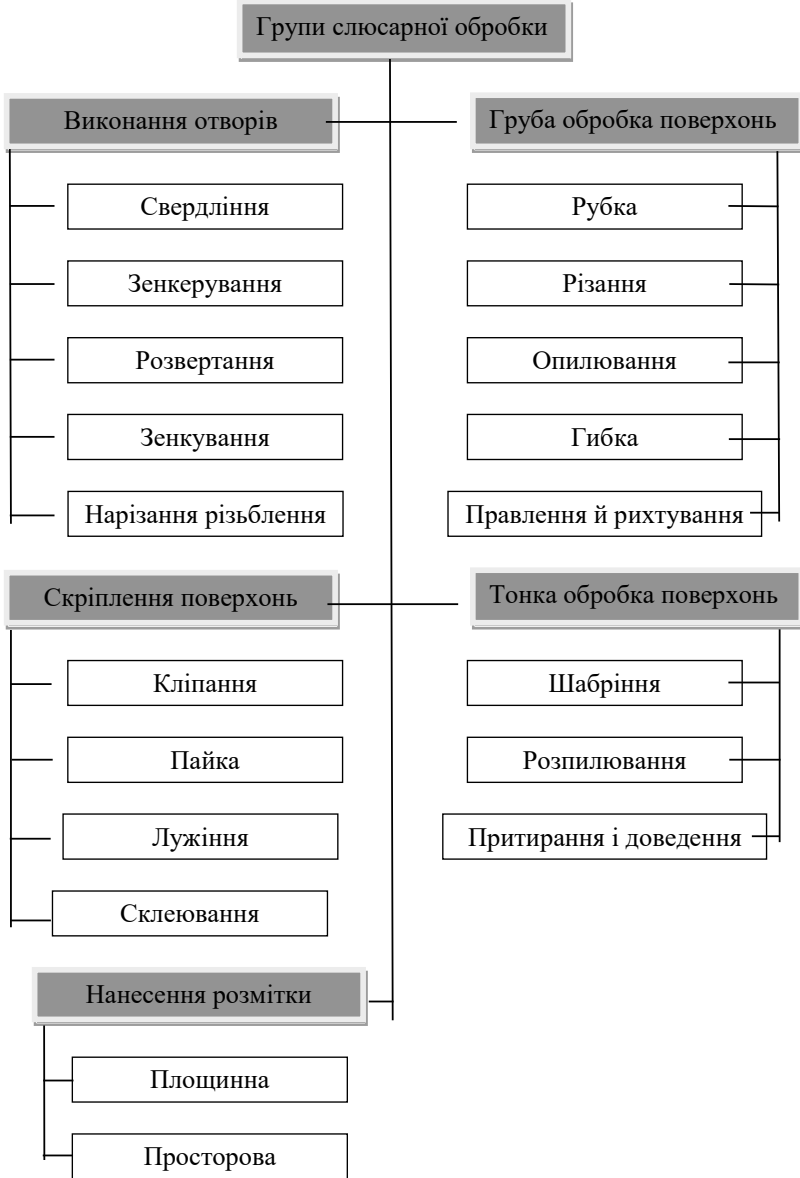


Рис. 1.1 Основні групи слюсарних операцій

Крім того, незалежно від спеціалізації кожен слюсар повинен вміти виконувати операції, пов'язані зі складанням нерухомих (різбових,



заклепувальних, клейових, паяних) та рухомих (шпонкових та шліцевих) з'єднань, а також з підготовкою поверхонь під зварювання та із зачищенням зварних швів.

Враховуючи високу трудомісткість слюсарних операцій та можливість, у ряді випадків, замінити ці операції обробкою на металорізальних верстатах, слюсар повинен володіти навичками виконання нескладних робіт на токарних, фрезерних, плоскошліфувальних та поперечно-стругальних верстатах, що дозволяє замінити ручну обробку механізованою та підвищити .

## **1.2 Оснащення та організація робочого місця слюсаря**

Вітчизняний та зарубіжний досвід створення перспективного оснащення

**Робоче місце слюсаря.** *Робоче місце* – частина виробничої площі, яка закріплюється за працівником для виконання певного виду робіт і має бути оснащена обладнанням, пристроями, інструментами та матеріалами, необхідними для їх проведення.

**Технічне оснащення робочого місця слюсаря.** Основним обладнанням робочого місця слюсаря є верстат з встановленими на ньому лещатами (рис. 1.2, а).

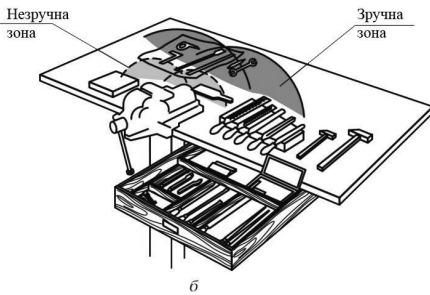
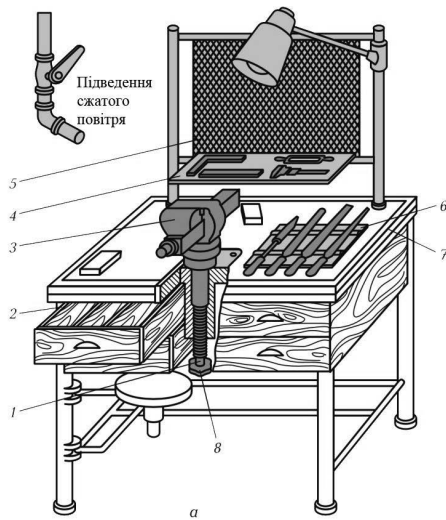
*Верстак* складається із сталевого каркасу, виконаного з труб або профільного прокату, на якому встановлена стільниця, виготовлена з дерева твердих порід і окрита листовою сталлю. По периметру стільниця окантована буртиком 7 із сталевого куточка. Під стільницею розташовуються ящики 2 для зберігання інструментів, деталей і технічної документації. Для забезпечення зручності роботи на верстаті розміщують планшет 6 для різальних інструментів та інструментальну полицю 4 для контрольно-вимірювальних інструментів.

На верстаті встановлюють лещата 3, висота яких може регулюватися відповідно до зростання працюючого гвинтом 1 за рахунок обертання рукоятки 8. На підлозі, біля верстата, встановлюють ґрати, які повинні щільно прилягати до підлоги і не ковзати. Для захисту працівника від можливого травматизму на верстаті встановлюють захисний екран 5 металевої сітки або органічного скла.

На робочому місці повинні бути заготовки, матеріали, робочі та контрольно-вимірювальні інструменти, необхідні для виконання заданої операції. До розміщення заготовок, матеріалів та інструментів на робочому місці висувають певні вимоги:

- на робочому місці повинні знаходитися тільки ті матеріали, заготівлі та інструменти, які необхідні для виконання цієї операції;
- розташування інструментів та матеріалів має відповідати частоті їх використання у процесі виконання роботи:

При розміщенні інструментів на верстаті необхідно враховувати частоту їх використання, маючи таким чином, щоб забезпечити зручний доступ до них (рис. 1.2, б).



в



г

Рис. 1.2 Одномісний слюсарний верстат:

а – загальний вигляд: 1 – гвинт підйому та опускання регульованих лещат; 2 – ящик для інструменту; 3 – плоскопаралельні регульовані лещата; 4 – інструментальна полиця; 5 – захисний екран; 6 – планшет для інструментів; 7 – буртик із сталевго куточка; 8 – рукоятка гвинта підйому; б – розташування слюсарних інструментів на верстаті; в, г – верстати або слюсарні столи витримують навантаження до 1000кг, у різному виконанні

Те, що використовується частіше, має розташовуватися ближче (рис. 1.3, а і б), праворуч і ліворуч від працюючого (ці зони позначені дугою 1 у горизонтальній площині та дугою А - у вертикальній площині. Радіуси цих дуг приблизно дорівнюють 350мм);

Те, що використовують рідше, повинно розташовуватися в зонах, позначених дугою 2 горизонтальній площині і дугою Б - у вертикальній. Радіуси цих дуг приблизно дорівнюють 500мм;

Ті інструменти та матеріали, які використовуються вкрай рідко, розташовують у зонах, позначених дугою 3 у горизонтальній площині та дугою В – у вертикальній. Їхня досяжність забезпечується тільки при нахилах корпусу

працюючого; для розміщення інструментів та пристроїв на робочому місці можливе встановлення стелажів, зручні та незручні зони досягнення яких показані на рис. 1.3.

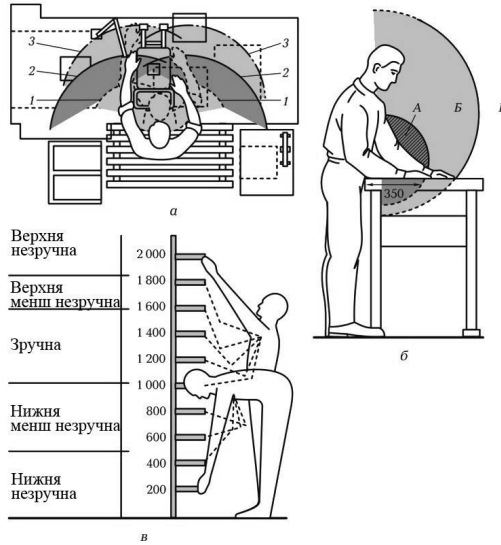


Рис. 1.3 Розташування зручних та незручних зон на робочому місці (розміри дано в міліметрах): а, б – на верстаті; 1, А – зручні зони; 2, Б – менш зручні зони; 3, В – незручні зони; в – зручні та незручні зони досяжності за висотою

### 1.2.1 Обладнання для утримання деталей під час обробки

Найбільшого поширення при виконанні слюсарних робіт набули стільцеві, паралельні (поворотні та неповоротні) лещата.

Стільцеві лещата (рис. 1.4) призначені для виконання важких робіт, пов'язаних з великими ударними навантаженнями, наприклад рубка, клепка, гнучка, і мають дуже обмежену область застосування. Ширина губок від 100 до 180мм.

Стільцеві лещата закріплюють на верстаті 1 за допомогою планки 2, яка забезпечує щільне притискання до верстата стрижня 8, виготовленого як єдине ціле з нерухою губкою 3 лещат. Закріплення заготовки здійснюється між нерухою 3 і 4 рухою губками.

Рухлива губка 4 здійснює коливальний рух щодо осі, встановленої в кронштейні, закріпленому на стрижні 8. Зведення губок здійснюється за допомогою затискного гвинта 5, що приводиться в рух рукояткою 6. Розсування губок після закінчення обробки і звільнення обробленої деталі проводиться за рахунок плоскої пружини 7 гвинтом 5.

Паралельні поворотні слюсарні лещата (рис. 1.5) застосовують найчастіше. Паралельними їх називають тому, що при переміщенні рухомої губки 4 вона у всіх положеннях залишається паралельною нерухомій губці 3. Тиски складаються з плити 1 основи та поворотної частини 2. Пересування рухомої

губки 4 забезпечується гвинтовою парою (ходовий гвинт 7 і гайка 5 ходового гвинта, а паралельність цього переміщення – спрямовуючою призмою 6.

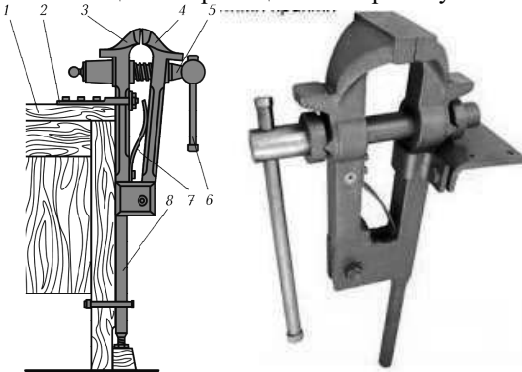


Рис. 1.4 Стільцеві лещата: 1 – верстат; 2 – планка кріплення; 3 – нерухома губка; 4 – рухлива губка; 5 – затискний гвинт; 6 – рукоятка; 7 – плоска пружина; 8 – стрижень

Для повороту верхньої частини лещат щодо плити основи 1 необхідно послабити за допомогою рукоятки 11 болти 10. Тоді при повороті верхньої частини лещат щодо осі 9 гайка 12 з болтом 10 вільно переміщатимуться в круговому Т-подібному пазу 8. Верхня частина лещат після установки в потрібне положення закріплюється рукою 11.

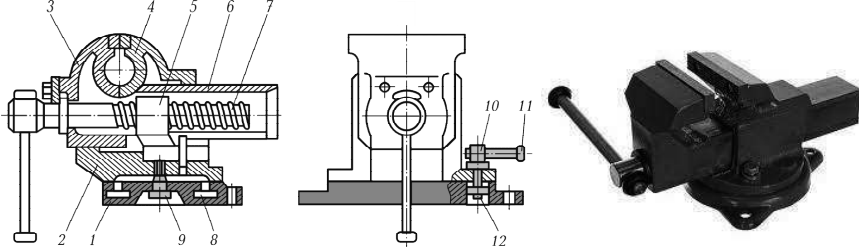


Рис. 1.5 Паралельні поворотні слюсарні лещата:

1 – плита основи; 2 – поворотна частина; 3 – нерухома губка; 4 – рухлива губка; 5 – гайка ходового гвинта; 6 – напрямна призма; 7 – ходовий гвинт; 8 – Т-подібний паз; 9 – вісь; 10 – болт; 11 – рукоятка; 12 – гайка

Лещата слюсарні поворотні в двох площинах з трубним затиском, довжина губок 5" (12 мм), з ковалдом є допоміжним пристроєм, який використовується при ремонті та обслуговуванні деталей. У конструкції передбачені три пари затискних губок (плоскі, V-подібні, губки з насічкою) (рис. 1.6, а).

Лещата слюсарні посилені пневматичні та гідравлічні призначені для виконання важких робіт, пов'язаних із великими навантаженнями. При тиску повітря у підсилювачі 0,6МПа зусилля на губках 7,5кН, модифікація гідравлічні трубні – 18,5кН (рис. 1.6, б).



а



б

Рис. 1.6 Лещата слюсарні поворотні у двох площинах з трубним затискачем а, тиски слюсарні посилені пневматичні або гідравлічні б

Встановлення лещат без урахування зросту працюючого значно гальмує формування навичок правильного виконання роботи, знижує продуктивності праці, збільшує втомлюваність.

Висота верстата із установленим на ньому лещатами має відповідати зростові працюючого (рис. 1.7, а). Вибираючи висоту встановлення лящат з паралельними губками, зігнута в лікті ліву руку ставлять на губки лящат так, щоб кінці випрямлених пальців руки торкалися підборіддя (рис. 1.7, б), або встановлюють бойок молотка на ударну частину зубила. При цьому плечова частина правої руки має бути у вертикальному положенні, а ліктюва – горизонтальному під кутом  $90^\circ$ . Стільцеві лещата встановлюють на таку висоту, щоб зігнута в лікті ліва рука, поставлена на губки лещат, торкалася підборіддя зігнутими у кулак пальцями (рис. 1.7, в).

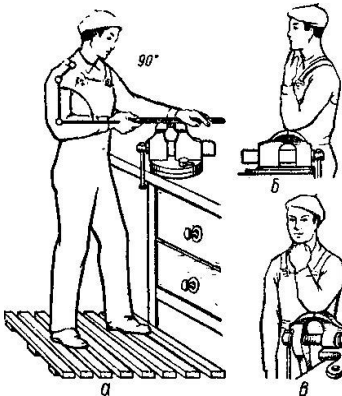


Рис. 1.7 Висота встановлення лящат: а – при обпилюванні; б, в – при рубанні відповідно до паралельних і стільцевих лещатах

Сучасні лещата з регулюванням по висоті дозволяють встановити лещата в ідеальному робочому положенні, тим самим запобігаючи деформації постави працюючого слюсаря (рис. 1.8)



Рис. 1.8 Зовнішній вигляд лещат з регулюванням по висоті

### 1.2.2 Контрольно-вимірювальний інструмент слюсаря. Контрольно-діагностичне обладнання та інструмент для дефектування деталей після розбирання

Під час обробки заготовок необхідно витримувати певні геометричні параметри поверхонь: розмір, форму та відносне розташування. Ступінь наближення істинного параметра до його теоретичного значення називають точністю обробки.

Дійсна поверхня деталі після обробки може мати різні відхилення від номінальної поверхні, визначеної кресленням. Відхилення можуть мати різні числові значення. Мірою точності того чи іншого параметра є відхилення числового параметра від його номінального значення.

Відхилення форми та взаємного розташування поверхонь на кресленнях мають умовні позначення.

Після обробки геометричні параметри деталі повинні бути перевірені на їхню відповідність номінальним параметрам, вказаним на кресленні. Контроль здійснюється за допомогою спеціальних контрольно-вимірювальних інструментів шляхом вимірювання дійсних параметрів обробленої деталі.

Під виміром розуміють порівняння контрольованої величини з іншого величиною того ж роду, прийнятої за зразок.

Для підвищення точності вимірювання необхідно повторювати кілька разів, а потім обчислювати їхнє середнє арифметичне значення. Жоден вимір неможливо зробити абсолютно точно, тому вимірне значення величини завжди відрізняється від її дійсного значення. Це відхилення називають похибкою виміру.

При виборі вимірювального інструменту необхідно переконатися, що ціна поділу його відлікового пристрою відповідає тим вимогам, які пред'являють до точності обробки деталі, що перевіряється.

**Контроль лінійних розмірів** здійснюється за допомогою наступних інструментів: вимірювальної (масштабної) лінійки; кронциркулів; перевірочних (лекальних) лінійок; кінцевих мір довжини; штангенінструментів; мікрометричні інструменти.

*Вимірювальна* (масштабна) лінійка має штрихи-поділу, розташовані на відстані 1 мм один від одного, що визначає ціну поділу лінійки і, отже, точність вимірювання.

*Кронциркулі* (рис. 1.9) застосовують для контролю зовнішніх та внутрішніх розмірів деталей (діаметра, довжини, товщини буртиків та стінок).

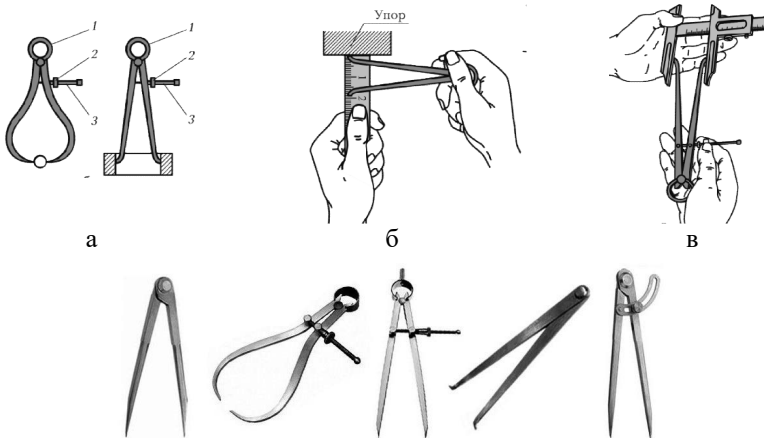


Рис. 1.9 Кронциркулі: а – пружинний для зовнішніх та внутрішніх вимірів: 1 – пружина; 2 – гайка; 3 – гвинт; б, в – вимірювання розміру по кронциркулю з використанням вимірювальної лінійки та штангенциркуля

*Перевірочні* (лекальні) лінійки служать для контролю прямолінійності та площинності оброблених поверхонь. Перевірочні лінійки можуть бути з двостороннім скосом, три- та чотиригранними (рис. 1.10).

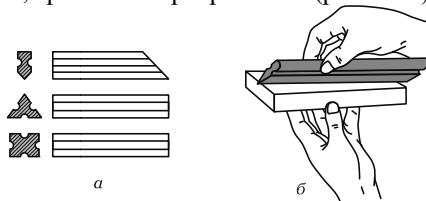


Рис. 1.10 Лекальна лінійка:  
а – форми поперечного перерізу; б – прийом вимірювання

*Кінцеві* міри довжини застосовують для відтворення одиниці довжини, з їх допомогою здійснюють регулювання та налаштування на розмір вимірювальних приладів (мікрометрів, вимірювальних головок тощо) (рис. 1.11). Кінцеві міри довжини можуть бути використані для безпосереднього вимірювання розмірів деталей методом порівняння з мірою і для виконання точних розмічальних робіт.

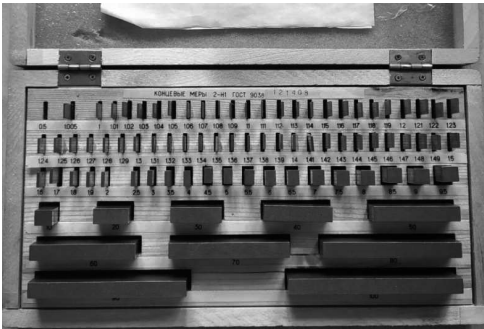


Рис. 1.11 Набір кінцевих мір довжини

*Штангенінструменти* (рис. 1.12) служать для вимірювання лінійних розмірів методом безпосередньої оцінки. До цих інструментів належать штангенциркулі (рис. 1.12, а і б), штангенглибиноміри (рис. 1.2, в), штангенрейсмуси (рис. 1.12, г) та ряд інших штангенінструментів спеціального призначення. Як відліковий пристрій цих інструментів використовується шкала штанга (лінійки) з поділками через 1мм. Відлік поділів за цією шкалою здійснюється за допомогою ноніуса – допоміжної рухомої шкали. Ноніус – рівномірна додаткова шкала з межею вимірювань, що дорівнює ціні розподілу основної шкали.

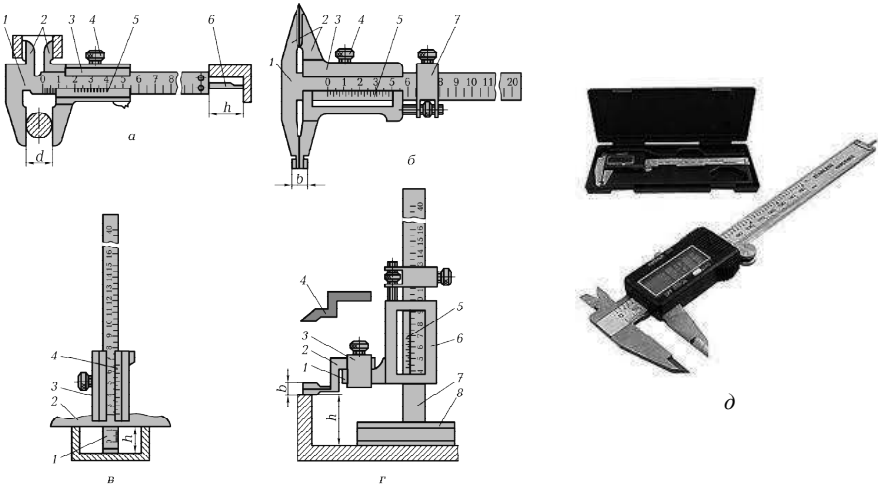


Рис. 1.12 Штангенінструменти: а, б – штангенциркулі; 1 – штанга; 2 – губки для вимірювання зовнішніх і внутрішніх поверхонь; 3 – рамка; 4 – гвинт для фіксації рамки; 5 – ноніус; 6 – лінійка глибиноміру; 7 – пристрій точного переміщення рамки; в – штангенглибиномір: 1 – штанга; 2 – основа; 3 – рамка; 4 – ноніус; г – штангенрейсмус: 1 – виступ рамки; 2, 4 – вимірювальна ніжка; 3 – тримач вимірювальної ніжки; 5 – ноніус; 6 – рамка; 7 – штанга; 8 – основа; d – діаметр вимірюваної деталі; b – товщина вимірювальних губок; h – глибина отвору чи висота уступу; d – штангенциркуль із цифровою індикацією



Перед виміром штангенциркулем слід перевірити:

- плавність переміщення рамки по всій довжині штанги;
- щільність прилягання вимірювальних губок один до одного (у зведеному положенні між ними не повинно бути просвіту);
- точність збігу нульового штриха ноніуса з нульовим штрихом шкали, тобто. правильність встановлення вимірювального інструмента у нульове положення;
- точність збігу вимірювальної лінійки глибиноміру з торцем штанги.

Вимірювати слід лише очищені або оброблені деталі, щоб запобігти пошкодженню вимірювальних губок. При вимірі необхідно точно, без перекосів, сполучати вимірювальні площини (ребра) вимірювальних губок з поверхнями, що вимірюються деталі. При визначенні розміру деталі, що перевіряється, необхідно звертати увагу на показчик точності вимірювання, вибитий на ноніусі штангенінструменту.

*Мікрометричні* інструменти широко застосовують для контролю зовнішніх та внутрішніх розмірів, глибин пазів та отворів. Вимірювання мікрометричними інструментами здійснюється шляхом безпосередньої оцінки. Принцип дії цих інструментів заснований на використанні пари гвинт-гайка, що перетворює обертальний рух гвинта на поступальний рух його торця.

До групи мікрометричних інструментів відносяться мікрометри для вимірювання зовнішніх розмірів, мікрометричні нутроміри для вимірювання діаметрів отворів та ширини пазів, мікрометричні глибиноміри для вимірювання глибини отворів та пазів та висоти уступів.

Мікрометричні інструменти незалежно від їх конструкції складаються з корпусу та мікрометричної головки, що є основною частиною мікрометричного інструменту. Залежно від меж вимірюваних розмірів мікрометричні головки можуть мати різну конструкцію. Конструкція мікрометричної головки, яку встановлюють на мікрометричні інструменти з верхньою межею вимірів до 100мм, показано на рис. 1.13,б, а з верхньою межею вимірювань понад 100мм – на рис. 1.13 в.

*Індикаторний нутромір* – це прилад, який призначений для вимірювання параметрів деталей відносним методом (рис. 1.14). Він визначає діаметри отворів, пазів, розмірів пазів та отворів, розташованих у важкодоступних місцях. У комплекті має твердосплавні вимірювальні наконечники та подовжувачі.

Таким чином, підсумовуючи, які бувають нутроміри, ми бачимо, що основних видів існує два:

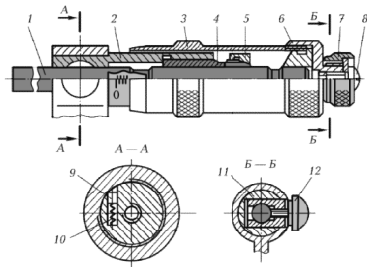
Мікрометричні (для абсолютного вимірювання розмірів отворів та відстаней);

Індикаторні (для відносного вимірювання параметрів пазів та отворів у важкодоступних місцях).

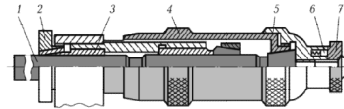
*Цифрові (електронні)*. Це найпросунутіші в технологічному плані нутроміри. З їх допомогою виконують найскладніші виміри. Неважливо, яка форма отвору, паза або циліндра, і де потрібно виміряти відстань – цифровий нутромір виконає все швидко і з граничною точністю.



а



б



в



г

Рис. 1.13. Мікрометри, мікрометричні головки, мікрометр із цифровою індикацією: а – мікрометр 0-25мм; б – мікрометрична головка з верхньою межею виміру до 100 мм: 1 – мікрометричний гвинт; 2 – стебло; 3 – барабан; 4 – мікрогайка; 5 – стяжна гайка; 6 – накидний ковпачок; 7 – тріскачка; 8 – гвинт кріплення тріскачки; 9 – палець; 10 – пружина; 11 – втулка; 12 – гвинт; в – з мікрометричною головою з верхньою межею вимірювань понад 100 мм: 1 – мікрометричний гвинт; 2 – стопорна гайка; 3 – розрізна втулка; 4 – барабан; 5 – настановний ковпачок; 6 – палець; 7 – тріскачка; г – мікрометр із цифровою індикацією

Мікрометричний нутромір призначений для вимірювання внутрішніх параметрів різних деталей. Як правило, це два важливі параметри – діаметри отворів та відстані між двома площинами.

Конструкція цього пристрою включає декілька елементів:

Мікрометрична головка оснащена барабаном з круговою шкалою.

Вимірювальні щупи.

Комплект подовжувачів.



Рис. 1.14 Індикаторні нутроміри:  
 а – нутроміри мікрометричні,  
 б – цифровою індикацією і  
 в – триточковий цифровий нутромір



в

Для виконання завдання вимірюваний елемент вставляють між опорою і мобільним гвинтом та фіксують його. Показання визначають розподілами на метричній круговій шкалі. Подовжувачі нутроміра є змінними елементами. Вони визначають діапазон вимірів.

Цифрові нутроміри мікрометричні триточкові НМТЦ-10 із вимірювальним діапазоном 8-10мм. Нутромір НМТЦ-10 має дискретність 0,001мм. Мікрометри із трьома наконечниками називаються триточкові. Принцип роботи ґрунтується на взаємному пересуванні трьох вимірювальних наконечників усередині деталі. Щупи розташовані під кутом 120 градусів, охоплюючи таким чином все коло повністю.

Нутроміри триметричні мікрометричні призначені для точного вимірювання внутрішніх розмірів деталей. Можливе виготовлення триточкових нутромірів зі збільшеною максимальною глибиною вимірювання до 3 метрів.

*Контроль* кутових розмірів здійснюється за площинним кутом, за одиницю якого прийнято градус. Градусом називається 1/360 частина кола, він складається з 60 кутових хвилин, а хвилина складається з 60 кутових секунд. Особливість кутових розмірів полягає в тому, що точність їх кутових мір (рис. 1.15, а) виготовляють у вигляді прямих призм і застосовують для контролю кутів і градування кутомірних інструментів і кутових шаблонів.

Методи вимірювання кутів можна поділити на три основні види:

абсолютний метод, заснований на застосуванні інструментів із кутовою шкалою (кут при цьому відраховується безпосередньо за шкалою приладу у кутових одиницях);

непрямий метод, що полягає у вимірі лінійних розмірів, пов'язаних із кутом конуса геометричними залежностями.

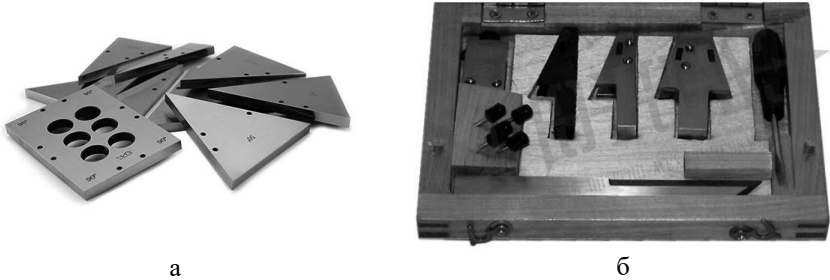


Рис. 1.15 Кутові міри (а) та тримачі для їх застосування (б) методом порівняння із жорсткими кутовими мірами

*Перевірочні косинці* (рис. 1.16) призначені для контролю розмітки прямих кутів, а також контролю взаємного розташування поверхонь деталей при складанні.

*Кутоміри* (рис. 1.17) служать для контролю кутів методом безпосередньої оцінки. Кутоміри виготовляють двох типів: для вимірювання зовнішніх і внутрішніх кутів (рис. 1.17, а) і для вимірювання тільки зовнішніх кутів (рис. 1.17, б).



Рис. 1.16 Перевірочні косинці

*Індикаторні інструменти* (рис. 1.18) забезпечують перетворення рисих відхилень розмірів виробів від заданого номінального розміру зручні для відліку переміщення стрілки за шкалою.

До цих інструментів відносяться вимірювальні головки, які застосовують для визначення відхилень лінійних розмірів від номінального значення та відхилень від заданої форми: овальність, огранювання, прямолінійність,

площинність тощо. При вимірі індикаторними інструментами найчастіше використовують метод порівняння з еталонною мірою.

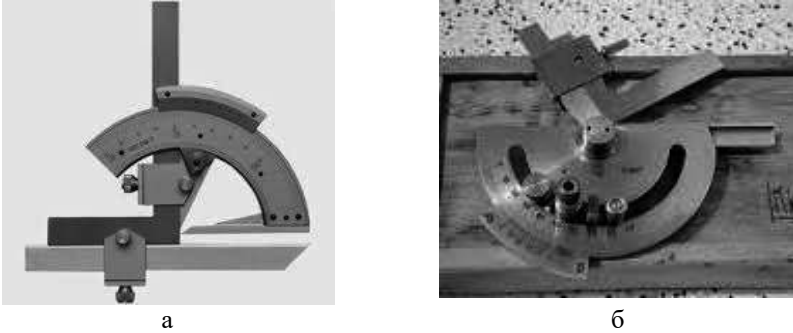


Рис. 1.17 Кутоміри: а – для вимірювання зовнішніх і внутрішніх кутів, б – для вимірювання тільки зовнішніх кутів

Вимірювальні головки мають механічний перетворюючий пристрій, який забезпечує перетворення малих переміщень вимірювального наконечника у великі переміщення стрілки показчика, які спостерігають за шкалою відлікового пристрою.

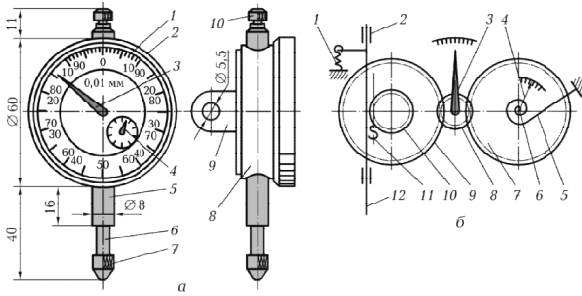


Рис. 1.18 Індикаторна вимірювальна головка (індикатор годинного типу): а – загальний вигляд: 1 – вимірювальна шкала; 2 – кільце для встановлення шкали на нуль; 3 – стрілка-показчик; 4 – стрілка відліку числа оборотів; 5 – гільза; 6 – стрижень; 7 – наконечник; 8 – корпус; 9 – кріпильне вушко; 10 – головка відведення вимірювального стрижня; б – кінематична схема: 1, 5 – пружини; 2 – гільза; 3 – стрілка-показчик; 4 – стрілка контролю числа оборотів; 6 – вісь; 7-10 – зубчасті колеса; 11 – зубчаста рейка; 12 – наконечник

Налаштування індикатора годинного типу на заданий розмір виконують так:

- закріплюють індикатор у вимірювальному пристрої - стійці;
- встановлюють на контрольній плиті блок кінцевих мір довжини;

індикатор опускають по колоні стійки так, щоб наконечник стикнувся з поверхнею міри, і стрілка індикатора відхилилася від нульового положення. Положення індикатора на стійці фіксують.

*Нормальні та граничні калібри* – безшкальні міри, які призначені для контролю форми та розташування поверхонь деталей. За методом контролю калібри поділяють на нормальні та граничні.

Нормальний калібри копіюють розміри та форму виробів (рис. 1.19). До цього типу калібрів належать шаблони та щупи, а також конусні калібри.



Рис. 1.19 Нормальний калібр

Граничні калібри відтворюють розміри, що відповідають верхній та нижній границі поля допуску на виріб. При контролі використовують прохідний та непрохідний граничні калібри. За конструкцією граничні калібри поділяють на регульовані та нерегульовані. Граничні калібри можуть бути одно- та двограничними, що об'єднують прохідний і непрохідний калібри. Обидва граничні калібри можуть бути розташовані з одного боку. І тут калібри називають односторонніми. За кількістю контрольованих параметрів розрізняють комплексні та диференціальні калібри.

Комплексні калібри (рис. 1.20) призначені для одночасного контролю кількох розмірів виробу (наприклад, розмірів деталей шліцевого з'єднання).

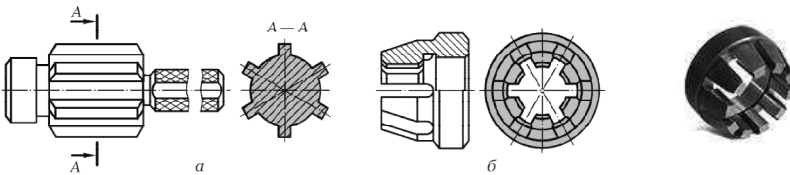


Рис. 1.20 Калібри для контролю деталей шліцевого з'єднання:  
а – пробка; б – кільце

Диференціальні калібри (рис. 1.21) дозволяють контролювати лише один розмір.

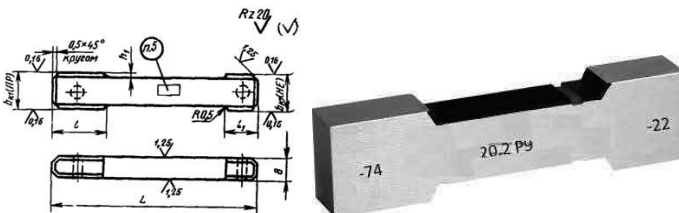


Рис. 1.21 Калібр для контролю ширини шпонкового паза

На калібри наносять маркування, у якому вказують параметри контрольованих деталей: номінальний розмір, позначення поля допуску та граничні відхилення.

### **1.3 Критерії вибору інструменту та технічного оснащення**

До засобів технологічного оснащення належать:

- технологічне оснащення (ріжучий, вимірювальний, допоміжний інструменти та пристосування);

- засоби механізації та автоматизації технологічних процесів.

Які характеризуються наступними параметрами:

- точністю та якістю оброблюваної поверхні;

- габаритними розмірами заготовки, розмірами обробки та масою заготовок;

- потужністю, потрібної при виконанні операції;

- економічно доцільною продуктивністю та собівартістю відповідно до типу виробництва;

- можливістю збирання відходів та дотримання правил екології;

- можливістю придбання і вартістю;

- зручністю та безпекою роботи.

Технологічне оснащення – це засоби виробництва, що доповнюють технологічне обладнання для виконання певної частини технологічного процесу.

Вибір пристосувань визначається на основі:

- габаритних розмірів виробів;

- точності обробки, якості поверхні;

- схем базування та закріплення;

Вибір різального інструменту вибирається з урахуванням:

- максимального застосування нормалізованого та стандартного інструменту;

- розмірів оброблюваних поверхонь та розмірів станків;

- заданої точності обробки та якості поверхні;

- проміжних розмірів та допусків на ці розміри;

- стійкості інструменту, його ріжучих властивостей, жорсткості та міцності;

- стадії обробки (чорнова, чистова, обробна);

Вибір допоміжного інструменту. Допоміжний інструмент вибирають за тим самим заданим ріжучим інструментом. До допоміжного інструменту належать:

- для осевого інструменту з конічним хвостовиком (свердла, зенкери) - перехідні втулки, з циліндричним хвостовиком - свердлильні патроні, в т.ч. швидкозмінні;

- для мітчиків та плашок - спеціальні патроні;

- для розгорток – оправлення коливаються.

Вимірювальні засоби (засоби контролю) – це технічні пристрої, що використовуються при вимірах і мають нормовані метрологічні властивості.

Засоби технічного контролю вибираються з урахуванням:

- Організаційно-технічних форм контролю;
- конструктивних характеристик вимірюваних деталей;
- вимог техніки безпеки та зручності роботи.

Електричний та пневматичний інструмент повинен відповідати найкращим стандартам якості, бути зручним, надійним та витривалим.

В першу чергу – від двигуна (приводу), що має запас потужності та стійкості до перевантажень під впливом агресивної середовища під час роботи: пил, грязь, абразивні дольки, волога, металева стружка тощо.

Також важливими критеріями вибору інструментів є їхня легкість та зручність, щоб можна було тривалу годину працювати, не відчуваючи втоми чи дискомфорту.

Особливої уваги заслуговує вимірювальний інструмент, адже від правильно виконаних замірів залежить точність виготовлення деталі. Шкірна операція, що потребує високої точності показників, вимагає уважності з боку того, хто її виконує. Щоб зменшити вірогідність помилки, використовуйте якісний інструмент.

Слюсарний інструмент значно спрощує допоміжні процеси у виробництві. Слід поважно віднестись до вибору слюсарних інструментів, що використовуються у виробничих масштабах. Виготовлений з міцних сплавів, довговічний інструмент здатний справитися з великим навантаженням та значно полегшити роботу майстрів, знизивши вірогідність бракованих деталей та помилок під час технологічного процесу.



## 2. НАНЕСЕННЯ РОЗМІТКИ

Для виробництва деталей машин та обладнання в механічних цехах заготовки надходять на обробку у вигляді поковок сортового металу. В залежності від призначення деталей одні заготовки залишають необробленими, а інші обробляють частково чи повністю під задані розміри нормативно-технічної документації. При цьому з поверхні заготовок видаляється певний шар металу (закладений припуск), внаслідок чого її розмір зменшується. Різниця між розміром заготовки і фактичним розміром деталі після обробки при виготовленні називається припуском на обробку. Щоб знати де і до яких розмірів обробляти заготовку, її спочатку розмічають.

*Розмічанням* називається операція нанесення розмічальних рисок або ліній на заготовках (вилівках, поковках тощо), що визначають контури майбутньої деталі та припуски на оброблення або місця, що підлягають обробленню.

В залежності від габаритів та форми розмічуваних заготовок і деталей розмічання поділяють на площинне та просторове (об'ємне).

### 2.1 Площинна

#### 2.1.1 Призначення площинної розмітки

Площинне розмічання заготовок майбутніх деталей, що зазвичай виконують на поверхнях плоских листових профілях, на штабовому і листовому матеріалі, полягає у нанесенні на заготовку контурних ліній (паралельних і перпендикулярних рисок), осьових ліній, кіл, дуг, кутів, різноманітних геометричних фігур за заданими розмірами, чи контурів різних отворів за шаблонами у відповідності до креслення.

Прийомами площинного розмічання не можна розмітити навіть найпростіше тіло, якщо його поверхні непрямолінійні. При площинному розмічанні неможливо навіть нанести на бокову поверхню циліндра горизонтальні риси, перпендикулярні до його осі, бо до цієї поверхні не можна прикласти косинець чи лінійку.

#### 2.1.2 Обладнання та пристосування

Для виконання розмітки використовують розмічальні плити, підкладки, поворотні пристрої, домкрати і т. ін.

**Розмічальні плити** відливаються з дрібнозернистого чавуну або виготовляються з суцільного граніту. У нижній її частині є ребра жорсткості, що захищають плиту від можливого прогину під дією сили тяжіння самої плити і розмічуваних деталей. На розмічальній плиті встановлюють заготовки чи деталі, які треба розмітити, і розміщують усі пристрої та інструменти. Верхню робочу поверхню і бокові сторони плити точно обробляють на стругальних верстатах, а потім шабрують.

На робочій поверхні великих плит інколи роблять поздовжні та поперечні канавки, що знаходяться на рівних відстанях одна від одної (200...250мм) і утворюють рівні квадрати. Канавки, що мають глибину 2...3мм і ширину 1...2мм, полегшують встановлення на плиті різних пристроїв.

Розмір плити добирають так, щоб її ширина і довжина були на 500мм більше за відповідні розміри розмічуваних заготовок. Плити великих розмірів, наприклад 6000 x 10000мм, виготовляють складаними з двох або чотирьох плит, які з'єднують болтами і шпонками. Малі плити встановлюють на верстаки, столи або чавунні тумби (рис. 2.1,а, в, г), великі ставлять на цегляні фундаменти (рис. 2.1,б) або домкрати, розміщені на фундаменті. Висота від робочої поверхні плит до підлоги має бути 800...900мм для невеликих плит і 700...800мм – для великих.

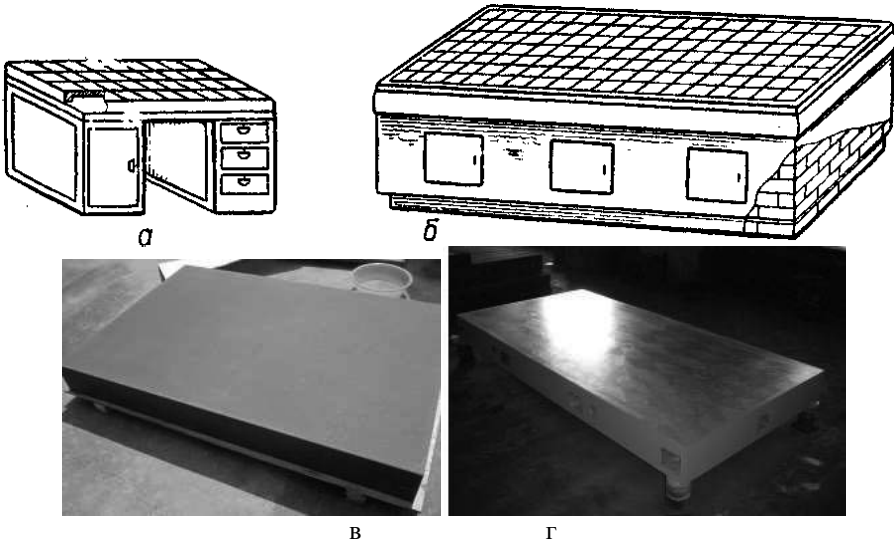


Рис. 2.1 Розмічальні плити: а – чавунна на тумбі; б – чавунна на фундаменті; в – плита перевірна гранітна розмічальна 2000x1000; г – плита перевірно-розмічальна чавунна 2000x1000

Робоча поверхня плити встановлюється за рівнем строго горизонтально. Горизонтальне положення невеликих плит досягається встановленням клинів, а великих – за допомогою домкратів або подвійних клинів з гвинтом.

Поверхня плити завжди має бути сухою і чистою. Після роботи плиту обмітають щіткою, ретельно протирають ганчіркою, змащують мастилом для захисту її від корозії та накривають дерев'яним щитом. Не менше одного разу на тиждень плиту промивають скипидаром чи гасом. Не можна пересувати по плиті розмічувані заготовки для уникнення появи забоїв та подряпин.

Необроблені заготовки встановлюють не безпосередньо на плиту, а на спеціальні підкладки або домкрати.

Інструменти та пристрої, що застосовуються при розмічанні, пересувають по плиті плавно. Робочу поверхню плити рекомендується натирати графітовим порошком.

Для особливо великих заготовок деталей доречно встановлювати кілька

розмічальних плит поруч на фундаменті на одному рівні.

Площинність розмічальних плит перевіряють за допомогою точної перевірконої лінійки та щупа (або цигаркового папіру). Лінійку прикладають ребром до робочої поверхні розмічальної плити. Зазор між поверхнями лінійки та розмічальної плити контролюють щупом. Товщина щупа, що проходить у щілину між лінійкою та розмічальною плитою, не повинна перевищувати 0,03...0,06мм (залежно від розміру плити).

Робочі поверхні шаброваних плит, які застосовуються для точного розмічання, перевіряють на фарбу за допомогою перевірконої лінійки. Кількість плям у квадраті 25x25мм має бути не менш як 20.

Плити розміщують у найсвітлішій частині приміщення або під світловим ліхтарем, у місцях, де на них не може впливати вібрація від працюючих верстатів.

При розмічанні поверхонь (особливо внутрішніх) великих деталей як додаткове джерело освітлення зручно використовувати рефлекторні світильники (наприклад конструкції Коровіна, який надягають на голову). Такий світильник зручний не лише розміщенням джерела світла, а й тим, що вивільняє руки розмітника.

Перш ніж приступити до розмічання, заготовку встановлюють і вивіряють на розмічальній плиті, користуючись для цього опорними підкладками, призмами і домкратами різних конструкцій.

**Підкладки** служать для забезпечення правильного встановлення деталей при розмічанні, а також для захисту розмічальних плит від подряпин і забоїн.

*Опорні підкладки* (рис. 2.2,а) під деталь захищають поверхню плити від механічних пошкоджень. Для зменшення ваги і для зручності користування підкладки часто роблять порожнистими. Циліндричні деталі найлегше встановлювати, користуючись точними призматичними підкладками (призмами) з трикутними вирізами (рис. 2.2,б). Крім звичайних, широко використовують удосконалені призми з різними пристроями для закріплення деталей (рис. 2.2,в). При необхідності незначного регулювання по висоті часто вдаються до вивірення деталі за допомогою здвоєних регульованих клинів (рис. 2.2,г, д).

*Клиновидні підкладки* (рис. 2.2,г, д) виготовляють з двох з'єднаних, точно оброблених сталених клинів 2 і 3. Розмічувану заготовку встановлюють на верхній поверхні клина 2. Підйом та опускання заготовки здійснюють обертанням гвинта 1, що знаходиться в тілі клина 3. Маючи набір клинів різної товщини, регулюють положення розмічуваних заготовок по висоті. На боковій поверхні нижнього клина нанесена шкала, яка дає змогу контролювати і точно регулювати висоту положення різних країв заготовки деталі. Переміщення клина на одну поділку дорівнює 0,1мм.

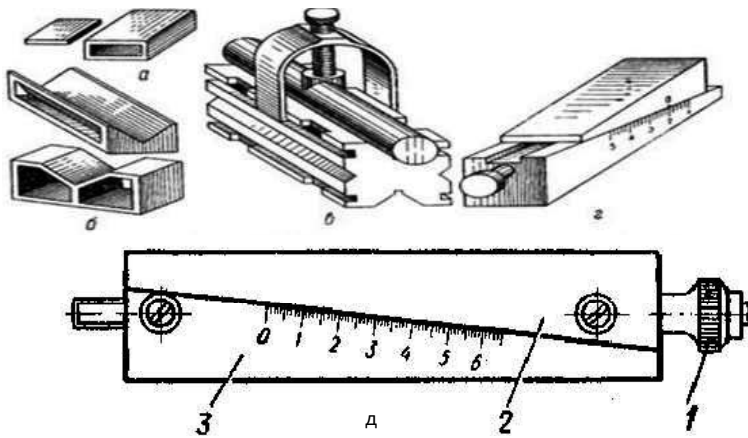


Рис. 2.2 Підкладки: а - плоскі, б - призматичні, в – призматичні удосконалені з двотавровим перерізом г – клиновидні; д – будова клиновидної підкладки; 1 – гвинт; 2 – опорний клин; 3 – рухомий клин

*Поворотний пристрій з електромагнітом* (рис. 2.3) забезпечує швидке закріплення розмічуваних деталей у найзручнішому положенні. Деталь встановлюють на площині 1 електромагніту, котушки якого захищені литим кожухом 2. Електромагнітний стіл обертають навколо осі 3. Горизонтальна вісь 11 проходить крізь круговий паз сферичного прилипка кожуха магнітного стола і з'єднана втулкою з віссю 3. На другому кінці горизонтальної осі насаджено лімба 8 великого діаметра зі шкалою на  $360^\circ$ . Для відліку кутів повороту горизонтальної осі служить рухомий ноніус 9, що обертається на цій осі та фіксується гвинтом 10. Точне встановлення лімба за ноніусом здійснюється маховичком 5, який фрикційно сполучений з лімбом і фіксується затяжним гвинтом 6. Кут повороту магнітного стола навколо осі 3 встановлюють за шкалою або за розточеними через  $15^\circ$  отворами кромки 12 кругового паза. При встановленні за шкалою стіл фіксують гвинтом 4. Вмикають електромагніт вимикачем 7.

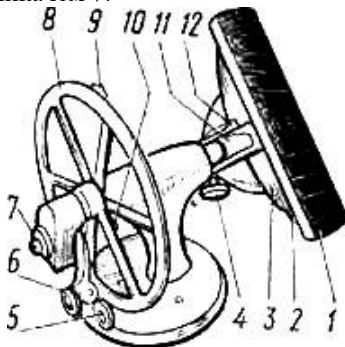


Рис. 2.3 Поворотний пристрій з електромагнітом

До переваг пристрою належать – швидке встановлення розмічуваних деталей, точне кутове орієнтування, зручність при роботі, а до недоліків — погане балансування (при розмічанні важких деталей вони легко перекидаються), небезпечність раптового вимикання електромагніту, неможливість кріплення немагнітних виробів, висока вартість установки з перетворювачем струму.

Домкрати (рис. 2.4) застосовують для встановлення громіздких і важких заготовок; вони дають змогу вивіряти і регулювати положення розмічуваних заготовок та плит по висоті.

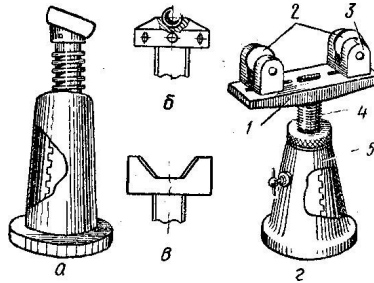


Рис. 2.4 Гвинтовий домкрат з плоскою (а), кульовою (б), призматичною (в) і роликвою (г) головками

На рис. 2.4,а показано звичайний домкрат, у корпусі якого є гвинт з прямокутною різьбою. На верхньому кінці гвинта закріплюється головка різноманітної форми – плоска (рис. 2.4,а), кульова (рис. 2.4,б) для встановлення необроблених деталей або призматична (рис. 2.4,в) для встановлення циліндричних деталей.

Підйом та опускання заготовки здійснюють обертанням гвинта. Домкрат з роликвою головкою (рис. 2.4,г) дає змогу не лише регулювати положення заготовки по висоті, а й вільно повертати її в горизонтальній площині, що потрібно при розмічанні важких заготовок. Корпус домкрата 5 має широку основу з отвором і різьбою в верхній частині, у який вкручується гвинт 4. На гвинті встановлена плита 1 з кронштейнами 3, в яких обертаються шліфовані загартовані бочкоподібні ролики 2. Останні можна зсувати і розсувати відповідно до розмірів розмічуваних деталей (заготовок).

Для підйому обладнання на висоту до 55мм використовують *інвентарний клиновий домкрат* (рис. 2.5, а, б, в), вихідна висота якого 35мм. При зусиллі 0,45кН на рукоятці довжиною 400мм максимальна вантажопідйомність домкрата 200кН. Маса домкрата - 14,5кг.

Застосовують також *регульовану клинову підкладку ПР* (рис. 2.5,г) вантажопідйомністю 3; 5; 10кН (табл. 2.1) із зусиллям на рукоятці 0,25-0,30кН і при максимальному підйомі 12; 14; 16мм. Маса підкладки 3,7; 5,2; 6,3кг відповідно.

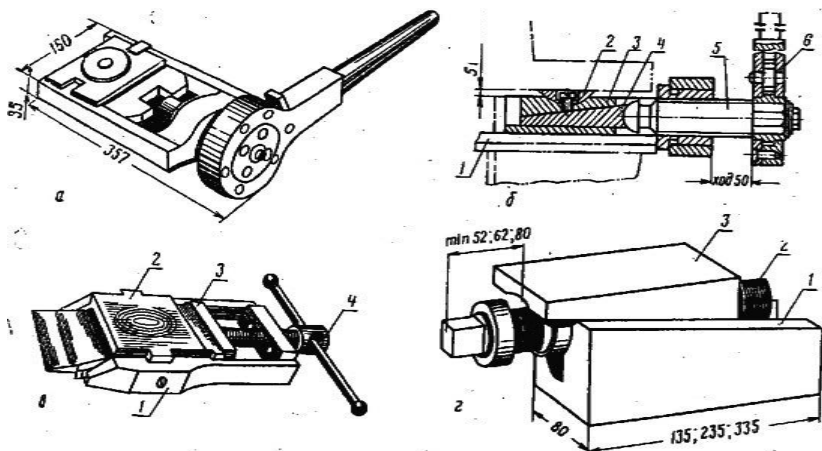


Рис. 2.5 Клинові домкрати для вивірення обладнання та заготовок при розмічанні: а – загальний вигляд; б – схема; 1 – основа; 2 – опорна сферична шайба; 3, 4 – підйомний і рухливий клини; 5 – ходовий гвинт; 6 – тріскачковий ключ; в – домкрат - установка підкладка; 1 – корпус; 2 – підйомна плита; 3 – клин з гайкою; 4 – гвинт з рукояткою; г – клинова регульована підкладка ПР; 1 – нерухомий клин; 2 – ходовий гвинт; 3 – верхній клин з нарізною втулкою

Таблиця 2.1

Регульовані клинові підкладки

Показники	ПР-3	ПР-5	ПР-10
Вантажопідйомність, т	3	5	10
Висота підйому, мм	12	15	16
Зусилля на рукоятці, Н	250	280	300
Мінімальна висота, мм	68	75	76
Маса, кг	3,7	5,3	7,2

Під час вивірення обладнання та заготовок використовують і *вантажопідйомні домкрати*. Рейкові домкрати (рис. 2.6,а) вантажопідйомністю 30 і 50кН піднімають вантаж на висоту 400мм, а рейковий домкрат (рис. 2.6,б) вантажопідйомністю 50кН піднімає вантаж на 350мм при зусиллі на рукоятці 0,25кН. Монтажний (гвинтовий домкрат (рис. 2.6,в)) вантажопідйомністю 3кН піднімає вантаж на 17мм; маса домкрата 1,1кг. Полегшений гідравлічний домкрат (рис. 2.6,г) вантажопідйомністю 60кН піднімає вантаж на 90мм.

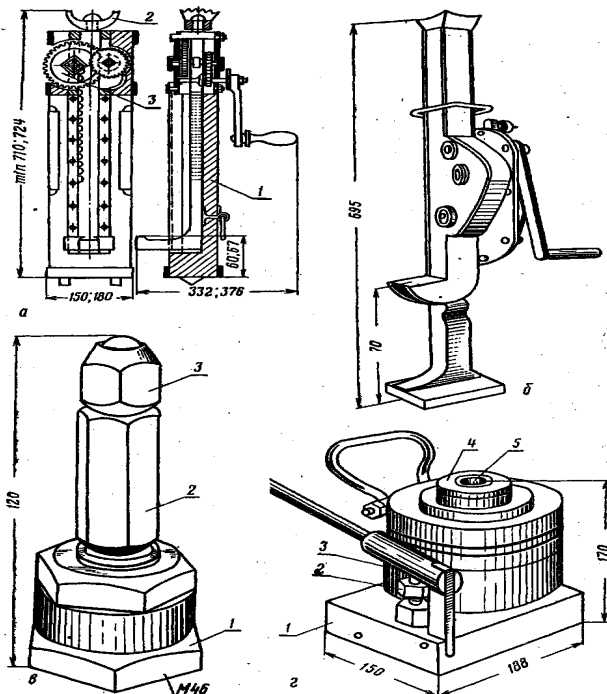


Рис. 2.6 Вантажопідійомні домкрати: а – рейковий з шестерним приводом; 1 – зубчаста рейка з лапою; 2 – поворотна головка; 3 – зірочка; б – рейковий з храповим приводом; в – гвинтовий; 1 – опорна гайка; 2 – підйомний гвинт; 3 – опорна головка; г – полегшений гідравлічний; 1 – плита; 2 – одноплунжерний ручний насос; 3 – корпус; 4 – циліндр; 5 – поршень.

### 2.1.3 Інструмент

**Рисувалки** (голки) служать для нанесення ліній (рисок) на розмічувану поверхню за допомогою лінійки, кутника чи шаблона. Виготовляють рисувалки з інструментальної сталі У10 або У12.

Для розмічання на сталій, добре обробленій поверхні застосовують рисувалки з латуні; на алюмінії риси наносять гостро заточеним олівцем.

Широко застосовують чотири види рисувалок: круглу, з відігнутих кінцем, зі вставною головкою і кишенькову.

*Кругла рисувалка* – це сталевий стрижень завдовжки 150...290мм і діаметром 4...5мм, один кінець якого загартовано на довжину 20...30мм і загострено під кутом 15°, а другий зігнуто в кільце діаметром 25...30мм (рис. 2.7,а).

*Рисувалка з відігнутих кінцем* – це загострений з обох сторін сталевий стрижень, один кінець якого відігнуто під кутом 90° (рис. 2.7,б). Середня частина рисувалки потовщена і для зручності на ній зроблено накатку. Відігнутих кінцем наносять риси у важкодоступних місцях.

Рисувалка зі вставною голкою (рис. 2.7,в) виконана за типом годинникових викруток. Складається з корпусу 2, в якому є отвір 3 для зберігання запасних голок 1, що закривається ковпачком 4. Як вставні голки можуть бути використані сталеві загострені та загартовані стержні.

Кишенькова рисувалка (рис. 2.7,г) виконана у вигляді олівця з вістрям, що вбирається. Корпус рисувалки складається з двох частин, що обертаються одна відносно одної на чотирьох шарнірах, які при складанні вводяться через поздовжні пази. Передбачено тримач для закріплення рисувалки в кишені працюючого і для запобігання скочуванню її з плити. На робочий наконечник напаяно стрижень із твердого сплаву ВК6, загострений на конус з кутом  $20^\circ$ .

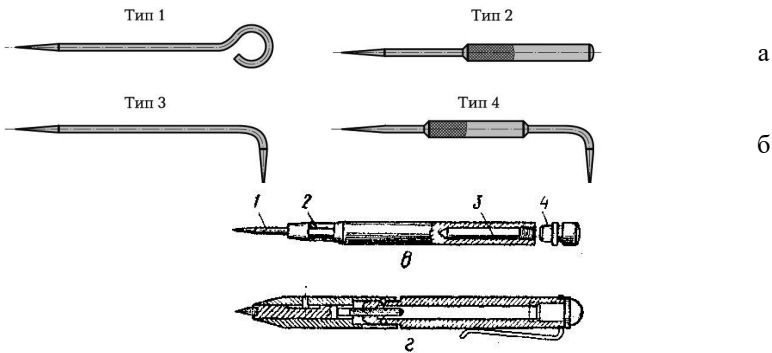


Рис. 2.7 Рисувалки: а – кругла; б – з відігнутих кінцем; в – зі вставними голками; 1 – голка; 2 – корпус; 3 – запасні голки; 4 – пробка; г– кишенькова

Рисувалки мають бути гострозаточеними. Їх зовнішня поверхня повинна бути добре оброблена (гладенька), не дряпати лінійку, кутник, руки розмітника. Чим гостріша робоча частина рисувалки, тим тоншою буде розмічальна риска та вищою точність розмітки.

Загострюють рисувалки на заточувальних верстатах (рис. 2.8). Рисувалку беруть лівою рукою за середину, а правою рукою за кінець, протилежний тому, що заточується. Дотримуючи сталий кут нахилу щодо абразивного круга, з легким натиском прикладають рисувалку конусом до обертового круга, рівномірно обертаючи її пальцями правої руки. Щоб уникнути відпуску, вістря рисувалки періодично охолоджують у рідині.

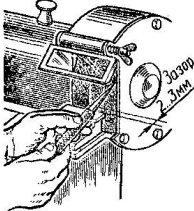


Рис. 2.8 Загострення рисувалки

**Кернер** – слюсарний інструмент для нанесення заглиблень (кернів) на попередньо розмічених лініях (керни роблять для того, щоб риси були виразно



помітні і не стиралися в процесі обробки деталі). Кернери виготовляють з інструментальної вуглецевої чи легваної сталі У7А, У8А, 7ХФ або 8ХФ. Робочу частину кернерів (конус) термічно обробляють на довжину 15...30мм до твердості  $HRC_c - 55...59$ , а ударну частину – на довжину 15...25мм до твердості  $HRC_c - 40...45$ . Середня частина кернера має рифлення (накатку) для зручності тримання під час роботи.

Розрізняють кернери звичайні, спеціальні, пружинні (механічні), електричні, пневматичні тощо.

*Звичайний кернер* (рис. 2.9,а) - це сталевий стрижень завдовжки 100, 125 або 160мм і діаметром відповідно 8, 10 або 12мм; його бойок має сферичну поверхню. Вістря кернера загострюють на периферії шліфувального круга під кутом  $50...60^\circ$  (рис. 2.9,б). При точнішому розмічанні користуються малими кернерами з вістрям, загостреним під кутом  $30...45^\circ$ . У кернерах для розмічання центрів отворів, які передбачають свердлити, вістря загострюють під кутом  $75^\circ$ .

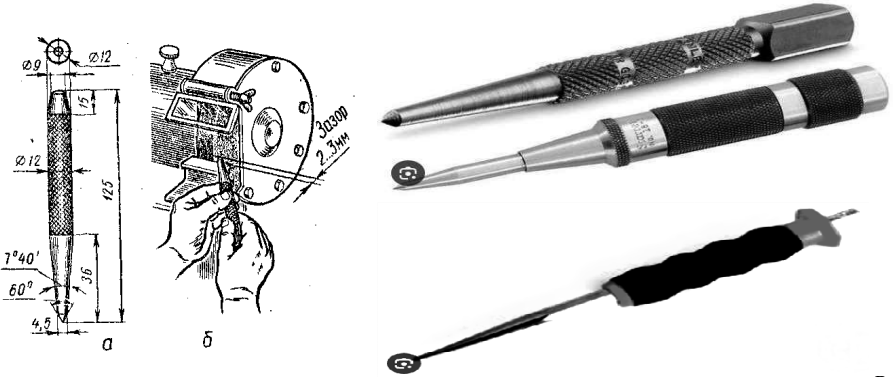


Рис. 2.9 Звичайний кернер (а) та його загострення (б), сучасні звичайні кернери (в)

*Спеціальний кернер* застосовується для накернення малих отворів та заокруглень невеликих радіусів (рис. 2.10,а). Помітно підвищує якість і продуктивність розмічання.

*Кернер для крокового розмічання* (рис. 2.10,б) складається з двох кернерів – основного 1 і додаткового 2, скріплених спільною планкою 3. Відстань між ними регулюється планкою 3 залежно від шагу отворів, що розмічаються. Перше заглиблення накернюють кернером 1. Потім в утворене заглиблення встановлюють кернер 2 і ударом молотка по кернеру 1 накернюють заглиблення. Після цього кернер 2 переставляють у нас тупне положення. Крок між отворами витримується автоматично, чим досягається точність розмітки і підвищення продуктивності.

*Кернер з лупою* (рис. 2.10,в) складається з хомутиків 5 і 7, з'єднаних гвинтом 6, які затягують після встановлення лупи 8 відповідно до зору працюючого. В хомутику 7 розміщується 3...5-кратна лупа, хомутик 5 служить для встановлення лупи на кернер 4 за висотою її кріплення.

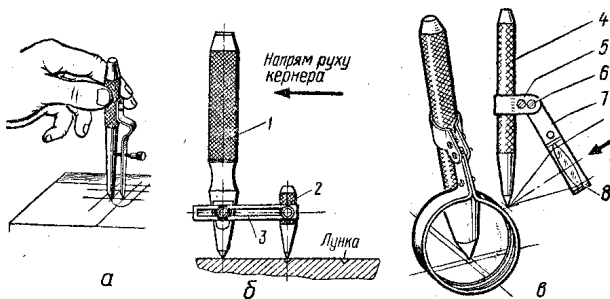


Рис. 2.10 Спеціальні кернери: а – для накернення дуг кола; б – кроковий; в – з лупою

*Пружинний (механічний) кернер* (рис. 2.11) застосовується для точного розмічання тонких і відповідальних виробів. Принцип його дії ґрунтується на стисканні та миттєвому звільненні пружини.

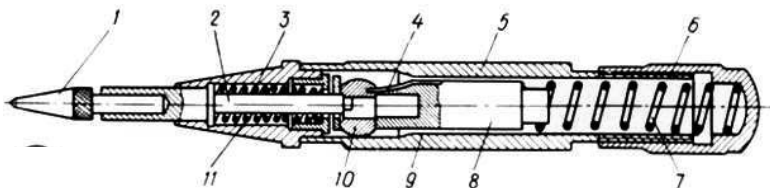


Рис. 2.11 Пружинний кернер:

Кернер має згвинчений з трьох частин 3, 5 і 6 корпус, у якому розміщуються пружини 7, 11, стрижень 2 з кернером 1, ударник 8 зі зміщувальним сухарем 10 та плоска пружина 4. При натисканні на виріб вістря кернера внутрішній кінець стержня 2 впирається в сухар, в результаті чого ударник переміщується вгору і стискає пружину 7, уткнувшись в ребро заплечика 9, сухар зсовується вбік, кромка його сходить зі стержня 2. У цей момент ударник під дією сили стиснутої пружини 7 наносить по кінцю стержня з кернером удар. Одразу після цього пружиною 11 відновлюється початкове положення кернера. Сила удару (10...15Н) регулюється, вкручуванням або викручуванням упорного ковпачка 6. Замість кернера 1 у стрижень можна вставити клеймо і тоді механічний кернер можна використовувати для клеймування деталей.

**Циркулі** використовують для розмічання кіл і дуг, ділення відрізків та кіл, а також для геометричних побудов. Циркулями користуються і для перенесення розмірів з вимірювальних лінійок на деталь.

*Розмічальні циркулі* бувають прості або з дугою, точні (рис. 2.12,а) і пружинні (рис. 2.12,б).

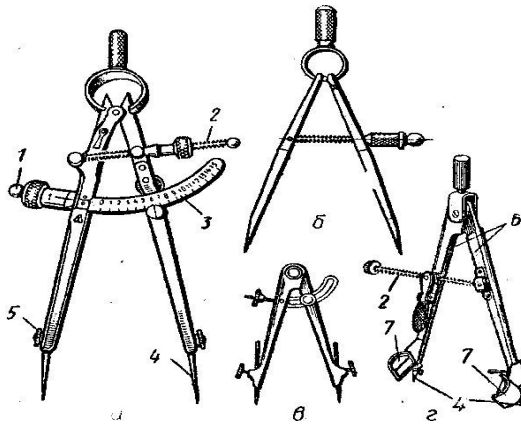


Рис. 2.12 Слюсарні циркулі: а – точний; б – пружинний; в – зі вставними головками; г – з лінзою

Простий циркуль складається з двох шарнірно з'єднаних ніжок суцільних або зі вставними голками (рис. 2.12,в), потрібний розхил ніжок фіксується гвинтом.

Особливістю конструкції *точного циркуля*, показаного на рис. 2.12,а є пристрій 3 для встановлення циркуля з точністю 0,2мм за його шкалою. Мікрометричні гвинти 1 і 2 підвищують точність цієї установки. Змінні голки 4 затягують гайками 5.

Слюсарі, прагнучи підвищити точність розмітки, вдосконалюють конструкції циркулів. Так Л.С. Новиков розробив конструкцію циркуля (рис. 2.12,г), який складається з двох ніжок 6, що мають на кінцях загартовані голки 4, і двох роз'ємних лінз 7 з 5-кратним збільшенням. Для точного визначення розмірів циркуль має мікрометричний гвинт 2. Перевага цього циркуля - зручність і висока точність роботи. Однак його деталі потребують особливо акуратного поводження і зберігання.

**Кронциркулі** (рис. 2.13) застосовують для контролю зовнішніх та внутрішніх розмірів деталей (діаметра, довжини, товщини буртиків та стінок).

**Нанесення та контроль кутових розмірів здійснюється за площинними кутами.** Особливість кутових розмірів полягає в тому, що точність їх нанесення та контролю залежить від довжини сторін, що утворюють кут. Методи вимірювання кутів можна поділити на три основні види:

- метод порівняння з жорсткими кутовими мірами;
- абсолютний метод, заснований на застосуванні інструментів з кутною шкалою (кут при цьому відраховується безпосередньо за шкалою приладу у кутових одиницях);
- непрямий метод, полягає у вимірі лінійних розмірів, пов'язаних із кутом конуса.

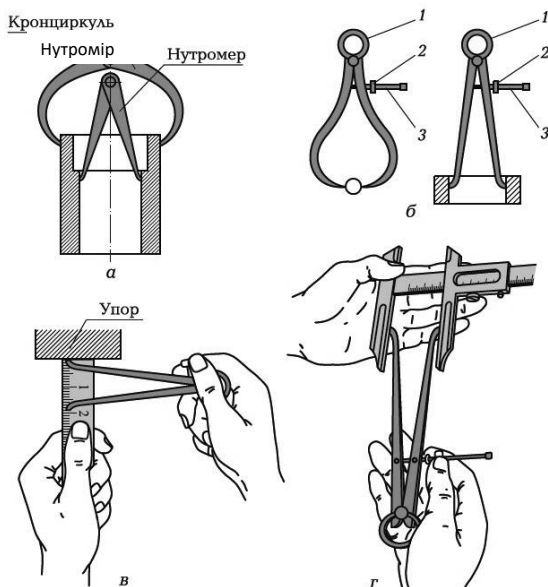


Рис. 2.13 Кронциркулі: а – для зовнішніх та внутрішніх вимірювань; б – пружинний для зовнішніх і внутренних вимірів: 1 – пружина; 2 – гайка; 3 – гвинт; в, г – вимір розміру по кронциркулю з використанням вимірювальної лінійки та штангенциркуля

*Кутові міри* (рис. 2.14,а) виготовляють у вигляді прямих призм і застосовують для контролю кутів та градування кутомірних інструментів та кутових шаблонів.

*Перевірочні косинці* (рис. 2.15) призначені для контролю при розмітці прямих кутів, а також контролю взаємного розташування поверхонь деталей під час збирання.

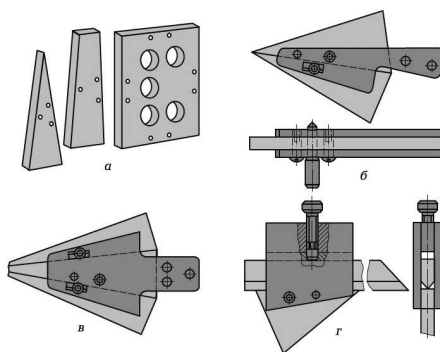


Рис. 2.14 Кутові міри (а) та тримачі для їх застосування (б-г)

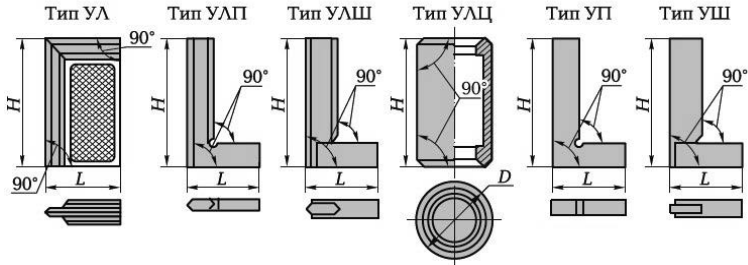


Рис. 2.15 Перевірочні косинці: H і L - відповідно висота і довжина полиць косинця; D - діаметр циліндричного косинця

*Кутоміри* (рис. 2.16) служать для контролю кутів методом безпосередньої оцінки. Кутоміри виготовляють двох типів: для вимірювання зовнішніх та внутрішніх кутів (рис. 2.16,а) та для вимірювання тільки зовнішніх кутів (рис. 2.16,б).

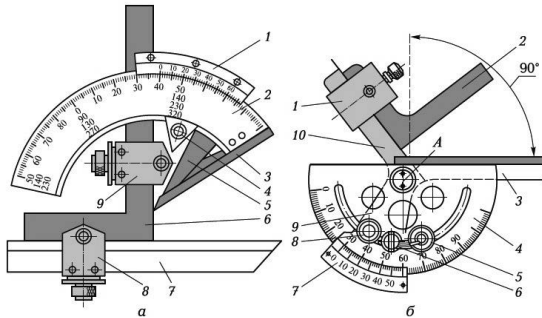


Рис. 2.16 Кутоміри: а - для вимірювання зовнішніх та внутрішніх кутів: 1 – ноніус; 2 – основа; 3 – лінійка; 4 – стопорний гвинт; 5 – сектор; 6 – косинець; 7 – знімна лінійка; 8 – державка лінійки; 9 – державка косинця; б – для вимірювання тільки зовнішніх кутів: 1 - державка косинця; 2 - косинець; 3 – лінійка; 4 – основа; 5, 8 – стопорні гвинти; 6 – гвинт мікрометричної подачі; 7 – ноніус; 9 – сектор; 10 – рухлива лінійка; А – вісь

**Штангенінструменти** (рис. 2.17) служать для вимірювання лінійних розмірів шляхом безпосередньої оцінки. До цих інструментів відносяться штангенциркулі (рис. 2.17,а та б), штангенглибиноміри (рис. 2.17,в), штангенрейсмуси (рис. 2.17,г) та ряд інших штангенінструментів спеціального призначення. Як відліковий пристрій цих інструментів використовується шкала штанги (лінійки) з поділками через 1мм. Відлік поділів за цією шкалою здійснюється за допомогою ноніуса - допоміжної рухомої шкали.

Ноніус – рівномірна додаткова шкала з межею вимірювань, що дорівнює цій же поділу основної шкали.

Перед виміром штангенциркулем слід перевірити:

- плавність переміщення рамки по всій довжині штанги;
- щільність прилягання вимірювальних губок один до одного (у зведеному положенні між ними не повинно бути просвіту);
- точність збігу нульового штриха ноніуса з нульовим штрихом шкали, тобто правильність встановлення вимірювального інструмента в нульове положення;
- точність збігу вимірювальної лінійки глибиноміру з торцем штанги.

Вимірювати слід лише оброблені деталі, щоб запобігти пошкодженню вимірювальних губок. При вимірі необхідно точно, без перекосів, сполучати вимірювальні площини (ребра) вимірювальних губок з поверхнями деталей, що вимірюються. При визначенні розміру деталі, що перевіряється, необхідно звертати увагу на покажчик точності вимірювання, вибитий на ноніусі штангенінструменту.

*Розмісний штангенциркуль*, показаний на рис. 2.17,а, служить для точного розмічання прямих ліній (рис. 2.18,а) і центрів (рис. 2.18,б), а показаний на рис. 2.19 – для розмічання кіл великих діаметрів.

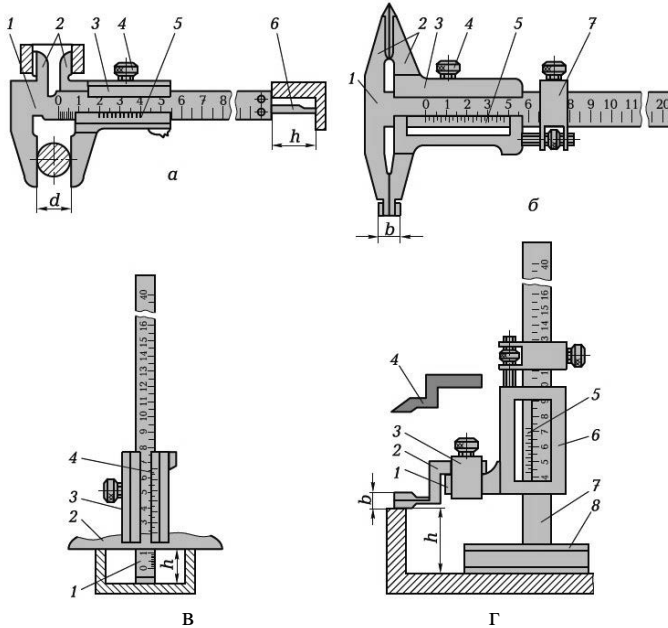


Рис. 2.17 Штангенінструменти: а, б – штангенциркулі: 1 – штанга; 2 – губки для вимірювань зовнішніх та внутрішніх поверхонь; 3 – рамка; 4 – гвинт для фіксації рамки; 5 – ноніус; 6 – лінійка глибиноміру; 7 – пристрій для точного переміщення рамки; в – штангенглибиномір: 1 – штанга; 2 – основа; 3 – рамка; 4 – ноніус; г – штангенрейсмас: 1 – виступ рамки; 2, 4 – вимірювальні ніжки; 3 – тримач вимірювальної ніжки; 5 – ноніус; 6 – рамка; 7 – штанга; 8 – основа; d – діаметр вимірюваної деталі; b – товщина вимірювальних губок; h – глибина отвору або висота уступу

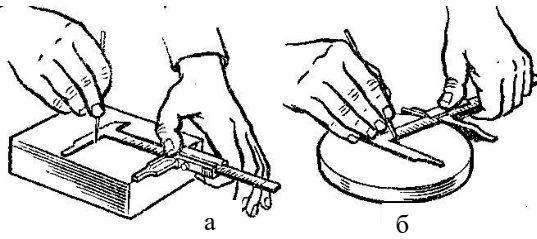


Рис. 2.18 Використання штангенциркуля при нанесенні прямих ліній (а) і при розмічанні центра кола (в)

Вдосконалений розмічальний штангенциркуль для розмічання кіл великого діаметру показано на рис. 2.21. Він має штангу 9 з потовщеним кінцем, у який встановлюється різець 2. По штанзі переміщується рамка 6 з ноніусом 3. У нижній частині рамки знаходиться вставка 13, в отвір якої вставляється змінна центруюча конічна опора і закріплюється затискачем 12.

Рамка 6, за допомогою мікрометричного гвинта 11 з'єднана з хомутиком 8, переміщується по штанзі вручну і закріплюється затискачем 4. Мікрометричне подавання рамки здійснюється поворотом гайки 10 при закріпленому гвинтом 7 хомутику.

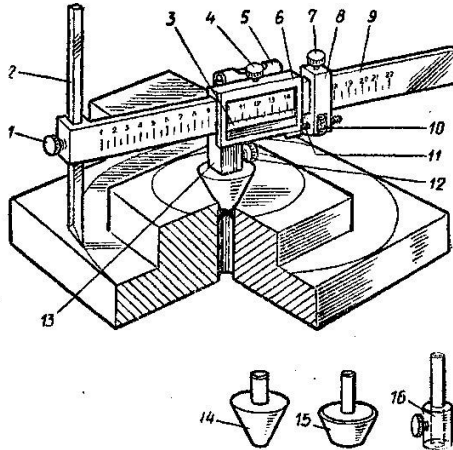


Рис. 2.19 Вдосконалений розмічальний штангенциркуль для кіл великих діаметрів: 1 – стопорний затискач; 2 – різець; 3 – ноніус; 4, 12 – затискачі; 5 – рівень; 6 – рамка; 7 – гвинт; 8 – хомутик; 9 – штанга; 10 – гайка; 11 – мікрометричний гвинт; 13 – вставка; 14, 15 – змінні опори; 16 – подовжувач

Перед розмічанням спочатку визначають центруючу опору, яка відповідає базовому отвору, потім на площину розмічуваної деталі встановлюють різець. Після цього перевіряють горизонтальне положення штангенциркуля за рівнем 5, закріплюють різець стопорним затискачем 1 і розмічають деталь.

*Рейсмус* є основним інструментом для просторового розмічання і служить для нанесення паралельних, вертикальних і горизонтальних ліній, а також для перевірки встановлення деталей на плиті. Він складається з чавунної основи 2 (рис. 2.20,а), вертикального стояка (штатива) 5, гвинта з гайкою 6 для закріплення рисувалки 4, установочного гвинта 3 для підведення голки (щоб точно визначити розмір), планки 1 і муфти 7. Застосування рейсмуса показано на рис. 2.20,б.

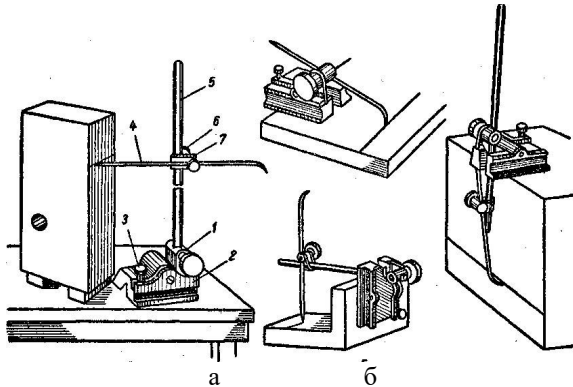


Рис. 2.20 Рейсмус (а) та його застосування (б)

Для точнішого розмічання застосовують сучасні *штангенрейсмуси* (рис. 2.21) з мікрометричним гвинтом або з електронним індикатором.

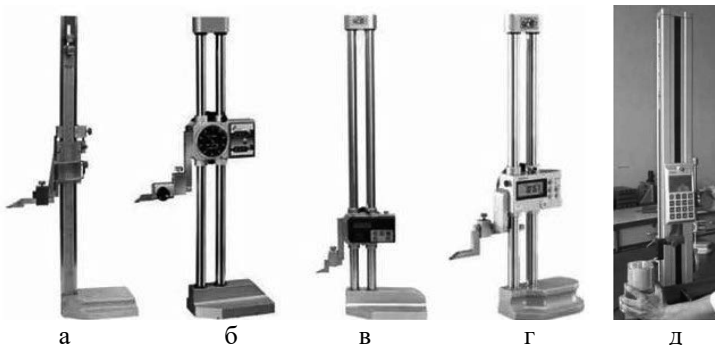


Рис. 2.21 Штангенрейсмуси: а – механічний; б – вертикальний з індикатором годинникового типу; в, г – вертикальні з електричним індикатором; д – вимірювання висоти заготовки за допомогою електронного штангенрейсмуса

*Мікрометричні інструменти* широко застосовують для контролю зовнішніх та внутрішніх розмірів, глибин пазів та отворів. Вимірювання мікрометричними інструментами здійснюється методом безпосередньої оцінки, тобто результати вимірювань безпосередньо зчитують зі шкали інструменту.



Принцип дії цих інструментів ґрунтується на використанні пари гвинт-гайка, що перетворює обертальний рух гвинта у поступальний рух його торця.

До групи мікрометричних інструментів відносяться мікрометри для вимірювання зовнішніх розмірів, мікрометричні нутроміри для вимірювання діаметрів отворів та ширини пазів, мікрометричні глибиноміри для вимірювання глибини отворів та пазів та висоти уступів. Мікрометричні інструменти незалежно від їх конструкції складаються з корпусу та мікрометричної головки, що є основною частиною мікрометричного інструменту. В залежності від меж вимірюваних розмірів мікрометричні головки можуть мати різну конструкцію.

#### 2.1.4 Способи виконання розмічання

Розмічання повинно виконуватися точно і акуратно за розмірами у відповідності до вимог нормативно-технічної документації, бо помилки, допущені при цьому, можуть призвести до того, що виготовлена деталь буде бракованою. Бувають випадки й навпаки – неточно відлиту, а тому забраковану, заготовку можна виправити ретельним розмічанням, перерозподіливши припуски на обробку для кожної розмічуваної поверхні.

Точність, що досягається при звичайних методах розмічання, становить приблизно 0,5мм. При точному розмічанні її можна підвищити до сотих часток міліметра, особливо коли використовуються сучасні методи обробки металів різанням, тощо.

Розмічання заготовок застосовують переважно при одиничному і дрібносерійному виробництві.

*Підготовка до розмічання.* Перед розмічанням необхідно виконати такі операції:

- очистити сталюю щіткою заготовку від пилу, бруду, окалини, слідів корозії тощо;

- ретельно оглянути заготовку - при виявленні раковин, пухирів, тріщин і т.ін., точно виміряти їх і, складаючи план розмічання, вжити заходів щодо видалення цих дефектів у процесі подальшої обробки (якщо це можливо);

- всі розміри заготовки мають бути ретельно розраховані, щоб після обробки на поверхні не залишилося дефектів;

- вивчити креслення розмічуваної деталі, з'ясувати її особливості та призначення;

- уточнити розміри;

- подумки накреслити план розмічання (встановлення деталі на плиті, спосіб і порядок роботи);

- особливу увагу приділити припускам на обробку (їх беруть з довідників залежно від матеріалу і розмірів деталі, її форми, способу встановлення при обробці);

- визначити базові поверхні (базис) заготовки, від яких слід відкладати розміри у процесі роботи;

- при площинному розмічанні базами можуть бути оброблені кромки заготовки або осьові лінії, які наносять у першу чергу;

- за бази також зручно обирати прилипки, бобишки, платики;
- підготувати поверхню до обробки.

**Фарбування поверхонь.** Для того щоб розмічальні лінії було краще видно на поверхні розмічальних заготовок їх фарбують. Для фарбування використовують різноманітні барвники – крейду або її розчин у воді, мідний купорос, лаки тощо.

Крейду розводять у воді (у співвідношенні 1:8) і потім розчин доводять до кипіння. Далі, щоб шар фарбника не стирався, у нього додають рідкий столярний клей (50г на 1кг крейди). Після додавання клею суміш ще раз кип'ятять. Для уникнення псування суміші (особливо влітку) у розчин додають трохи льняної олії та сикативу, який прискорює висихання барвника. Таким барвником покривають чорні необроблені заготовки. Фарбують малярними пензлями. Однак цей спосіб малопродуктивний, бо коли це можливо (особливо при великих деталях або великих їх партіях), фарбують за допомогою розпилювачів (пульверизаторів), які крім прискорення роботи забезпечують рівномірне і міцне фарбування.

*Звичайною сухою крейдою* натирають розмічувані поверхні. Фарбування виявляється менш міцним. Цим способом фарбують необроблені поверхні дрібних невідповідальних заготовок.

*Розчин мідного купоросу* приготують заздалегідь розчинивши у склянці води три повні чайні ложки кристалічного мідного купоросу. Очищену від пилу, бруду та олії поверхню або покривають розчином мідного купоросу (пензлем) або змочують водою і натирають шматком мідного купоросу. Розмічання здійснюють після висихання купоросу.

На поверхні заготовок осідає мідь тонким шаром, на якій добре наносяться розмічальні риси. Цим способом фарбують лише сталі та чавунні заготовки з попередньо обробленими під розмітку поверхнями.

*Фарбування спиртовим лаком*, який є розчином шелаку в спирті з додаванням фуксину. Цей спосіб застосовують лише при точному розмічанні оброблених поверхонь невеликих виробів.

*Швидкосохнучі лаки та фарби* застосовують для покриття поверхонь великих оброблених сталі та чавунних виливків.

Кольорові метали, гарячекатаний листовий і профільний сталевий матеріал лаками та фарбами не фарбують.

При нанесенні барвника (рис. 2.22), заготовку тримають у лівій руці у нахиленому положенні. Тонкий і рівномірний шар барвника наносять на поверхню перехресними вертикальними та горизонтальними рухами пензля. Для уникнення підтікання розчину набирають лише кінцем пензля у невеликій кількості.

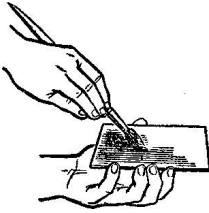


Рис. 2.22 Нанесення барвника на заготовку

**Нанесення розмічальних рисок.** Розмічальні риси наносять у такій послідовності: спочатку проводять горизонтальні, потім – вертикальні, після цього – похилі й останніми – кола, дуги та заокруглення. Креслення дуг в останню чергу дає змогу проконтролювати точність проведення прямих рисок. Якщо вони нанесені точно, дуга замкне їх і сполучення вийде плавним.

**Прямі риси** наносять рисувалкою, яку слід нахилити в напрямі її переміщення (рис. 2.23,а) і вбік від лінійки (рис. 2.23,б). Кути нахилу мають відповідати зазначеним на рисунку і не змінюватися в процесі нанесення рисок, інакше риси не будуть паралельними лінійці. Рисувалку весь час притискають до лінійки, яка щільно прилягає до деталі.

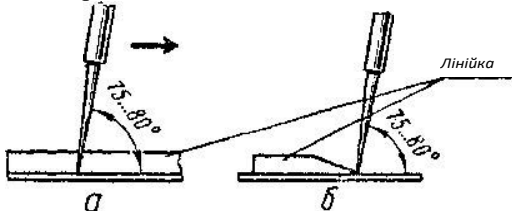


Рис. 2.23 Прийоми нанесення прямих рисок: а – з нахилом рисувалки в напрямі її переміщення; б – з нахилом рисувалки в бік від лінійки

Риски проводять лише один раз. Повторно провести лінію по одному й тому самому місцю важко, і в результаті вийде кілька паралельних рисок. Якщо риска нанесена неякісно, її зафарбовують, дають барвнику просохнути і проводять риску знову.

**Перпендикулярні риси** (не в геометричних побудовах) наносять за допомогою кутника. Деталь (заготовку) кладуть у кут плити I та злегка притискають тягарем, щоб вона не зсовувалася у процесі розмічання. Першу риску проводять за кутником, полицю якого прикладають до бокової поверхні (рис. 2.24,а) розмічальної плити (положення кутника I-I). Після цього кутник підкладають полицєю до бокової поверхні а (положення II-II) і проводять другу риску, яка буде перпендикулярна до першої.

**Паралельні риси** наносять за допомогою кутника (рис. 2.24,б), пересуваючи його на потрібну відстань.

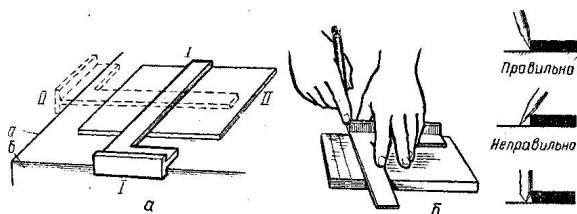


Рис. 2.24 Нанесення рисок: а – перпендикулярних; б – паралельних

Відшукування центрів кіл здійснюють за допомогою центрошукачів та центронамітників. Найпростіший центрошукач (рис. 2.25,а) – це кутник з прикріпленою до нього лінійкою, яка є бісектрисою прямого кута. Встановивши кутник-центрошукач на зовнішню поверхню виробу, проводять рисувалкою пряму. Вона пройде через центр кола. Повернувши кутник на певний кут (близько  $90^\circ$ ), проводять другу пряму. На їх перетині й знаходиться відшуканий центр.

При малому діаметрі розмічуваного торця центрошукачем користуватися незручно. У цьому випадку використовують кернер-центрошукач.

Шарнірний центрошукач (рис. 2.25,б) має перевагу перед іншими. За його допомогою знаходять положення центрових ліній не лише циліндричних, а й конічних, прямокутних та інших отворів. Центрошукач має чотири шарнірно сполучених між собою планки, з'єднані пружинами. При роботі центрошукача пружини притискують кінці планок до стінок отвору. Точки нанесені на осі шарнірів, вказують положення взаємно перпендикулярних ліній.

Кернер-центрошукач (рис. 2.25,в) застосовують для нанесення центрів на циліндричних деталях діаметром до 40мм. Він має звичайний кернер 1, поміщений у воронці 3. У воронку встановлено фланець 2 з отвором, в якому легко ковзає кернер. Розмічання полягає в тому, що воронку притискують до торця виробу і молотком ударають по головці 5 кернера. Під дією пружини 4 кернер знаходиться у нижньому положенні.

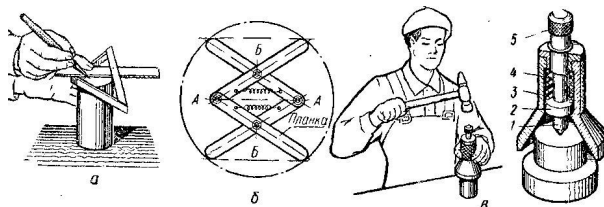


Рис. 2.25 Відшукування центрів кіл – найпростішим центрошукачем (а), шарнірним центрошукачем (б) і кернером-центрошукачем (в)

Розмічання кутів та уклонів здійснюють за допомогою транспортирів (рис. 2.26,а), штангенциркулів, кутомірів.

Транспортир при розмічанні (рис. 2.26,б) встановлюють на заданий кут, притримуючи лівою рукою його основу, а правою повертають широкий кінець лінійки доти, поки інший її кінець, що має форму стрілки, не збігатиметься з

поділкою, що відповідає куту, значення якого нанесено на основі. Після цього лінійку закріплюють шарнірним гвинтом, а потім рисувалкою наносять лінії.

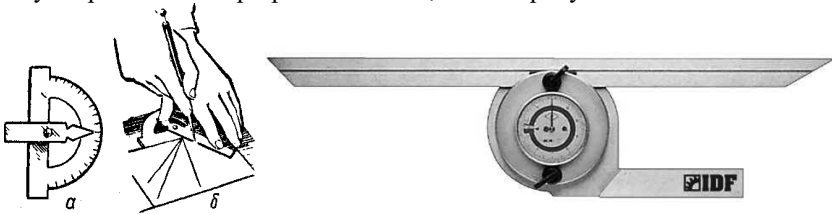


Рис. 2.26 Транспортири для розмічання кутів і уклонів (а) та його застосування (б), транспортир-кутомір УМ 5, довжина 300мм, діапазон 0-360град, ціна поділу 0,01мм

*Штангенциркуль ШЦ-1* (рис. 2.27) з лінійкою для вимірювання глибини замість звичайного конуса має індикатор годинникового типу. Цей інструмент успішно використовують розмітники, він зменшує напруження зору при відліку розмірів і забезпечує достатню точність. Ціна поділки кругової шкали індикатора становить 0,1мм, межа вимірювання – 135мм, робочі поверхні губок загартовані на всю довжину.



Рис. 2.27 Штангенциркуль ШЦ-І з індикатором годинникового типу

*Центрошукач-транспортир* (рис. 2.28) відрізняється від звичайного наявністю транспортира 2, який за допомогою повзуна 4 може пересуватися по лінійці 3 і закріплюватися на ній у потрібному положенні гайкою 5. Лінійка прикріплена до кутника 1. Транспортир дає змогу знаходити центри отворів, розміщених на певній відстані від центра циліндричної деталі і під будь-яким кутом. На рис. 2.28 показано положення точки *a*, що знаходиться під кутом 45° і на відстані 25мм від центра.

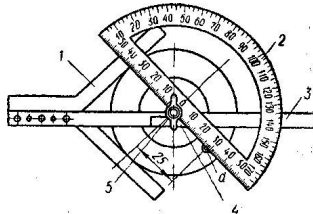


Рис. 2.28 Центрошукач-транспортир

*Лінійка багатофункціональна транспортир центрошукач SHANE* (рис. 2.29). Даний інструмент складається з трьох вимірювальних сегментів із міцного сплаву та лінійки з нержавіючої сталі довжиною 300мм. Всі елементи високої якості, міцні та стійкі до зносу. Вся розмітка та кути високої точності. Для зручності лінійка має двосторонню шкалу в мм і см, яка легко читається, підходить для вимірювання, маркування та багато іншого. Транспортир з легкістю дозволить точно відзначити потрібний кут, а центрошукач дозволить знайти центр круглої деталі.



Рис. 2.29 Багатофункціональна лінійка транспортир центрошукач косинець SHANE

*Кутомір годинникового типу* (рис. 2.30,а) не потребує значного напруження зору при визначенні кутових величин за шкалою. Ціна поділки кругової шкали складає 5 кутових хвилин. Повний оберт стрілки відповідає зміні кута між лінійками на  $10^\circ$ . У круглому отворі циферблата показано цифру, що відповідає цілому числу градусів. Допоміжна ніжка служить для вимірювання малих кутів.

*Кутомір УМ-3 IDF* (Італія) (рис. 2.30,б) з рухомою планкою, діаметр дуги 150мм, довжина планки 300мм, служить для розмічання вимірювання малих та великих зовнішніх кутів.

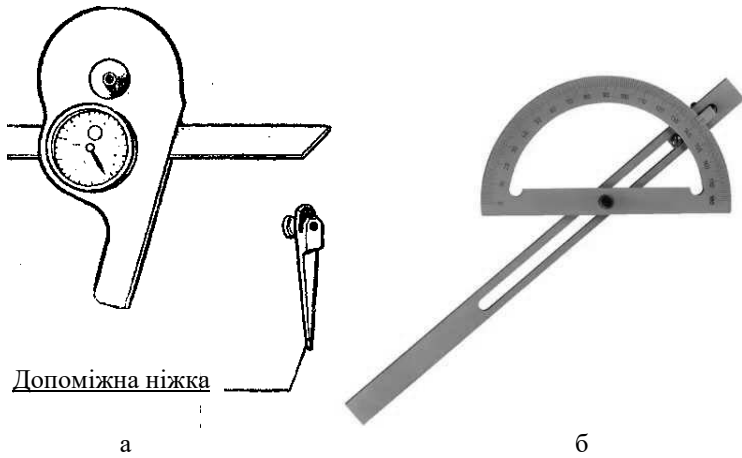


Рис. 2.30 Кутоміри: а – годинникового типу; б – кутомір УМ-3 з рухомою планкою

*Кутомір ноніусний універсальний моделі 127* (рис. 2.31) – призначений для вимірювання зовнішніх та внутрішніх кутів оснащений стопором та пристроєм плавного переміщення вимірювального механізму виготовлений з нержавіючої сталі.

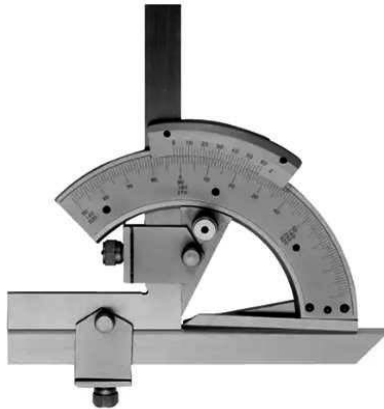


Рис. 2.31 Кутомір ноніусний універсальний

**Накернювання розмічальних ліній.** Керном називається заглиблення (лунка), утворене внаслідок дії вістря (конуса) кернера при ударі по ньому молотком. Маса молотка має відповідати масі кернера.

При роботі кернер беруть трьома пальцями лівої руки (великим, вказівним і середнім) і ставлять вістря точно на середину розмічальної риски (рис. 2.32,а). Спочатку нахиляють кернер в бік від себе і притискають до

наміченої точки, потім швидко ставлять у вертикальне положення, після чого по ньому наносять легкий удар молотком масою 100... 200г (рис. 2.32,б).

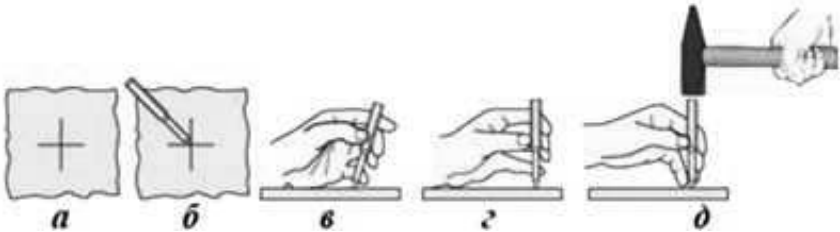


Рис. 2.32 Послідовність накернювання розмічальних ліній: а – розмічання; б – встановлення кернера; в, г – регулювання перпендикулярного положення кернера; д – накернення

Центри кернів мають розміщуватися точно на розмічальних лініях, щоб після обробки на поверхні деталі залишилися половини кернів (рис. 2.32,в). Керни обов'язково ставлять на перетині рисок і заокругленнях. На довгих лініях (прямих) керни наносять на відстані 20...100мм, на коротких лініях, перегинах, заокругленнях і в кутах на відстані 5...10мм. Лінію кола досить накернити в чотирьох місцях – точках перетину осей з колом. Керни, нанесені нерівномірно, а також не на самій рисці, не забезпечують контроль обробки (точіння, фрезерування тощо).

На оброблених поверхнях деталей керни наносять на кінцях ліній. Інколи на чисто оброблених поверхнях риси не накернюють, а продовжують їх на бокові грані і накернюють там.

Керни для свердління отворів роблять глибшими, ніж інші, щоб свердло менше зміщувалося в бік від розмічальної точки.

*Розмічальні молотки.* Для розмічальних робіт використовують оригінальний *молоток Гаврилова* (рис. 2.33,а). Особливість його полягає в тому, що в розширеній частині головки 1 молотка є круглий наскрізний отвір, в який на гумових амортизаційних кільцях 6 вставлена чотирикратна лінза 5. Щоб уникнути випадання, лінза, утримується пружинними розрізними кільцями 2 зі сталюого дроту. Дерев'яна рукоятка 3 – пустотіла, з торця закривається кришкою 4. Вона може служити пеналом для зберігання кернерів, рисувалок тощо.

*Молоток Дубровіна* (рис. 2.33,б) може одночасно використовуватися як лупа, лінійка і пенал для кернера, рисувалки тощо. У головці 8 молотка передбачено круглий отвір, у якому закріплена лінза 7. До скошеної кромки рукоятки прикріплена сталева лінійка 9 з міліметровою шкалою. У торці рукоятки 12 висвердлено два отвори для зберігання кернера 11 і рисувалки 10. Молоток зручний в роботі, підвищує продуктивність праці, бо слюсареві чи розмітнику не треба перехоплювати рукою молоток і лупу для нанесення удару. Це підвищує культуру виробництва.



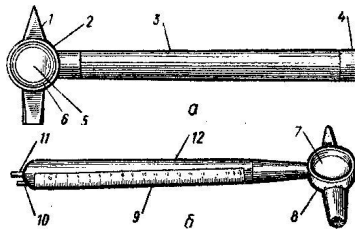


Рис. 2.33 Розмічальні молотки; а – Гаврилова ; б – Дубровіна

Способи розмічання. *Розмічання за кресленням* виконується, як правило, в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва, при цьому контур деталі переноситься на поверхню заготовки, що розмічується, відповідно до розмірів, зазначених на кресленні.

З метою підвищення продуктивності праці застосовують вдосконалені прийоми розмічання та спеціальні пристрої.

*Розмічання за шаблоном* звичайно застосовують при виготовленні великих партій однакових за формою і розмірами деталей. Інколи таким способом розмічають хоч і невеликі партії, але складних виробів (рис. 2.24). Шаблиони виготовляють з листового матеріалу завтовшки 0,5...1мм, а для деталей складної форми або тих, що мають отвори, завтовшки 3...5мм. При розмічанні шаблон накладають на пофарбовану заготовку (деталь) і проводять рисувалкою риску вздовж контуру шаблону (рис. 2.34,а), після чого риску накернюють. За допомогою шаблонів зручно розмічати отвори для свердління, бо при цьому відпадає потреба в геометричних побудовах - поділу відрізків і кіл на частини і т. ін.

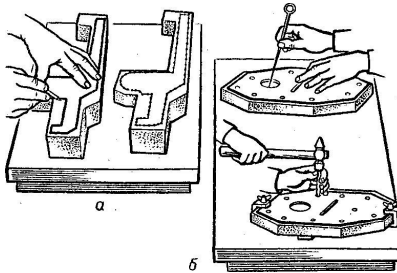


Рис. 2.34 Розмічання за шаблоном: а – робота рисувалкою та розмічена заготовка ; б – робота рисувалкою та накернювання центрів для отворів

Отвори розмічають за шаблоном рисувалкою або кернером (рис. 2.34,б).

Інколи шаблон може бути кондуктором, за яким деталь оброблюють без розмічання. Для цього його накладають на заготовку, потім свердлять отвори і оброблюють бокові поверхні.

Доцільність застосування шаблону полягає в тому, що розмічальна робота, на яку витрачається багато часу, виконується лише один раз при виготовленні шаблону. Усі наступні операції розмічання становлять лише копіювання окреслень шаблону. Розмічальні шаблони можна також використовувати і для

контролю деталі після обробки.

*Розмічання за зразком* відрізняється тим, що не потребує виготовлення шаблону. Цей спосіб широко застосовують при ремонтних роботах, коли розміри знімають безпосередньо з деталі, що вийшла з ладу, і переносять на розмічуваний матеріал. При цьому враховують спрацьованість деталей.

*Розмічання за місцем* частіше застосовують при складанні великих деталей. Одну деталь розмічають за іншою в такому положенні, в якому вони мають бути з'єднані.

*Розмічання олівцем* виконують за лінійкою на заготовках з алюмінію чи дюралюмінію. Розмічати останні за допомогою рисувалки не слід, бо при нанесенні рисок руйнується захисний шар і створюються умови для появи корозії.

*Точне розмічання* виконують за тими самими правилами, що й звичайне, але застосовують точніші вимірювальні та розмічальні інструменти. Поверхні розмічуваних заготовок ретельно очищають і покривають тонким шаром розчину мідного купоросу. Крейду застосовувати для фарбування не рекомендується, бо вона швидко стирається, прилипає до рук і забруднює інструмент.

При нацесенні рисок користуються штангенрейсмусом з точністю 0,05мм, а встановлення і вивірння заготовок виконують за індикатором. Точніше встановлення можна виконати, застосовуючи плоско-паралельні міри довжини (плитки) і закріплюючи їх у спеціальних державках. Риски проводять неглибокі, а накернювання здійснюють гострозаточеним кернером з трьома ніжками, розміщеними під кутом 90° одна до одної.

Розмітка має точно відповідати розмірам, зазначеним на кресленні; розмічальні риси повинні бути добре помітними, не стиратися у процесі обробки заготовки, не погіршувати зовнішній вигляд і не знижувати якість деталі, тобто глибина рисок і кернованих заглибин має відповідати технічним вимогам.

*Дефекти розмічання.* Найчастішими дефектами при розмічанні є такі:

- невідповідність розмірів розміченої заготовки даним кресленням внаслідок неухважності розмічника або неточності розмічального інструмента;
- неточність встановлення рейсмуса на потрібний розмір, причиною якого є неухважність або недосвідченість розмічника, брудна поверхня плити або заготовки;
- недбале встановлення заготовки на плиті в результаті неточного вивірювання плити.

#### 2.1.5 Ручні механізми і машини для інтенсифікації площинного розмічання

*Електричний кернер* (рис. 2.35) має високу продуктивність і складається з корпусу 8, пружин 4 і 7, ударника 6, котушки 5 і кернера 3. При натисканні встановленим на рисці вістря кернера електричний ланцюг замикається і струм, проходячи через котушку, створює магнітне поле. Ударник при цьому миттєво втягується в котушку і наносить удар по стержню кернера. Під час перенесення кернера в іншу точку пружина 7 розмикає ланцюг, а пружина 4

повертає ударник у вихідне положення.

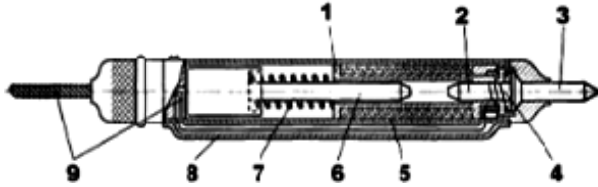


Рис. 2.35 Електричний кернер: 1 – втулка; 2 – стрижень; 3 – кернер; 4, 7 – прижини; 5 – котушка; 6 – ударник; 8 – корпус; 9 – електричний провід

*Пневматичний «пістолет»* (рис. 2.36,а) застосовують для різноманітних кернувальних робіт. Для зручності роботи він має ручку 1, розміщену під кутом до осі корпусу, і пускову кнопку 2.

*Пневматичний портативний кернер* (рис. 2.36,б) та кернер пневматичний ВАНСО (БАХКО) ВР799 (як приклад рис. 2.36,в) відрізняються від інших кернерів малими розмірами і відсутністю рукоятки, якою є сам кернер.



Рис. 2.36 Кернери: а – пневматичний «пістолет»; б – пневматичний портативний; в – кернер пневматический ВАНСО (БАХКО) ВР799

## 2.2 Просторова

### 2.2.1 Призначення просторової розмітки

*Просторове розмічання* найуживаніше в машинобудуванні; за прийомами воно суттєво відрізняється від площинного. Складність просторового розмічання полягає в тому, що доводиться не тільки розмічати окремі поверхні деталей, розміщені в різних площинах і під різними кутами одна до одної, а й ув'язувати розмітки цих окремих поверхонь між собою.

### 2.2.2 Інструмент

Перш ніж приступати до розмічання – заготовку встановлюють на розмічальній плиті та вивіряють, користуючись для цього опорними підкладками, призмами, домкратами, розмічальними ящиками тощо.

*Призматичні підкладки* застосовують при встановленні заготовок

циліндричної форми. Підкладки мають точно оброблені зовнішні поверхні з трьома-чотирма призматичними вирізами (рис. 2.37).

Найчастіше застосовують підкладки завдовжки 50...250мм, завширшки і заввишки 50...100мм. Для встановлення довгих циліндричних заготовок використовують комплекти (пари) підкладок однакових розмірів.



Рис. 2.37 Призматична підкладка

Найбільш сучасною конструкцією є *пристрій з призмою* (рис. 2.38,а), запропонований Щербаковим. Його перевага полягає в тому, що бокові сторони скоби 1 не виступають за грані призми 2. Це дає змогу здійснювати розмічання горизонтальних і вертикальних ліній на деталі (валику) 3 шляхом її перекантовування. У звичайних призмах з однією призматичною виїмкою зі скобою (рис. 2.38,б) сторони скоби виступають за грані призми, внаслідок чого не можна здійснювати розмічання в горизонтальній і вертикальній площинах без переустановлення деталі.

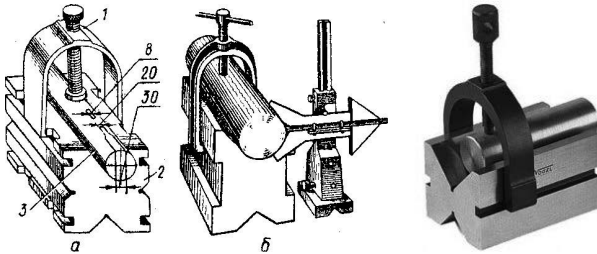


Рис. 2.38 Пристрій для просторового розмічання за допомогою призми:  
а – конструкції Щербакова; б – звичайний зі скобою

У *пристрої для розмічання деталей під кутом* (рис. 2.39) призма 1 встановлюється на потрібний кут по відношенню до основи 4 за градуйованим диском 2. Деталь при розмічанні закріплюють скобою 5. Положення призми фіксується гайкою-баранцем 3.

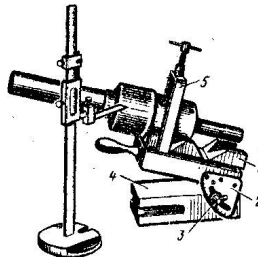


Рис. 2.39 Пристрій з призмою для розмічання деталей під кутом

*Кутники* (рис. 2.40,а ) виготовляють з сірого чавуну. На обох полицях кутника є отвори. Отвори в горизонтальній полиці дають змогу прикріплювати кутник до розмічальної плити з Т-подібними пазами. За допомогою отворів на вертикальній полиці до кутника прикріплюють розмічувальні заготовки.

*Розмічальні кубики* (рис. 2.40,б) мають точно оброблені поверхні та велику кількість отворів для встановлення й закріплення деталей за допомогою болтів з прихватами, планок тощо.

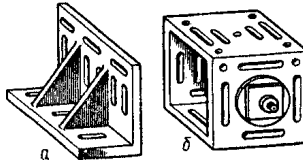


Рис. 2.40 Пристрої для просторового розмічання: а – кутник; б – кубик

*Контрольний пристрій* (ящик) виготовляють з чавуну, для полегшення його відливають порожнистим з товщиною стінок 8...12мм, з ребрами жорсткості всередині (рис. 2.41). Всі сторони ретельно пришабрують. Особливу увагу при виготовленні ящика звертають на точність спряження граней.

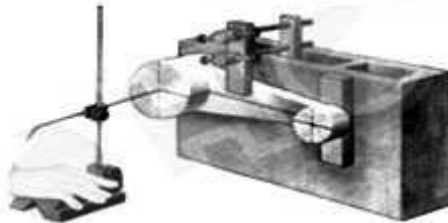


Рис. 2.41 Контрольний пристрій (ящик)

Ящики використовують для закріплення на їх сторонах розмічуваних заготовок. Розмічання за допомогою ящика без перекантування виробу показано на рис. 2.42.

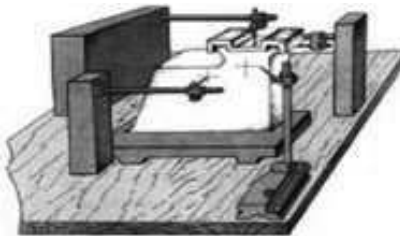


Рис. 2.42 Розмічання за допомогою ящика без перекантування виробу

*Висувний центр* (рис. 2.43,а) за допомогою зубчастого колеса 2 і зубчатої рейки 3 може висуватися на висоту до 400мм щодо основи 1. У потрібному положенні площадка 5 фіксується затискним болтом 2. Висувна площадка створює зручності для розмічання кіл, розміщених на різних висотах.

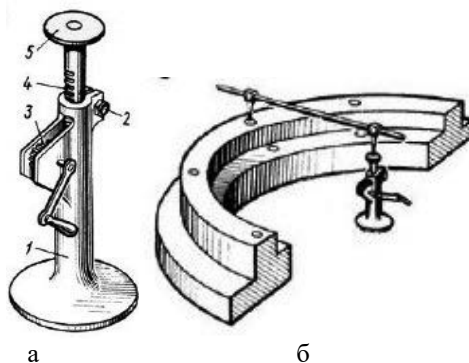


Рис. 2.43 Висувний центр: а – будова; б – застосування

*Рейсмус Крючека* найчастіше застосовують при просторовому розмічанні (рис. 2.44), що прискорює роботу. Рейсмус має чотири рисувальки, кожна з яких встановлюється на потрібний розмір, що дає змогу проводити одночасно кілька паралельних рисок.

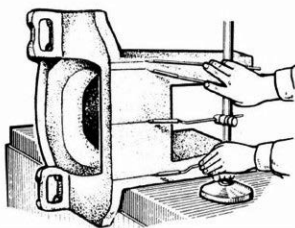


Рис. 2.44 Застосування багатоголкового високопродуктивного рейсмуса Крючека

*Комбінований рейсмус* показано на рис. 2.45. Риски наносять рисувальками 2, 3, 7 і 8, які закріплюють гвинтами 4 на стояках 6, що з'єднані за допомогою планок 5 та 9 до основи 1.

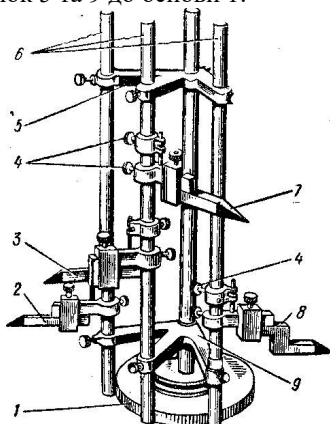


Рис. 2.45 Комбінований рейсмус: 1 – основа; 2, 3, 7, 8 – рисувальки; 4 – гвинти; 5, 9 – планки; 6 – стояк

*Мікрорейсмус з вимірювальними барабанами* (рис. 2.46) має круглу основу 4, яка нерухомо з'єднана зі стояком-рейкою 5, по якій при обертанні

установочних гвинтів 2 переміщується каретка 3, що несе голку 1 рисувальки.

Відстань вертикального переміщення відраховують за круговими шкалами вимірювальних барабанів, які проглядаються через вікна каретки. Наявність двох систем вимірювальних барабанів дає змогу вести відрахунки в прямому (від плити) і зворотному напрямках. Це звільняє розмітника від необхідності переобрахунків усіх розмірів, заданих на кресленні, на розміри від плити.

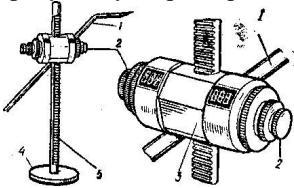


Рис. 2.46 Мікрорейсмус з вимірювальними барабанами

Конструкція дає змогу закріплювати в каретці голку рисувальки під потрібним кутом до розмічуваної поверхні, що також підвищує точність розмічання.

*Центруючий штангенрейсмус* (рис. 2.47) – це звичайний стояк штангенрейсмуса, на який надягнена каретка центрошукача, що має вигляд стрілки, складеної з двох рівних трикутників. Бісектриса великого трикутника визначає центр заготовки, центрову лінію наносять вістрям стрілки.

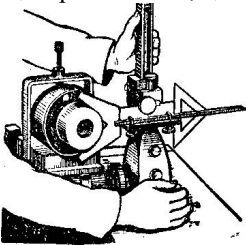


Рис. 2.47 Центруючий штангенрейсмус

*Ватерпас з градусною шкалою* (рис. 2.48,а) раціонально застосовувати при вимірюванні уклонів з точністю до  $0,0015^\circ$  і при встановленні деталей на плиті, коли площина розмічальної плити добре вивірена за рівнем.

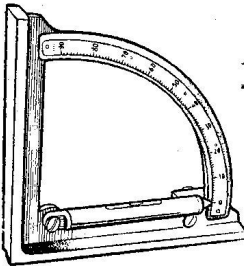


Рис. 2.48 Ватерпас з градусною шкалою

Слюсарі, прагнучи підвищити точність при проведенні розмічальних операцій та скоротити час, частіше використовують сучасні ватерпаси для встановлення розмічальних плит та заготовок в горизонтальній та вертикальній площинах.

*Ватерпас бульбашковий* рівень Pro 200м (рис. 2.49,а) використовують для встановлення заготовок на розмічальних плитах в горизонтальній площині, а рівні електронні з LED-дисплеєм (рис. 2.49,б) – для більш точного розмічання.



Рис. 2.49 Ватерпаси бульбашкові

### 2.2.3 Способи виконання розмічання

*Підготовка до розмічання.* Перш ніж приступити до розмічання, уважно перевіряють заготовку.

Перед проведенням розмітки необхідно виконати наступне:

- очистити заготовку від пилу, бруду, окалини, слідів корозії сталеву щіткою та ін.;
- ретельно оглянути заготовку; при виявленні раковин, пухирів, тріщин і т.п., точно виміряти їх і, складаючи план розмітки, вжити заходів до видалення цих дефектів у процесі подальшої обробки (якщо це можливо);
- всі розміри заготовки повинні бути ретельно розраховані, щоб після обробки на поверхні не лишилося дефектів;
- вивчити креслення деталі, що розмічується, з'ясувати її особливості та призначення;
- уточнити розміри, визначити базові поверхні заготовки, від яких слід відкладати розміри у процесі розмітки;
- при площинній розмітці базами можуть бути оброблені кромки заготовки або осьові лінії, що наносяться в першу чергу;
- за бази зручно також приймати припливи, бобишки, платики.

Для того щоб обрати правильний порядок розмічання, треба чітко уявляти призначення деталі, її роль у машині. Тому слід крім креслення розмічуваної деталі, також вивчити складальне креслення та ознайомитися з технологією виготовлення деталі.

**Вибір бази при розмічанні.** Правильний вибір бази при розмічанні визначає якість проведення розмічальних операцій та точність контурів і геометрії деталі. Вибір розмічальних баз залежить від конструктивних особливостей і технології виготовлення деталі.

Базу вибирають, керуючись такими правилами, якщо:

- на заготовці є хоча б одна оброблена поверхня, її приймають за базу;
- обробляють не всі поверхні, то за базу приймають поверхню, що не



обробляється;

– зовнішні й внутрішні поверхні не оброблені, то за базу переважно приймають зовнішню поверхню.

Усі розміри наносять від однієї поверхні або від однієї лінії, прийнятої за базу.

Після того як намітять базу, визначають порядок розмічання, розміщення й встановлення на плиті розмічуваної заготовки і вибирають потрібні розмічальні інструменти та пристрої.

*Встановлення заготовки на розмічальній плиті.* Перед встановленням заготовки на розмічальній плиті ті місця заготовки, де наноситимуться розмічальні риси, фарбують крейдою, фарбою, лаком або мідним купоросом. При установленні лише перше положення заготовки на плиті є незалежним, а всі інші положення залежать від першого. Тому перше положення заготовки слід вибирати так, щоб було зручно почати розмічання від поверхні або центральної лінії, прийнятої за базу. Заготовку встановлюють на плиті не у довільному положенні, а так, щоб одна з головних її осей була паралельна поверхні розмічальної плити, як показано при розмічанні циліндричних деталей (рис. 2.50). Довгі круглі заготовки встановлюють на одній або двох призмах і перевіряють горизонтальність циліндричної твірної поверхні відносно поверхні розмічальної плити. Короткі циліндричні заготовки встановлюють на одній призмі.

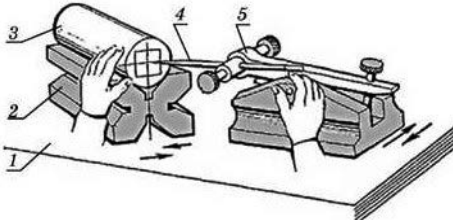


Рис. 2.50 Розмічання циліндричних деталей:  
1 – основа; 2 – призматична підкладка; 3 – заготовка;  
4 – рисувалка; 5 – пристосування для кріплення рисувалки під кутом

Осей на заготовці звичайно буває три – по довжині, ширині та висоті як показано на рис. 2.51 при розмічанні корпусів.

Автори І.Ф. Павлов та В.В. Григор'єв розробили і впровадили у виробництво так званий метод екранного розмічання, що ґрунтується на перенесенні рейсмусом необхідних для розмічання рисок із спеціального екрана-шаблону (рис. 2.52).

Для виготовлення *екрана-шаблону* беруть тонкий сталевий лист, розміри якого трохи більші від поверхні розмічуваної деталі. Лист вкривають тонким шаром воску і креслять на ньому добре загостреними різцями контури проєкції розмічуваної деталі з усіма рисками, що підлягають перенесенню на деталь. Щоб закріпити риси на металі, шаблон травлять кислотою. Таким чином, після зняття з шаблону шару воску виходить «німий розмічальний рисунок» – рисунок без цифр, без виносних і розмірних ліній. При розмічанні для кожної плоскої поверхні деталі виготовляють свій екран-шаблон, який закріплюють на спеціальному стояку 1 за допомогою гвинтів 2 і 3 й установлюють поруч з розмічуваною деталлю. Рейсмусом вивіряють установлення розмічуваної деталі

відносно розмічальної плити та екрана-шаблону А або Б, перевіряючи також наявність достатніх припусків на обробку. Потім риски з екрана-шаблону переносять на розмічувану деталь.

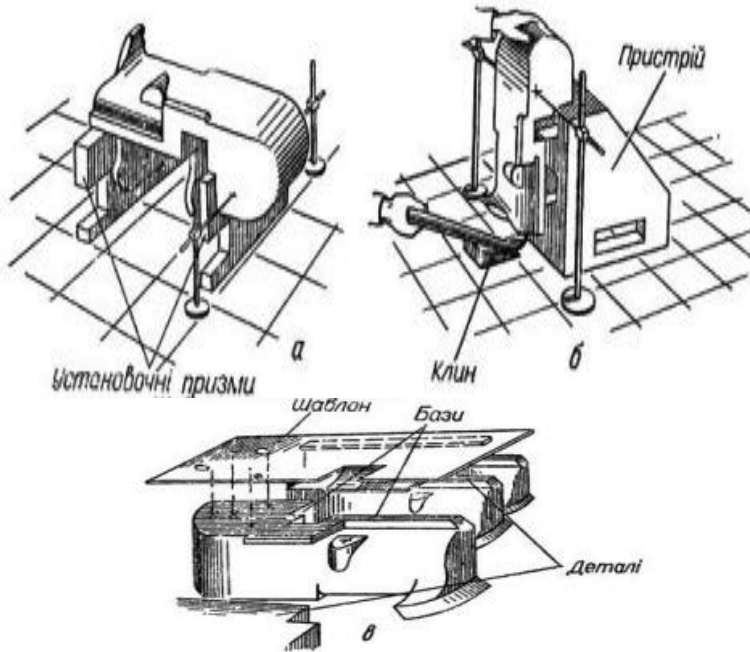


Рис. 2.51 Розмічання корпусу коробки за допомогою: а – установочних призм; б – спеціального пристрою; в – просторового (об’ємного) шаблону

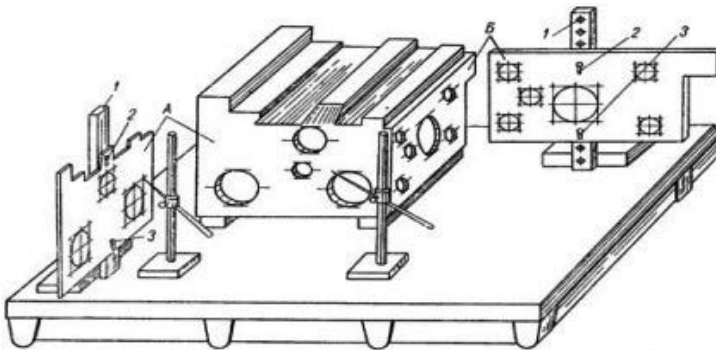


Рис. 2.52 Розмічання корпусу за допомогою екрана-шаблону

Розмічання шпонкової канавки на валику виконують у такому порядку: вивчають креслення; перевіряють заготовку; зачищають на валику місця для розмічання, фарбують мідним купоросом торець (рис. 2.53,а) валика і частину

бокової поверхні, на яку наноситимуться риски; знаходять центр на торці за допомогою центрошукача (або рейсмуса); встановлюють валик на призму і перевіряють його горизонтальність; наносять на торець валика горизонтальну лінію (рис. 2.53,б), яка проходить через центр; повертають валик на 90° і перевіряють вертикальність накресленої лінії за кутником; наносять на торець рейсмусом горизонтальну лінію; креслять рейсмусом лінію на боковій поверхні валика; накреслюють на боковій поверхні дві лінії, що відповідають ширині шпонкової канавки, а на торці – її глибини; повертають валик шпонковими рисками вгору і креслять на торці лінію, що позначає дно шпонкової канавки; накреслюють контури шпонкової канавки.

*Розмічання за зразком.* До цього виду розмічання нерідко вдаються при ремонтних роботах, коли треба без креслення виготовити нову деталь замість спрацьованої чи поламаної. При такому способі розмічання спрацьовану деталь і заготовку встановлюють поруч на спеціальні підкладки, потім вивіряють їх за допомогою кутника і рейсмуса та переносять розміри на заготовку для нової деталі. Потім розмічувану заготовку і зразок повертають у друге і третє положення і після вивірення переносять розміри на заготовку. Якщо деталь плоска, то після ретельної очистки її накладають на заготовку і по ній обведенням наносять розмічальні лінії.

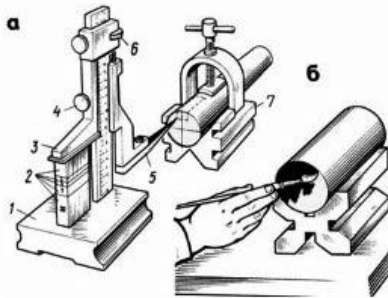


Рис. 2.53 Розмічання шпонкової канавки на валу: а - розмічання шпонкової канавки на пристрої; б – нанесення на торець валика розчину мідного купоросу;

- 1 – вимірвальна поверхня; 2 – блок плиток; 3 – вимірвальна ніжка;  
4 – затискний гвинт; 5 – рисувалка; 6 – мікрометричний гвинт; 7 – призма

Коли накласти зразок на заготовку неможна, його встановлюють поруч і переносять рейсмусом усі розміри зі зразка на заготовку. При знятті розмірів зі зразка слід враховувати його спрацьованість. Слід також перевірити, чи не пошкоджений він, чи немає жолоблення, чи не відламані виступи тощо.

*Розмічання за місцем* здійснюється тоді, коли за характером з'єднань треба складати деталі на місці. Для цього одну з деталей розмічають і свердлять у ній отвори; у другій деталі отвори свердлять після накладання на неї першої, яка слугить нібито шаблоном щодо другої.

*Раціональні прийоми розмічання.* При роботі рейсмусом кожне встановлення рисувалки по висоті потребує великої витрати часу.

*Одновременна розмітка партії однакових деталей.* При розмічанні партії заготовок однакових деталей користуються кількома рейсмусами, заздалегідь встановленими на певний розмір. Рисувальки необхідно встановити у певне положення лише один раз, а потім послідовно переносити розміри на всі розмічувані заготовки. Час від часу встановлення рисувальок слід перевіряти.

Якщо у розпорядженні слюсаря є лише один рейсмус, то рекомендується спочатку перенести на всі заготовки один встановлений розмір (рис. 2.54,а), а потім другий, третій і т. д.

Процес розмітки необхідно побудувати так, щоб під час роботи наскільки можна менше робити зайвих рухів. Це виявляється найбільш ефективним за одночасної розмітки партії однакових деталей (рис. 2.54, б). У цьому випадку ефективним засобом підвищення продуктивності праці є такий спосіб розмітки, при якому одна з деталей (наприклад, 1 на рис. 2.54, б) служить еталоном і з неї переносяться розміри на інші деталі 2 партії.

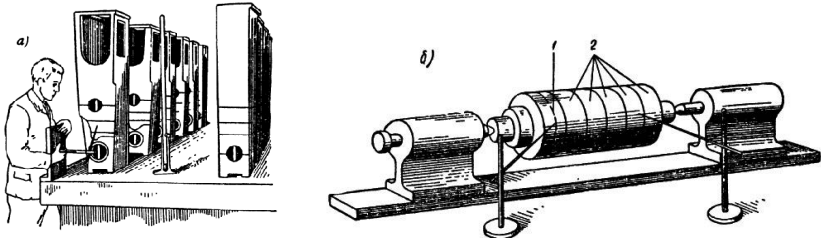


Рис. 2.54 Розмічання партії однакових деталей: а – розмічання партії станин; б – розмічання на оправці в центрах; 1 – еталон; 2 – розмічувані деталі

Розмітка по деталі-еталону дає велику економію часу, так як при цьому усувається найбільш трудомістка частина розмітки, пов'язана з побудовою кутів та відкладанням розмірів на всіх інших деталях партії.

*Розмічання за допомогою координатно-розмічальних пристроїв.* Принцип дії цих пристроїв ґрунтується на методі координат, який дає змогу одні геометричні елементи (наприклад, розмічуваний контур) визначати відносно інших (наприклад, установочної бази деталі) за допомогою чисел. Ці пристрої універсальні, значно прискорюють розмічання, підвищують його точність і продуктивність праці.

Координатно-розмічальна машина моделі ВЕ-ША служить для попереднього вимірювання і розмічання корпусних деталей (виливків). При невисоких вимогах до точності машина може використовуватися для вимірювання відхилень основних геометричних параметрів (діаметрів, міжцентрових відстаней, кутів, положень осей, паралельності, перпендикулярності тощо) оброблених деталей.

До комплексу машини входить плоский поворотний стіл, вільно встановлений на поверхні плити. Деталь, яку треба розмітити або виміряти, встановлюють на планшайбі поворотного стола та виставляють регулюванням домкратів та поворотом планшайби. Переміщення горизонтальної каретки зі стояком та поворот планшайби стола з деталлю при вимірюванні та розмічанні

можуть здійснюватися вручну або за допомогою електродвигунів.

До набору розмічально-вимірального інструмента входять щупи зі сферичними наконечниками, індикатор, спеціальні циркулі, підпружинені різці з державками, які дають змогу ощупувати й наносити лінії або кола на різних поверхнях виливків і готових деталей.

На панелях пристроїв цифрової індикації передбачено вимірювання подвоєної величини переміщення (діаметра), встановлення початкових нульових відрахунків у будь-якому положенні вимірвальних вузлів, а також системи набирання заданих базових координат. Використання цих систем полегшує обробку результатів вимірювання, спрощує вимірювання діаметра і забезпечує знаходження центра без складних обчислень.

Більшість видів розмічання з успіхом може виконуватися на координатно-свердильних верстатах, кілька моделей яких створено на базі звичайних настільних свердильних верстатів. Такі верстати укомплектовані хрестовими супортами з лімбами та ноніусами, які дають змогу пересувати стіл на задану величину у двох взаємно перпендикулярних напрямках, що потрібно при розмічанні за системою прямокутних координат.

При розмічанні доводиться здійснювати різноманітні математичні розрахунки – обчислювати довжину хорд, що відповідають заданим центральним кутам, ділити коло на різне число частин, розв'язувати прямокутні трикутники, знаходити тригонометричні функції, визначати координати точок лінії перетину різних поверхонь тощо. Використання лічильно-розв'язувальних пристроїв підвищує ефективність і якість робіт.

#### 2.2.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації просторового розмічання

*Електронний спиртовий рівень з LED-дисплеєм YATO 400мм (рис. 2.55)* застосовується для точних вертикальних або горизонтальних вимірювань. Корпус виготовлений з анодованого алюмінію. Має два бульбашкових ватерпаса та систему світлодіодної підсвітки. Вимірвальна площа повинна бути точно відфрезерована. Пристрій оснащено чотирма сильними магнітами. Живлення від двох батарейок ААА 1,5В. Функції рівня: індикація в градусах, відсотках, міліметрах або дюймах, блокування результату вимірювання, звукова сигналізація, автоматичне вимкнення.



Рис. 2.55 Рівень електронний з LED-дисплеєм YATO 400мм магнітний (б)

*Рівень електронний алюмінієвий з дисплеєм YATO 150мм магнітний (рис. 2.56).* Спиртовий рівень YТ-30395 150мм, електронний зі світлодіодною системою підсвічування. Використовується для точних вимірювань вівесу/визначення рівня. Корпус виготовлений з алюмінію. Вимірвальні

поверхні з вирізом призми, у нижній площині розміщені два сильні магніти. Читання результату проходить на РК-екрані. У спиртового рівня є кришка.



Рис. 2.56 Спиртовий рівень YT-30395 150мм

Функції рівня – індикація в градусах, відсотках, міліметрах або дюймах, блокування результату вимірювання, звукова сигналізація, автоматичне вимкнення. Живлення від двох батарейок ААА 1,5В. Вага 350г.

Багатофункціональний високоточний лазерний рівнемір зі сталеву лінійкою. Лінійний лазер. Горизонтальний вирівнювач LASER LEVEVPRO 3 (рис. 2.57). Використовується для точних вимірювань, вивісу/визначення рівня розмітаних плит та заготовок.



Рис. 2.57 Багатофункціональний високоточний лазерний рівнемір зі сталеву лінійкою

*Штангенрейсмус електронний типу ШРЦ-300-0,01.* Штангенрейсмус – це високоточний інструмент для вимірювання висоти та вертикального розміщення деталей. Інструмент простий у застосуванні, дає змогу вимірювати та розмічати з точністю до 0,05 мм без наявності спеціальних знань і навичок (рис. 2.58).

Цей вимірювальний інструмент широко застосовується для розмітки заготовок і деталей у машинобудуванні, під час виробництва металоконструкцій, у металообробці, ремонтних і складальних операціях. Також зоною застосування штангенрейсмусів є і точне визначення висоти деталей, розміщеної на розмітковій плиті.

Конструкція: з міцною основою та стійкою поверхнею. З точним регулюванням, фіксувальним гвинтом і змінним твердосплавним скребком. Постачається з акумулятором CR2032, 3 В.

Функції: автоматичне увімкнення і вимикання, перемикання мм/дюйм, скидання (обнулення) можливе в будь-якому положенні, встановлена функція (попередньо налаштоване настроювання вимірюного значення).



Рис. 2.58 Штангенрейсмус електронний

Штатив на магнітній основі з можливістю обертання нижнього підводкового механізму в діапазоні 360 градусів. (рис. 2.59). Штатив шарнірний з обертанням нижнього настроювання на 360 градусів і з центральним замком-затискачем на магнітній основі. Довжина штанг: нижньої 56 мм, верхньої 51 мм. Головка для фіксації індикатора з ніжкою 8 мм і ластівчин хвіст. Потужна магнітна основа, миттєва фіксація в будь-якому положенні, швидке та легке підведення до потрібної позиції.



Рис. 2.59 Штатив на магнітній підставі NF10403

## 3. ВИКОНАННЯ ОТВОРІВ

### 3.1 Свердління

#### 3.1.1 Призначення свердління

**Свердління** – операція з утворення наскрізних та глухих отворів у суцільному матеріалі, що виконується за допомогою ріжучого інструменту – свердла. Свердління може здійснюватися ручними пневматичними та електричними машинами та на свердлильних верстатах.

Ручні свердлильні пристрої застосовують при необхідності одержання отворів діаметром до 12мм у матеріалах невеликої твердості (пластичні маси, кольорові метали та сплави, конструкційні сталі).

Для обробки отворів великого діаметру, підвищення продуктивності праці та якості обробленої поверхні використовують настільні та стаціонарні (вертикально- та радіально свердлильні) верстати.

**Розсвердлювання** є різновидом свердління та застосовується для збільшення діаметра раніше просвердленого отвору. Як інструмент, так само, як і для свердління, застосовують свердло. Не рекомендується розсвердлювати отвори, отримані в заготовках методами лиття, кування або штампування. Обробка отворів методами свердління та розсвердлювання дозволяє отримати точність розмірів до 10-го квалітету та шорсткість обробленої поверхні до  $R_z$  80мкм.

#### 3.1.2 Інструмент

**Свердла** застосовують при обробці отворів у суцільному матеріалі та розсвердлюванні попередньо оброблених отворів.

Класифікують свердла в залежності від їх конструкції: спіральні, центрові, перові, рушничні та кільцеві (трепануючі головки). Вибір конструкції свердла залежить від характеру виконуваних робіт і від діаметра отвору, що обробляється, і його глибини.

*Спіральні свердла* (рис. 3.1, а) виготовляють з циліндричною (діаметром до 20 мм) та конічною (діаметром понад 5 мм) хвостовою частиною. Свердла з конічним хвостовиком мають лапку, яка полегшує вилучення свердла зі шпинделя верстата або перехідної втулки.

*Центрувальні свердла* (рис. 3.1, б) призначені для виконання центрових отворів в торцевій поверхні заготовок, що підлягають токарній обробці.

*Перові свердла* (рис. 3.1, в) застосовують для обробки металів низької твердості, наприклад бабітів, і неметалевих матеріалів.

*Рушничні свердла* (рис. 3.1, г) застосовують для свердління глибоких та надглибоких отворів діаметром 3...30мм із співвідношенням глибини свердління до діаметра отвору понад 5.

*Кільцеві свердла* (рис. 3.2) застосовують при обробці в суцільному матеріалі отворів діаметром понад 50мм.

У процесі експлуатації відбувається знос робочої (ріжучої) частини свердла, що призводить до втрати їхньої ріжучої здатності.



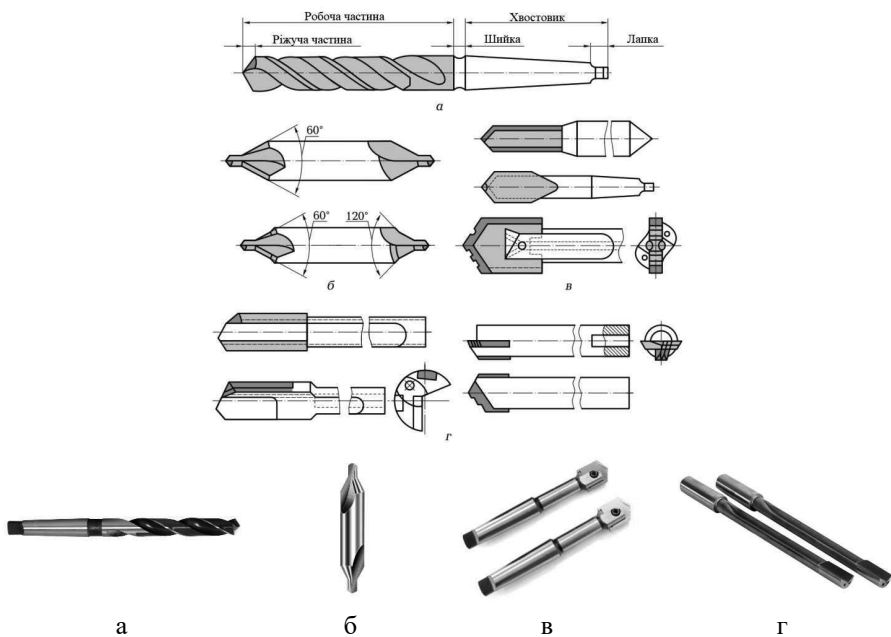


Рис. 3.1 Свердла для обробки отворів: а – спіральні; б – центрувальні; в – перові; г – рушничні для глибокого свердління

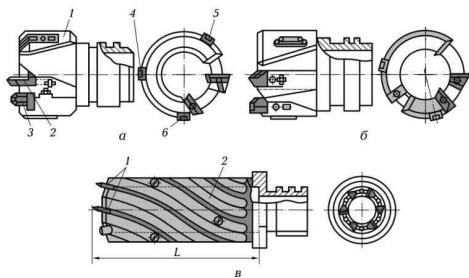


Рис. 3.2 Кільцеві свердла: а – дворізцеві; 1 – корпус; 2, 3 – змінні різці; 4 - 6 – напрямні пластини; б – трірізцеві; в – багаторізцеві; 1 –різці; 2 – корпус; L – довжина робочої частини

**Ступінчасте свердло** – відмінний інструмент для свердління листового металу (призначено для матеріалів: листовая сталь завтовшки до 4-6мм, кольорові тонкостінні метали, чавун, гіпсокартон, пластмаси).

Свердло має ступінчасту форму, де кожна наступна сходинка відрізняється більшим діаметром. Це дозволяє постійно змінювати діаметр отвору, не зупиняючи роботу. Така особливість посилює ріжучу здатність і суттєво збільшує плавність обробки матеріалу, що дозволяє підвищити ефективність свердління на 50% при обробці тонкого металу.

Основна перевага ступінчастого (конусного) свердла полягає в тому, що воно може замінити набір інструментів для обробки матеріалу. Завдяки гострому наконечнику, характерному більшості ступінчастих свердл, воно може врізатися найщільніший метал. Також дуже популярною сферою використання даного інструменту є шліфування готового отвору. Можна без проблем швидко прибрати всю стружку по краях, не використовуючи при цьому УШМ чи надфіль.

Переваги застосування східчастих свердел:

- **Висока точність.** Відомий факт, що при роботі зі спіральними свердлами виходить дуже неакуратний отвір, особливо при свердлінні діаметрів понад 15мм. Так ось при роботі зі східчастими свердлами край виходить ідеально рівним, навіть якщо товщина металу менша за міліметр.

- **Універсальність.** Ви можете замінити цілий набір за допомогою всього одного товару, так як діаметр свердл починається від 4мм і закінчується 50мм, можна замінити цілий набір спіральних свердлів, при цьому заощадивши кошти. Також такими свердлами можна одночасно свердлити отвір і водночас відразу ж знімати фаску.

- Підвищена міцність та жорсткість.
- Ступінчасте свердло не зісковзує.
- Легко розсвердловати отвори.

Існує два типи свердел (рис. 3.3):

- *із прямою канавкою.* Свердла з прямою ріжучою кромкою мають простішу геометричну форму, тому їх легше заточувати.

- *зі спіральною канавкою.* Забезпечує плавність ходу та високу ріжучу здатність, а також сприяє кращому відводу стружки із зони свердління.



Рис. 3.3 Спіральні свердла: а – зі спіральною канавкою, б – з прямою канавкою

Хвостовик циліндричний з трьохгранним фрезеруванням для кращого утримання в патроні та запобігання прикручування.

### 3.1.3 Способи виконання свердління

#### 1. Просте свердління.

Знайома всім техніка виготовлення отворів у металі:

- Розмітка поверхні.
- Позначка місця майбутнього отвору кернером та молотком.
- Затискання заготовки лещатами або струбиною.
- Встановить свердло вибраного діаметра в інструмент.
- Центрування інструменту.
- Свердління отвору (глухе або наскрізне).

#### 2. Розсвердлювання.

Розсвердлювання заготовки називають технологію збільшення діаметра отвору, яке було раніше виготовлено з використання свердлів більшого діаметру.

Працюючи на дрібному виробництві чи будинку застосовують поетапне розсвердлювання. Воно відбувається поступовим збільшенням діаметра інструменту. Причина полягає у застосовуваному інструменті, який не може відразу зробити отвір, що значно відрізняється від існуючого в товстому виробі. При поетапному розсвердленні значно знижується осьовий тиск на інструмент (свердла), що знижує можливість поломок.

### 3.1.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації свердління

**Обладнання для обробки отворів** поділяють на ручне, ручне механізоване та стаціонарне.

*Ручне обладнання* – обладнання, в якому як привод використовується м'язова енергія людини. До цього обладнання відносяться ручні дрилі та тріскачки. Ручна дріль (рис. 3.4) призначений для свердління отворів вручну. Тріскачка застосовується в тих випадках, коли для обробки отвору неможливе використання ручного дреля та свердильного верстата.



Рис. 3.4 Ручна дріль з упором

*Ручне механізоване обладнання* може мати як електричний, так і пневматичний привід і відрізняється великою різноманітністю конструктивних рішень. Вибір конструкції ручного механізованого обладнання залежить від характеру та умов виконання робіт.

Електричні дрилі застосовують для свердління отворів діаметром до 10мм (легкий тип), 15мм (середній тип) та 32мм (важкий тип). Пневматичні дрилі виготовляють у двох варіантах: легкого та важкого типу.

Незалежно від виробника, усі електродрилі мають однакову конструкцію. Є винятки і невеликі відмінності, але це швидше рідкість, ніж норма. Основні конструкційні частини дрילה (рис. 3.5).

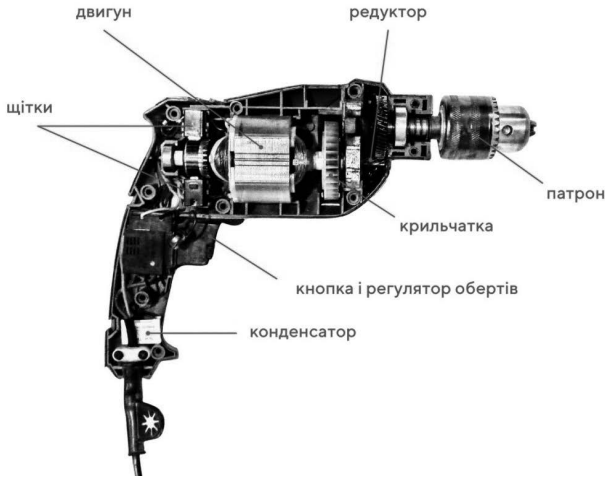


Рис. 3.5 Устрій електродрилі

Серед характеристик дрילה, на які треба дивитися під час вибору: потужність, швидкість обертання та можливість регулювання. Вибір патрона для дрילה також важливий, як і вибір самого інструменту. Кожен елемент механізму повинен бути якісним та підходити до інших. Патрони бувають трьох видів: ключові; швидкозатискні; конус Морзе.

Найпоширеніші патрони – ключові (рис. 3.6, а). Головний плюс такого кріплення – надійність. Воно не дасть свердлу провертатися навіть на великих потужностях. Головний мінус – необхідність використання ключа. Без нього буде неможливо змінити кріплення.

Швидкозатискні патрони допоможуть заощадити час у процесі зміни свердла (рис. 3.6, б). Зміна оснащення відбувається в короткі терміни, не вимагає великих зусиль і додаткових пристосувань.



Рис. 3.6 Затискні патрони: а - ключовий; б - швидкозатискний

Конус Морзе вважається найбільш надійним патроном, він тримає свердло міцно, але за цю надійність доведеться платити часом зміни насадки. Зняти його доволі проблематично.

Пневматичний дріль пістолетного типу відрізняється своєю універсальністю та компактністю (рис. 3.7). Вона працює за допомогою компресора, що суттєво полегшує процес. Використовується переважно на виробництві під час проведення монтажно-складальних робіт.



Рис. 3.7 Пневматичний дріль пістолетного типу

Стационарне обладнання встановлюється на постійному місці, при цьому заготовку, що обробляється, доставляють до нього. До цього виду обладнання відносять настільні, вертикальні та радіальні свердлильні верстати. Настільні свердлильні верстати (рис. 3.8) відрізняються великою різноманітністю конструкцій та забезпечують отримання отворів діаметром до 25мм.

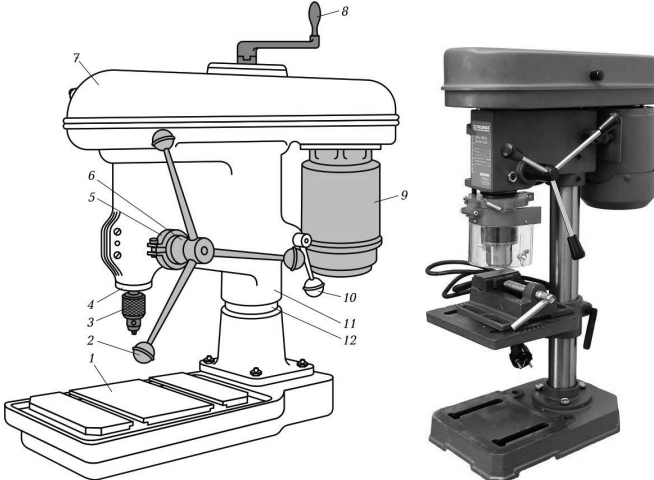


Рис. 3.8 Настільний свердлильний верстат: 1 – стіл; 2, 8, 10 – рукоятки; 3 – трикулачковий патрон; 4 – шпиндель; 5 – хомутик; 6 – лімб; 7 – кожух; 9 – електричний двигун; 11 – корпус; 12 – колона

Вертикально-свердлильний верстат (рис. 3.9) – основний і найпоширеніший тип свердлильних верстатів, які застосовуються для обробки

отворів у заготовках порівняно невеликого розміру. На вертикально-свердильних верстатах можливе виконання свердління, зенкерування, зенкування, цекування та розгортання. На вертикально-свердильних верстатах виконують обробку отворів діаметром до 50мм.

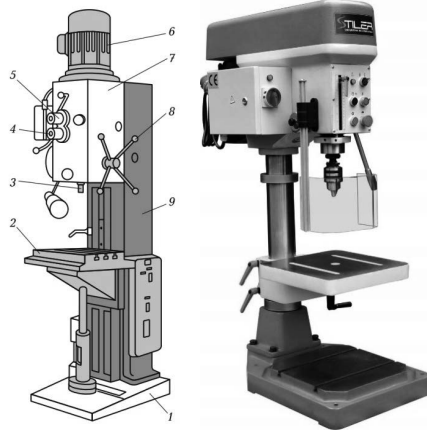


Рис. 3.9 Вертикально-свердильний верстат: 1 – фундаментна плита; 2 – стіл; 3 – шпиндель; 4 – коробка подач; 5 – коробка швидкостей; 6 – електричний двигун; 7 – свердильна головка; 8 – рукоятка; 9 – колона

Радіально-свердильні верстати (рис. 3.10) мають ті ж технологічні можливості, що і вертикально-свердильні. Їхня відмінна особливість полягає в тому, що шпиндельна головка верстата може переміщатися щодо оброблюваної заготовки в різних напрямках, забезпечуючи обробку великогабаритних заготовок без їх переустановки, а отже, і без повторної вивірки щодо ріжучого інструменту.

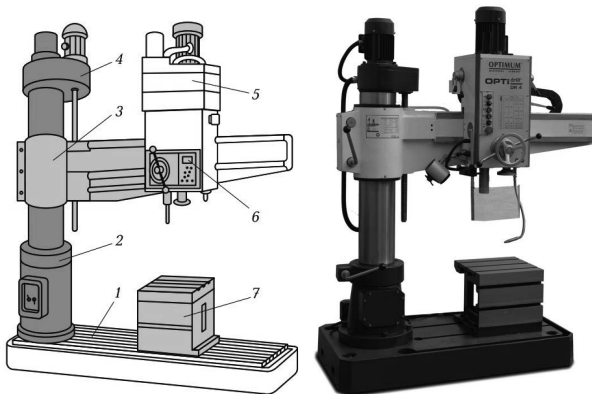


Рис. 3.10 Радіально-свердильний верстат: 1 – фундаментна плита; 2 – цоколь; 3 – рукав; 4 – механізм підйому; 5 – шпиндельна головка; 6 – пульт управління; 7 – стіл

### 3.2 Зенкерування, зенкування та цекування

#### 3.2.1 Призначення зенкерування, зенкування та цекування

**Зенкерування** – операція, пов'язана з обробкою попередньо просвердлених, штампованих, литих або отриманих іншими методами отворів з метою надання їм більш правильної циліндричної форми, а також досягнення більш високої порівняно зі свердлінням точності (до 8-го квалітету) і нижчої шорсткості (до  $R_a$  1,25мкм). Ручне механізоване обладнання (дрилі) при зенкеруванні не застосовується, оскільки не може забезпечити необхідної точності обробки. Обробка ведеться з використанням настільних свердлильних верстатів (при діаметрі отворів до 20мм) та стаціонарного обладнання (вертикально- та радіально-свердлильних верстатів).

Різновидами зенкерування є зенкування та цекування.

**Зенкування** – обробка в основі просвердлених отворів циліндричних або конічних заглиблень під головки гвинтів або заклепок, а також виконання фасок в отворах.

**Цекування** – операція із зачистки торцевих поверхонь при обробці бобишок під шайби, гайки, стопорні кільця. Виконується операція з використанням стаціонарного свердлувального обладнання.

#### 3.2.2 Інструмент

Для виконання робіт, пов'язаних з зенкеруванням та його різновидами – зенкуванням і цекуванням, застосовують спеціальні інструменти: зенкери, зенковки та цекувальники. Зенкери на відміну від свердла мають більшу кількість ріжучих кромок (три або чотири), що забезпечує отримання поверхні з більш високими показниками за точністю та шорсткістю обробленої поверхні.

За конструкцією розрізняють цілісні (рис. 3.11, а) та насадні (рис. 3.11, б) зенкери.

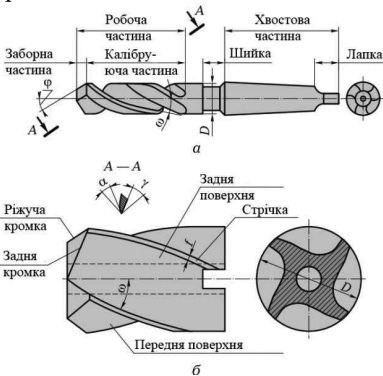


Рис. 3.11 Зенкер: а – триперий цільний; б – чотирьохперий насадний; D – діаметр зенкера;  $\phi$  – головний кут у плані;  $\omega$  – кут нахилу гвинтової канавки;  $\gamma$  – передній кут;  $\alpha$  – задній кут; f – ширина стрічки

Зенковки призначені для отримання циліндричних (рис. 3.12, а, б) і конічних з кутами 60°; 90° і 120° (рис. 3.12, г) поглиблень.

Цекування служать для підрізання торців припливів та бобишок.

Вони можуть бути односторонніми (рис. 3.13, а) та двосторонніми (рис. 3.13, б). зенкуванням і цекуванням, застосовують спеціальні інструменти: зенкери, зенковки та цекування. Зенкери на відміну від свердла мають більшу кількість ріжучих кромки (три або чотири), що забезпечує отримання поверхні з більш високими показниками за точністю та шорсткістю обробленої поверхні.

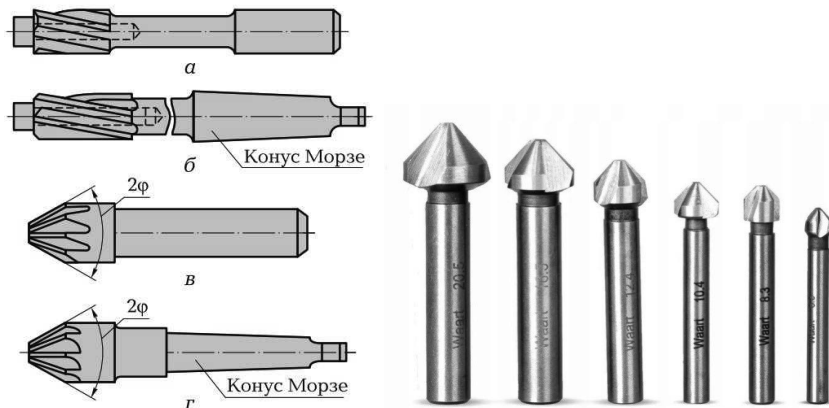


Рис. 3.12 Зенковки: а, б – циліндричні; в, г – конічні; 2φ – кут у плані

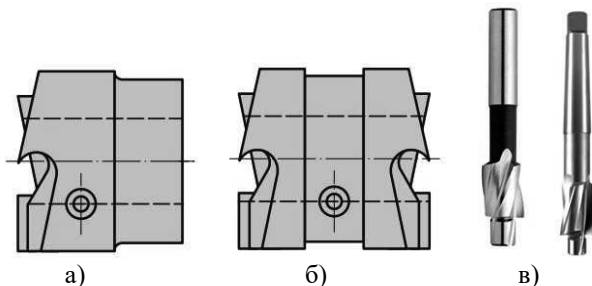


Рис. 3.13 Насадні цекування: а – одностороння; б – двостороння; в – з напрямними цапфами

### 3.2.3 Способи виконання зенкування, зенкування та цекування

При виконанні робіт, пов'язаних із зенкуванням, слід дотримуватись ряду правил.

1. Отвори діаметром 10...40мм у заготовках із конструкційної сталі, чавунів, кольорових металів та їх сплавів слід обробляти зенкерами, робоча частина яких виконана із швидкорізальної сталі.

2. При обробці отворів діаметром 14...50мм у заготовках із важкооброблюваних та загартованих сталей слід застосовувати зенкери, оснащені пластинами із твердого сплаву.



3. Обробку отворів діаметром 32...80мм у заготовках із конструкційної сталі доцільно здійснювати, використовуючи насадні зенкери, оснащені пластинами із швидкорізальної сталі.

### 3.2.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації зенкерування, зенкування та цекування

Пристосування та обладнання, що застосовуються при обробці заготовок зенкеруванням, зенкуванням та цікуванням, аналогічні пристосуванням та обладнанню, що застосовуються при свердлінні та розсвердлюванні.

## 3.3 Розгортання

### 3.3.1 Призначення розвертання

*Розгортання* – операція з обробки раніше оброблених отворів з високим ступенем точності (до 6-го квалітету) та малою шорсткістю обробленої поверхні (до  $R_a$  0,63мкм). Обробка розгортанням виконується після попереднього свердління, розсвердлювання та зенкерування. Здійснюється розгортання як вручну, та і на верстатах, зазвичай, стаціонарних.

### 3.3.2 Інструмент

Інструменти та пристрої, що застосовуються під час розгортання, вибирають залежно від способу обробки (ручне або машинне розгортання).

Розгортки для ручного розгортання (рис. 3.14) мають на кінці квадратну частину, на якій встановлюється комір для обертання розгортки в отворі, що обробляється. Застосовують ручні розгортки для обробки отворів діаметром 3...50мм у заготовках із матеріалів невисокої твердості (конструкційна сталь, чавун, мідні та алюмінієві сплави).

Вороток (рис. 3.15) застосовують при розгортанні отворів вручну для створення крутного моменту на ріжучому інструменті. Він встановлюється на квадратній частині ручної розгортки і обертається вручну, передаючи момент і зусилля різання на обробний інструмент.

Машинні розгортки бувають цільними та насадними. Їх виготовляють із швидкорізальної сталі або армують пластинами із твердого сплаву. Цілісні машинні розгортки застосовують при обробці отворів діаметром 3...100мм, насадні – при обробці отворів діаметром 25...300мм і отворів у матеріалах, що важко обробляються (рис. 3.16).



Рис. 3.14 Розгортка для ручного розгортання:  $2\phi$  – кут загострення конусу

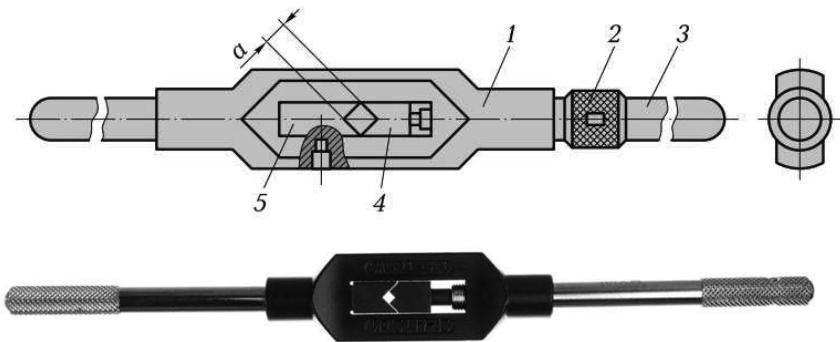


Рис. 3.15 Розсувний вороток: 1 – рамка; 2 – муфта; 3 – рукоятка; 4, 5 – відповідно рухливий і нерухомий сухар; а – сторона квадрата

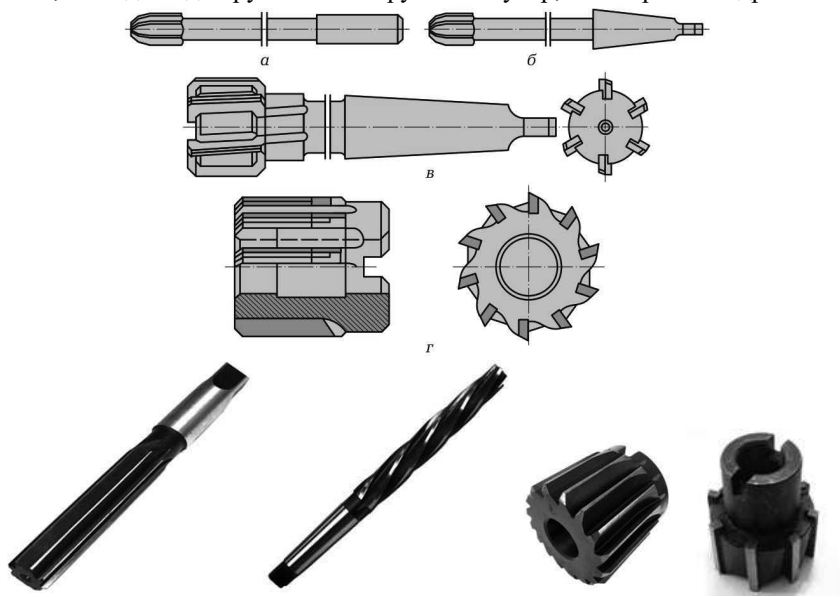


Рис. 3.16 Розгортки: а, б – цілісні; в – насадна; г – насадна, оснащена пластинами із твердого сплаву

### 3.3.3 Способи виконання розвертання.

Для здійснення процесу розгортання отворів застосовують інструменти (ручні і машинні розгортки) і спеціальні пристосування, що забезпечують зміну ріжучого інструменту без зміни положення заготівлі (швидкозмінні свердлильні патрони) і орієнтацію ріжучого інструменту щодо осі отвору, що самоцентруються і свердлильні патрони. Як стаціонарне обладнання застосовують радіально- і вертикально-свердлильні верстати.

Розгортання вручну і на вертикально-і радіально-свердильних верстатах слід виконувати, дотримуючись низки правил.

1. Необхідно дотримуватися величини припуску на розгортання, керуючись довідковими таблицями.

2. Свердління, зенкерування та розгортання отворів на свердильному верстаті машинною розгорткою необхідно проводити з однієї установки заготовки.

3. У процесі розгортання отвору в сталевій заготовці необхідно рясно змащувати поверхню, що обробляється маслом.

4. Чавунні заготовки слід обробляти всухо.

5. У процесі обробки слід періодично очищати розгортку від стружки.

6. Ручне розгортання слід виконувати у два прийоми: спочатку чорнове, а потім чистове.

7. Ручне розгортання слід здійснювати лише за годинниковою стрілкою.

При машинному розгортанні важливим є правильне визначення режимів обробки (швидкість різання, частота обертання шпинделя свердильного верстата, подача інструменту).

### 3.3.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації розвертання.

Пристрої для встановлення інструментів. Для з'єднання інструменту зі шпинделем вертикального або радіально-свердильного верстата доцільно застосовувати спеціальні пристрої, які забезпечують збіг осі обертання розгортки з віссю отвору.

Швидкозмінний свердильний патрон (рис. 3.17) використовується у тих випадках, коли здійснюється послідовна обробка отвору свердлінням, зенкеруванням та розгортанням. Він дозволяє проводити заміну різального інструменту без зміни положення оброблюваної заготовки, що у свою чергу забезпечує збіг осей оброблюваного отвору та ріжучого інструменту.

Свердильний патрон, що самовстановлюється (рис. 3.18), застосовують при обробці зенкеруванням і розгортанням попередньо просвердлених отворів. Він забезпечує центрування інструменту вздовж осі отвору.

Оправка, що гойдається (рис. 3.19), легко приймає положення, що збігається з віссю отвору, що обробляється.

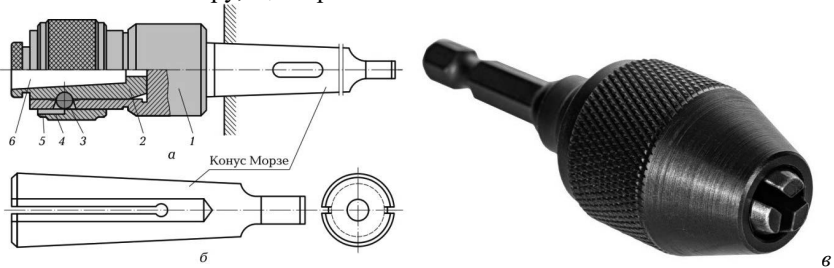


Рис. 3.17 Швидкозмінний патрон свердильний: а – конструкція: 1 – корпус; 2 – змінна втулка; 3 – кулька; 4 – кільце; 5 – виточення; 6 – конічний отвір; б – змінна втулка; в – зовнішній вид

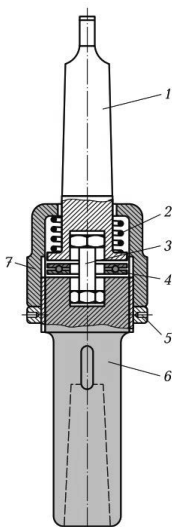


Рис. 3.18 Свердильний патрон, що самовстановлюється: 1 – корпус; 2 – пружина; 3 – повідець; 4 – підшипник; 5 – стопорне кільце; 6 – оправлення; 7 – муфта

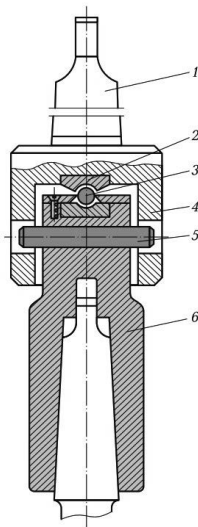


Рис. 3.19 Оправка, що гойдається: 1 – хвостовик; 2 – під'ятник; 3 – кулька; 4 – корпус; 5 – штифт; 6 – коливається частина

### 3.5 Нарізання різьби

#### 3.5.1 Призначення процесу нарізання різьби

Обробка різьбових поверхонь – це операція, яка здійснюється за допомогою зняття шару матеріалу (стружки) з оброблюваної поверхні або без зняття стружки, тобто пластичною деформацією. У першому випадку йдеться про нарізування різьблення, а в другому – про її накочення. При складанні і ремонті устаткування і проведенні монтажних робіт застосовується нарізування або накочення різьблення вручну або за допомогою ручних механізованих інструментів. Різьба буває зовнішньою і внутрішньою. Деталь із зовнішньою різьбою називається гвинтом, а з внутрішньою – гайкою.

Елементи різьблення (рис. 3.20) – визначені числові параметри, що характеризують різьблення.

Крок різьблення  $P$  – ця відстань в міліметрах між вершинами двох сусідніх витків різьблення, виміряне паралельно її осі.

Висота профілю  $H$  – відстань від вершини різьблення до основи профілю, виміряне в напрямі, перпендикулярно вісі різьблення.

Кут профілю  $\alpha$  – кут між прямолінійними ділянками сторін профілю різьблення.

Зовнішній діаметр різьблення  $d$  – це найбільший діаметр різьби, який вимірюють по її вершинах в напрямі, перпендикулярно вісі.

Внутрішній діаметр різьблення  $d_1$  – ця найменша відстань між протилежними западинами різьблення, виміряне перпендикулярно осі.

Середній діаметр різьблення  $d_2$  – це діаметр умовного кола, проведеного посередині профілю різьблення між дном впадинами і вершинами виступу, який вимірюється в напрямі, перпендикулярно осі.

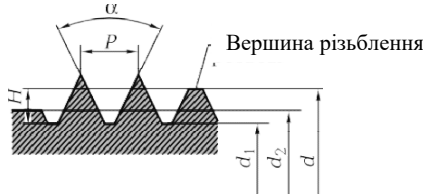


Рис. 3.20 Елементи трикутного різьблення :

$\alpha$  – кут профілю;  $P$  – крок різьблення;  $d$  – зовнішній діаметр різьблення;  
 $d_1$  – внутрішній діаметр різьблення;  $d_2$  – середній діаметр різьблення;  
 $H$  – висота профілю різьблення.

**Профілі нарізі** (залежать від форми різального інструмента, за допомогою якого проводять нарізання різби).

Класифікація нарізі за профілем витків (рис. 3.21): трикутні (рис. 3.20, 3.21, а); прямокутні (рис. 3.21, в); трапецеїдальні (рис. 3.21, б); упорні (рис. 3.21, г); круглі (рис. 3.21, д).

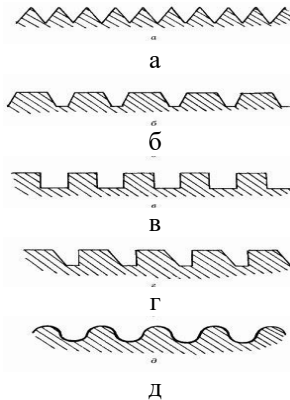


Рис. 3.21 Профілі нарізі

### 3.5.2 Інструмент

Для нарізування зовнішнього і внутрішнього різьблення вручну застосовують спеціальні різьбонарізні інструменти (мітчики і плашки) і пристосування, які дають змогу створити обертовий момент на інструменті, необхідний для забезпечення сил різання в процесі обробки.

Мітчик (рис. 3.22) складається з двох частин: робочої, яка забезпечує процес різання, і хвостової, на кінці якої виконано квадратний виступ для встановлення воротка. Робоча частина мітчика містить різальну (забірну) частину, яка забезпечує видалення основного припуску на обробку, і калібрувальну, яка здійснює остаточну обробку різьблення. Мітчики для ручного нарізування різьблення виготовляють у вигляді комплектів із двох-трьох штук (чорновий, середній і чистовий), які позначають круговими рисками на хвостовій частині (одна, дві і три риси відповідно).

Для створення крутного моменту на різальному інструменті (мітчику) застосовують спеціальні пристосування – воротки різних конструкцій.

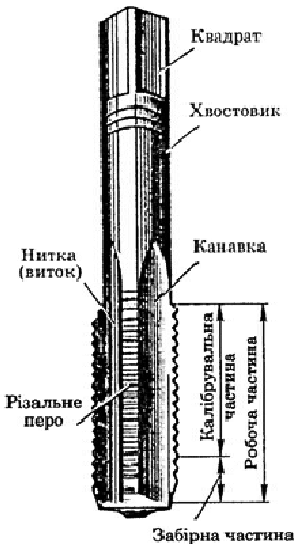


Рис. 3.22 Конструкція мітчику

Плашка – інструмент для нарізування зовнішньої різьби, що складається з двох частин: забірної та калібрувальної. Їхнє призначення таке саме, як і у відповідних частин робочої частини мітчика. Під час ручного нарізування нарізи застосовують плашки різних конструкцій.

Круглі плашки (рис. 3.23, а) являють собою різьбове кільце з кількома канавками для утворення ріжучих краєнок і відведення стружки. Їх виготовляють цільними і розрізними. Завдяки своїм пружним властивостям плашки дають змогу регулювати величину середнього діаметра різьби, що нарізується.

Квадратні плашки (рис. 3.23, б) складаються з двох половин, які укріплюють у спеціальній рамці з рукоятками – клупі.

Для створення крутного моменту на ріжучому інструменті (мітчику) застосовують спеціальні пристосування - воротки різних конструкцій.

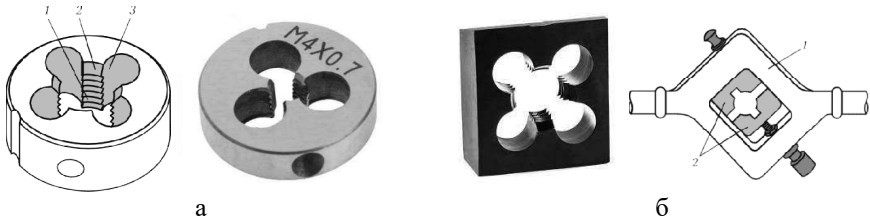


Рис. 3.23 Різьбонарізні плашки:

а – кругла: 1 – забірня частина; 2 – калібрувальна частина; 3 – стружкова канавка; б – квадратна (розсувна): 1 – клуп; 2 – плашка

Універсальний вороток являє собою рамку з двома сухарями – рухомим і нерухомим, що утворюють квадратний отвір і забезпечують закріплення хвостової частини мітчика.

Вороток з кулачками, що вимикаються (запобіжний) (рис. 3.24, а), дає змогу оберігати мітчик від поломок завдяки виведенню із зачеплення кулачків корпусу і втулки, коли зусилля, яке передається воротком, перевищує допустиме.

Торцевий комірць (рис. 3.24, б) застосовують під час нарізування різьблення у важкодоступних місцях, оскільки він дає змогу працювати однією рукою.

Вороток із тріскачкою (рис. 3.24, в) слугує для нарізування різьблення у важкодоступних місцях, коли за один раз вороток може бути повернутий на невеликий кут.

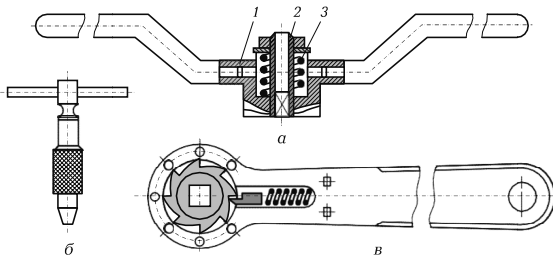


Рис. 3.24 Воротки: а – запобіжний: 1 – корпус; 2 – втулка; 3 – пружина; б – торцевий; в – з тріскачкою

Для створення обертального моменту і забезпечення процесу різання під час нарізування зовнішнього різьблення плашками застосовують спеціальні пристосування – воротки (для круглих плашок) і клупи (для розрізних плашок).

Вороток для круглих плашок (рис. 3.25) – це кругла рамка з виточкою, в якій поміщається кругла плашка, що утримується від провертання за допомогою трьох стопорних гвинтів. Четвертий гвинт дає змогу регулювати середній діаметр різьблення в разі застосування для його нарізування розрізної круглої плашки.

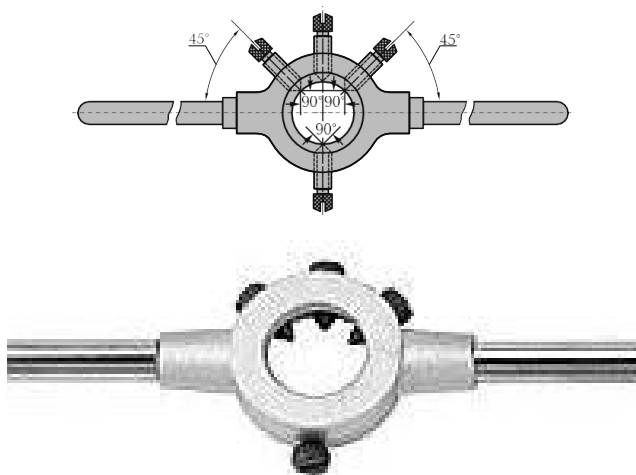


Рис. 3.25 Вороток для круглих плашок

Клуп (див. рис. 3.23, б) являє собою квадратну рамку з виступами, в які входять пази плашки. Одну з половин плашки можна переміщати за допомогою гвинта, регулюючи величину середнього діаметра різби, що нарізається.

### 3.5.3 Способи виконання

Підготовка стрижнів і отворів під нарізування нарізи. У процесі нарізування різьблення відбувається не тільки видалення шару матеріалу з поверхні заготовки, а й пластична деформація оброблюваної поверхні, що супроводжується видавлюванням частини металу заготовки із западин витків різби до вершин. Це явище потрібно враховувати під час визначення діаметрів стрижнів і отворів під нарізування різьблення. Тому розміри заготовок доцільно визначати за допомогою довідкових таблиць, у яких вони наводяться з урахуванням усіх факторів, що впливають на процес різання.

На практиці діаметр отвору під нарізи вибирають таким, що дорівнює її номінальному розміру, зменшеному на величину кроку. Наприклад під час нарізування різби М10 діаметр отвору має бути  $10 - 1,5 = 8,5$  мм.

Під час обробки зовнішньої і внутрішньої різби необхідно дотримуватися низки правил.

1. Нарізування різьблення вручну необхідно виконувати при рясному змазуванні мітчика або плашки машинним маслом.

2. Під час нарізування різьблення вручну слід періодично зрізати стружку, що утворюється зворотним ходом мітчика або плашки на 1/2 обороту.

3. Після нарізування різьблення необхідно здійснити контроль його якості: зовнішнім оглядом (не допускаючи задирів і зірваних ниток) і різбовим калібром, прохідна частина якого повинна нагвинчуватися легко, від руки.



Правила нарізування зовнішньої різьби вручну зводяться до такого.

1. Перевірити перед нарізуванням різьблення діаметр стрижня, який має бути меншим за номінальний розмір різьблення на 0,1...0,2мм.

2. Виконати на вершині стрижня забірну фаску таким чином, щоб вона була концентрична осі стрижня.

3. Діаметр не повинен бути меншим за внутрішній діаметр різьблення, а кут нахилу відносно осі стрижня повинен становити 60°.

4. Слід закріплювати стрижень у лещатах міцно, перевіряючи його перпендикулярність затискним губкам за допомогою косинця.

Правила обробки внутрішньої різьби вручну такі.

1. Перевірити відповідність діаметра отвору розміру нарізі.

2. Перевірити відповідність глибини отвору вимогам креслення під час нарізування глухого різьблення.

3. Перевірити за допомогою косинця перпендикулярність осі мітчика до площини заготовки.

4. Періодично очищати від стружки глухі отвори при нарізуванні в них різьблення.

#### 3.5.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації нарізання різьби

Ручний механізований інструмент для нарізування внутрішньої різьби може бути оснащений як пневматичним, так і електричним приводом.

Різьбонарізувач із пневматичним приводом (рис. 3.26) призначений для нарізування різьби невеликого діаметра. Пневматичний двигун приводить в обертання шпindel. Під час натискання на рукоятку корпусу відбувається нарізування різьби. При ослабленні натискання на рукоятку шпindel під впливом пружини зміщується і відбувається реверсування його руху. При цьому мітчик прискорено вигвинчується з отвору заготовки. Увімкнення інструменту здійснюється натисканням на курок.



Рис. 3.26 Різьбонарізувач із пневматичним приводом

Різьбонарізувач з електричним приводом (рис. 3.27) забезпечений вбудованим електричним двигуном, реверсивним механізмом і редуктором.



Рис. 3.27 Різьбонарізувач з електричним приводом

Нарізування різьблення на трубах здійснюється із застосуванням спеціальних інструментів – клупів.

Клуп із розсувними плашками (рис. 3.28) – пристрій, який найчастіше застосовують для нарізування зовнішньої нарізи на трубах. Клуп комплектують набором розсувних плашок для нарізування різьблення діаметром 1/2... 3/4; 1...1,1/4; і 1,1/2...2 дюйми. Клуп змонтований таким чином, що чотири плашки 5, які переміщуються в його корпусі 1, можуть одночасно наблизитися до центру або розходитися від нього. Переміщення плашок забезпечується спеціальним поворотним пристроєм, що приводиться в дію рукояткою 4. Точне встановлення плашок на розмір різьблення, що нарізається, здійснюється за лімбом, розміщеним на корпусі, а настановні переміщення здійснюються за рахунок черв'ячної передачі 3. Після встановлення положення плашок фіксують спеціальним пристроєм "собачкою". Зусилля різання передається на інструмент за допомогою рукояток 2.

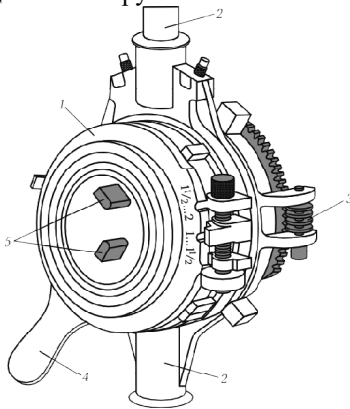


Рис. 3.28 Клуп для нарізування трубних різьблень: 1 – корпус; 2 – рукоятки; 3 – черв'ячна передача; 4 – рукоятка переміщення плашок; 5 – плашки

Свердло-мітчик комбіноване. За допомогою цього інструмента відбувається одночасно три операції – свердління, нарізування різьблення і зняття фаски, за допомогою дреля (рис. 3.29). Для обробки листових матеріалів і профілів з легованих і нелегованих сталей з межею міцності на розтягнення до  $900 \text{ Н/мм}^2$  і кольорових металів. Користуючись такими свердлами, немає необхідності замислюватися про співвідношення діаметра свердла і діаметра різьби.



Рис. 3.29 Комплект, мітчики-свердла з шестигранним хвостовиком

## 4. ГРУБА ОБРОБКА ПОВЕРХНІ

### 4.1 Рубання

#### 4.1.1 Призначення рубання.

**Рубанням** називається слюсарна операція, коли за допомогою різального (зубила, крейцмейселя та інших) та ударного (слюсарний молоток) інструменту з поверхні заготовки, деталі видаляють зайвий шар металу або розрубують заготовку на частини.

Рубання застосовують для видалення (зрубання) із заготовки великих нерівностей (жорсткостей), зняття твердої кірки, окалини, задирок, гострих кутів кромки на литих і штампованих деталях, для вирубування шпонкових пазів, мастильних канавок, для оброблення розколин у деталях під зварювання (обробка кромки), зрубання головок заклепок при видаленні, вирубуванні отворів у листовому матеріалі. Крім того, рубання застосовують, коли потрібно від пруткового, штабового чи листового матеріалу відрубати певну частину.

Заготовку перед рубанням закріплюють у лещатах. Великі заготовки рубають на плиті або ковадлі, а дуже великі – там де вони знаходяться.

#### 4.1.2. Інструмент.

**Зубило** – найпростіший різальний інструмент, у якому форма клина виражена особливо чітко (рис. 4.1. а).

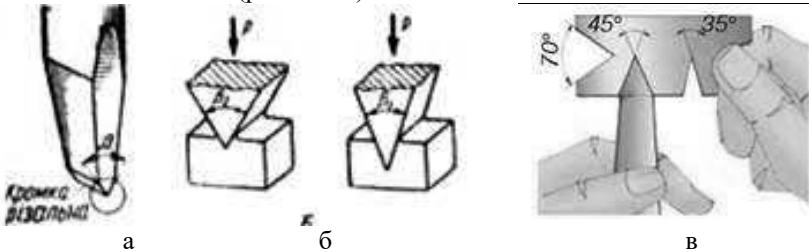


Рис. 4.1 Різальний клин зубила

Залежно від того, як буде загострено різальний клин (рис. 4.1 б), як він буде встановлений щодо площини (поверхні) деталі і як буде спрямована сила, що ураховує клин у шарві металу, що витрачається у процесі різання, знизити шорсткість поверхні, збільшити строк служби інструменту.

Чим гостріше клин, тобто чим менший кут, утворений його сторонами, тим менше зусилля потрібно прикласти для його заглиблення у матеріал.

**Слюсарне зубило** – сталевий стержень, виготовлений з інструментальної вуглецевої сталі або легованої сталі

Зубило має три частини: робочу **2**, середню **3** та ударну **4**. Робоча частина зубила має вигляд стрижня з клиноподібною різальною частиною (лезом) **1** на кінці загостреного під певним кутом (рис. 4.2 а).

**Крейцмейсель** (рис. 4.2 б) відрізняється від зубила різальною кромкою. Він призначений для вирубування вузьких канавок, шпонкових пазів, для зрубання поверхневого шару з широкої плити.

Для вирубування профільних канавок – півкруглих, двограних та інших – застосовують спеціальні крейцмейсели, які називаються **канавковими** (рис. 4.2 в).

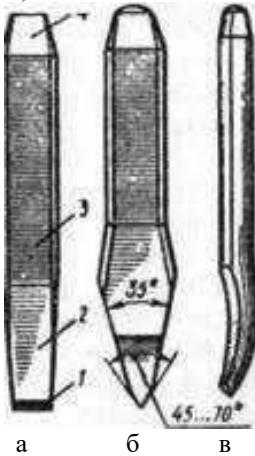


Рис. 4.2 Інструмент

**Слюсарний молоток** – це інструмент для ударних робіт.

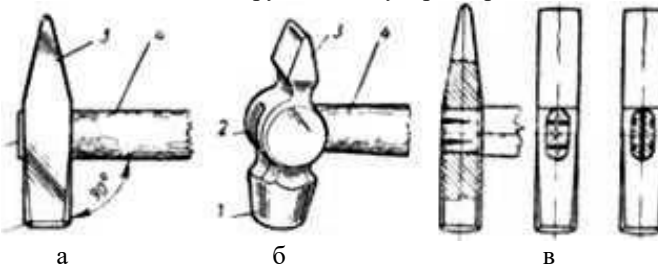


Рис. 4.3 Слюсарний молоток.

Він має ударник і рукоятку. Молотки виготовляють двох типів: з квадратним (рис. 4.3 а) і круглим (рис. 4.3 б) бойками.

- 1 – бойок;
- 2 – кінець, на який насаджують ударник;
- 3 – носик;
- 4 – рукоятка.

Якщо отвір молотка передбачено лише з боковим розширенням, то забивають один поздовжній клин; якщо розширення передбачено вздовж отвору, то забивають два клини (рис. 4.3 в); якщо розширення буде в усі боки, забивають три сталевих або три дерев'яних клини, розміщуючи два паралельно, а третій – перпендикулярно до них. Правильно насадженим вважається молоток, у якого вісь рукоятки утворює з віссю молотка прямий кут.

**Лещата.** При рубанні використовують міцні й важкі, поворотні й неповоротні лещата з паралельними губками.

### 4.1.3 Способи виконання рубання

#### *Положення корпусу і ніг.*

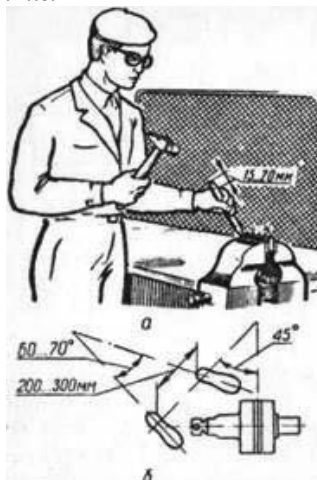


Рис.4.4 Положення робочого при рубанні

Правильне положення корпусу і утримання (хватка) інструмента при рубанні – важливі умови праці. При рубанні металу зубилом положення корпусу і ніг має забезпечити найбільшу стійкість працюючого при нанесенні удару. Положення робочого при рубанні зубилом буде правильним, якщо його корпус випрямлений і розміщений упівоберта до осі лещат (рис. 4.4 а), а ліва нога виставлена на півкроку вперед (рис. 4.4 б).

**Тримання (хватка) зубила.** Зубило беруть у ліву руку за середню частину на відстані 15 – 20 мм від кінця ударної частини; сильно стискувати в руці зубило не слід. Удари наносять правою рукою. При рухах правої руки, що наносить удари по зубилу, ліва рука відіграє роль балансу при послідовному встановленні інструмента.

#### **Тримання (хватка) молотка.**

Молоток беруть правою рукою за рукоятку на відстані 15 – 30мм від вільного кінця, охоплюючи рукоятку чотирма пальцями і притискаючи до долоні, великий палець накладають на вказівний. Усі пальці залишаються в такому положенні при замахові та ударі. Цим способом тримають молоток при так званому нанесенні кистьового удару без розтискання пальців (рис. 4.5 а). При іншій хватці на початку замаху мізинець, безімений і середній пальці поступово розтискають і рукоятку молотка охоплюють лише вказівним і великим пальцями. Потім розтиснуті пальці стискають і прискорюють рух руки вниз. У результаті удар виходить сильним. Цей спосіб хватки застосовують при так званому нанесенні удару з розтисканням пальців (рис. 4.5 б).

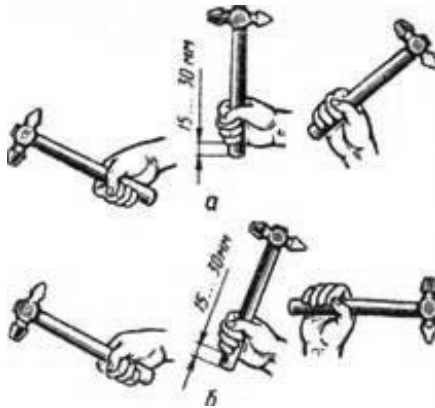


Рис. 4.5 Тримання молотка при рубанні

**Удари молотком.** Якість і продуктивність рубання залежить від характеру замаху та удару молотком. Удар може бути кистьовим, ліктьовим або плечовим.



Рис. 4.6 Траєкторія руху молотка:

а – при кистьовому ударі, б – при ліктьовому ударі, в – при плечовому ударі

При **кистьовому** ударі (рис. 4.6 а) замах молотком здійснюють лише за рахунок згинання кисті руки. При цьому кисть у зап'ясті згинають до відказу, розтиснувши злегка пальці, крім великого і вказівного (при цьому мізинець не сходить з рукоятки молотка). Потім пальці стискають і наносять удар. Кистьовий удар застосовують при виконанні точних робіт, легкому рубанні, зрубванні тонких шарів металу тощо.

Наносячи **ліктьовий** удар (рис. 4.6 б), руку згинають у лікті. При замаху діють пальці руки, які розтискають і стискають кисть (рух її вгору, а потім вниз) і передпліччя. Щоб нанести сильний удар, руку розгинають досить швидко. Цим ударом користуються при звичайному рубанні, зрубванні шару металу середньої товщини або при прорубанні пазів і канавок.

При **плечовому** ударі (рис. 4.6 в) рука рухається в плечі. При цьому з великим замахом наносять максимальної сили удар з плеча. В цьому ударі

беруть участь плече, передпліччя і кисть. Плечовим ударом користуються при знятті товстого шару металу і обробленні великих поверхонь.

Сила удару має відповідати характеру роботи, а також масі молотка (чим важче молоток, тим сильніший удар), довжині рукоятки (чим вона довша, тим сильніший удар), довжині руки працюючого (чим довша рука і вище замахи, тим сильніший удар). При рубанні діють обома руками узгоджено (синхронно), влучно наносять удари правою рукою, переміщуючи зубило лівою рукою.

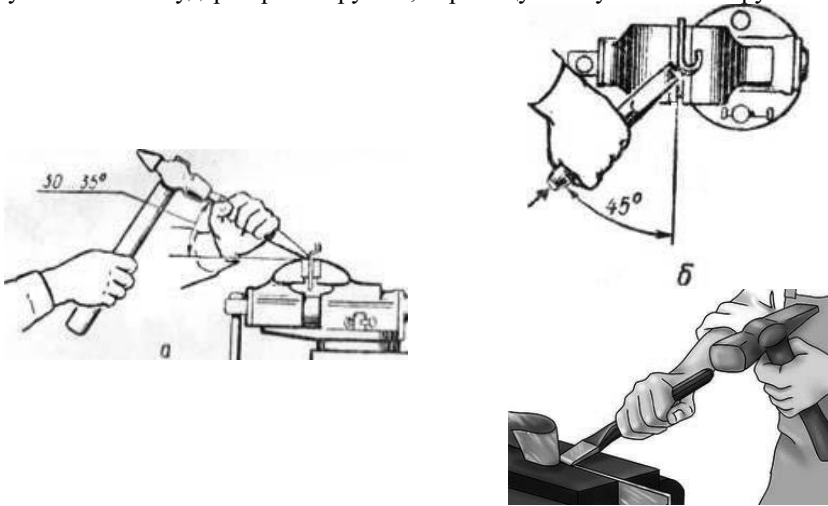


Рис.4.7 Встановлення зубила при рубанні в тисках.

Кут встановлення зубила при рубанні в лещатах регулюють так, щоб лезо знаходилося на лінії зняття стружки, а повздовжня вісь стрижня зубила розміщувалася під кутом  $30-35^\circ$  до оброблюваної поверхні (рис. 4.7 а) заготовки і під кутом  $45^\circ$  до повздовжньої осі губок лещат (рис. 4.7 б). При меншому куті нахилу зубило зісковзуватиме, а при більшому – занадто заглиблюватиметься в метал, внаслідок чого оброблена поверхня буде нерівною. Кут нахилу зубила при рубанні не вимірюють – досвідчений слюсар за навичкою відчуває нахил і регулює положення зубила рухом лівої руки.

Під час рубання дивляться на різальну частину зубила, а не на бойок, і слідкують за правильним положенням леза. Удари наносять по центру бойка сильно, впевнено і влучно.

**Вибір маси молотка.** За масою слюсарний молоток вибирають залежно від розміру зубила (з розрахунку 40г на 1мм ширини леза зубила) і товщини шару металу, що знімається. При роботі крейцмейселем масу молотка приймають з розрахунку 80г на 1мм ширини леза. Маса молотка для учня має бути близько 400г, для молодого робочого (16-17 років) – 500г, для дорослого – 600-800г.

### **Прийоми рубання.**

#### ***Розрубання металу.***





Рис. 4.8 Рубання листового металу

При розрубванні металу зубило встановлюють вертикально (рис. 4.8) і рубають плечовим ударом. Листовий метал завтовшки до 2мм розрубують з одного удару. При цьому під нього підкладають підкладку з м'якої сталі. Листовий метал завтовшки більш як 2мм або штабовий матеріал надрубують приблизно на половину товщини з обох боків, а потім ламають, перегинаючи його то в один бік, то в інший, або відбивають.

**Вирубання заготовок з листового металу.**

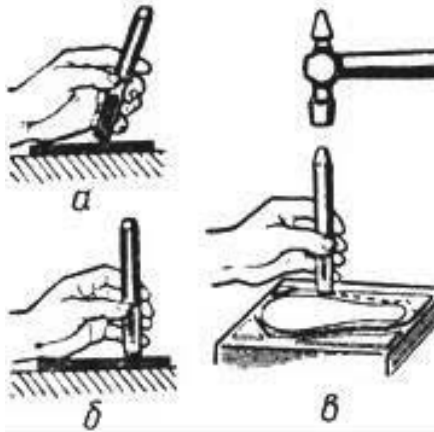


Рис. 4.9 Встановлення зубила при рубанні листового металу

Після розмічання контуру виготовлюваної деталі заготовку кладуть на плиту і знімають вирубанням (не по лінії розмітки, а відступивши від неї 2...3мм – припуск на обпилювання) в такій послідовності:

- встановлюють зубило похило так, щоб лезо було спрямоване вздовж розмічальної риски (рис. 4.9 а) – зубилу надають вертикального положення і наносять молотком легкі удари, надрубуючи по контуру (рис. 4.9 б);
- рубають по контуру, наносячи по зубилу сильні удари; при переставлянні зубила частину леза залишають у прорубаній канавці, а зубило з похилого

положення знову переводять у вертикальне і наносять наступний удар; так роблять безперервно до кінця (замикання) розмічальної риски;

– перевернувши лист, прорубують метал по чітко визначеному на протилежному боці контуру (рис. 4.9 в);

– знову перевертають лист і закінчують рубання (рис. 4.10 а); якщо лист відносно тонкий і прорубаний достатньо, заготовку вибивають молотком (рис. 4.10 б).

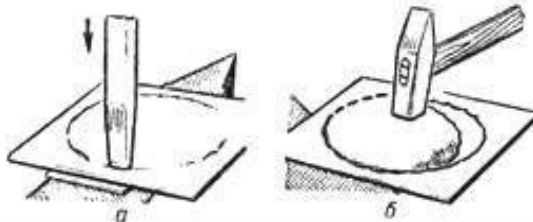


Рис. 4.10 Вирубання заготовок з листового металу

При рубанні зубилом із закругленим лезом канавка утворюється рівна, а при рубанні зубилом із прямим лезом – сходиною.

**Рубання листового і штабового металу** виконують у лещатах. Рубання листового металу, як правило, ведуть на рівні губок лещат. Заготовку (виріб) міцно затискають у лещатах так, щоб розмічальна лінія збігалася з рівнем губок.

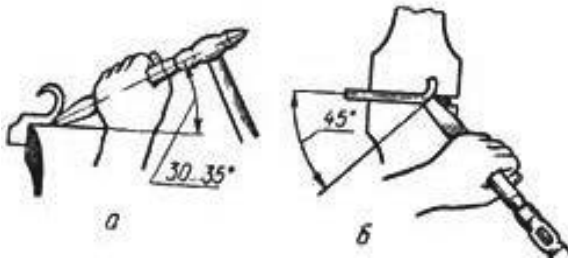


Рис. 4.11 Рубання листового металу

Зубило встановлюють до краю заготовки так, щоб різальна кромка була на поверхні двох губок, а середина різальної кромки була на  $\frac{2}{3}$  довжини поверхні, що оброблюється. Кут нахилу зубила до оброблюваної поверхні має бути  $30 - 35^{\circ}$  (рис. 4.11 а), а до осі губок лещат –  $45^{\circ}$  (рис. 4.11 б). Лезо зубила при цьому йде навкіс губок лещат і стружка злегка в'ється. Після зняття першого шару металу заготовку переставляють вище губок лещат на 1,5-2мм, зрубують наступний шар і т.д.

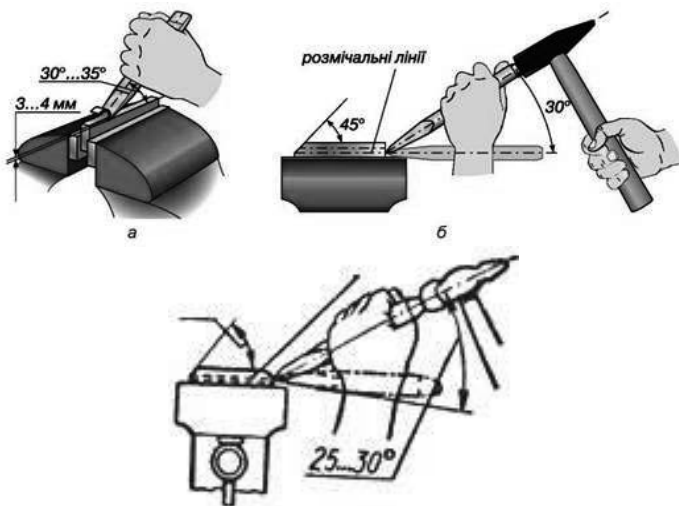


Рис. 4.12 Рубання за розмічальними рисками.

Рубання за розмічальними рисками (рис. 4.12) найскладніша операція. На заготовку попередньо наносять риси на відстані 1,5 – 2мм одна від одної, а на торцях роблять скоси (фаски) під кутом  $45^\circ$ , що полегшують встановлення зубила і запобігають відколюванню в лещатах так, щоб було видно розмічальні риси. Рубають строго по розмічальних рисках.

Перший удар наносять при горизонтальному положенні зубила. Подальше рубання здійснюють при нахилі зубила на  $25-30^\circ$ . Останній чистовий шар має бути завтовшки не більше як 0,5-0,7мм.

**Рубання широких поверхонь** трудомістка і малопродуктивна операція, що застосовується тоді, коли неможливо зняти шар металу на стругальному або фрезерному верстаті.

Роботу здійснюють у три прийоми. Попередньо на двох протилежних торцях заготовки зрубують трохи металу, роблячи фаски (скоси) під кутом  $30 - 45^\circ$ , а на двох протилежних бокових торцях наносять риси, відмічаючи глибину кожного робочого ходу. Потім на широкій поверхні заготовки наносять паралельні риси, відстань між якими дорівнює ширині різальної кромки крейцмейселя, і заготовку затискають у лещатах.

Після цього крейцмейселем попередньо прорубують вузькі канавки (рис. 4.13 а), а потім зубилом зрубують виступи, що залишилися між канавками (рис. 4.13 б). Після зрубання виступів виконують остаточну обробку. Такий спосіб (попереднє прорубування канавок на широких деталях) значно полегшує і прискорює рубання. На заготовках з чавуну, бронзи та інших крихких металів, щоб запобігти відколюванню країв, роблять фаски на відстані 0,5мм від розмічальної риси.

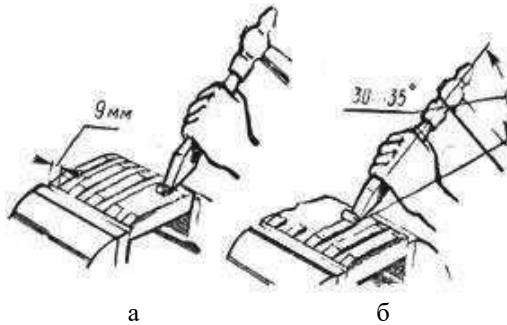


Рис. 4.13. Рубання широких поверхнь.

Вирубання крейцмейселем прямолінійних та криволінійних пазів здійснюють так (рис. 4.14). Спочатку на поверхню заготовки наносять риски, потім крейцмейселем за один робочий прохід прорубують канавки авглибини 1,5-2мм. Утворені після рубання нерівності видаляють канавочником, надаючи канавкам однакової ширини і глибини по всій довжині заготовки.

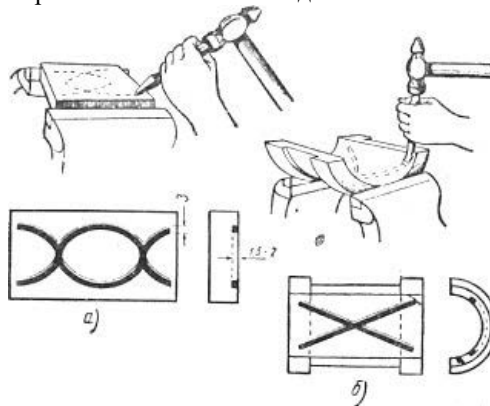


Рис. 4.14 Вирубання змащувальних канавок (а), та пазів (б)

#### 4.1.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації рубання.

В практиці слюсарної обробки надається велика увага механізації процесів рубання. Рубання ручним механізованим інструментом у кілька разів прискорює процес роботи і підвищує якість обробки (рис. 4.15).

На промислових підприємствах рубання металу різного профілю здійснюють потужними машинами, які називаються гільйотинами (рис. 4.16).

Під час рубання металу зубилом бувають випадки, коли оброблені деталі виявляються непридатними через невідповідність їх розмірів зазначеним у кресленнику або в результаті пошкоджень під час рубання чи то внаслідок незадовільної якості обробленої поверхні (глибокі захвати зубилом або крейцмейселем, відколи на ребрах у деталей з крихких металів і т. ін.).

Основними причинами браку є неправильні прийоми рубання, неуважність в роботі, рубання тупим інструментом і т. ін.



Рис. 4.15 Зубило пневматичне з набором насадок.



Рис. 4.16 Рубання металу гільйотинами

У зв'язку із зазначеним під час розмічання та обробки матеріалів необхідно чітко дотримуватись вимог зазначених в графічних документах, наукової організації праці та безпечних прийомів роботи.

## 4.2 Різання

### 4.2.1 Призначення різання.

**Різання** – технологічна операція поділу заготовки на частини, видалення надлишків матеріалу, вирізання пазів або отворів і т. д. Різання виконують як зі зняттям стружки, так і без зняття стружки.

### 4.2.2 Інструмент.

Різання зі зняттям стружки здійснюють ручною ножівкою, на ножівкових, кругло-пиляльних, токарно-відрізних верстатах.

Без зняття стружки матеріали розрізують ручними важільними і механічними ножицями, гострозубцями, труборізами, прес-ножицями, у штампах. До різання належить також надрізування металу.

#### 4.2.3 Способи виконання різання.

*Тонкий листовий метал розрізають слюсарними ручними ножицями.*

Допустима товщина металу, що піддається ручному різанню ножицями, має такі межі: для сталі – 0,5-0,7мм; для міді та її сплавів – 0,5-1,0мм; для алюмінієвих сплавів – 0,5-1,0мм; для алюмінію – 1,5-2,5 мм.

Розрізняють прями праві й прями ліві ножиці. У правих ножиць верхнє лезо розташоване праворуч стосовно нижнього леза, а у лівих ножиць – ліворуч (рис. 4.17).



Рис. 4.17 Ручні ножиці для різання листового металу:  
а – ліві ножиці; б – універсальні ножиці; в – праві ножиці

Зазвичай при різанні застосовують праві ножиці, оскільки під час роботи з ними добре видно лінії розмітки. Лівими ножицями користуються для вирізання деталей, які мають криволінійний або круглий контур, при цьому різати потрібно так, щоб леза ножиць не закривали лінії розмітки. Різання проводять за годинниковою стрілкою. У разі використання з цією ж метою правих ножиць операція різання виконують проти годинникової стрілки. Для різання листових заготовок за кривими лініями застосовують відповідно ножиці з кривими лезами. Підготовка заготовки до різання ручними ножицями полягає в правці заготовки і позначенні розмічальних ліній. Ножиці вибирають залежно від характеру виконуваної роботи. Найчастіше використовують ножиці, які мають довжину 250–300 мм. Леза ножиць у шарнірному з'єднанні повинні щільно прилягати один до одного і мати легкий хід.

При великому зазорі між різальними лезами метал, що розрізається, буде м'ятись і заклинюватись. При тугому ході в момент різання між лезами виникає велике тертя, що вимагає докладання додаткових зусиль під час роботи.

*Процес різання листового металу ручними ножицями здійснюється в певній послідовності.*

Лівією рукою тримають листову заготовку, а правою – ножиці. У початковий момент різання стиснуті пальці розтискають. Мізинцем, який розташовується між рукоятками ножиць, відводять нижню рукоятку на необхідний кут. Лівією рукою подають листову заготовку між лезами ножиць і, стискаючи їх рукоятки, здійснюють різання (рис. 4.18).



Рис. 4.18 Прийоми розрізання металу ручними ножицями: а – розрізання металу лівими ножицями, б – розрізання металу правими ножицями, в, г – вирізання отвору по розмічальних рисках; д – різання листової заготовки на вузькі смуги

При розрізуванні листової заготовки рекомендується відрізану частину відгинати вгору, що полегшує процес різання і оберігає праву руку від порізів. Ножиці необхідно розкривати приблизно на  $2/3$  довжини лез, при такому розкритті вони добре захоплюють і ріжуть метал; сильно розкриті ножиці будуть виштовхувати метал. У процесі різання необхідно стежити за тим, щоб леза ножиць були перпендикулярні до площини листа, тому що через перекіс вони будуть м'яти метал. Щоб уникнути утворення задирок, леза необхідно постійно щільно притискати до кінця прорізу.

Під час різання на вузькі смуги листової заготовки її необхідно покласти на стіл верстата і стежити за тим, щоб нижнє лезо спиралося на стіл. Відрізані смуги відгинають вперед (рис. 4.18, д)

Профільний метал і труби розрізають ручними або механічними ножівками. Ручна ножівка складається з рами і вставленого в неї пиляльного полотна (рис. 4.19).

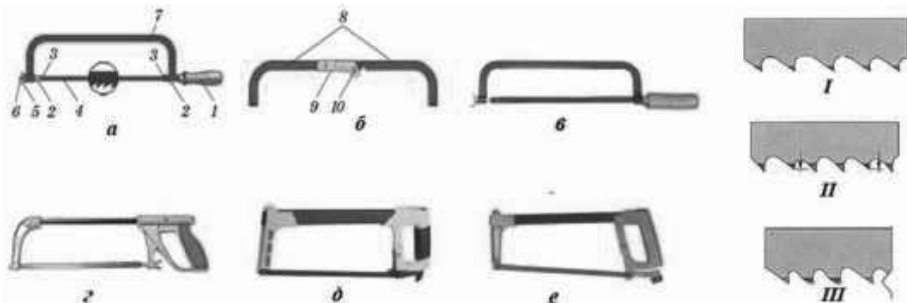


Рис. 4.19. Будова і види ручних ножівок: а – будова ножівки з цілісною рамкою; б – будова ножівки з розсувною рамкою: 1 – ручка, 2 – головка натяжного гвинта, 3 – штифт, 4 – пиляльне полотно, 5 – гайка-баранчик, 6 – гвинт натяжний, 7 – рамка, 8 – вугільник, 9 – планка, 10 – штифт-заклепка; в – ножівка з цілісною рамкою; г, д, е – ножівки з розсувною рамкою; I, II, III – приклади розводки зубів пиляльного полотна: I – стандартна, II – з розподіленою шириною пропилу, III – гібридна.

Перед установкою полотна в раму його треба перевірити на відсутність тріщин, вигинів, а також на розведення зубів. Полотна бувають з **дрібним** зубом (відстань між зубами 0,8-1,0мм) і з **великим** (відстань між зубами 1,25-1,6мм). Потім установлюють розсуну частину рамки так, щоб полотно легко увійшло в прорізи головок: рухомої та нерухомої. При цьому першим вставляють кінець полотна в проріз нерухомої головки і закріплюють його установкою штифта, а потім у проріз рухомої головки вставляють другий кінець полотна, закріплюючи його іншим штифтом. Після установки штифтів здійснюють натяг полотна шляхом загвинчування поворотної гайки.

Полотно має бути встановлену у прорізи головок так, щоб зуби були спрямовані від ручки рамки вперед. Ступінь натягу полотна перевіряють поворотом його двома пальцями на 1/8 частину кола. Якщо полотно повертається більше ніж на 1/8 частини кола, то ступінь його натягу мала. У цьому випадку розріз металу буде косим, а полотно під час різання може легко зламатися. При великому натягові полотна воно також легко ламається у разі будь-якого перекосу. Полотно для ручної ножівки не призначене для заточування, тому при стиранні зубів потрібна його замінити. На сьогодні виготовляють полотна з біметалу і розжареного металу (нікельована нержавіюча сталь). Відрізняються вони кольором: біметалічне полотно забарвлюється в різні кольори, а повністю розжарене має темне забарвлення.

Ріжучи метал, ножівку тримають за ручку правою рукою, а лівою рукою фіксують її передній кінець так, щоб полотно ножівки перебувало в горизонтальному положенні. При цьому лівою рукою, яка розташована попереду, здійснюють натиск, а права рука тільки переміщує ножівку. При русі ножівки назад тиск не натискають, щоб запобігти затупленню зубів (рис. 4.20). Перед закінченням розрізання натиск на ножівку зменшують.

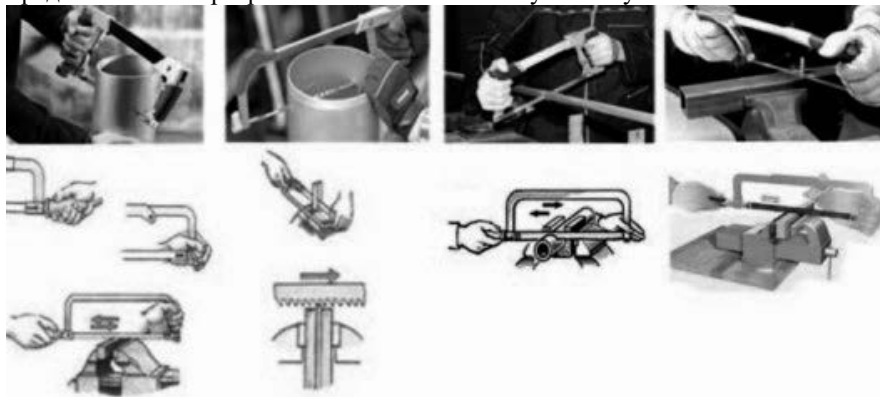


Рис. 4.20 Приклади різання металу ножівкою

У процесі різання металевих прутків великого перерізу рекомендується змащувати полотно машинною оливою. Якщо полотно «повело» убік і розпил виходить косим, необхідно пруток повернути і почати різання з протилежного



боку навпроти розпилу. У разі поломки полотна і заміни його на нове потрібно мати на увазі, що старе зношене полотно дає більш вузький пропи́л, тому починати різання новим полотном треба в іншому місці, попередньо повернувши заготовку в лещатах.

Під час різання металевих прутків великого перерізу, коли довжина пропи́лу (розрізу) велика і різати важко, для полегшення необхідно нахилити ножівку то від себе, то до себе: при цьому різання відбувається не на всій ширині заготовки. Пруткові заготовки з шестигранним або квадратним перетином рекомендують різати по межі. Зазвичай для полегшення врізання ножівкою в заготовку рекомендують робити невеликий надріз тригранним напилком за розмічальною лінією.

Дуже тонкий метал (товщиною до 1,5мм) ріжуть, затиснувши його дерев'яними брусками, разом з брусками. При вирізанні отворів у листовому металі спершу свердлять отвір, а потім вводять у нього полотно, збирають ножівку і починають різання. При розрізуванні труб ножівку спочатку тримають горизонтально, а коли стінка труби буде розрізаною, ножівку нахилляють спочатку на себе, а потім від себе. При подальшому різанні трубу повертають у лещатах на кут 45° від себе і продовжують різання.

Різнання дроту здійснюють гострозубцями (кусачками) рис. 4.21.



Рис. 4.21 Різновиди гострозубців (кусачок)

Основні правила різання металу ножівкою (смуговий, листовий, прутковий матеріал, профільний прокат, труби):

- перед початком роботи необхідно перевірити правильність установки і натяг полотна;

- розмітку лінії різі треба проводити на всьому периметрі прутка (смуги, деталі) з припуском 1-2мм на подальшу обробку;

- заготовку обов'язково міцно закріпити в лещатах;

- смуговий і кутовий матеріал потрібно розрізати по широкій частині;

- у разі, коли довжина різі на деталі перевищує розмір від полотна до рамки ножівкового верстата, різання необхідно проводити полотном, закріпленим перпендикулярно площині ножівкового верстата (ножівкою з повернутим полотном);

- листовий матеріал треба розрізати безпосередньо ножівкою у тому випадку, якщо його товщина більша ніж відстань між трьома зубами

ножівкового полотна. Тонший матеріал для розрізання треба затискати в лещата між дерев'яними брусками і розрізати разом з ними;

– газову або водопровідну трубу розрізають, обов'язково закріплюючи її в трубному притиску;

– розрізаючи тонкостінні труби, використовують у лещатах профільні дерев'яні прокладки;

– латунь і бронзу розрізають тільки новими полотнами, бо навіть спрацьовані мало полотна не ріжуть, а ковзають.

#### 4.2.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації різання

Різання товстого листового металу (товщиною 2–3мм), зокрема смугового, здійснюють стуловими, важільними або машинними ножицями.

**Стулові** ножиці відрізняються від ручних тим, що верхня рукоятка подовжена до 400–800мм, а нижня прикріплена до верстата. При різанні металу цими ножицями працівник розвиває зусилля, передане на леза ножиць, у багато разів більше, ніж при ручному різанні, оскільки він натискає на верхню рукоятку всією рукою. У важільних ножиць нижнє лезо закріплене на столі, а верхнє лезо вільно рухається. У початковий момент різання робітник береться за рукоятку важеля і відводить її у верхнє положення, при цьому верхнє лезо підіймається. Потім лист (заготовку) укладають на нижнє нерухоме лезо так, щоб ліва рука фіксувала його в горизонтальному положенні, а лінія різання збігалася з верхнім лезом ножиць. Після цього важіль з верхнім лезом опускають вниз і здійснюють різання металу. Потім важіль підіймають угору до упору, лівою рукою підіймають лист, рухають його по рисці уздовж верхнього леза і знову повторюють процес різання. Якість різання визначають за відсутністю вм'ятин, задирок і точністю різання відповідно до розмічальних ліній.

Настільні ручні важільні ножиці (рис. 4.22) застосовують для розрізання листової сталі товщиною до 4мм, алюмінію і латуні – до 6мм. Важільні ножиці можуть дещо відрізнитися за конструкцією, але принцип їх дії в усіх випадках однаковий.

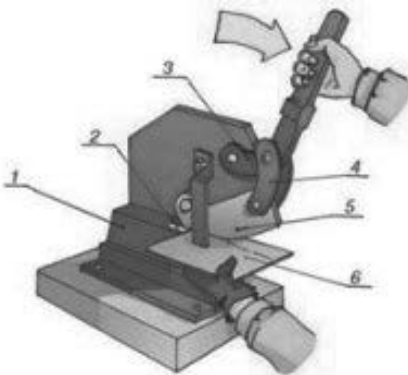


Рис. 4.22. Настільні ручні важільні ножиці: 1 – основа ножиць; 2 – нижній нерухомий ніж; 3 – важіль; 4 – з'єднувальна планка; 5 – верхній рухомий ніж; 6 – заготовка

Для різання труб, крім ручної слюсарної ножівки, застосовують **труборіз**, у якого різальним інструментом є гострі сталеві диски (рис. 4.23).

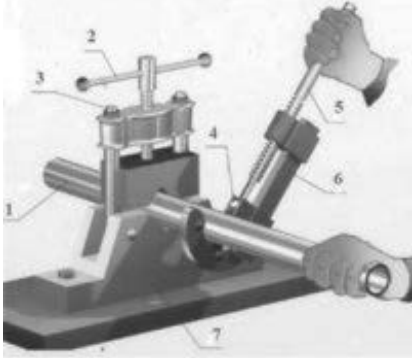


Рис. 4.23 Труборіз: 1 – труба, 2 - рукоятка, 3 – гвинт, 4 – рухомий ролик, 5 – рукоятка труборіза, 6 – труборіз, 7 – притис

Ріжучи кутник, спочатку здійснюють різання першої полки по вузькій грані. При цьому потрібна менша сила різання. Прорізавши першу полку до внутрішньої площини другої полки, кутник установлюють в положення різання першої полки і продовжують різання до кінця. Якість різання перевіряють за чистотою зрізу, довжину відрізаної частини заготовки вимірюють металевою лінійкою (або штангенциркулем), а положення зрізу щодо зовнішньої стінки заготовки перевіряють косинцем.

Електроножиці – інструмент для різання листового металу, арматури, покрівельних матеріалів, пластику (рис. 4.24). Використовуються при проведенні ремонтних робіт, монтажі конструкцій, у будівництві. На відміну від ручних ножиць по металу дають рівний розріз, забезпечують високу швидкість роботи і не вимагають від оператора докладання серйозних фізичних зусиль.



Рис. 4.24 Електроножиці: а – листові; б – труборізи; в – шлицьові

*Листові* (рис. 4.24, а) – мають робоче оснащення, що складається з двох ножів (один – рухомий, інший – нерухомий). Дозволяють робити криволінійні та прямі різи в листовому металі.

Переваги: висока точність, продуктивність і швидкість різання, під час роботи не утворюється стружка, тривалий термін служби ріжучої частини.

Недоліки: різання виконується з краю листа, громіздкість, низька маневреність (малий радіус повороту), що не дає змоги робити фігурні різи складної форми.

Сфера застосування листових ножиць: демонтаж металоконструкцій, встановлення вентиляційних коробів, перекушування фальців, дроту. Такі ножиці – не найкращий варіант для металопрофілю.

*Вирубні* (висічні) (рис. 4.24, б) – різуче оснащення таких ножиць складається з нерухомої матриці та рухомого пуансона. Працюють із гнучим, гофрованим або хвилястим листовим металом.

Переваги вирубних електроножиць: передбачено різання з краю або з середини заготовки, підвищена маневреність (поворот інструменту під будь-яким кутом), що дає змогу виконувати складні криволінійні розрізи, акуратність різу та відсутність деформацій на аркуші, можливість оброблення товстих деталей, хороший огляд робочої зони.

Недоліки: утворення гострої серповидної стружки, яка може травмувати оператора, підвищена витрата матеріалу, труднощі з витримання прямої лінії різу в разі неоднакової товщини листа (зварні шви, фальци).

Сфера застосування: обробка труб, профнастилу та металочерепиці, виконання отворів будь-якої форми. Справляються з різанням у важкодоступних місцях.

*Шлицьові* (рис. 4.24, в) – подібно листовим моделям оснащені робочою частиною, що складається з нерухомого і рухомого ножів. Такі ножиці підходять для роботи з вже встановленими конструкціями.

Переваги: допускається різання з краю або з середини листа, відсутність деформацій на заготівлі, висока маневреність. Шлицьові ножі добре утримують пряму лінію під час обробки нерівної поверхні зі звареними швами і фальцами.

Недоліки: неможливість різання товстих заготовок (максимальна товщина – 2мм), формування спіральної стружки, підвищена витрата матеріалу і знос ножів.

Сфера застосування: оздоблювальні, монтажні, кузовні роботи, різання отворів у металоконструкціях і трубах, різання профілів і повітропроводів. Підходять і для різання металу у важкодоступних місцях.

*Мережевий* – передбачає підключення ножиць до мережі. Переваги: простота підключення, порівняно низька ціна, необмежений час роботи. Недоліки: "прив'язка" до розетки, обмеження радіусу дії інструменту довжиною мережевого кабелю (рис. 4.25, а,б).

Мережеві електроножиці - оптимальний вибір для побутових потреб.

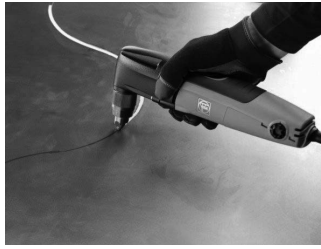
*Акумуляторний* – на відміну від попереднього варіанта не залежить від розетки (рис. 4.25, в). За рахунок відсутності мережевого шнура забезпечується свобода дій майстра і комфортна робота у важкодоступних місцях. Недоліки: висока ціна, залежність часу роботи від ємності акумулятора, підвищені габарити і вага, невелика товщина різу (до 1.5мм), для поповнення заряду потрібне підключення до мережі і час.

Акумуляторні електроножиці відмінно підходять для покрівельних робіт.

*Пневматичний* - приводиться в дію стисненим повітрям, що надходить від компресора (рис. 4.25, г, д). Переваги: висока продуктивність і надійність, незалежність від електрики. Недолік – необхідність підключення до компресора, що підвищує ціну обладнання.



а



б



в



г



д

Рис. 4.25 Ножиці за видом приводу

Пневмоножиці зустрічаються рідко і використовуються для обробки значних обсягів металевих заготовок. тки значительных объемов металлических заготовок.

### 4.3 Обпилювання

#### 4.3.1 Призначення опилування

**Обпилювання** – технологічна операція, під час якої напилком знімають шар металу з поверхні деталі з метою надання їй необхідної форми, розмірів і чистоти.

Обпилювання застосовують, як правило, після рубання або різання для обробки поверхні деталі й надання їй більш точних розмірів, а також для підгонки деталей при складанні. У слюсарній справі обпилюють зовнішні плоскі й криволінійні поверхні, внутрішні поверхні, складні фасонні поверхні, заглиблення, отвори, пази і виступи.

#### 4.3.2 Інструмент.

Для зняття шару металу застосовується ручне обпилювання напилками або механізоване обпилювання спеціальними фрезами – шарошками або сталевими абразивними головками. За формою поперечного перерізу напилки поділяють на плоскі, квадратні, тригранні, круглі, ромбічні й напівкруглі (рис. 4.26).

Розрізняють напилки з одинарною, або простою (рис. 4.27, а); з подвійною, або перехресною (рис. 4.27, б); точковою, або рашпільною (рис. 4.27, в), і дуговою (рис. 4.27, г) насічками.

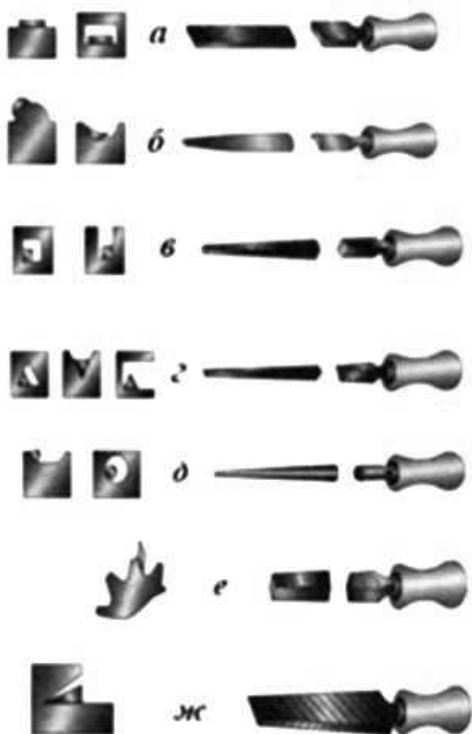


Рис. 4.26 Напилки за формою перетину (профілю):  
 а – плоскі; б – напівкруглі;  
 в – квадратні; г – тригранні;  
 д – круглі; е – ромбічні;  
 ж – ножові



Рис. 4.27 Насічки напилків: а – одинарна (проста); б – подвійна (перехресна);  
 в – точкова (рашпільна); г – дугова.

За кількістю насічок на 1 см довжини напилки поділяють на драчеві, лицьові й оксамитові (рис. 4.28).

Драчеві напилки мають велику насічку і застосовуються для грубої обробки, лицьові – мають дрібнішу насічку і використовуються для остаточного обпилювання. Найбільш дрібна насічка в оксамитових напилків, які застосовують для точних робіт.

Для обробки дрібних заготовок застосовують надфілі різних профілів (рис. 4.29). Для обпилювання важкодоступних ділянок заготовок потрібні надфілі зігнутої форми – рифлевки.



Рис. 4.28 Напилки:  
а – драчеві; б – лицьові;  
в – оксамитові

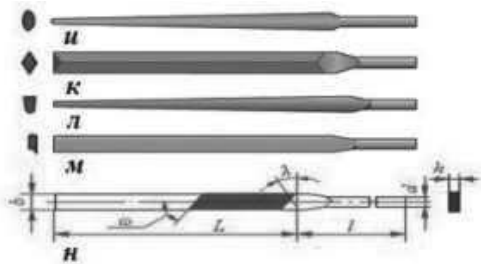


Рис. 4.29 Надфілі різних профілів: а – прямокутний тупоносий; б – прямокутний гостроносий; в – квадратний тупоносий; г – тригранний тупоносий; д – тригранний гостроносий; е – круглий тупоносий; ж – напівкруглий тупоносий; и – овальний тупоносий; к – ромбічний тупоносий; л – ножівковий; м – пазовий; н – елементи надфіля (L – робоча частина, l – довжина рукоятки, d – діаметр рукоятки, b – ширина профілю, h – товщина надфіля)

Для зручності роботи всі напилки мають дерев'яні ручки, щільно насаджені на хвостовик напилка. Поверхня ручки повинна бути чистою і гладкою, без тріщин і відколів. Щоб ручка надійно трималася на хвостовику напилка, на неї щільно насаджують металеве кільце (рис. 4.30).

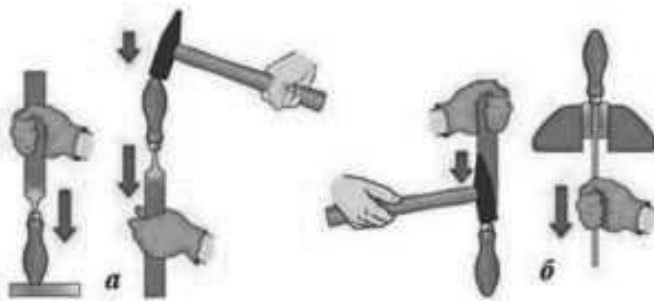


Рис. 4.30 Насадка і зняття рукояток напилка: а – насадка ударом об верстак, насадка ударом молотка; б – зняття ударом молотка, зняття з допомогою лещат

#### 4.3.3 Способи виконання обпилювання

Найбільша продуктивність праці при обпилюванні забезпечується при розташуванні верхньої поверхні губок лещат на рівні ліктя робітника. На продуктивність обпилювання істотно впливає на положення ніг і корпусу робітника у процесі роботи (рис. 4.31, а, б). Для зняття напилком товстих шарів металу доводиться натискати на напилку з більшою силою, і тому праву ногу відставляють від лівої на 500-700мм, оскільки навантаження на неї в цьому випадку більше, ніж у першому. При слабкому натиску на напилку, наприклад, при доведенні або обробці поверхні деталі ноги ставлять майже поруч.

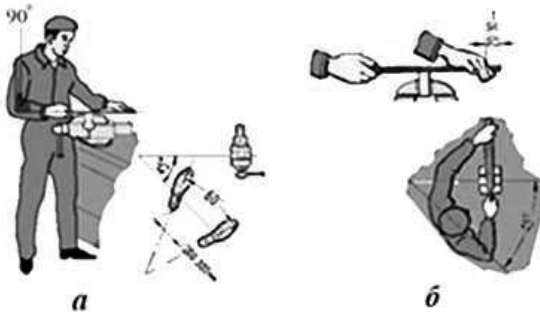


Рис. 4.31 Положення ніг, рук і корпусу робітника при обпилюванні: а – положення корпусу та ніг; б – положення лівої руки на напилку; в – положення рук; г – координація зусилля рук при обпилюванні

Рух напилка має бути строго горизонтальним, тому вертикальні зусилля на рукоятку і ніс напилка повинні змінюватися залежно від розташування точки контакту напилка з деталлю. При робочому русі напилка зусилля лівої руки необхідно поступово зменшувати. Регулюючи зусилля натискання на напилку, отримують рівну обпилювану поверхню без завалів на краях. Притискати напилку до деталі необхідно тільки при робочому ході (від себе). Під час зворотного ходу напилку повинен лише ковзати по поверхні. Чим грубіша обробка, тим більшим повинне бути зусилля при робочому ході.



### **Обпилювання заготовок або деталей проводять в такій послідовності.**

Заготовку (деталь) міцно затискають у лещатах. Висоту положення лещат вибирають відповідно до зросту робітника так, щоб при накладанні ліктьової частини правої руки на губки лещат між ліктьовою і плечовою частинами руки утворювався кут  $90^\circ$ . Напилек беруть у праву руку, а ліву руку долонею кладуть на кінець напилка і притискають його до оброблюваної заготовки (рис. 4.32, а, в).



Рис. 4.3.2 Обпилювання.

Таке розташування рук допомагає правильно вести обпилювання і витратити менше енергії. Якщо цього правила не дотримуватися, то обпилювана поверхня матиме нерівності. Після обпилювання поверхні драчевим напилком далі її обпилюють лицьовим напилком (чистова обробка). Якщо плоску поверхню обпилюють особливо ретельно, її перевіряють «на фарбу». Пофарбовані місця обпилюють, а потім поверхню знову перевіряють. Так продовжують доти, поки не буде досягнута необхідна точність обробки поверхні. Темп руху напилка залежить від його величини і виконуваної роботи. Обпилювання відбувається швидше, якщо темп руху нешвидкий, а стружку знімають велику. Відхилення обпиленої поверхні від форми перевіряють лінійкою. Для цього з поверхні заготовки щіткою видаляють опилки, заготовку виймають з лещат. Потім до поверхні в декількох місцях прикладають контрольну лінійку, тримаючи заготовку на рівні очей і перевіряючи рівномірність просвіту. Якщо просвіт вузький і рівномірний, то поверхня обпилена правильно.

Під час точних робіт застосовують штангенциркуль і мікрометр. Контроль площин, розташованих під кутом  $90^\circ$ , перевіряють спеціальним слюсарним косинцем. Обпилюючи розташовані під кутом  $90^\circ$  поверхні, контроль зовнішніх кутів заготовки здійснюють внутрішнім кутом слюсарного кутника, дивлячись при цьому на просвіт. Якщо світловий зазор рівномірний і вузький (рис. 3.33, а), площина обпилена правильно (контроль здійснюють при обпилюванні двічі-тричі або більше). Якщо зазор на просвіт нерівномірний (рис. 4.33, б), визначають місце, яке підлягає подальшому обпилюванню. Паралельність двох поверхонь перевіряють за допомогою штангенциркуля (рис. 4.3, в).

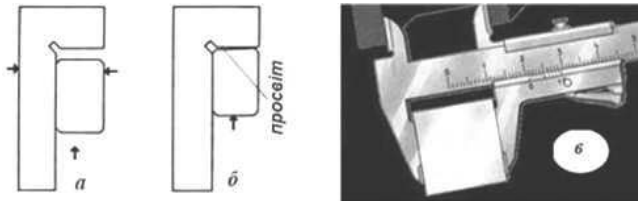


Рис. 4.33 Контроль: а, б – зовнішніх кутів при обпилюванні; в – перевірка паралельності обпилених поверхонь штангенциркулем

Лекальні лінійки призначені для перевірки прямолінійності обпилених поверхонь на просвіт і фарбу. При перевірці прямолінійності на просвіт лекальну лінійку накладають на контрольовану поверхню у місцях, в яких є нерівності (рис. 4.34, а) і за розміром світлової щілини (рис. 4.34, б) визначають їх розміри.

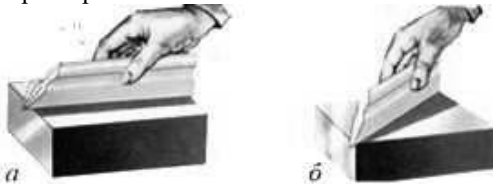


Рис. 4.34 Перевірка прямолінійності обпилених поверхонь: а – накладання лекальної лінійки на контрольовану поверхню; б – способи перевірки на просвіт.

При обпилюванні кутів заготовку рекомендується затискати в лещатах так, щоб її оброблювана грань розташовувалася горизонтально до площини верстака (рис. 4.35, а). При обпилюванні циліндричних (криволінійних) поверхонь заготовку затискають у лещата горизонтально або вертикально й обробляють коливальними рухами напилка (рис. 4.35, б). При таких рухах забезпечується рівномірне знімання металу з опуклої (циліндричної) поверхні заготовки. Дрібні деталі затискають у ручні лещата і, обперши їх на верстак, повертають лівою рукою на себе при робочому ході (під час руху напилка вперед) і від себе – при холостому ході (під час руху напилка назад). При цьому напилком тримають правою рукою з витягнутим вперед вказівним пальцем і ним здійснюють натиск. Увігнуті криволінійні поверхні, а також отвори і пази в заготовках обпилюють круглими або напівкруглими напилками (рис. 4.35, в). При обпилюванні напилком рухається горизонтально і водночас повертається навколо своєї осі. При обпилюванні таких поверхонь радіус кривизни напилка повинен бути завжди меншим, ніж радіус кривизни поверхні. Обпилювання закінчують після того, як будуть досягнуті: плавний перехід у місцях з'єднань, щільна підгонка криволінійної поверхні за шаблоном на просвіт, перпендикулярність ребер до бічної площини по косинцю. Обробка ведеться доторканням напилка верхньої площини рамки, що дає змогу обійтися без контролю правильності обпилювання вимірювальним інструментом.

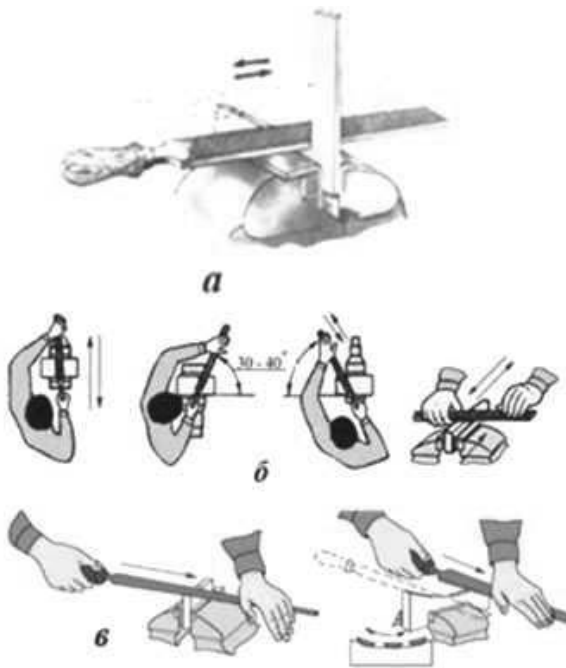


Рис. 4.35 Приклади  
 обпилювання:  
 а – кутів;  
 б – циліндричних  
 поверхонь (поперечне,  
 перехресне, поздовжнє);  
 в – увігнутих  
 криволінійних поверхонь

Обпилювання кінця стрижня на квадрат починають з обпилювання грані (рис. 4.36), розмір перевіряють штангенциркулем, потім обпилюють грань під кутом  $90^\circ$ .

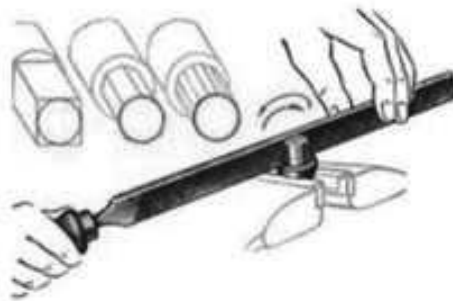


Рис.4.36 Обпилювання кінця стрижня на квадрат, шестигранник, шістнадцятигранник

**Обпилювання циліндричних заготовок здійснюється в такій послідовності.**

Спочатку обпилюють на квадрат циліндричний стрижень, у розмір сторін якого враховують припуск на подальшу обробку. Потім у квадрата обпилюють кути й отримують восьмигранник, з якого обпилюванням виготовляють шістнадцятигранник. У процесі подальшої обробки дістають циліндричний

стрижень потрібного діаметра. Щоб дістати чотири і вісім граней, шар металу знімають драчевим напилком, а шістнадцятигранник обпилюють личкувальним напилком. Контроль обробки здійснюють штангенциркулем у кількох місцях. Для обпилювання плоских тонких заготовок використовують спеціальні пристосування, щоб у процесі обробки ці заготовки не вигиналися і не м'ялись. Серед цих пристосувань найкраще себе зарекомендували розсувні загартовані сталеві рамки. Вони складаються з двох планок (рис. 4.37), між якими затискається тонколистова заготовка.

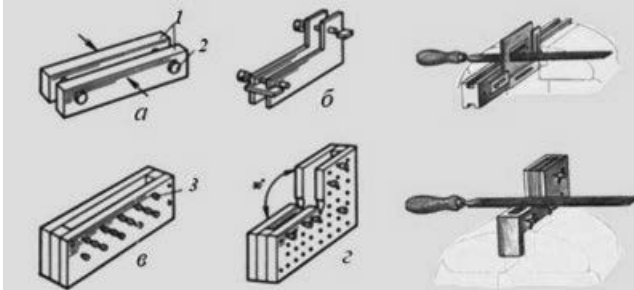


Рис. 4.37 Обпилювальні рамки і намітки: а – рамка для плоского обпилювання; б – рамка для обпилювання прямих кутів; в – позначка для плоского обпилювання; г – позначка для обпилювання внутрішніх кутів.  
1 – планка, 2 – штифти, 3 – гвинти

Саму рамку з заготовкою затискають у лещатах. При обпилюванні заготовок надфілем його беруть у праву руку так, щоб ручка впиралася в долоню, а вказівний палець кладуть на надфіль. Великий палець правої руки кладуть на кінець надфіля, а іншими пальцями лівої руки підтримують його знизу. При такому розташуванні рук здійснюється необхідний натиск для зняття тонкої стружки з поверхні заготовки. Рухи при обпилюванні повинні бути рівномірними, від 40 до 70 робочих ходів за хвилину. Силу натискання на напилек визначає матеріал заготовки: що м'якшим є матеріал, то меншою силою натискання, і навпаки – чим твердіший матеріал заготовки, тим сильнішим має бути натискання. При обробці м'яких і в'язких металів рекомендується натирати крейдою напилек – так він менше забивається стружкою.

Напилки під час роботи зношуються. Знос супроводжується втратою їх різальних властивостей. Дуже швидко, практично миттєво, зношується напилек у випадках обпилювання загартованої або не очищеної від окалини і кірки поверхні.

Догляд за напилками полягає у своєчасному очищенні насічки від застряглих у ній стружок і захисті напилка від потрапляння на насічку масла або води. Чистять напилки виготовленими з кордної стрічки сталевими щітками (рис. 4.38).

Іноді сталеву щіткою не вдається досить добре очистити напилек, тоді його опускають на 8-10 хвилин у десятивідсотковий водний розчин сірчаної кислоти, а потім промивають у воді й очищають сталеву щіткою. Після

очищення напилков ретельно промивають спочатку в розчині каустичної соди, а потім у гарячій воді та негайно сушать. Опилки від каучуку, фібри і дерева можна очистити сталеві щіткою після занурення напилка у гарячу воду на 15–20 хвилин. Якщо потрапило мастило на напилков, то його чистять спершу шматком деревного вугілля (березового), натираючи уздовж рядів насічок, а потім – як за звичай, щіткою. Якщо очистити вугіллям не вдається, то замаслені й забруднені напилки промивають у гарячому розчині лугу (їдкого натру, каустичної соди). Після цього їх очищають сталеві щіткою, промивають у воді й висушують. Напилки за правильного догляду та інтенсивної роботи зберігають працездатність протягом 12-15 робочих днів при обпилюванні сталі середньої твердості, 7-10 днів – сталі твердої, 10-12 днів – чавуну, 15-18 днів – бронзи і м'якої сталі, 15-20 днів – латуні й алюмінію. Зношені напилки передають на відновлення і перенасічку.

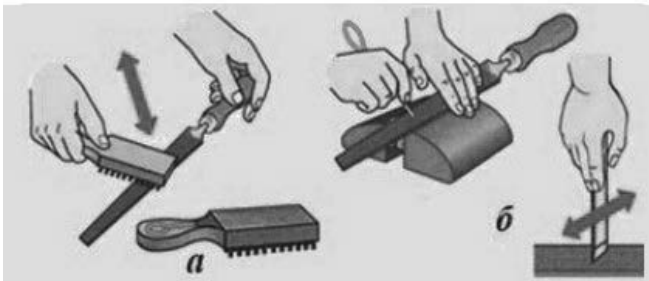


Рис. 4.38 Очищення насічки напилків:  
а – кордовою щіткою; б – скребком з м'якого металу

Для подовження терміну служби напилків необхідно дотримуватися таких правил:

- не використовувати новий напилков для обпилювання твердого чавуну, сталі, а також твердих, неопалених сталевих деталей (спочатку ним обпилюють м'яку сталь, бронзу, латунь);
- берегти напилки від іржі, стежити, щоб на них не потрапляла вода і наждачний пилок;
- завжди користуватися тільки однією стороною напилка, другу задіювати тільки після затуплення першої сторони або ж у разі обов'язкової обробки гострими зубами;
- не класти напилки один на інший, а також разом з іншими інструментами і деталями;
- не брати напилков за насічену частину замасленими руками і не класти його на замаслений верстак або брудні ганчірки.

#### 4.3.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації обпилювання.

У наш час ручне обпилювання замінюється механізованим на спеціальних обпилювальних верстатах з гнучкими і жорсткими валами і спеціальним

різальним інструментом. Ріжучий інструмент обирають залежно від виду виконуваної операції та конфігурації оброблюваної поверхні (рис. 4.39).

Кутові шліфмашинки УМШ. По-іншому їх називають болгарка, вважаються найпопулярнішими на території нашої країни, бо завдяки їм можна обробляти: дерево, метал, камінь, бетон і багато іншого. Найчастіше застосовуються в домашніх майстернях, оскільки потужність обмежена конструкцією та іншими параметрами.

Стрічкова. Основне призначення – це первинна обробка поверхонь. За допомогою неї можна знімати фарбу з покриття, вирівнювати затірки і виконувати грубе шліфування. Пристрій є специфічним, тому найчастіше застосовується тільки в професійних цілях;

Вібраційна. Шліфувальна машина такого типу застосовується для фінішного оброблення поверхонь із каменю, металу, дерева і навіть пластмаси. Іноді застосовуються для первинної обробки, оскільки можна позбутися фарби, іржі. Часто трапляються в автомобільних майстернях, адже завдяки ним можна прибирати подряпини і виконувати інші дії;

Стрічкова – професійна установка, яка призначається для обробки великих плоских поверхонь. Без особливих зусиль знімає лакофарбове покриття і швидко справляється з великим обсягом робіт.

Ексцентрикова – найуніверсальніша машина для шліфування поверхонь. Її спектр дії: полірування (первинне, фінішне), шліфування (практично всіх поверхонь). Є універсальною і найчастіше застосовується. Єдиний недолік – не можна обробляти кути.



болгарка (ушм)



вібраційна



дельтошліфувальна



стрічкова



багатофункціональні машини



полірувальна



прямошліфувальний гравер



прямошліфувальна машина



шліфувальна машина по бетону



щіткова



ексцентрикова

Рис. 4.39  
Машини для інтенсифікації обпилювання

Круги для болгарки і КШМ – це часто вживані витратні матеріали в ремонтних і будівельних роботах. Вони використовуються для різання, шліфування та полірування різних матеріалів: пластику, металу, каменю, граніту, плитки, дерева тощо. Для того щоб диски для болгарки працювали ефективно і безпечно, необхідно правильно вибирати і використовувати їх.

*Види дисків для болгарки за матеріалом.*

Пильні та шліфувальні круги для болгарки і кутової шліфувальної машинки бувають таких видів:

– Твердосплавні круги (рис. 4.40, а). Металеві диски, призначені для різання виробів із металу. Крім того, існують різновиди для обробки нержавійки, вуглецевої сталі, алюмінієвих деталей. Обід круга виготовляється з домішкою хрому або нікелю.

– Абразивні круги (рис. 4.40, б). Вони використовуються для різання і шліфування металу, каменю, кераміки, рейок та інших твердих матеріалів. Абразивні диски бувають різних типів залежно від матеріалу, який вони призначені різати або шліфувати.

– Алмазні круги (рис. 4.40, в). Вони призначені для різання твердих матеріалів, таких як камінь, цегла і бетон. Круги з алмазним напиленням працюють дуже швидко й ефективно, у них висока якість різки, але вони також дорожчі за інші види кругів.

*Диски на болгарку і КШМ за призначенням бувають:*

Відрізни – для різання різних матеріалів. Існують відрізни круги по дереву, для роботи з м'якими і твердими породами, а також ДСП, МДФ, гіпсокартоном, а металеві абразивні диски можуть також різати і тонкий метал. Також є пиляльні круги на циркулярку та КШМ для роботи з металом, бетоном, каменем та іншими твердими матеріалами. Є універсальні диски, проте їхня вартість доволі висока, і може прирівнятися до вартості кількох окремих кругів для кожного типу матеріалу;

– Обдирні (рис. 4.40, г) – використовуються для шліфування, зняття задирок, видалення іржі та старої фарби, обробки зварних швів, а також для надання поверхням певної текстури. Вони можуть бути використані на багатьох матеріалах, включно з металами, деревом, склом, керамікою і пластиком. Пристосування для цієї роботи можуть бути втілені у вигляді диска, чаші або щітки, що кріпиться на дріль, болгарку або КШМ;

– Шліфувальні – для шліфування та підготовки матеріалів до фарбування, ґрунтування. Шліфувальні круги бувають декількох видів – гнучкі нейлонові, коралові, з алмазної крихти (черепашки). Головна їхня характеристика – зернистість. Для кожного виду шліфування (плоске, кругле, оздоблення тощо) обирається круг певної зернистості;

– Полірувальні (рис. 4.40, д) – гнучкі наждачні круги на липучці (самозачіпні) різної зернистості, які використовуються для фінішного полірування виробів і рівномірного просочення поверхні;

– Пелюсткові торцеві (рис. 4.40, е) – для обробки (шліфування) високовуглецевої, нержавіючої, загартованої сталі, кольорових металів, дерева,

пластику. Виробляються з оксиду алюмінію, оксиду цирконію, кераміки, керамічних матеріалів.

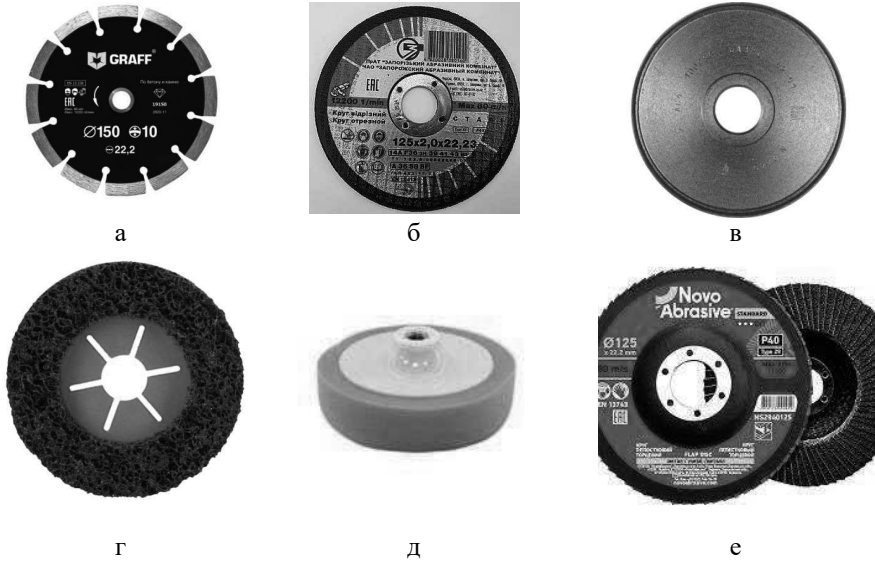


Рис. 4.40 Диски на болгарку та УШМ за призначенням

Види пильних і шліфувальних дисків за способом різання.

Від правильно обраного диска за типом різання залежить довговічність як самого круга, так і болгарки. Способи різання:

- Сухе – здійснюється без подачі рідини. Сам процес здійснюється великими вібраціями, великою кількістю пилу, гучним шумом;
- Вологе – на ріжучу основу подається вода для зниження температури й усунення пилу.

Дуже поширені комбіновані або універсальні диски, які можна використовувати як для сухого, так і мокрого різання.

Для грубого обдирання поверхонь застосовують фрези-шарошки, а для чистового обпилювання і зачищення поверхонь – круглі напилки або абразивні фасонні голівки (рис. 4.41).

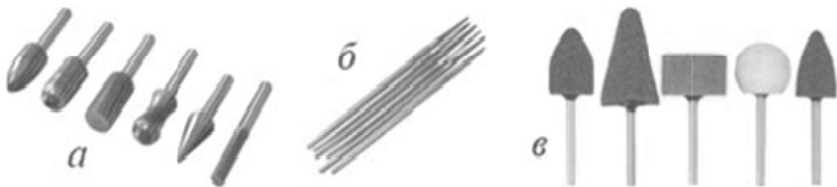


Рис. 4.41 Ріжучий інструмент: а – фрези-шарошки; б – круглі напилки; в – абразивні фасонні голівки



## 4.4. Згинання

### 4.4.1 Призначення згинання

**Згинання** – це слюсарна операція, за допомогою якої заготовка з металу при деформації набуває необхідної просторової форми.

Сутність згинання – одна частина заготовки перегинається по відношенню до другої на заданий кут. Відбувається це наступним чином: на заготовку, що вільно лежить на двох опорах, діє згинаюча сила, яка визиває в заготовці згинаюче напруження, і якщо ці напруги будуть більші за границю пружності матеріалу, деформація, отримувана заготовкою, буде пружною, і після зняття навантаження заготовка прийме початковий вигляд (випрямиться).

Але при згинанні необхідно досягти, щоб заготовка після зняття навантаження зберегла надану їй форму, тому навантаження згинання повинні перевищувати границю пружності і деформація заготовки повинна бути пластичною.

У практиці слюсарної справи слюсарю часто доводиться згинати заготовки з листового, смугового і круглого матеріалу під кутом, з певним радіусом, вигинати різної форми криві (косинці, петлі, скоби), рис. 4.42.

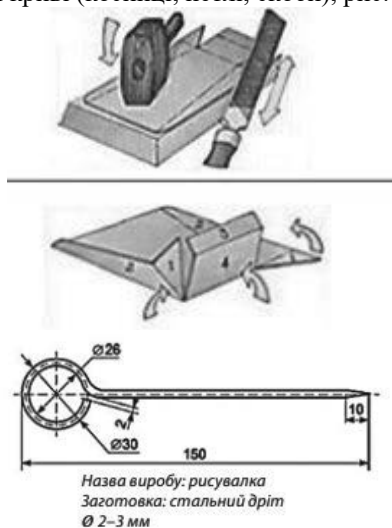


Рис. 4.42 Приклади згинання деталей

### 4.4.2 Інструмент

Слюсарне згинання виконується молотками (бажано з м'якими бойками) в лещатах, на плитах а також за допомогою спеціальних пристосувань. Тонкий листовий метал згинають киянками, вироби з дроту діаметром до 3 мм – плоскогубцями або круглогубцями. Згинанню піддаються тільки пластичні матеріали.

Виготовлення деталей згинанням виконується вручну на опорному інструменті, або на згинальних машинах (пресах).

#### 4.4.3 Способи виконання згинання.

Згинання смугової заготовки здійснюють шляхом згинання її на потрібний кут навколо будь-якої оправки, форму якої вона приймає, в слюсарних лещатах за шаблоном або на плиті (рис. 4.43).

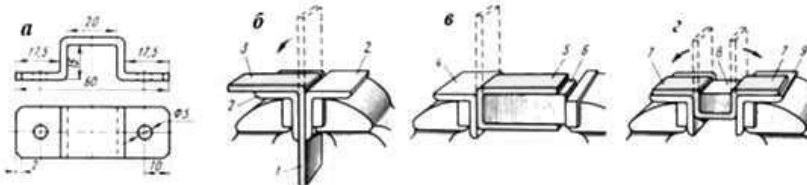


Рис. 4.43 Виготовлення скоби зі смугової сталі: а – готова деталь; б – загин першої опори; в – загин другої опори; г – згинання скоби.

Під час згинання деталей з листового металу, а також з пружного дроту відбувається розпрямлення деталі після згинання (рис. 4.44).

Величина кута, на який розпрямляється деталь унаслідок пружних деформацій, залежить від ступеня пружності металу, його товщини і радіуса вигину. Заздалегідь точно визначити кут, на який деталь розпрямляється, дуже важко, тому доводиться заготовки загинати на кут трохи більший заданого кута.

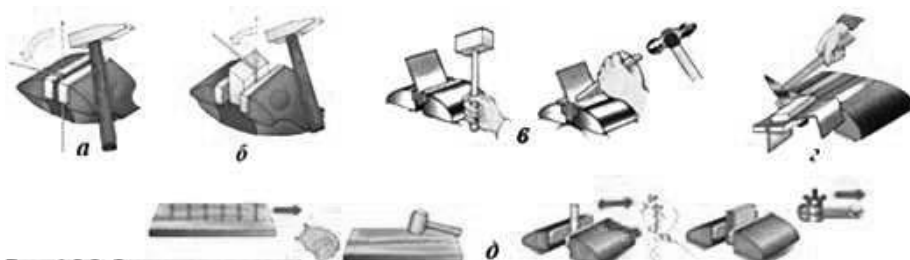


Рис. 4.44 Згинання та правка деталей з листового металу та пружного дроту: а – згинання дроту на 90°; б – згинання за шаблоном кута; в, г – згинання листового металу; д – правка пружного дроту

#### 4.4.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації згинання

Згинання квадратного або круглого металу здійснюють на спеціальному ручному пристосуванні, головним робочим інструментом якого є обкатний ролик (рис. 4.45).



Рис. 4.45 Згинання металу квадратного профілю за допомогою обкатного ролика

Згинання труб проводять за допомогою спеціальних пристосувань або на трубозгинальних верстатах (рис.4.46).



Рис. 4.46 Згинання труби на трубозгинальних верстатах

Принцип дії цього механізму простий: між трьома опорними валами розташовують профільну трубу. Центральний вал створює тиск, згинаючи метал під потрібним кутом. Для загину труби на одній локальній ділянці використовують точковий верстат.

У процесі згинання відбувається деформація металу: його зовнішні шари розтягуються і подовжуються, а внутрішні, стискаючись, коротшають. Середній шар металу, так званий нейтральний, під час деформації зберігає свою довжину незмінною. Нейтральний шар у симетричних за перетином заготовках (квадратних, листових, смугових, круглих та ін.) розташований посередині поперечного перерізу на рівних відстанях від протилежних сторін, а у несиметричних профілів (трикутного, напівкруглого та ін.) нейтральний шар проходить через центр ваги перерізу.

Листовий метал після прокатки має волокнисту структуру. Щоб у процесі згинання листового металу не виникли тріщини, його необхідно гнути поперек волокон або таким чином, щоб лінія вигину становила з напрямком прокату (волокон) кут, рівний  $45^\circ$

## **4.5. Вирівнювання та рихтування при кузовному ремонті транспортних засобів та машин спеціального призначення**

### **4.5.1 Призначення вирівнювання та рихтування**

Випрямлення та рихтування – це операції з випрямлення металу, заготовок і деталей, що мають вм'ятини, вигини, хвилястість, жолоблення, викривлення. Метал піддають виправленню як у холодному, так і нагрітому стані, вибір залежить від прогину і дефектів матеріалу.

Випрямлення може бути:

- ручне;
- машинне.

Ручну правку і рихтування металу застосовують у домашніх майстернях і при виготовленні унікальних виробів. Набір інструментів нескладний, але потрібна висока кваліфікація робітника-правильника.

Правка і рихтування при ремонті автомобілів являють собою операції з виправлення металу, деталей і складальних одиниць, що мають вм'ятини,

випучини, хвилястість, короблення, викривлення, вигнутість та ін. та пристроями.

Листовий матеріал деталей н складальних одиниць аварійних автомобілів може мати жолоблення по краях і в середині, мати вигини і місцеві нерівності у вигляді вм'ятин і випучин різних форм і розмірів. При розгляді дефектів листового матеріалу можна помітити, що увігнута сторона коротше опуклою. Волокна на опуклій стороні розтягнуті, а на увігнутій стиснуті.

#### 4.5.2 Інструмент для рихтування

Інструмент для рихтування:

- правильна плита;
- рихтувальна бабка;
- молотки з радіусним бойком;
- молотки з вставними бойками;

– гладилки (дерев'яні чи металеві бруски) застосовують при випрямленні тонкого листового чи штабового металу.

Ручну правку листових металевих заготовок здійснюють на масивній сталевій плиті дерев'яними молотками або молотками з міді, алюмінію або свинцю.

Машинну правку використовують у промисловості. Обладнання масивне і складне, але володіє високою продуктивністю і можливостями автоматизації процесу. Крім того, операцію машинної правки часто поєднують зі згинанням і нарізуванням листових заготовок, включаючи її до складу єдиного технологічного комплексу.

Заготовки зі смугової, пруткової й профільної сталі правлять сталевими молотками з круглим опуклим бойком на плиті або ковадлі. Правку труб, валів і кутової сталі здійснюють на ручному гвинтовому пресі з застосуванням призм. Правку тонкого листового металу (фольги) здійснюють дерев'яними або металевими брусками (гладилками) на гладеньких металевих плитах (рис. 4.47).

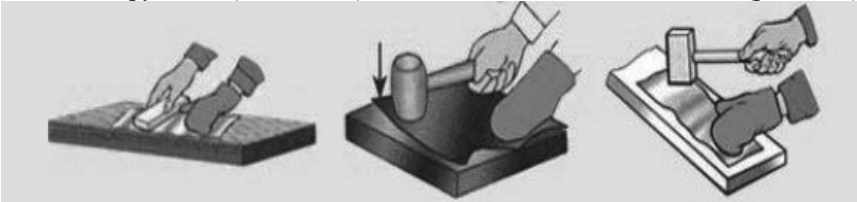


Рис. 4.47 Правка тонкого листового металу

*Слюсарні інструменти й предмети, необхідні при правці, повинні відповідати таким вимогам:*

- робоча поверхня дерев'яного молотка мусить бути гладкою і рівною, без тріщин і відколів;
- молотки повинні бути виготовлені з дерева твердої породи. Металеві молотки повинні мати круглий, добре відполірований бойок без вм'ятин і задирок;

- молотки з квадратним бойком для правки заготовок використовувати не рекомендують, тому що від його кутів після ударів залишаються забоїни.

Стапель – основне пристосування, що застосовується для рихтування кузова автомобіля і дозволяє випрямляти вм'яті його частини (рис. 4.48). Є металевою п'ятиметровою платформою, що виготовляється з металопластин з ребрами жорсткості. На цю основу за допомогою струбцин та підйомного механізму прикріплюється авто для подальшого випрямлення вм'ятини. Стапель із платформою також може використовуватися як підйомник.

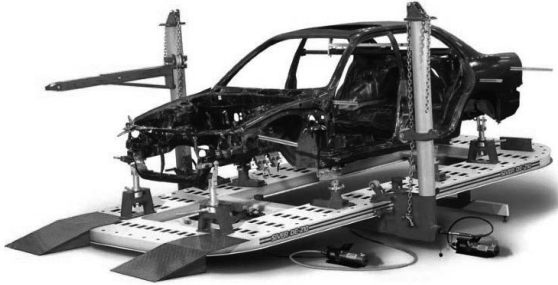


Рис. 4.48 Стапель

Кузови сучасних легкових автомобілів виготовляють із тонколистової сталі. Для міцності кузова панелям надають вигнуту форму, а штампуванням роблять переходи, підсилювачі, ребра жорсткості. Відновлення форми таких деталей після аварії – доволі складна і трудомістка робота, оскільки усунення вм'ятин, перекосів, скручувань і вигинів, як правило, проводять у холодному стані методами силового виправлення, вибивання окремих ділянок і їхнього тонкого рихтування. Коли правка в холодному стані не вдається, для усунення деформацій, що мають вигляд глибоких складок і різких перегинів, допускається застосовувати попередній підігрів. Якісну правку можна зробити за наявності набору рихтувального інструменту, гідравлічних і гвинтових пристроїв.

Остаточне доведення пошкоджених місць кузова виконують за допомогою набору рихтувального інструменту (рис. 4.49).



Рис. 4.49 Набір рихтувального інструменту

До його складу входять: правочні важелі та притискачі; рихтувальні молотки; фасонні плити, оправлення та ковадла (рис. 4.50, 4.51).

Правочні важелі та притиски використовують для виправлення деформацій у важкодоступних місцях. Якщо до пошкоджених ділянок немає доступу, то

обирають місце у фланцевих з'єднаннях деталей або в з'єднаннях, виконаних точним зварюванням, де можна роз'єднати дві деталі і через щілину, що утворилася, виконати правку. Якщо немає можливості утворити щілину, допускається зробити отвір безпосередньо в деформованій деталі або поблизу пошкодженої ділянки, через який правка буде можлива. Після закінчення роботи пробитий отвір має бути запаяний методом зварювання або твердого паяння і потім зашліфований врівень з основним металом..



Рис.4.50 Притискачі



Рис. 4.51 Рихтувальні молотки

Рихтувальні гаки мають бути виготовлені з металу завтовшки не менше 10-12мм (рис. 4.52).

Правка і рихтування автомобілів проводиться, починаючи з найбільшої вм'ятини, з використанням відповідних інструментів, при цьому рихтувальні молотки залишаються основним пристосуванням, що випрямляє.



Рис. 4.52 Комплект рихтувальних гаків

З метою вирівнювання втиснутих частин неотріхованого кузова автомобіля застосовується гідравлічний кузовний ремонт. За допомогою насоса зі всілякими прямими і фігурними насадками, оснащеного циліндрами, що працює на гідравлічному механізмі, здійснюють витяжку вм'ятин авто і

рехтевку геометрії кузова (рис. 4.53). За неможливості зробити випрямлення за допомогою насосів корисними можуть стати затискачі та захвати. У рихтувальні комплекти зазвичай включають кілька таких затискних пристосувань різних розмірів (діаметрів).



Рис. 4.53 Гідравлічні силові пристрої для виправлення отворів кузовів

#### 4.5.3 Способи виконання вирівнювання та рихтування

Найскладнішою операцією з усунення дефектів на листовій заготовці є усунення опуклостей, які можуть бути в різних місцях заготовки.

*Виправлення листової заготовки здійснюється в такій послідовності.*

Для виправлення лист кладуть на плиту опуклістю догори. Крейдою або кольоровим олівцем обводять межі опуклості. Потім, притримуючи лист лівою рукою, правою здійснюють удари молотком рядами, від краю заготовки в напрямку опуклості (рис. 4.54).

Під ударами молотка рівна частина заготовки буде витягуватися, а опуклість поступово зникати. Удари молотком мусять бути частими, але не сильними, а в міру наближення місць ударів до меж опуклості вони повинні слабшати.

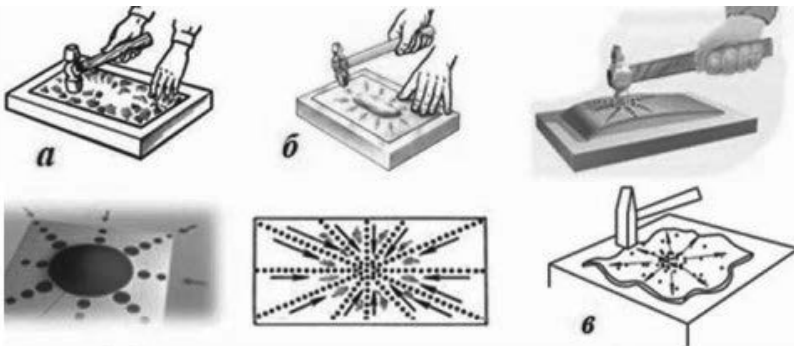


Рис. 4.54 Виправлення листової сталі молотком (а) і схема здійснення ударів для виправлення опуклості, розташованої всередині листа (б) і з хвилястістю по краях (в)

Виправлення триває доти, поки опуклість не зникне, потім заготовку перевертають і легкими ударами молотка остаточно правлять всю її площину.

За наявності декількох опуклостей удари починають завдавати з проміжку між виступами, поступово наближаючись до них. Якщо опуклість розташована

біля краю листової заготовки, то правку варто починати від середини листа до країв.

*Виправлення смугового металу, зігнутого по площині, проводиться в такій послідовності.*

Смугу розташовують на правильній плиті опуклістю догори з дотиком у двох місцях (рис. 4.55).

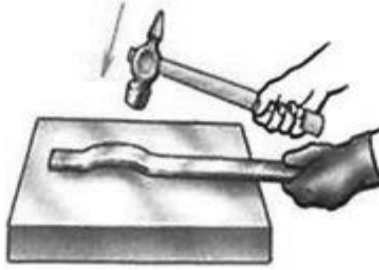


Рис. 4.55 Правка зігнутої металевої смуги

Потім починають завдавати удари по краях опуклості по черзі з двох сторін, наближаючись до її середини. Причому, що більша опуклість (вигин) і товстіша смуга, то сильнішими повинні бути удари молотка по заготовці.

Правку смугових, серповидно вигнутих заготовок здійснюють на плиті. Для цього заготовку кладуть на плиту, однією рукою притискають і молотком (дерев'яним або залізним з опуклим бойком) здійснюють удари поперек смуги. Причому удари треба починати з коротшого боку смуги, тобто того, де метал найбільш стиснутий і його необхідно розтягнути, щоб заготовка вирівнялася.

На початку правки удари молотком по краю увігнутого боку смуги повинні бути сильними, а в міру наближення до протилежної сторони – слабшими. При цьому коротша сторона смуги, яка бере на себе найбільш сильні удари, поступово витягується і заготовка випрямляється. Лінійність смуги перевіряється металевою лінійкою.

Правку сталевго прута круглого перетину на плиті виконують аналогічно до правки смугового металу. Удари завдають молотком по опуклій частині від країв вигину, наближаючись до його середини. Правку закінчують легкими ударами, повертаючи пруток навколо своєї осі. При наявності декількох вигинів спочатку правлять крайні вигни, а потім – розташовані в середині прутка.

*Правку сталевго прута круглого перетину на призмах здійснюють у такій послідовності.*

На плиту встановлюють дві призми (рис. 4.56). Заготовку розташовують у призмах таким чином, щоб вигин був між призмами опуклою частиною догори. Притримуючи заготовку лівою рукою, щоб вона не проверталася в призмах, правою завдають удари молотком від країв вигину до його середньої частини. Якість правки (лінійність прутка) перевіряють металевою лінійкою або



кутником: кількість просвітів між поверхнею прутка і поверхнею лінійки має бути мінімальною.

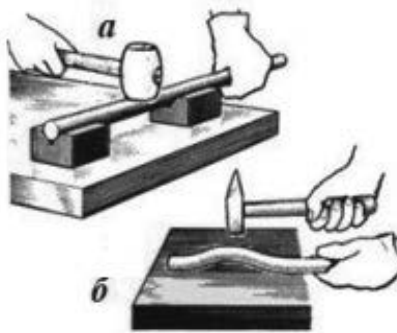


Рис. 4.56 Правка сталевго прута круглого перетину:  
а – на двох призмах; б – на плиті.

#### 4.5.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації вирівнювання та рихтування

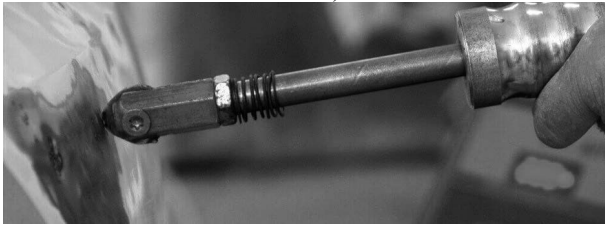
Spotter (спотер від англ. spot – точка) – апарат одностороннього точкового зварювання (рис. 4.57). Принцип дії – зварювання опором і засноване на принципі виділення великої кількості тепла в зоні контакту матеріалів, що зварюються при проходженні струму. Бувають спотери трансформаторного та інверторного типів. Він подібно до зворотного молотка простукувати невеликі деформовані деталі. Це – один із методів рихтування машин, який виконується подібним обладнанням точково.

У кузовному ремонті споттер використовується для виправлення великих деталей кузова, або тих, до яких немає можливості без розбирання дістатися зі зворотного боку деталі, що ремонтується (наприклад, двері, пороги і т.п.). Із застосуванням споттера трудомісткість робіт значно знижується за рахунок зменшення кількості арматурних та ремонтних робіт.

Технологічний процес виглядає так: деформовану поверхню необхідно попередньо зачистити від лакофарбового, антигравійного покриття або іржі, якщо така є. До цієї поверхні кріпиться контакт заземлення. Точковим зварюванням приварюються елементи кріплення (це можуть бути трикутники, шайби, шпильки, зворотний молоток). Виконати захоплення кріпильного елемента і, використовуючи спеціальні пристрої для виправлення, зробити витяжку деформованої поверхні. Як пристрій для виправлення використовують стапелі, гідроциліндри, механічні розтяжки, стяжки, зворотний молоток. Після виправлення кріпильна деталь видаляється вручну (обертальними рухами) і проводиться зачистка шліфувальним інструментом.



а)



б)

Рис. 4.57 Спотер для кузовного ремонту з комплектом пристроїв для рихтування (а) і молот приварювання зворотного молотка до кузова (б)

Для правлення профільних заготовок, труб і валів, коли сила удару молотком не забезпечує виконання правки, застосовують ручні преси. Як правило, роботу з виправлення заготовки на пресі виконують двоє робітників: один пускає в хід прес, а інший встановлює і знімає виправлену заготовку з преса (рис. 4.58).



Рис. 4.58 Правка вала на ручному пресі.

*Механізація випрямлення:*

- згинальні вальці (ручні, приводні) (рис. 4.59);



Рис. 4.59 Ручні вальці для листового металу.

- листозгинальна тривалкова машина (рис. 4.60);



Рис. 4.60 Тривалкова листогибочна машина - гвинтові преси

Універсальний прес (рис. 4.61) для майстерень призначений для гнуття і рихтування, прошивання і протягування, запресовки і випресовки



Рис. 4.61 Прес гвинтовий ПМВ-3

*Випрямлення зварних виробів:*

Холодне випрямлення зварних з'єднань з незначним жолобленням виконують в ручну за допомогою дерев'яних і сталевих молотків на плитах, ковадлах, оправках або пневматичним молотком. Холодне випрямлення виконують дуже обережно, ділянку зварного виробу вдаряють молотком, внаслідок чого метал доводять до стану плинності й виріб починає поступово набувати потрібну форму. Для уникнення можливих ризиків і зарубок від ударів молотка, застосовують молотки з оправками з гладкою робочою поверхнею.

## 5. ТОНКА ОБРОБКА ПОВЕРХНІ

### 5.1 Шабрування

#### 5.1.1 Призначення шабрування

**Шабрування** - операція, що полягає у знятті дуже тонких шарів матеріалу з поверхні заготовки (рис. 5.1). Шабрування застосовують у тих випадках, коли оброблена поверхня повинна мати дуже малу шорсткість. Як правило, шабрування піддають поверхні, що сполучаються, що переміщуються одна щодо іншої.



Рис. 5.1 Шабрування – остаточна шлюсарна операція

Шабрування забезпечує щільне прилягання цих поверхонь, надійне утримання мастила між ними, а також точні розміри оброблених деталей.

Шабруванням можна забезпечити точність обробки до 0,005 – 0,01мм.

#### 5.1.2 Інструмент

Для шабрування поверхонь застосовують спеціальні інструменти – шабери, а якість обробки визначають за допомогою перевірочних інструментів. Ріжучу частину шаберів для обдирних робіт роблять похилою, а чистових робіт під прямим кутом. Ріжучими краями плоских шаберів є торцеві ребра

Шабери виготовляють із вуглецевої інструментальної сталі марок У10 - У12 із гартуванням робочої частини. Цілісні шабери виготовляються з інструментальної сталі (Р18, ШХ15), а державка - з більш дешевої вуглецевої. Також можливе виконання шаберів зі старих плоских напилків, сточуючи насічки на їхніх кінцях для утворення різальної частини. Для шабрування білого чавуну та інших твердих металів можуть застосовуватися пластинки із твердих сплавів. Довжина плоских шаберів: односторонніх 200-300мм, двосторонніх 200-400мм. Ширина шаберів: для грубого шабрування 20-30мм, точного 15-20мм, самого точного (дрібно) 5-12мм. Товщина кінця ріжучої частини 2-4мм. Кут загострення плоских шаберів дорівнює 90°. Для шабрування внутрішніх поверхонь застосовують три грані шабери з кутом загострення 60°; вони мають на гранях поздовжні канавки (жолобки) для зручності заточування. Робочий рух шаберами для обробки внутрішніх поверхонь бокове – вправо-вліво.

Шабери класифікують: за конструкцією – цілісні та складові; форми

ріжучої кромки – плоскі, тригранні, фасонні ріжучих граней - односторонні і двосторонні. Шабери з прямолінійною або криволінійною ріжучою кромкою (рис. 5.2, а-в) виготовляють одно- і двосторонніми і застосовують для шабрування плоских поверхонь. Тригранні шабери (рис. 5.2., г), що мають три ріжучі кромки, застосовують при шабруванні увігнутих поверхонь. Складові шабери (рис. 5.2, д і е) дозволяють швидко замінювати ріжучі пластини, що дуже зручно при виконанні процесу шабрування.

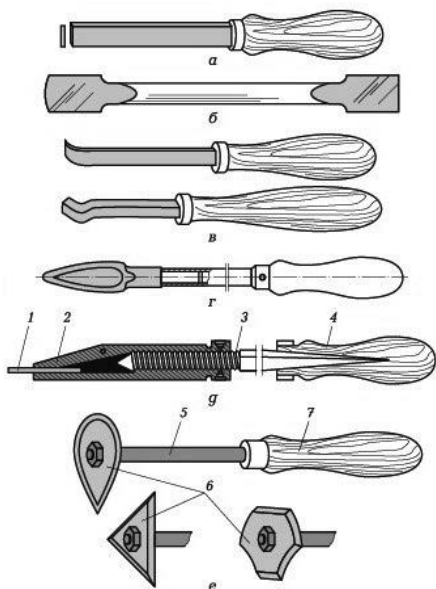


Рис. 5.2 Шабери: а - прямолінійний з односторонньою прямолінійною ріжучою кромкою; б - двосторонній; в - вигнутий; г – тригранний; д, е – складальні (1, б – змінні пластини, 2 – державка, 3 – зажимний гвинт, 4, 7 – руків'я, 5 – стержень)

Крім ріжучого інструменту, при шабруванні використовують інструменти перевірки. До них відносяться перевірна плита, плоска перевірна лінійка, тригранні (кутові) лінійки, кутова призма, кутова плита. Нерівності стають видимими на оброблювальній поверхні після її накладання на пофарбований інструмент перевірки, або навпаки, після накладання фарбованого перевірного інструменту на оброблювану поверхню. При шабруванні робота ведеться за фарбою, що наноситься на перевірочну плиту. Кращими фарбами є залізний сурик, блакить, індіго та голландська сажа. Перед вживанням фарбу розтирають у дрібний порошок і розводять в мастилі.

### 5.1.3 Способи виконання шабрування

Робоче положення шабера: кут нахилу до поверхні, що шабрується – 30-40°. Робочий хід – або вперед, від себе, або назад, на себе, - проводиться з зусиллям, холостий хід – повернення шабера у вихідне положення – проводиться з відривом кромки, що ріже, від оброблюваної поверхні. Починають шабрування довгим ходом – 15-20мм, у міру вирівнювання

поверхні довжина ходу скорочується до 2-5мм. Напрямок рухів шабера щоразу потрібно змінювати, щоб штрихи, ним нанесені, перетиналися між собою під кутом 45-60°.

Прийоми шабрування залежить від типу оброблюваної поверхні.

Шабрування плоских поверхонь починають із краю деталі, найбільш віддаленого від слюсаря, і поступово обробляють всю поверхню. Шабрують при цьому тільки місця з великими сірими плямами, розбиваючи їх на дрібніші.

Після попередньої обробки, яка проводиться шабером з довгою ріжучою кромкою (20-30мм), переходять до остаточного шабрування, для якого використовується шабер з більш коротким ріжучою кромкою (15-20мм). У ході цієї операції круглі плями розбивають навпіл, а довгасті – на дрібніші в поперечному напрямку.

Якщо необхідно домогтися найбільшої точності поверхні або щільності прилягання деталей один до одного, слід зробити ще й точне шабрування інструментом з короткою ріжучою кромкою – 10-15мм.

При шабрени криволінійних поверхонь шабрувальна фарба наноситься не на плиту, а на шаблон (або контрольний стрижень або вал, якщо шабрують, наприклад, внутрішню частину підшипника).

Прийоми шабрування такі ж, що й під час обробки плоских поверхонь, та якщо з інструментів використовують переважно тригранні і вигнуті шабери.

Складність шабрування внутрішніх кутів сполучених поверхонь полягає в тому, що вони часто бувають важкодоступні при роботі плоским шабером. Тому для обробки цих ділянок використовуються, як правило, фасонні шабери.

Для забезпечення високої якості обробки під час проведення шабрування слід дотримуватися низки правил.

*Перед початком роботи необхідно перевірити:*

1. Поверхні, що підлягають шабруванню, на площинність, сполучення і якість підготовки (при необхідності зачистити).

2. Заточення та заправлення шабера (при необхідності заправити).

3. Фарбу для фарбування перевірного інструменту (у ній не повинно бути твердих включень та сухих крупинок).

4. Стан перевірного інструменту на відсутність подряпин та вибоїв.

У процесі роботи слід:

1. Нанести на поверхню заготівлі фарбу за допомогою перевірного інструменту;

2. Очистити поверхню заготовки від стружки та бруду;

3. Промити поверхню заготівлі та протерти її насухо;

4. Нанести на перевірений інструмент тонкий шар фарби;

5. Накласти підготовлену заготовку поверхнею, що підлягає обробці, на перевірений інструмент або перевірений інструмент на поверхню заготовки, що підлягає обробці;

6. Перемішувати заготівлю по повірочному інструменту або повірочний інструмент по заготівлі, забезпечуючи фарбування поверхні, що підлягає обробці.

7. Зробити видалення металу з пофарбованих місць поверхні;
8. Знову нанести фарбу на поверхню заготовки;
9. Дії повторювати до тих пір, поки кількість плям фарби не відповідатиме вимогам технічних умов;
10. Виконувати шабрування, періодично контролюючи стан ріжучої кромки шабера та здійснюючи її доведення у разі потреби;
11. Кожен прохід при шабруванні виконувати у різних напрямках;
12. Шабрування сполученої плоскої поверхні виконувати лише після остаточної обробки базової поверхні;
13. Шабрування плоскої поверхні, паралельної раніше обробленої, виконувати з періодичним контролем за допомогою індикатора годинного типу;
14. При шабруванні пари деталей спочатку шабрувати поверхню однієї з них, а потім іншу, використовуючи першу як повірочний інструмент при контролі «на фарбу»;
15. Заготовки з криволінійними поверхнями закріплювати в пристосуванні обережно, уникаючи появи короблення та вм'ятин.

*Шабрування по маяках* застосовується при обробці плоских поверхонь великої довжини, наприклад, напрямних металорізальних верстатів. Сутність методу полягає в тому, що на поверхні, що обробляється, шабрують по плиті невеликий ділянку, розмір якого трохи перевищує розмір плити. Після цього на поверхню плити встановлюють рівень, який не повинен показувати відхилень від горизонтальності ні в поздовжньому, ні в поперечному напрямку. Маяк шабрують на обох кінцях напрямних. Маяки виконують по всій поверхні напрямних таким чином, щоб відстань між сусідніми маяками не перевищувала довжини лінійки перевірки, за допомогою якої перевіряють взаємне положення маяків. Таким чином, усі маяки виводять на одну пряму, розташовану горизонтально. При подальшій обробці маяки виконують роль базових поверхонь по відношенню до ділянок напрямних, розташованих між ними.

Процес заточування інструменту для шабрування складається з трьох етапів: попереднє заточування, заправлення та доведення (рис. 5.3).

*Попереднє заточування* здійснюється на заточувальних верстатах абразивними колами, що мають досить великі зерна, які залишають сліди (ризика) на заточеній поверхні. Це неприпустимо внаслідок дуже жорстких вимог, що пред'являються до шорсткості обробленої поверхні, тому після заточування шабер необхідно піддати додаткової обробки – заправки.

*Заправка* шаберу здійснюється на абразивних брусках з дуже дрібними зернами, які забезпечують видалення з робочої поверхні слідів (рисок), що залишилися після заточування. Поверхню абразивного бруска при заправці шаберів змашують тонким шаром олії.

Для виконання особливо точних робіт шабер після заправки на абразивному бруску доводять.

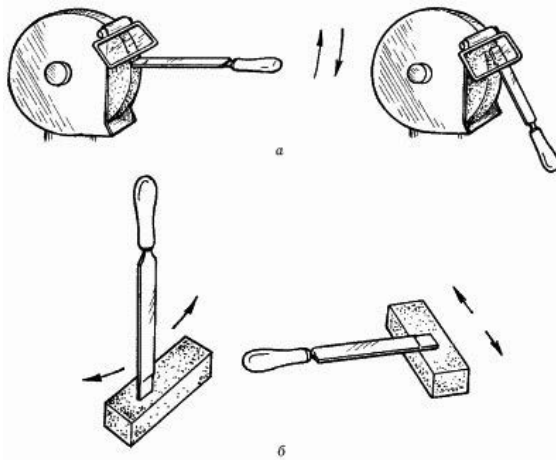


Рис. 5.3 Заточення та заправка шабера: а – заточування; б – заправлення

Якість шабрування визначається за кількістю точок дотику з'єднаних поверхонь. Вважається щільною, якщо кількість точок дотику на ділянці  $25 \times 25 \text{ мм}^2$  буде не менше трьох (для герметичних з'єднань не менше п'яти). Для перевірки кількості точок на шабрується поверхні користуються спеціальною перевіркою рамкою.

При контролі якості шабрування використовують спеціальну рамку (рис. 5.4, а), яку накладають на оброблену поверхню та підраховують кількість плям, що знаходяться у вікні рамки (рис. 5.4, б). Для контролю якості шабрування криволінійних поверхонь застосовують целулоїдний шаблон (рис. 5.4, в).

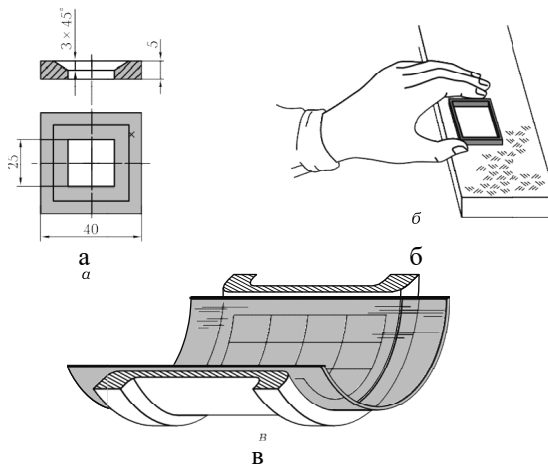


Рис. 5.4 Контроль якості шабрування: а – контрольна рамка; б – приклад застосування; в – целулоїдний шаблон



#### 5.1.4 Ручні механізми та машини для інтенсифікації шабрування

Шабрування – трудомісткий процес. Бажано використовувати за наявності механізовані шабери, що прискорюють процес у 20-25 разів.

Окрім ручної операції шабрування поверхні металу можна виконати і спеціальним помічником – електричним шабером. Але його можливості обмежені лише обробкою плоских поверхонь, причому чорнкової чи напівчистої. Число ходів до  $2400\text{хв}^{-1}$ : Довжина ходу від 0 -20мм (рис. 5.5). Фінішно-підготувати деталь до експлуатації майстер може лише вручну.



Рис. 5.5 Електричний шабер

### 5.2 Розпилювання та припасування деталей

#### 5.2.1 Призначення розпилювання та припасування деталей

*Розпилювання* – операція з обробки напилком отвору або отвору для створення заданих розмірів і форми після того, як вони були попередньо отримані свердлінням по контуру з подальшим прорубуванням перемичок між отворами, випилюванням ручною ножівкою, штампуванням або іншими способами (рис. 5.6).

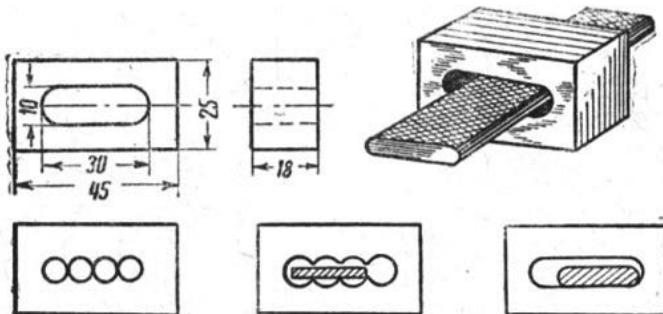


Рис. 5.6 Розпилювання отвору в заготівлі

*Припасування* – слюсарна операція, що полягає у взаємному підгоні

способами обпилювання двох сполучених деталей. Контури деталей, що припасовуються, поділяють на замкнуті (отвори) і незамкнуті (прорізи) (рис. 5.7).

Одна з деталей, що припасовуються, має отвір або проріз, називається проймою, а деталь, що входить в пройму – вкладишем.

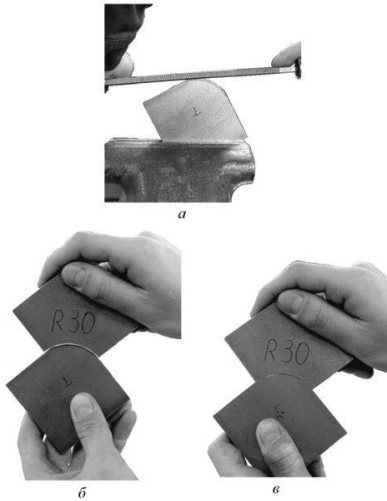


Рис. 5.7 Припасування кіл:  
а – обпилювання кола особистим напилком; б – перевірка кола за шаблоном; в – припасований

### 5.2.2 Інструмент

Залежно від форми контуру, що підлягає розпилюванню, вибирають форму інструменту (напилка або надфілю), а також відповідні пристрої та контрольно-вимірювальні інструменти. Особливість розпилювання в порівнянні з обпилюванням полягає в тому, що якість обробки (розмірів та форми) поряд із застосуванням універсальних контрольно-вимірювальних інструментів контролюється спеціальними перевірочними інструментами – шаблонами та виробками.

### 5.2.3 Способи виконання розпилювання та припасування деталей

Розпилювання і припасування – дуже трудомісткі слюсарні операції, тому при їх виконанні для забезпечення високої якості обробки необхідно дотримуватись ряду правил.

Основні правила при розпилюванні зводяться до наступного.

1. Спосіб попередньої обробки отвору або отворів вибирають в залежності від товщини заготовки: менше 5мм – вирубування або випилювання слюсарною ножівкою по контуру; більше 5мм – свердління по контуру з наступним вирубуванням перемичок або розсвердлювання.

2. Під час попередньої обробки отвору та отворів необхідно зберігати розмічувальні ризики та залишати припуск на подальшу обробку.

3. Обробку отвору та отворів слід починати з прямолінійних ділянок поверхонь і тільки після цього переходити до обробки криволінійних ділянок, що сполучаються з ними.

4. У процесі обробки необхідно проводити періодичний контроль з використанням шаблонів, вкладишів та виробок.

5. Кути отвору та отворів необхідно обробляти начисто ребром напилка відповідного профілю поперечного перерізу (застосовують напилки з насічками № 3 або 4) або надфілями, перевіряючи якість обробки виробками.

6. Остаточну обробку слід виконувати поздовжнім штрихом.

7. Роботу слід вважати завершеною, коли контрольний шаблон або вкладка повністю входить в отвір або отвори, а просвіт (зазор) між шаблоном (вкладишем) і сторонами отвору або отвору рівномірний.

Основні правила припасуванні, які вимагають обов'язкового виконання, наступні.

1. Обробити заготівлю із зовнішніми контурами (вкладиш).

2. Розмітити та пригнати пройму по вкладишу.

3. Переконатися, що просвіт у парі пройму-вкладиш рівномірний.

4. Симетричні пройми та вкладиш повинні сполучатися без зусилля, з рівномірним зазором при кантуванні на 180°.

#### 5.2.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації розпилювання та припасування деталей

Професійний електричний напилек (рис. 5.8) з двигуном потужністю 400Вт служить для точного шліфування металу, та пластмас. Інструмент із функцією плавного руху стрічки, з регулюванням швидкості в діапазоні від 300 до 1700 метрів за хвилину. Інструмент пристосований для роботи зі шліфувальними смугами шириною 9 і 13мм. Можлива швидка заміна шліфувальної стрічки та регулювання кута нахилу напрямної. Невелика ширина напрямної забезпечує точну обробку невеликих деталей та роботу у важкодоступних місцях. Одна із змінних напрямних дозволяє шліфувати овальні та округлі поверхні. Інструмент оснащений блокатором кнопки включення для безперервної роботи, що стане в нагоді при тривалій роботі.



Рис. 5.8 Напилек електричний

### 5.3 Притирання

#### 5.3.1 Призначення притирання

*Притиранням* називається обробка деталей, що працюють у парі, для забезпечення контакту їх робочих поверхонь.

*Доводка* – це чистова обробка деталей з метою одержання точних розмірів і малої шорсткості поверхонь.

Притирку й доводку здійснюють абразивними порошками або пастами, які наносять або на оброблювані поверхні, або на спеціальний інструмент –

притир. За допомогою притиру з оброблюваного виробу видаляється найтонший шар металу (до 0,02мм). Товщина шару металу, що знімається притиром за один прохід, не перевищує 0,002мм. Притирання проводять після роботи напилком або шабером ля остаточної обробки поверхні виробу і надання йому найбільшої точності.

Припуск на притирку становить 0,01...0,02мм, на доводку – 0,001...0,0025мм. Точність притирки – 0,001...0,002мм. Доводка забезпечує точність за 5...6-м квалітетами і шорсткість поверхні до  $R_z$  0,05.

У машинобудуванні притирають гідравлічні пари, пробки й корпуси кранів, клапани та їх сідла у двигунах внутрішнього згоряння, робочі поверхні вимірювальних інструментів тощо.

### 5.3.2 Інструмент

*Притиральні матеріали.* Абразивні матеріали (абразиви) – це дрібнозернисті кристалічні порошкоподібні, а також масивні тверді тіла, застосовувані для механічної обробки різних матеріалів.

Абразиви поділяють на природні й штучні. Розрізняють також тверді абразивні матеріали, твердість яких більша за твердість загартованої сталі, й м'які, що мають меншу твердість. До твердих природних абразивних матеріалів належать мінерали, що містять оксид алюмінію (природний корунд, наждак) та оксид кремнію (кварц, кремій, алмаз).

Тверді штучні абразивні матеріали, які виготовляють в електропечах, характеризуються високою твердістю, однорідністю складу й властивостей. До штучних абразивних матеріалів належать: електрокорунд нормальний (1А); електрокорунд білий (2А); електрокорунд хромистий (3А); монокорунд (4А); карбід кремнію(карборунд) зелений (6С); карбід кремнію чорний (5С); карбідбору (КБ); кубічний нітрид бору (КБ71); ельбор (Л); алмаз синтетичний(АС).

Для притирки (доводки) сталі, використовують порошки електрокорунду нормального, білого й хромистого, а також моно корунду для обробки чавуну й крихких матеріалів — карбід кремнію, для обробки твердих сплавів та інших важкооброблюваних матеріалів порошки карбіду бору, синтетичних алмазів.

М'якими абразивними матеріалами притирають(доводять) відпалену сталь, чавун, мідні й алюмінієві сплави.

Для грубої притирки використовують абразивні шліфувальні порошки зернистістю 5...3, для попередньої притирки – мікропорошки М28, М20 і М14, а для остаточної – М10, М7 і М5.

З м'яких абразивних матеріалів найчастіше застосовують пасту ГОІ (рис. 5.9). Їх випускають у вигляді тубиків циліндричної форми (діаметром 36 мм і висотою 50мм) або кусками. Паста широко застосовується для остаточних доводочних робіт, коли, крім високої точності й малої шорсткості, потрібно, щоб була блискуча поверхня.

Застосування паст забезпечує також підвищення стійкості проти спрацювання оброблених деталей, бо на поверхні не залишається вкраплень твердих абразивних матеріалів, що сприяють спрацюванню поверхонь.

Розрізняють три сорти абразивної пасти ГОІ – грубу, середню й тонку.

Грубу (крупну) пасту (світло-зеленого кольору) застосовують для знімання шару металу завтовшки в кілька десятих часток міліметра, наприклад, для видалення слідів обробки обпилюванням, грубим шабруванням, струганням, шліфуванням. Деталі після притирки (доводки) цією пастою мають матову поверхню.

Середньою (дрібною) пастою (зеленого кольору) знімають шар металу, що вимірюється сотими частками міліметра, дістаючи чисту поверхню, без штрихів.

Тонка (мікродрібна) паста (чорного кольору з зеленуватим відтінком) служить для остаточної обробки й надає поверхні дзеркального блиску. Тонкою пастою знімають припуски в тисячні частки міліметра.

Кожний вид пасти має номер, який відповідає її абразивній здатності, наприклад грубій пасти – № 50, 40; 35, 30, 25 і 20, середній – 15 і 10, тонкій – № 7, 4 і 1. Розміри зерен грубої пасти - 40...17мкм, середньої – 16...8 і тонкої – менш як 8мкм.

Попередньою доводкою знімається великий шар металу, тому застосовують притири з м'якого металу (міді). Вони утримують крупний абразив значно краще, ніж сірий чавун. Для остаточної доводки, коли знімається невеликий шар металу, застосовують чавунні притири. Вони утримують в основному найдрібніші зерна і завдяки твердості полегшують обробку. Стальні притири спрацьовуються швидше, ніж чавунні. Для остаточної доводки пастами ГОІ, щоб мати дзеркальну поверхню, слід застосовувати притири, виготовлені зі скла «пірекс» або дзеркального литого скла, що не має бульбашок, глибоких подряпин та раковин

*Алмазні пасти* (пасти з природних і синтетичних алмазних порошоків) набули широкого застосування (рис. 5.10). Алмазні пасти випускаються дванадцятьма зернистостей, умовно поділяють на чотири групи - велику, середню, дрібну і тонку. Пасти кожної групи мають свій колір: великої – червоний (АП100, АП80, АП60); середньої – зелений (АП40, АП28, АП20); дрібної – блакитний (АП14, АП10 і АП7); тонкої – жовтий (АП5, АП3 і АП1). Крім того, в межах кожної групи пасту найбільшої зернистості позначають чорною смужкою, середньої – сірою, а дрібної – білою (цими кольорами фарбують тюбики й упаковку пасти). Алмазні пасти випускають світлого кольору для того, щоб за його зміною можна було судити про зняття оброблюваного матеріалу. При правильному виборі притира й пасти після нетривалої роботи алмазна паста набуває темного кольору. Це є свідченням безперервного зняття матеріалу.

Буква А означає, що порошок виготовлено з алмазу, П – паста, цифри, що стоять поруч, – розмір зерна (наприклад, АП100 – розмір зерна 100, 80мкм; АП80 – 80...60мкм, АП3 – 3...1мкм, АП1 – 1мкм і менше).

Алмазні пасти застосовують для притирки й доводки виробів з твердих сплавів, сталей різних марок і неметалевих матеріалів – скла, рубіну, кераміки. Випускають пасти різноманітних характеристик з природних і синтетичних алмазів з розміром зерна від 60 до 1мкм. Процентне співвідношення вмісту

порошку в пасті за масою становить 1...23%. До складу пасты входять високомолекулярні поверхнево - активні речовини, які добре змочують зерна алмазу.



Рис. 5.9 Паста ГОІ



Рис. 5.10 Комплект для ручного притирання, що складається з чавунних притирів і алмазної пасты різної зернистості

За консистенцією пасты поділяють на тверді, мазеподібні, рідкі. Звичайно крупнозернисті пасты виготовляють твердої й мазеподібної (густої) консистенцій, дрібнозернисті всіх консистенцій. Найчастіше при обробці виробів застосовують пасту рідкої консистенції, бо навіть нанесена тонким шаром на притир, вона забезпечує високу якість поверхні й точність обробки до 6-го квалітету. Для підвищення продуктивності при притирці (доводці) спочатку застосовують великозернисті пасты, поступово переходячи до дрібнозернистих. Застосування алмазних паст забезпечує шорсткість оброблюваної поверхні,  $R_a$  0,04,  $R_z$  0,05 і підвищення продуктивності праці порівняно із застосуванням інших абразивних паст.

Змащувальні матеріали для притирки й доводки сприяють прискоренню цих процесів, зменшують шорсткість, а також охолоджують поверхню деталі. Найчастіше як змащувальні матеріали застосовують змащувально-охолоджувальні рідини – гас, бензин, легкі мінеральні масла, содову воду. Для притирки (доводки) сталі й чавуну частіше застосовують гас з добавкою 2,5% олеїнової кислоти й 7% каніфолі, що значно підвищує продуктивність процесу.

*Види притирів.* Доводку виконують спеціальним інструментом – притиром, форма якого має відповідати формі оброблюваної поверхні.

За формою притири поділяють на плоскі, циліндричні (стержні й кільця), різьбові й спеціальні (кульові, асиметричні й неправильної форми). Притири можуть бути рухомими й нерухомими. Рухомий притир при доводці переміщується, а деталь залишається нерухомою, або переміщується відносно притира. Такими притирами є циліндри, диски, конуси тощо.

Плоскі притири - це чавунні плити, на яких доводять площини. Плоский притир для попередньої обробки має канавки завглибшки й завширшки 1...2мм, розміщені на відстані 10...15мм (рис. 5.11, а), в яких накопичуються залишки абразивного матеріалу.

Притири для остаточної доводки роблять гладенькими (рис. 5.11, б).

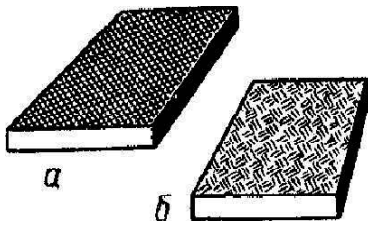


Рис. 5.11 Плоскі притири:  
а – з канавками; б – гладенький

Циліндричні притири застосовують для доводки циліндричних отворів. Такі притири бувають нерегульованими (рис. 5.12, а) і регульованими (рис. 5.12, б); останні являють собою розрізну втулку 3, насаджену на конічну оправку 2. Регулюють діаметр притира гайками 1 і 4. Конічні отвори доводять конічними притирами, чавунними (рідше мідними) оправками. Притир для попередньої обробки має спіральну канавку, в якій утримується абразивно-притиральний матеріал. Притир для обробки зовнішньої конічної поверхні виготовляють у вигляді конічної втулки.

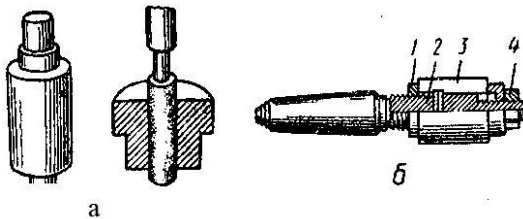


Рис. 5.12 Циліндричні притири: а – нерегульовані; б – регульований

Спеціальні притири (складної форми) застосовують для доводки поверхонь різноманітної форми та важкодоступних поверхонь невеликих розмірів.

*Матеріали притирів*. Притири виготовляють з чавуну, бронзи, міді, свинцю, скла, фібри й твердої деревини (дубу, клена тощо).

Найчастіше притири виготовляють з чавуну та міді, бо вони мають потрібні якості для забезпечення втискування абразивів – середню твердість, щільність, хорошу стійкість проти спрацювання. Мідь важче обробляється і дорого коштує, тому для доводки сталевих деталей рекомендується виготовляти притири з чавуну середньої твердості (100...200 НВ). Для тонких і довгих притирів використовують сталі Ст2, Ст3 (150...200 НВ).

### 5.3.3 Способи виконання притирання

Попередньою доводкою знімається великий шар металу, тому застосовують притири з м'якого металу (міді). Вони утримують крупний абразив значно краще, ніж сірий чавун. Для остаточної доводки, коли знімається невеликий шар металу, застосовують чавунні притири. Вони утримують в основному найдрібніші зерна і завдяки твердості полегшують обробку. Сталеві притири спрацьовуються швидше, ніж чавунні. Для

остаточної доводки пастами ГОІ, щоб мати дзеркальну поверхню, слід застосовувати притири, виготовлені зі скла «пірекс» або дзеркального литого скла, що не має бульбашок, глибоких подряпин та раковин.

Шаржування притирів твердим абразивним матеріалом. Існують два способи покриття притирів абразивним порошком – прямий і посередній.

При прямому способі абразивний порошок вдавлюють у притир до роботи. Плоский притир шаржують за допомогою сталюого загартованого бруска або валика. Круглий притир діаметром більш як 10мм шаржують на твердій сталій плиті, на яку насипано тонким рівним шаром абразивний порошок. За допомогою іншої плити притир прокочують доти, поки абразив не буде вдавнений у нього рівномірно по всій поверхні.

Перед початком обробки притир повинен бути підготовлений відповідним чином. Підготовка притира здійснюється двома способами:

1. Поверхню притиру натирають гасом, наносять на неї абразивний порошок і шаржують, тобто вдавлюють зерна матеріалу в поверхню притиру, використовуючи для цього сталевий валик, якщо притир плоский, або сталеву плиту з нанесеним на неї шаром абразивного матеріалу, якщо притир конічний чи циліндричний.

2. Поверхню притиру покривають шаром абразиву, не піддаючи її шаржуванню. І тут обробка виконується вільним абразивом.

Правила виконання робіт при доведенні залежать від етапу виконання робіт.

Перед початком роботи необхідно:

- визначити спосіб доведення (вільним абразивом або з використанням шаржованого притиру) залежно від вимог до обробленої поверхні;

- перевірити стан притиру та оброблюваної поверхні заготовки на відсутність короблення, а також якість сполучень та попередньої обробки, зняти задирки;

- закріпити заготівлю на дерев'яному бруску під час обробки широких плоских поверхонь;

- підготувати кубики притирання та призми при доведенні вузьких граней.

У процесі роботи слідую:

- нанести на довідкову плиту суміш машинної олії, гасу та абразивного порошку або доводочну пасту, якщо обробка буде здійснюватися вільним абразивом;

- змастити притир сумішшю машинного масла з гасом при доведенні шаржованим притиром, абразивний матеріал при цьому не слід наносити, оскільки він шаржований в притир;

- виконати доведення оброблюваної поверхні, використовуючи всю робочу поверхню притира;

- замінювати маску притирання після 30–40 робочих рухів притиру (заготівлі), щоразу зменшуючи її зернистість на один номер;

- зробити остаточну обробку без нанесення на притир абразивного матеріалу.



Після закінчення перевіряють якість обробки:

- зовнішнім оглядом (поверхня має бути рівномірно матовою, без блискучих плям);
- лекальною лінійкою, повірочним косинцем, контршаблоном (зазор повинен бути мінімальним та рівномірним).

*Правила виконання робіт при притиранні, як і доведення, співвідносяться з етапами процесу обробки.*

Перед початком роботи слідус:

- перевірити заготовки, що підлягають притирці, на прямолінійність;
- переконатися в якісному поєднанні заготовок, що притираються;
- оцінити якість підготовки заготовок під притирання;
- зняти задирки та видалити подряпини.

У процесі притирання необхідно:

- використовувати метод обробки вільним абразивом, наносячи на одну з поверхонь, що притираються суміш з машинного масла, гасу і абразивного порошку або пасту;
- здійснювати робочий рух за годинниковою стрілкою при притиранні циліндричних та конічних пар;
- здійснювати обробку поворотом однієї деталі, що сполучається відносно іншої в різні сторони на 30...40° і 180° при притиранні коркових кранів;
- замінювати періодично масу притирання, візуально контролюючи якість притирання.

Після закінчення слід перевірити якість притирання:

- зовнішнім оглядом – не допускаються подряпини та блискучі плями, притерті поверхні повинні бути рівномірно матовими;
- «на олівець» – олівцеві ризики, нанесені на одну з деталей, що сполучаються, при повороті деталі в гнізді повинні стиратися рівномірно;
- «на гас» – залитий в отвір крана гас при хорошій якості притирання не повинен проходити між притертими поверхнями протягом 2хв.

#### 5.3.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації притирання

Притирання клапанів технологічна операція внаслідок якої виходить правильне прилягання клапанів на посадкових гніздах у головках циліндрів двигуна.

Клапані притирають у тому випадку, коли тарілка та стрижень клапана не деформовані і немає підгоряння на фасках клапана та гнізда.

Для цього застосовуються дерев'яні притири клапанів з присоскою для ручного притирання (рис. 5.13). Знімні присоски виготовлені із синтетичної гуми, стійкої до впливу оливи, консистентних мастильних матеріалів і бензину.

Діаметр присосків: 5/8" та 13/16" (16мм і 21мм); 1 - 1/5" та 1 - 3/5" (29мм і 35мм). Довжина: 9 дюймів (228мм).

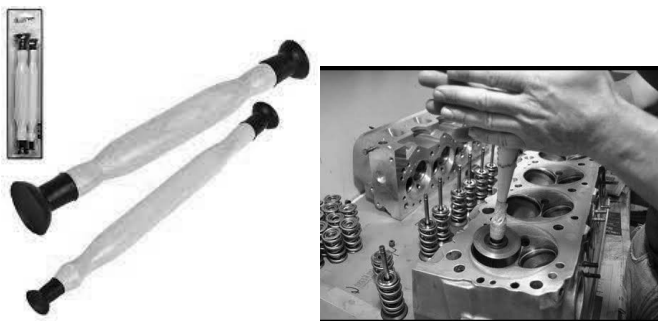


Рис. 5.13 Пристрій для ручного притирання клапанів: а – набір інструмента для ручної притирки клапанів; б – притирка клапанів

Крім того, застосовуватися пневматична машинки для притирання клапанів з присосками 40; 35; 30; 20мм; робочий тиск рекомендується встановлювати близько  $6-8\text{кг/см}^2$  (рис. 5.14).



Рис. 5.14 Пневматична машинка для притирки клапанів

Також притирають клапани на спеціальних верстатах ОПР-1841А або стендах ОР-6687М (рис. 5.15)

Процес здійснюється за допомогою пасти для притирання, яку наносять тонким шаром рівномірно на фаску клапана. Під головку клапана встановлюють технологічну пружину, змащують стрижень маслом і притирають клапан.

Злегка натискаючи клапан, повертають його спочатку за годинниковою стрілкою на  $1/3$  оберту, а потім проти ходу годинникової стрілки на  $1/4$  оберту.

Робити притирання круговими рухами не можна. Періодично піднімаючи клапан наносять нові порції пасти і продовжують притирання доти, поки на фасках клапана й гнізда з'явиться безперервна матова смужка шириною не менш 1,5мм. Розрив матової смужки і наявності рисок на ній, а також різниці ширини смужки більше 0,5мм не допускається.



Рис. 5.15 Верстат для притирання клапанів ОПР-1841А

Для притирання клапанів до чавунних клапанних гнізд рекомендується такий склад пасти: 40% шліфувального порошку із сірого електрокорунду зернистістю М14 або М20, 55-58% моторного масла та 2-5% олеїнової або стеаринової кислоти.

Якщо клапанні гнізда виготовлені зі сталі, рекомендується наступний склад пасти: 40-50% шліфувального порошку марки 64С (КЗ) зернистістю М20, 46-48% моторного масла, 4-5% олеїнової кислоти, 2-3% сульфозфрезолу, 4-5% гасу.

Після завершення притирання клапани і гнізда промивають гасом та протирають їх насухо. Установлюють клапани і пружини на свої місця та перевіряють їх на герметичність.

## 6. СКРІПЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ТА ДЕТАЛЕЙ

### 6.1 Мийні роботи

#### 6.1.1 Призначення мийних работ

*Мийні роботи* – це видалення рідких і твердих забруднень з поверхні до певного рівня її чистоти. Допустима залишкова забрудненість поверхні після макроочищення: для шорсткості поверхні  $R_{a40}$  становить –  $1,25\text{мг}/\text{см}^2$ , для  $R_{a40}$  -  $R_{a2,5}$  – до  $0,70\text{мг}/\text{см}^2$  і для  $R_{a1,25}$  -  $R_{a0,32}$  –  $0,25\text{мг}/\text{см}^2$ . Під час складання допускається забрудненість не більше  $0,10\text{–}0,15\text{мг}/\text{см}^2$ , а перед фарбуванням – не більше  $0,005\text{ г}/\text{см}^2$ .

Мийно-очисне обладнання – сукупність технічних засобів, які забезпечують виконання мийно-очисних технологічних операцій видалення всіх видів забруднення об'єктів. У ремонтному виробництві застосовуються струминні, занурювані, комбіновані, спеціальні мийно-очисні засоби різного призначення щодо об'єктів очищення, виду забруднення та типу ремонтного підприємства: пересувні та стаціонарні установки, ванни, тупикові та прохідні машини, конвеєрні, роторні та ін. Очищення деталей від нагару, накипу і старих лакофарбових покриттів виконують механічним, хімічним, хіміко-термічним та термічним способами.

Мийно-очисні засоби – рідкі речовини і розчини багатокомпонентних сумішей, які руйнують і видаляють забруднення, що мають адгезійний зв'язок з поверхнею, та переводять їх у мийне середовище у вигляді розчинів, емульсій або суспензій. До таких засобів, які використовуються в ремонтному виробництві, належать синтетичні мийні засоби - СМЗ, розчинювальні речовини, кислотні розчини такі як: препарат «Лабомід -101», МС-6, МС-8, МЛ-51 (концентрація  $10\text{г}/\text{л}$ ), «Темп-100» «Темп-100 А», розчин кальцинованої соди, тринатрійфосфату і ПАВ (ПС-РАС сульфазол НП-3 або хлорний сульфазол) у співвідношенні  $60:35:5$ , кальцинована сода і господарське  $70\%$  мило, подрібнене в стружку, співвідношення  $20 : 1$ , пароводяний струмінь. Препарат МС-5, МС-6, МС-8, МС-15, МС-16, МС-18, «Лабомід-101», «Лабомід 102» (концентрація  $25\text{г}/\text{л}$ ), МЛ-51 Препарат МС-5, МС-8, «Лабомід-203», МЛ-52 (концентрація  $25\text{г}/\text{л}$ ). Миючі речовини «Комплекс» ( $10\text{–}15\text{г}/\text{л}$  при  $60\text{–}75^\circ\text{C}$ ), «Діас», НИИ-1, НИИ-2.

При використанні СМЗ для приготування миючих розчинів слід враховувати їх змочувальну здатність, антикорозійну стійкість, стабільність фізико-хімічних властивостей, нешкідливість для обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища. Миючі розчини у струминних установках зберігають свою ефективність протягом 2 – 4 тижнів.

Для очистки деталей від оливо-смолистих сполук, промивання оливних каналів можна використовувати органічні розчинники та розчинно-емульгуючі засоби, що відзначаються високою ефективністю. Проте вони мають високу вартість, токсичність, небезпечні у пожежному відношенні, важко утилізуються.

### 6.1.2 Інструмент та обладнання

Зовнішнє очищення машин виконують перед встановленням їх на майданчик ремонтного фонду і перед ремонтним діагностуванням, а також у випадках, передбачених технологічним процесом ремонту техніки. Для цього застосовують пересувні і стаціонарні мийчі установки і машини.

Залежно від обсягу виробництва і номенклатури устаткування, що ремонтується, зовнішнє очищення виконується на естакаді відкритого типу (майданчику) з похилою підлогою і обладнаною пристроями, що забезпечує переміщення обладнання в процесі очищення, насосною установкою, системою трубопроводів, фільтрами і відстійниками (рис. 6.1).

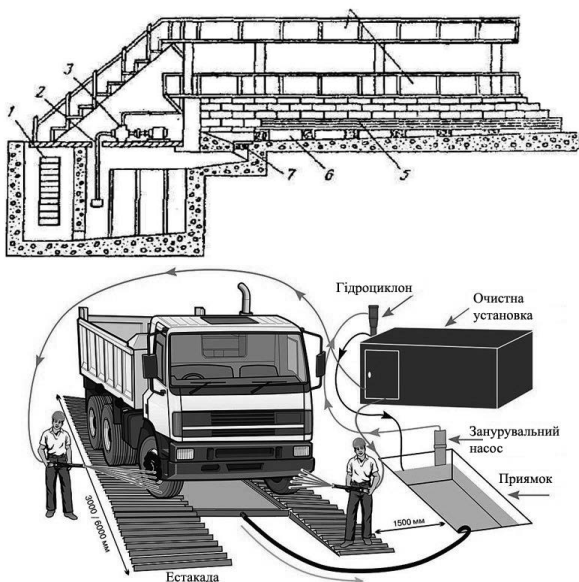


Рис. 6.1 Майданчик для очищення обладнання: 1 – трап для чищення відстійника;

2 – приймальний патрубок насоса; 3 – мийний агрегат; 4 – робоче місце мийника; 5 – вузькоколіїний шлях; 6 – похилий підлога; 7 – фільтр

Найпростішою є водоструминна установка для шлангового миття струменем з робочим тиском 2МПа. Ефективніші моніторні мобільні мийчі машини високого тиску (10МПа) – з регульованою формою перерізу струменя. Випускаються такі машини у трьох варіантах: для очищення холодною водою (ОМ-5361.03), холодною водою і абразивною водопіщаною сумішшю (ОМ-22612) і для очищення у кількох режимах – пароводоструминною сумішшю, холодною і гарячою водою (80°C) і застосуванням СМЗ і без них (ОМ-22616). Для підігрівання мийного розчину використовують газ.

Водоструминне очищення застосовують для видалення із зовнішніх поверхонь машин пилу, бруду і маслянисто-грязьових відкладень при вмісті в

останніх не більше 35% мастила.

Водострумніні установки складаються із плунжерного або вихрового насоса, електродвигуна, шланга і пістолета (гідромонітора). Стационарні установки монтуються на рамі, пересувні – додатково обладнуються спеціальним візком. Подача води та зміна форми струменя від віялової до кинджальної регулюється розпилюючим пістолетом (рис. 6.2).

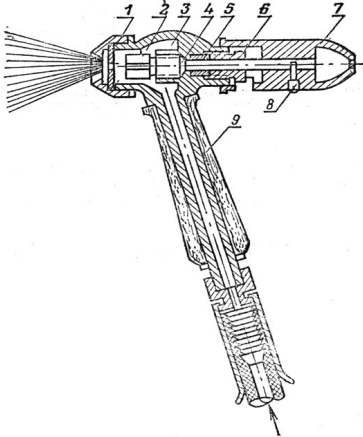


Рис. 6.2 Мийний пістолет моделі 134-1: 1 – пластина; 2 – пробка; 3 – камера; 4 – стрижень пробки; 5 – сальник; 6 – гайка сальника; 7 – регульовальна рукоятка; 8 – гвинт; 9 – рукоятка пістолета

Вода з насоса по шлангу надходить у канал рукоятки 9 (див. рис. 6.2) мийного пістолета, а потім у його камеру 3, звідки, пройшовши повз грані фігурної пробки 2, викидається через сопло діаметром 2мм назовні.

Стрижень 4 фігурної пробки змонтований у пістолеті на різі. Обертаючи регульовальну рукоятку 7, змінюють відстань між пробкою 2 і пластиною 1, у якій розташоване сопло. При великій відстані між пробкою і пластиною через сопло виходить кинджальний струмінь води. У міру наближення пробки до пластини форма струменя міняється: з кинджальної вона перетворюється у віялову, і вода розпоршується дрібними струмками.

У процесі водострумного очищення металевих поверхонь кинджальним струменем розмивають шар бруду, а віяловим змивають бруд. Кузов і оперення автомобілів не рекомендують мити кинджальним струменем води, тому що при цьому тверді частки пилу й бруду можуть подряпати плівку емалі.

Мінімійка К5 – це високопродуктивний, потужний і надійний апарат з алюмінієвою помпою (рис. 6.3). Мобільна та компактна мінімійка ідеально підходить для періодичного очищення бруду, наприклад: з великих транспортних засобів, мотоциклів, автомобілів. Вона оснащена потужним двигуном водяного охолодження. Комплектація: пістолет із системою Quick Connect, 8м шланга високого тиску, струменева трубка Vario Power для зручного регулювання тиску води та грязьова фреза для видалення стійких забруднень. Алюмінієвий насос надійно захищений фільтром попереднього очищення води. Система забору хімії Plug and Clean, мийний засіб замінюється одним простим рухом. Джерело живлення (В/Гц) 230 / 50, тиск (бар/МПа) 20, продуктивність (л/год) макс. 500, споживана потужність (кВ) 2,1. Шланг

високого тиску, 8м.



Рис. 6.3 Переносна мінімийка високого тиску

Для самостійного ручного очищення транспортного засобу знадобиться: плоска бетонна ділянка, доступ до великої кількості води, шланг зі змінюваною насадками, деяка кількість миючої рідини, колісна щітка і декілька серветок з мікрофібри, великий рушник з мікрофібри для сушки (рис.6.4).



Рис. 6.4 Інструменти для ручного очищення транспортного засобу: а – шланг; б – щітки для мийки; в – миючий засіб; г – щітка для коліс; д – серветки з мікрофібри

При механічному очищенні поверхонь застосовують ручний або механізований інструмент: металеві щітки, шкрепки, йоржи, стамески, абразивні або карборундові камені, а також абразивні шкурки. Механічне очищення застосовують в основному для видалення із зовнішніх поверхонь деталей скупчень бруду, продуктів корозії, накипу, нагару та доочищення поверхонь після очищення (рис. 6.5).

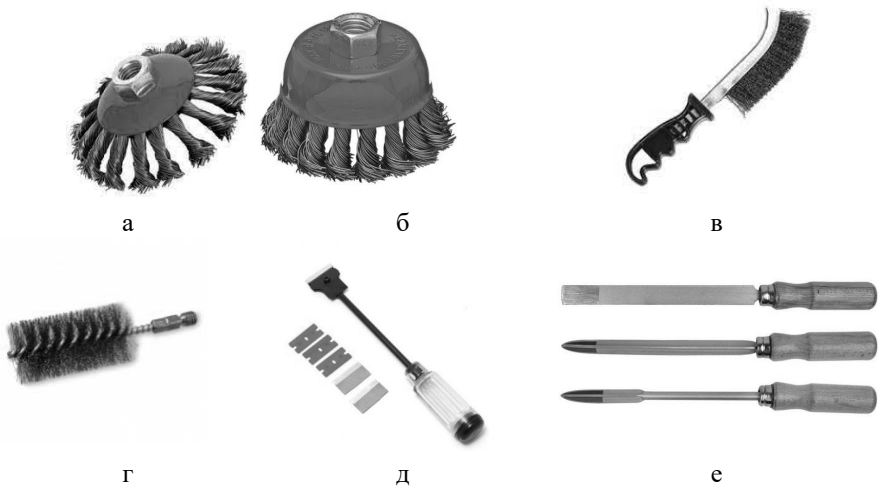


Рис. 6.5 Інструмент для механічного та ручного очищення поверхонь:  
 а, б – щітки для електроінструменту; в – ручна щітка; г – йоржик; д – шкребок;  
 е – шабери

Механічне очищення включає як ручне очищення шкребками, щітками, так і механічне очищення кісточковою крихтою, кварцовим і металевим піском (дробом), очищення деталей обертовими щітками й шліфуванням (із застосуванням абразиву, наклеєного на стрічку або коло).

До переваг механічних способів очищення відносять: створення необхідної шорсткості поверхні, що забезпечує надійну адгезію лакофарбового покриття до поверхні, що офарблюється; відсутність солей на поверхні, що очищається, необхідність їх видалення промиванням.

### 6.1.3 Способи виконання мийних робіт

Ручний інструмент – шкрепки, металеві щітки, абразивні бруски – знаходять обмежене застосування, тому що є малопродуктивними. Більш широко використовуються металеві і капронові щітки, шліфувальні круги.

Очищення поверхні деталей машин за допомогою щіток називається крацюванням.

Кварцювання звичайно проводять за допомогою електроінструментів, на кінцях якого монтують кварцювальні щітки. При швидкому обертанні вала гострі кінці щітки вдаряють по поверхні, що очищується, і видаляють забруднення. Різні поверхні обробляють інструментом з різних матеріалів. Для очищення від загусенців і легкої іржі застосовують щітки синтетичних матеріалів. Для обробки сталевих і чавунних деталей щітки виготовляють із маловуглецевої сталі. Поверхні латунних або мідних виробів очищають щітками відповідно з латунного дроту і дроту з олов'янистої бронзи. При підборі крацювальних щіток можна користуватися даними таблиці 6.1.



Характеристика круглих крацевальних щіток

Матеріал деталей	Матеріал дроту	Діаметр дроту, мм
Чавуни, сталь, бронза	Сталь	0,05-0,3
Нікель, мідь	Сталь, нейзильбер	0,15-0,25
Цинкові, олов'янисті, мідні і латунні покриття	Латунь, мідь	0,15-0,20

При очищенні забруднених поверхонь не слід сильно притискати щітки до поверхні, що очищається, щоб не зігнути кінці дротиків щітки. При цьому варто мати на увазі, що тверді і тонкі дроти залишають грубі подряпини на поверхні деталей. Щітки з гофрованого дроту пружніші і служать довше, ніж виготовлені із прямого дроту. Чим менше діаметр щітки, тим більше припустиме число обертів. Так, наприклад, для щіток діаметром 130-150мм допускається 2500-2800хв<sup>-1</sup>, при діаметрі 300мм – 1500-1800хв<sup>-1</sup>.

Найпростіший метод очищення деталей – очищення зануренням у ванну з миючим розчином (рис. 6.6). Застосовуються ванни з примусовою циркуляцією миючої рідини.

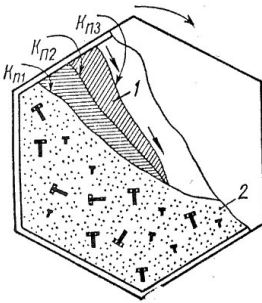


Рис. 6.6. Установа для очищення деталей

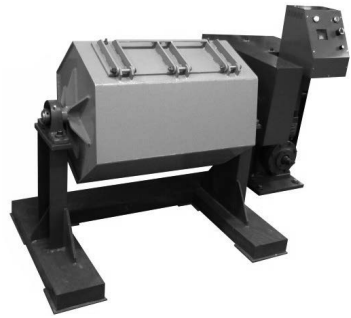
*Очищення деталей машин у барабанах (галтовка).* При галтовці деталі машин поміщають у барабани, що обертаються, у яких вони піддаються абразивній дії абразивних часток, що завантажуються в ті ж барабани (порцелянової крихти, бою абразивних кругів і т.п.). Від забруднень деталі очищаються завдяки взаємному тертю їх між собою та абразивним наповнювачем (рис. 6.7).

У випадку мокрої галтовки в барабани поряд з абразивними частками додають органічні розчинники або водянні розчини лугів. Найчастіше барабани занурюють у ванни з відповідними миючими реагентами, які проникають у порожнину барабана через його перфоровану поверхню.

У барабанах очищають дрібні деталі (головним чином – нормалі), які займають звичайно 70-80% обсягу барабана (разом з абразивним наповнювачем).



а



б

Рис. 6.7 Очищення деталей машин у барабанах: а – схема процесу галтовки деталей у шестигранному барабані: 1 – активна зона; 2 – "мертва" зона;  $K_{n1} - K_{n3}$  місця відриву деталей і наповнювача від стінки барабана; б – зовнішній вид устаткування

Зернистість абразиву вибирають залежно від характеристики деталей, що очищаються. Розміри часток повинні бути значно більшими або на 1/3 меншими діаметра отворів у деталях, щоб уникнути їхньої закупорки. При цьому варто мати на увазі, що округлені внутрішні кути можуть бути очищені лише дрібними частками, тому що великі частки не ввійдуть у контакт із поверхнею деталі.

Барабани бувають циліндричними і багатогранними. У циліндричних барабанах деталі та наповнювач переміщуються плавніше, ніж у багатогранних. Зі зменшенням числа граней підсилюються удари деталей і абразивного наповнювача одного об іншого та об стінки барабана, що прискорює процес очищення, але приводить до збільшення небезпеки ушкодження деталей. Ремонтна практика показала, що найкращі результати досягаються при використанні шестигранного барабана.

Для очищення деталей машин застосовують також установки з перекидними барабанами. Вони працюють так само, як установки, описані вище.

Найбільше широко розповсюджений механічний спосіб очищення впливом струменів. Розрізняють очищення струменями сухих середовищ, що очищають, і водних. При використанні сухих середовищ, що очищають, механічний фактор дії, що очищає, досягається за рахунок кінетичної енергії впливу абразивного матеріалу на частки забруднення. Залежно від матеріалу, що очищає, розрізняють наступні способи очищення: піскоструминна, дробеструменева, за допомогою кісточкової крихти й дробеметна.

Піскоструминна очищення зводиться до обдування забруднених поверхонь кварцовим або металевим піском (дробом) з розміром часток не більш 0,8мм. При цьому способі поверхня не тільки очищається, але й здобуває рівномірну шорсткість, що сприяє кращому прилипанню лакофарбових матеріалів (рис. 6.8).

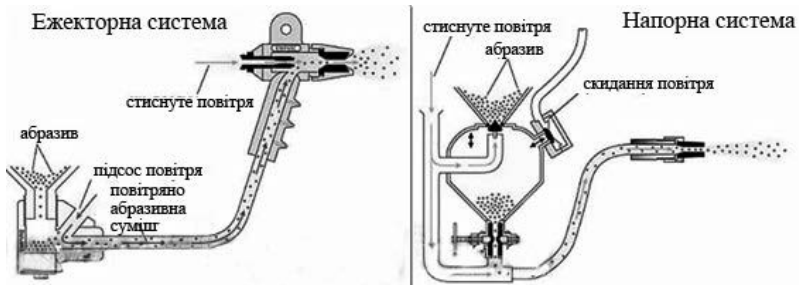


Рис. 6.8 Схеми піскоструйного очищення

Дробеструменеве очищення застосовується при видаленні старих лакофарбових покриттів, а також для очищення зовнішніх поверхонь гільз автотракторних двигунів від накипу й продуктів корозії. У якості металевого піску використовується сталевий або чавунний пісок, частки подаються на оброблювану поверхню під тиском 5-6 атм.

Поверхні деталей з кольорових металів і сплавів очищати металевим піском не рекомендується, тому що проникаючі в поверхневий шар частки чорного металу сприяють протіканню електрохімічної корозії. У таких випадках застосовують очищення за допомогою кісточкової крихти, яка представляє дрібнороздроблену шкарлупу фруктових кісточок (відходи підприємств по переробці фруктів), що володіє меншою міцністю, чим попередні середовища, що очищають, тим самим не ушкоджує поверхні деталей.

Найбільш продуктивним способом обробки є дробеметне очищення, при якому дріб під дією відцентрової сили, що утворюється при обертанні турбінного колеса з лопатками, безупинно подається на виріб. Дробеметне очищення значно продуктивніше й економічніше піскоструминної. Хоча наведені способи ефективні при очищенні середньозв'язаних і сильнозв'язаних забруднень, вони мають істотні недоліки; значну вартість обробки, особливо при ручному очищенні; малу продуктивність; наклеп оброблюваної поверхні, вимагають постійне сортування й калібрування середовищ, що очищають, устаткування матеріаломісне й недовговічне через постійний вплив на робочі органи абразивного середовища. Крім того, обслуговуючий персонал при роботі на установках потребує захисту органів подиху й зору від пилоподібного середовища, що утворюється. Ці способи в цей час заборонені для відкритих майданчиків.

Використовуючи водні середовища, що очищають, механічний фактор досягається за рахунок виникнення нормальних і дотичних напружень, які впливають на частки забруднення, руйнуючи тим самим адгезійні сили зчеплення їх з поверхнею сільськогосподарської машини

На ремонтних підприємствах використовують три типи струминних миючих машин: камерні тупикові, камерні прохідні і секційні. Деталі в цих машинах очищають струменями миючого розчину, які подаються із насадок під

тиском 0,4-1,4 МПа.

При ремонті вузлів та агрегатів машин доцільно проводити очищення напірним струменем в спеціальних багатоструменевих установках (рис. 6.9). Струмінь рідини, спрямований під сильним тиском, інтенсивно розмиває шар бруду на поверхні обладнання і забирає у відстійник.

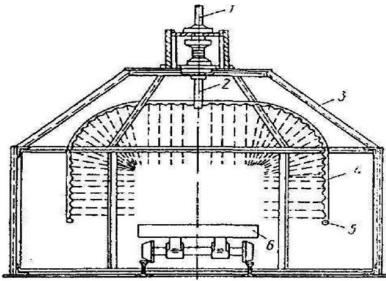


Рис. 6.9 Однокамерна установка для очищення: 1 – підвідний патрубок; 2 – приєднувальний штуцер; 4 – перфорована труба; 5 – насадка; 6 – візок

Для отримання високого тиску очищуючого струменя використовують вихрові і плунжерні насоси. Однокамерна, багатоструменеві установка являє собою спеціальну камеру, в яку на візку або з допомогою транспортера ввозиться обладнання і піддається миттю. Число сопел і їх розташування повинні забезпечувати найкраще омивання обладнання миючою рідиною, для чого підводять труби повинні мати фасонну форму, відповідну контурам обладнання. Процес миття може бути автоматизований.

Камерна тупикова машина для очищення МПП-250 (рис. 6.10), має прямокутну камеру з відкидними дверима, висувну платформу, яка дозволяє робити завантаження виробів зовні. Автоматизована система керування машини дозволяє змінювати параметри обробки в залежності від виду виробів. Машина може оснащуватися необхідним числом баків для виконання відповідних технологічних операцій. Робоча рідина впливає на поверхні деталей відразу за трьома напрямками.

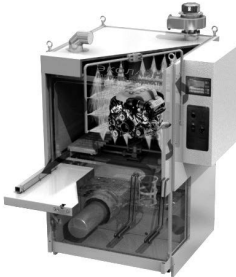


Рис. 6.10 Камерна тупикова струменева машина для очищення МПП-250

#### 6.1.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації мийних робіт

Навіть при максимально припустимій швидкості обертання барабана продуктивність процесу галтовки буде невеликою, тому що частки наповнювача

при своєму падінні не притискаються до поверхні деталей, а вільно ковзають по ній. Інакше кажучи, максимальне прискорення, що може одержати маса завантаження в обертовому барабані, не перевищує прискорення сили ваги ( $a \leq g$ ). Очищають деталі в барабані в такому порядку. У ванну 3 (рис. 6.11), заповнену миючим розчином, занурюють шестигранний барабан 4 з отворами в бічних стінках, миючий розчин підігрівують парою, що підводять до змійовика 6.

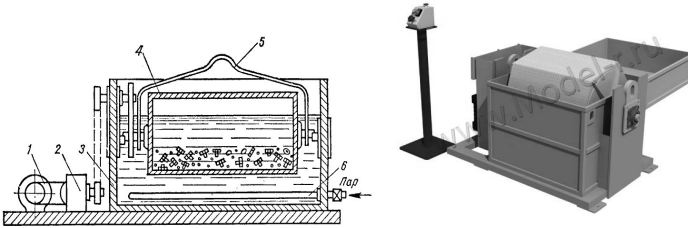


Рис. 6.11 Схема та зовнішній вигляд установки для очищення деталей у барабані:

- 1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – ванна; 4 – барабан з отворами; 5 – скоба; 6 – змійовик

Барабан обертається електродвигуном 1 через редуктор 2. При обертанні барабана деталі, що переміщуються, ударяються одна об іншу і об частки абразивного наповнювача. У результаті взаємного тертя поступово видаляються забруднення з поверхні деталей.

Розчин, що надходить із ванни в барабан через його перфоровані стінки, зм'якшує ріжучу дію абразиву і забезпечує видалення забруднень.

Широке застосування знайшли установки барабанного типу зі зміщеною віссю. Установка представляє собою зварену раму конструкцію 13 (рис. 6.12), на якій укріплена ванна 5, виготовлена зі сталі товщиною 4мм.

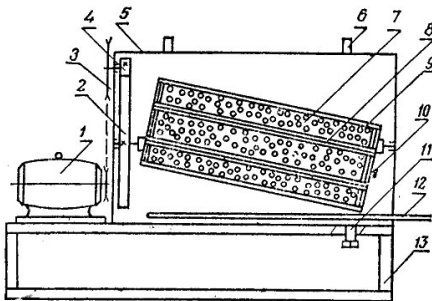


Рис. 6.12 Схема гальтовочного барабана зі зміщеною віссю: 1 – електродвигун; 2 і 4 – шестерні; 3 – клиноремінна передача; 5 – ванна; 6 – упор; 7 – касета; 8 – кутник; 9 – барабан; 10 – болт; 11 – трубка; 12 – змійовик; 13 – рама

Зверху її закривають кришкою. У ванну наливають гас, що підігрівається парою, яка проходить через змійовик 12. Забруднений гас зливають через трубку 11, що закривається різьбовою пробкою. Усередині ванни на шарикопадшипниках

обертається шестигранний барабан 9. Вісі барабана зміщені одна щодо іншої так, що барабан не тільки обертається, а ще й перевертається в гасі. При цьому металовироби, що перебувають у касеті барабана, ретельно переміщуються і добре промиваються.

Барабан приводиться в дію електродвигуном 1 за допомогою клиноремінної передачі 3 і шестерень 4 і 2. Потужність електродвигуна 1кВт, частота обертання вала 1400хв<sup>-1</sup>.

Очищення та знежирення деталей з використанням ультразвуку. В процесі знежирення, з поверхні деталі видаляються забруднення у виді жирів, консерваційних змащень, залишків полірувальних паст, абразивів і т.п. за рахунок руйнування їх адгезійних зв'язків з основним металом. Використання ультразвукового випромінювання в процесі знежирення дозволяє досягти високої якості очищення поверхні від усіх видів забруднень. Переваги цього способу: – велика швидкість очищення; – можливість використання різних середовищ, що очищують, при кімнатних температурах; – здатність очищувати деталі складної геометричної форми і невеликих розмірів; – мала енергоємність процесу; – можливість механізації й автоматизації процесу. Особливістю високоенергетичних ультразвукових коливань є можливість фокусування енергії на порівняно невелику площу робочої зони. Поширення високоенергетичних коливань у рідких середовищах супроводжується такими ефектами як кавітація, акустичний потік, радіаційний тиск.

Головним чинником, що руйнує забруднення, є кавітація, що, виявляється в утворенні звукової хвилі, дрібних пухирців (діаметром 10-100мкм), заповнених парами середовища, що очищує. Після короткочасного існування (10-15мкс), частина пухирців захоплюється, створюючи локальні гідравлічні удари тиском у десятки мегапаскалів, під дією яких відбувається руйнування забруднень. Інша частина пухирців під дією акустичних потоків інтенсивно пульсує і переміщується разом з гідродинамічними потоками, сприяючи інтенсифікації очищення. Ефективність ультразвукового очищення здійснюється питомою акустичною потужністю, частотою коливань, складом середовища, що очищує. Інтенсивність знежирення зменшується з підвищенням частоти коливань. При частоті 20-25кГц високий тиск поширюється на відстань 7-8см від джерела випромінювань і в цій зоні процес очищення йде більш ефективно. З підвищенням частоти коливань зона високого тиску розширюється до 10-15см, але інтенсивність очищення знижується через низьку амплітуду коливань. Оптимальний режим знежирення: частота 20...40кГц; питома потужність 1...3 Вт/см<sup>2</sup>; температура розчину 40...60°C; тривалість 1...5хв. Для знежирення з використанням ультразвуку застосовують спеціальні установки, що включають ванну та ультразвуковий генератор (рис. 6.13).

Сутність одержання ультразвукових коливань у розчині полягає в перетворенні змінного струму високої частоти в механічні коливання середовища. Найбільше поширення одержали два типи перетворювачів: магнітострикційні і п'єзоелектричні. Принцип дії магнітострикційних перетворювачів полягає на магнітострикційному ефекті: періодичній зміні

лінійних і об'ємних розмірів феромагнітного тіла під дією магнітного поля. Принцип дії п'єзоелектричних перетворювачів полягає на використанні п'єзоелектричного ефекту: деформації деяких кристалів (кварц, титанат барію) при впливі на них зовнішнього електричного поля.



Рис. 6.13 Схеми ванн для ультразвукового миття, зовнішній вид установки та кошик для деталей: а – з п'єзокварцевим випромінювачем 1 – діафрагма; 2 – проміжне середовище (трансформаторне масло); 3 – нагрівальний змійовик; 4 – ванна з миючим розчином; 5 – п'єзокварцевий випромінювач; б – з магнітострикційним випромінювачем; 1 – миючий розчин; 2 – трансформатор ультразвукових коливань; 3 – перетворювач; 4 – обмотка.

Важливу роль в очищенні забруднень грають миючі засоби. Одним з сучасних засобів призначений для очищення і знежирювання будь-яких твердих поверхонь: металевих (леговані і низьколеговані сталі, латунь, мідь, алюміній і його сплави, чавун і т.д.), дерев'яних, пофарбованих, пластика, гуми, скла, кераміки, а так само для очищення текстильних, вінілових, ПВХ та інших матеріалів є засіб «ДЕТАЛАН».

Деталан рекомендується використовувати для:

- міжопераційного очищення деталей і поверхонь;
- підготовки поверхонь перед нанесенням різних покриттів;
- знежирення перед фарбуванням, ут.ч. порошкової;
- попереднього і остаточного очищення готових виробів;
- видалення ґрунтових і атмосферних забруднень з разособистих поверхонь.

Деталан – концентрований лужний засіб на водній основі, який не містить розчинників. Біорозкладаємий, вибухо-, пожежобезпечний.

Деталан володіє хорошими знежирюючими і очисними властивостями. Ефективно працює в воді будь-якої жорсткості і температури (15-90<sup>0</sup>С). Деталан не викликає корозії і травлення металів, не руйнує лакофарбові покриття, гумові і неметалеві поверхні.

У хімічному відношенні він стабільний у воді і на повітрі, не розкладається з виділенням шкідливих речовин. Не має різкого неприємного запаху, не робить дратівної дії на шкіру і дихальні шляхи. При низьких температурах замерзає.

Після розморожування, можливе випадання осаду, м'яуча здатність зберігається. Прозора слабо зафарбована рідина жовтого кольору.

При використанні деталі при митті деталей в мийних машинах необхідно керуватися відповідними інструкціями. Концентрація робочого розчину – 3-15% (0,3-1,5л засобу на 10л води). Температура – 15-90°C.

При відсутності проточної води видалити залишки розчину вологою ганчіркою. Сильно забруднені місця обробити двічі. Потім поверхню ретельно просушити (стиснутим повітрям, дрантям і т.п.).

*Контроль якості очищення деталей* виконується періодично відповідно до прийнятого технологічного процесу очищення об'єктів ремонту.

Існує кілька методів контролю очищення, які залежать від рівня забруднення деталей після очищення і висоти мікронерівностей їх поверхонь. При макроочищення (видалення забруднень, які заважають розбиранню, дефектації та механічній обробці) видаляють всі види забруднень до рівнів, обумовлених шорсткістю поверхні, нехтуючи забрудненістю у западинах мікронерівностей. Під час мікроочищення із западин шорсткої поверхні видаляють сліди забруднень, які залишилися після макроочищення, а також легкі технологічні забруднення. Від мікроочищення залежить якість складання, надійність і ресурс об'єкта ремонту, а при фарбуванні – адгезія лакофарбового покриття. Такий розподіл очисних операцій на макро- і мікроочищення економічно доцільний.

Після макроочищення застосовують ваговий метод контролю. Зважуванням деталей на аналітичних вагах до і після знімання забруднень розраховують забрудненість поверхні.

Поверхню деталей з шорсткістю  $R_a1,25$  і вище контролюють люмінесцентним способом, який ґрунтується на властивості масел світитися під впливом ультрафіолетового проміння. За величиною плям, що світяться, визначають ступінь забрудненості поверхні. Для цього є спеціальні прилади.

Для деталей з шорсткістю  $R_a0,63$  і вище використовують спосіб, при якому деталь занурюють у холодну дистильовану воду. У випадку наявності на поверхні деталі забруднення понад  $0,01\text{г}/\text{см}^2$  водяна плівка після винурювання миттєво розривається, а при  $0,005\text{г}/\text{см}^2$  розрив плівки настає через 4-7с.

## **6.2.Розбирально-складальні роботи**

### **6.2.1 Призначення розбирально-складальних работ**

*Розбирання* – це сукупність операцій, призначених для роз'єднання об'єктів ремонту (машин, агрегатів, вузлів) на складальні одиниці та деталі, у певній технологічній послідовності.

*Складання* – утворення з'єднань складових частин виробу. Технологічний процес складання полягає в послідовному з'єднанні та фіксації всіх деталей, що становлять ту чи іншу складальну одиницю, з метою отримання виробу, що відповідає встановленим на нього технічним вимогам. Тобто зворотний процес розбирання.

Розбирання-складання проводять як на слюсарних верстаках, так і на універсальних або спеціалізованих стендах, стапелях (рис. 6.14).



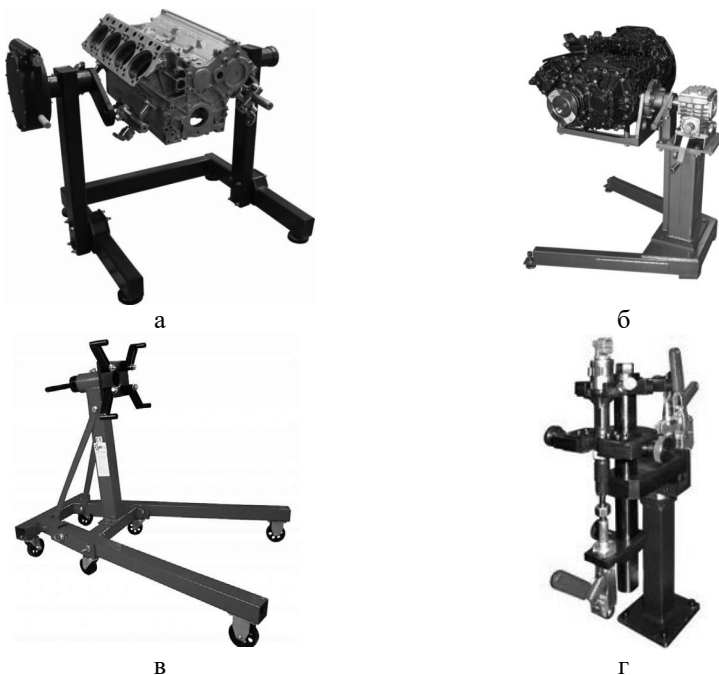


Рис. 6.14 Конструкції стендів: а – стенд для ремонту двигуна; б – стенд для ремонту коробки перемикання передач; в – складальний стенд для ремонту двигуна, підкатний, пересувний; г – стенд для розбирання-складання всіх типів форсунок, зокрема Common Rail

Різьбові з'єднання є найпоширенішими і виконуються кріпильними деталями з різьбленням. Для запобігання ослаблення різьбових з'єднань і мимовільного відгвинчування здійснюють їхнє стопоріння.

До кріпильних деталей різьбового з'єднання належать болти, гвинти, шпильки, гайки, а до стопорних – шайби та шплінти. Болт – металевий стрижень із головкою на одному кінці та різьбленням на іншому. Болти застосовують у разі з'єднання деталей, виготовлених із матеріалів, що не забезпечують надійність різьблення (м'які метали і сплави - мідь, алюміній та їхні сплави і пластичні маси). Гвинт – металевий стрижень із головкою на одному кінці та різьбленням на іншому, яким він угвинчується в одну з деталей з'єднання. Гвинти застосовують у тих випадках, коли одна з деталей з'єднання має досить велику товщину, що забезпечує нарізування якісного різьблення.

Гвинти можуть мати різну форму головки, основні види якої показано на рис. 6.15.

Шпилька – металевий стрижень із різьбленням на обох кінцях. Одним кінцем шпилька угвинчується в одну з деталей з'єднання, а на інший її кінець нагвинчується гайка. Шпильки застосовують замість гвинтів у тих випадках, коли матеріал деталей, що з'єднуються, не забезпечує потрібної довговічності

різьблення за умови частих збирань і розбирань.

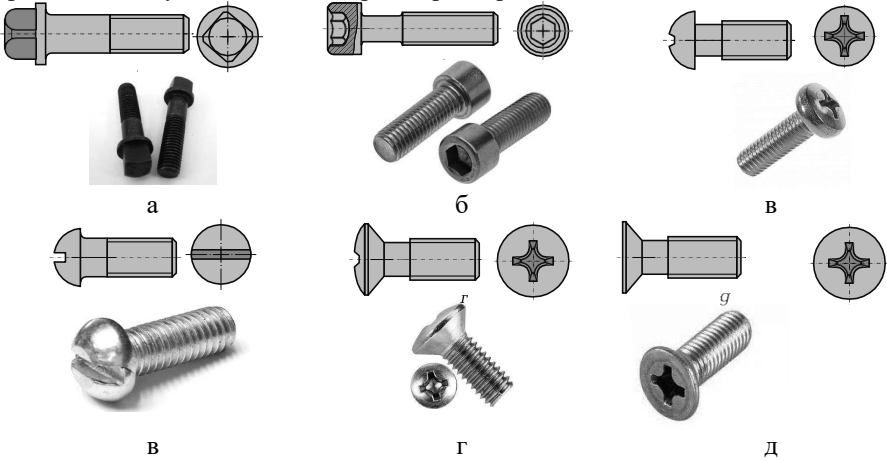


Рис. 6.15 Гвинти: з квадратною голівкою та буртиком (а); з циліндричною голівкою та внутрішнім шестигранником (б); зі шліцом під викрутку звичайну або хрестову з напівкруглою (в); напівпотайною (г), або потайною (д) голівками

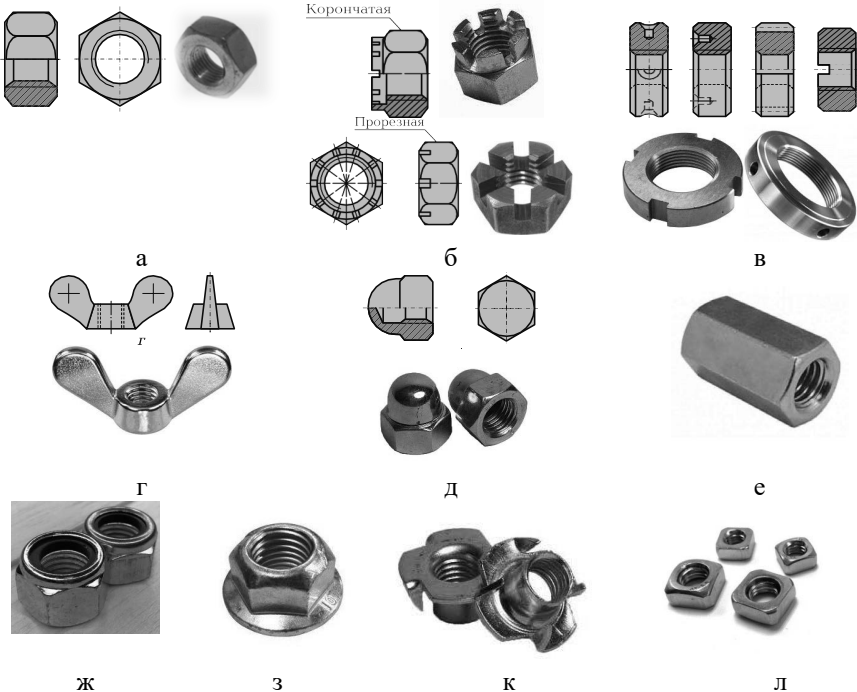


Рис. 6.16 Гайки: а – шестигранна; б – шестигранні корончаста і прорізна; в – круглі; г – гайка-баранчик; д – ковпачкова; е – стяжна; ж – гайка з нейловою вставкою; з – гайка з фланцем; к – врізна; л – квадратні

Гайка – деталь із різьбовим отвором, що нагвинчується на болт або шпильку і служить для силового замикання з'єднання. Залежно від конструкції з'єднання і його призначення застосовують різні типи гайок (див. рис. 6.16).

Шайби застосовують для запобігання мимовільному відгвинчуванню різьбових з'єднань і збільшення опорної поверхні під головкою болта або гайкою. Залежно від конструкції з'єднання та його призначення застосовують різні види шайб (рис. 6.17).

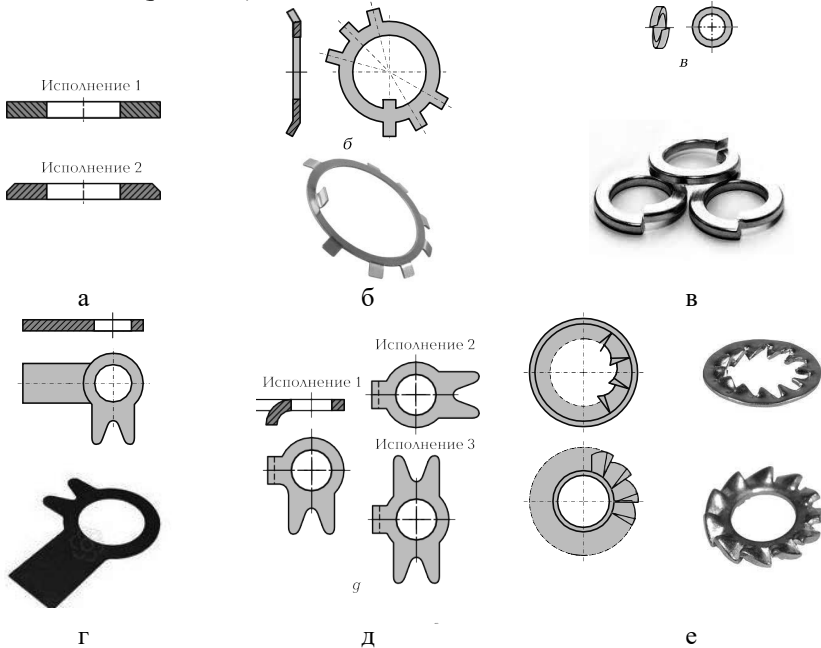


Рис. 6.17 Шайби: а – звичайна плоска; б – стопорна багатолапчата; в – пружинна; г – стопорна з лапками; д – стопорна з носком; е – стопорна із зовнішніми і внутрішніми зубами

Шплінт – відрізок дроту, що вставляється в співвісні отвори болта і гайки, перпендикулярні їхнім осям (рис. 6.18).



Рис. 6.18 Шплінти

### 6.1.2 Інструмент

Для розкручування і затягування різьбового з'єднання застосовують інструменти (рис. 6.19), які вибирають відповідно до конструкції гайок і головок болтів з'єднання.



Рис. 6.19 Ручний інструмент для складання різьбових з'єднань:

а – односторонній ключ; б – двосторонній різьбовий ключ; в – накидний ключ; г – розвідний ключ; д – ключ для круглих гайок; е – комбінований ключ з тріскачкою; ж – комбінований ключ з тріскачкою і шарніром; з – торцьовий шарнірний ключ; к – торцьовий шарнірний ключ; л – ключ-тріскачка для торцевих головок; м – викрутка зі змінними наконечниками; н – реверсивна викрутка зі змінними бітами; о – стрілочний тарувальний (динамометричний) ключ; п – індикаторний тарувальний (динамометричний) ключ; р – електронний тарувальний (динамометричний) ключ

Нині застосовуються різні типи шліців для інструменту.

Шліць – це паз, який знаходиться на голівці болта, гвинта та інших кріплень. Саме він дає змогу відкручувати/закручувати кріпильний елемент із використанням спеціального інструменту. Відповідно до видів шліців розрізняють такі основні види викруток і біт:

 Шліць SL	 Шліць PH	 Шліць PZ	 Шліць Hex	 Шліць Torx
 Захищений Torx	 Бристольський шліць	 Шліць Polydrive	 Зірчастий восьмигранник	 Шліць Робертсона
 Шліць Pentalobular	 Snake-eye	 Зірчастий 12-гранник	 Квадратна голівка	 Шліць Torq-set
 Шестигранна голівка	 Шліць One-way	 Шліць Triple square	 Шліць Tri-Wing	 Шестигранний захищений шліць pin-in-hex

#### Плоска SL

Маркування – slotted або SL. Цифра після літери у маркуванні позначає довжину паза в міліметрах. Часто виробники вказують й інші лінійні розміри наконечника. Має мінімальну площу зчеплення з голівкою гвинта.

#### Хрестоподібна PH

Маркування – Philips або PH. Розроблена компанією Philips і спочатку призначалася для автомобільних кріплень. Хрестоподібний наконечник забезпечує більшу, порівняно з плоским, площу зчеплення зі шліцом.

#### Хрестоподібна PZ

Маркування – Pozidriv або PZ. Є різновидом викрутки Philips. Додаткові насічки забезпечують глибшу посадку, завдяки чому інструмент не виштовхується з пази під час роботи.

#### Зіркоподібна Torx

Маркування – Torx або T. Наконечник у вигляді шестигранної променевої зірки. Кріплення з аналогічним шліцом не злизуються, тому підходять для конструкцій, що вимагають великих зусиль під час затягування.

#### Зіркоподібна Torx Tamper Resistant

Маркування – Torx Tamper Resistant або TT. Кріплення з антивандальним захистом можна відкрутити тільки викруткою з маркуванням TT. Спеціальний штир запобігає несанкціонованому відгвинчуванню. Часто використовується в електроніці.

Існують й інші типи викруток, які є різновидами описаних вище інструментів або використовуються вкрай рідко:

Triangle – застосовується в іграшках, обчислювальній техніці, авто;

Phillips Tamper Resistant – хрестоподібна викрутка з отвором у центрі;

Combo – поєднує в собі хрестоподібний і прямиий наконечники;  
 Quadrex – об'єднує в собі профіль Phillips і напрямний перетин Square;  
 Square Head – інструмент із квадратним наконечником. Друга назва -  
 Robertson;  
 Square Tamper Resistant – квадратний наконечник з отвором;  
 Torx Plus – схожа на викрутку Torx, тільки з більш тупими променями  
 зірки;  
 Torx Plus Tamper Resistant – наконечник у вигляді п'ятикутної зірки і з  
 отвором посередині;  
 Hex Driver – шестигранний профіль викрутки схожий на ключ.  
 Застосовується для відкручування гвинтів. Іноді такий інструмент  
 називають імбусовим ключем;  
 Hex Tamper Resistant – наконечник шестигранної форми з отвором;  
 Tri-Wing - рідкісна викрутка з трилистою робочою частиною;  
 Torq – також рідкісна хрестова асиметрична викрутка.  
 Використовується для інтенсивного затягування;  
 Spanner – наконечник має форму двозубої вилки;  
 Clutch – застосовується тільки у вантажних машинах Chevrolet і GMC;  
 Eight-wing – практично не зустрічається. Наконечник у формі  
 восьмикутної зірки з отвором;  
 Linehead – інструмент спроектований спеціально для ігрових приставок  
 Gameboy, Nintendo;  
 Penta-drive – рідкісний інструмент із п'ятикутним профілем;  
 Spline – застосовується в кріпленнях деяких моделей автомобілів  
 Volkswagen. Наконечник має форму дванадцятипроменевої зірки;  
 Tri-groove – використовується в американських автомагінітолах.

### 6.2.3 Способи виконання розбирально-складальних робіт

*Розбирання машин і їх агрегатів проводять за такими основними правилами:*

– спочатку знімають захисні частини, а потім ті, що легко пошкоджуються (електроустаткування, паливо - і маслопроводи, шланги, крила і так далі) і потім самостійні складальні одиниці (радіатори, кабіну, двигун, редуктори), які очищають і розбирають на деталі;

– агрегати (гідросистеми, електроустаткування, паливної апаратури, пневмосистеми і так далі) після зняття з трактора направляють на спеціалізовані ділянки або робочі місця для визначення технічного стану і при необхідності ремонту;

– в процесі розбирання не рекомендується розкомплектовувати взаємопов'язані пари, які при виготовленні обробляють у складі або балансують (кришки корінних підшипників з блоками циліндрів, кришки шатунів із шатунами, картер зчеплення з блоком циліндрів, колінчастий вал з маховиком двигуна), а також конічні шестерні головної передачі, розподільні шестерні, шестерні масляних насосів і ін. Деталі, що не підлягають знеособленню, мітять, зв'язують, знов сполучають болтами, укладають в окремі

корзини або зберігають їх комплектність іншими способами;

– у процесі розбирання необхідно використовувати стенди, знімачі, пристосування та інструменти, які дозволяють центрувати деталі, що знімаються, і рівномірно розподіляти зусилля по периметру. При випресовуванні підшипників, сальників, втулок застосовують наставки з м'якими наконечниками (мідними, із сплавів алюмінію). Якщо випресовують підшипник з маточини або стакана, то зусилля прикладають до зовнішнього кільця, а при знятті з валу – до внутрішнього. При цьому забороняється користуватися ударними інструментами;

– кріпильні деталі (гайки, болти, шпильки) при розбиранні машини укладають у сітчасту тару для кращого очищення в мийних установках або встановлюють на свої місця. Забороняється розкомплектовувати деталі з нарізами підвищеної точності (болти і гайки кріплення кришок шатунів, маховика до колінчастого валу). При розбиранні, особливо для чавунних деталей (для уникнення появи тріщин від перекосів), спочатку відпускають усі болти і гайки на півоберту, а потім від'єднують їх повністю;

– відкриті порожнини й отвори для масла і палива в гідроагрегатах і паливній апаратурі після зняття з трактора закривають кришками або пробками;

– якщо мітки перед розбиранням погано помітні, їх необхідно відновити;

– при виконанні розбіральних робіт слід знати способи і особливості їх виконання;

– для підйому і транспортування деталей і агрегатів масою більше 20кг використовують підйомно-транспортні засоби і захватні пристосування.

Послідовність виконання робіт та інструменти, що застосовуються при складанні різьбових з'єднань. Різьбові з'єднання бувають болтовими, гвинтовими і шпильковими.

Складання болтових з'єднань здійснюється таким чином:

1. на болти надягають шайби і встановлюють їх в отвори деталей, що з'єднуються;

2. на різьбову частину болта встановлюють шайби і гайки та проводять попереднє, а потім остаточне затягування гайок. Порядок затягування різьбових з'єднань залежно від конструкції наведено на рис. 6.20. При цьому контролюють момент затягування за допомогою динамометричних ключів Величина затягування має відповідати технічним вимогам для конструкції, що збирається.

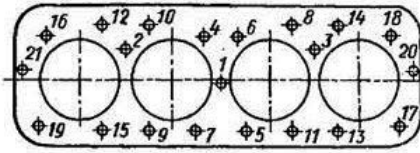
Складання гвинтового з'єднання здійснюється в такій послідовності:

1. розмічають на одній із деталей, що сполучаються, отвори і свердять їх;

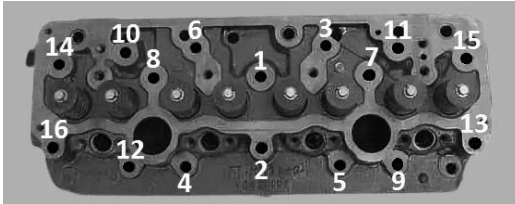
2. обробляють отвір під різьблення в другій деталі з'єднання, використовуючи деталь із просвердленими раніше отворами як кондуктор, і нарізають різьблення;

3. виконують зенковку отвору під головки гвинтів;

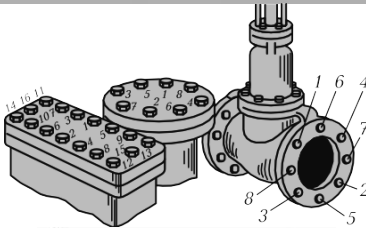
4. встановлюють одну з деталей, що з'єднуються, на іншу так, щоб отвір верхньої деталі знаходився над отвором нижньої, і ввертають гвинти в різьбові отвори, застосовуючи ручний інструмент для збирання різьбових з'єднань (див. рис. 6.19).



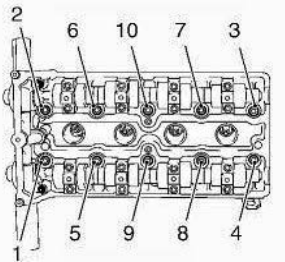
Головка двигуна  
Д-65М



Головка двигуна Д-240



Водопровідна та теплова  
арматура



Головка двигуна Орель  
Фортуна

Рис. 6.20 Порядок затягування різьбових з'єднань

Складання шпилькового з'єднання виконується в такій послідовності:

- вкручують шпильку в різьбовий отвір вручну, для чого на вільний різьбовий кінець шпильки нагвинчують дві гайки, а потім, обертаючи за допомогою ключа верхню гайку, угвинчують шпильку в різьбовий отвір. Механізувати цей процес можна, використовуючи спеціальний патрон і пристосування (рис. 6.21);

- перевіряють, використовуючи слюсарний косинець, перпендикулярність шпильки площині деталей, що з'єднуються, і щільність посадки в різьбовому отворі;

- надягають на деталь зі встановленою в ній шпилькою другу деталь з'єднання;

- встановлюють на шпильки шайби;

- навертають гайки попередньо, а потім остаточно, використовуючи стандартні гайкові ключі (див. рис. 6.21).





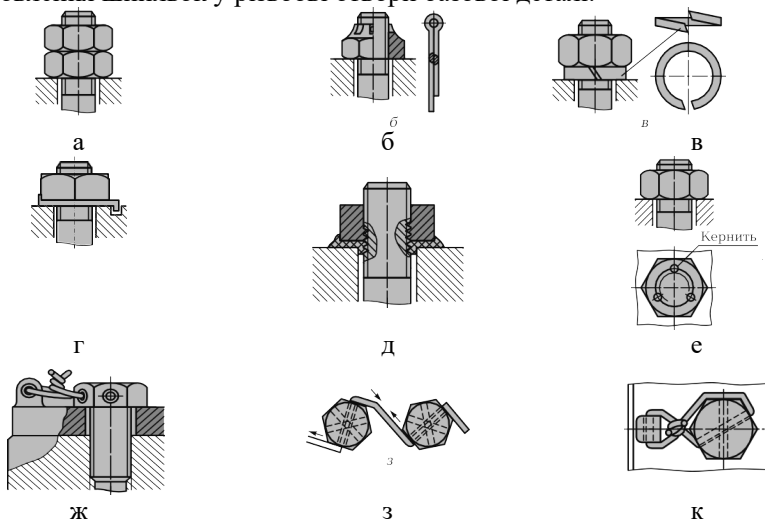
а

б

Рис. 6.21 Пристосування для викручування шпильок:  
а – універсальний, ексцентриковий шпильковерт; б – універсальний, роликаний шпильковерт

Стопоріння різьбових з'єднань (рис. 6.22) здійснюють такими способами: контргайкою (рис. 6.22, а); фіксацією взаємного положення гвинта і гайки шплінтом (рис. 6.22, б); застосуванням пружинних і деформованих шайб (рис. 6.22, в і г), місцевим пластичним деформуванням і дротом (рис. 6.22, д-к), за допомогою анаеробних клеїв.

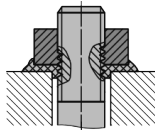
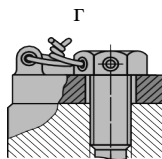
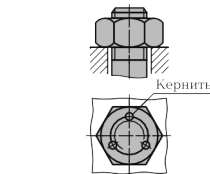
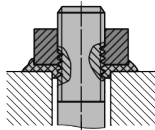
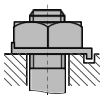
У процесі складання проблеми виникають, як правило, тільки під час установлення шпильок у різьбові отвори базової деталі.



а

б

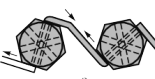
в



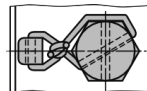
д

е

ж



з



к

Рис. 6.22 Способи стопоріння різьбових з'єднань:  
а – контргайкою; б – шплінтом; в – пружинною шайбою; г – спеціальною шайбою; д – кільцем із поліаміду з подальшим обпресовуванням; е – кернуванням; ж – шайбою з поліаміду; з, к – дротом

#### 6.2.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації розбирально-складальних робіт

Для зниження трудомісткості та підвищення якості і продуктивності виконуваних робіт рекомендується застосовувати під час навертання гайок гайковерт із граничною муфтою, що дає змогу виконувати затягування з'єднання із заздалегідь заданим зусиллям.

Гайковерти мають пневматичний і електричний приводи. Інструмент для викручування/вкручування гайок і болтів необхідно вибирати за передбачуваними завданнями. Орієнтуйтеся на такі параметри пневматичного гайковерта (рис 6.23.):

ударний – використовується для роботи з металевими деталями, що приварилися;

безударний – підходить для маніпуляцій із простими конструкціями;

посилений – випускається повністю в метали;

побутовий – частина корпусу з протиударного пластику;

прямий – зручний для конструкцій із простим доступом;

кутовий – потрібен для гайок, встановлених у важкодоступних місцях.

Щоб правильно вибрати пневматичний гайковерт, потрібно купити такий, щоб підходили такі параметри.



Рис. 6.23 Зовнішній вигляд пневматичного гайковерта: а – ударного; б – безударного; в – посиленого; г – побутового; д – прямого; ж – кутового

Споживання повітря. Чим воно більше, тим потужніша модель. Гайковерт пневматичний повинен підходити вашому компресору. В ідеалі пристрій має видавати більше атмосфер хоча б на 2 одиниці, ніж число, на яке розрахований гайковерт. Приклад: компресор працює на 8 бар, тоді гайковерт не може бути більшим за 6 бар.

Крутний момент. Також відповідає за потужність пневматичного гайковерта. Вимірюється він у Ньютонах на метр і позначається "Нм". Існують гайковерти із силою затягування від 30Нм до 3000Нм. Якщо ж говорити про завдання механіка на СТО, то вже потрібно купувати модель мінімум на 100 - 400Нм. Для великих болтів на будівництвах або заводських верстатах потрібен пневмогайковерт із крутним моментом від 1500Нм.

Розмір посадкового місця – квадрат. Випускаються моделі з посадковим квадратом 1", 1/2", 3/4", 3/8". Оптимальний варіант 1/2" – підходить для ремонту автомобіля та інших конструкцій.

Електричний гайковерт. Це прилад із класичним електродвигуном (щітковим або безщітковим), який вмикається в розетку і отримує електрику з мережі. Мережевий гайковерт має перевагу в потужності та надійності, але для нього потрібна електромережа – не посаджена, з рівною напругою і розеткою поблизу (рис. 6.24).

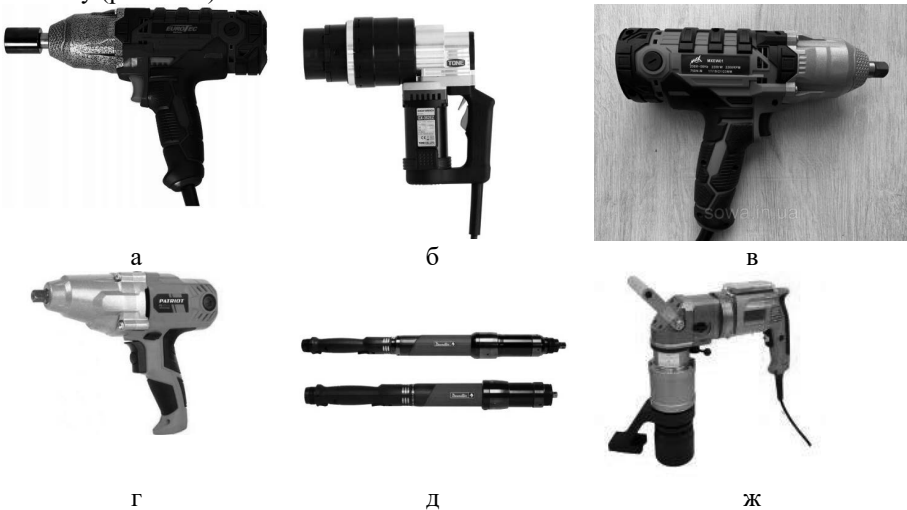


Рис. 6.24 Зовнішній вигляд електричного гайковерта: а – ударного; б – безударного; в – посиленого; г – побутового; д – прямого; ж – кутового

Під час вибору електричних гайковертів (від мережі або на батарейці) враховуємо всі ті ж параметри, що й під час вибору гайковерта пневматичного.

Чим вища потужність, тим важчі болти можна крутити.

Величини крутного моменту. Для нескладних побутових робіт – 200-300 Нм. Найпопулярніші 500-700Нм, для майстерень 1000-1500 Нм, для вантажної техніки потрібно 2000-3000 Нм.

Акумуляторний гайковерт. Дані пристрої живляться від акумуляторних батарей з певною ємністю та напругою (рис. 6.25).

Акумуляторні моделі хороші тим, що вони мобільні. Кабель за ними не тягнеться і не заважає роботі. Можна крутити болти і гайки в будь-якому місці, навіть там, де немає електрики. Єдина умова – батарейка має бути заряджена.

Але інструменти на батарейці мають обмежений час роботи (20-40 хвилин). Тут робочі показники залежать від акумулятора. Сучасні акумулятори літійового типу демонструють досить непогану напругу, а також мають велику ємність. А якщо взяти ще й змінну (запасну) батарею, то вийде цілком потужний і продуктивний гайковерт, який працюватиме понад годину (рис. 6.26).



Рис. 6.25 Зовнішній вигляд акумуляторного гайковерта: а – ударного; б – безударного; в – кутового

Якщо гайковерт працює не від мережі, а від акумуляторної батареї, то додається ще один важливий фактор вибору – батарея та її характеристики. До них відносимо:

*Тип батареї.* Найсучасніший вид акумуляторів – літій-іонні. Такі елементи відрізняються мізерним саморозрядом, не мають "ефекту пам'яті", добре поводяться за будь-якої температури повітря.

*Вольтаж.* Вибираємо батарейку з напругою 18В, не менше. Оптимальний показник 20-24 В, є і 36В, вони потужніші.

*Ємність.* Вибираємо не менше 2-2,5Агод. Такої ємності вистачає на 30-40 хвилин безперервної роботи.

*Саморізи* – призначені для кріплення листового матеріалу без попереднього свердління (рис. 6.26). Це кріплення використовується для кріплення до металевої основи. Щільність притискання до матеріалу забезпечує досить великий капелюшок-шайба.



Рис. 6.26 Саморізи по металу: а – свердлуваті; б – загострені

Загострені саморізи без засвердлювання "проходять" метал товщиною до 0,9мм. Свердлуваті саморізи з буром дають змогу без попереднього свердління кріпити деталі до металу товщиною до 4мм.

Види саморізів по металу:

- за типом головки - шестигранні, напівкруглі, потаємні, трапецевидні, з пресшайбами або EPDM-прокладками;
- за типом шліца - torx, Ph, Pz, антивандальні;
- за типом наконечника - загострені та з буром;
- за типом покриття - оцинковані та фосфатовані.

Закручування саморізів допускається шурупвертом, що має електропривід або акумулятор, чи викруткою.

#### 6.2.5 Розбирання та збирання з'єднань із гарантованим натягом

З'єднання деталей з натягом забезпечується силами тертя, які залежать від тиску, що визначається натягом. Залежно від сил, які повинні витримувати з'єднання під час роботи, їх виконують за допомогою посадок із гарантованим натягом або перехідних. Міцність з'єднання залежить від багатьох чинників, зокрема від натягу, якості складання і стану поверхонь, що з'єднуються. Основну частину трудомісткості розбірних робіт при ремонті машин займає розбирання складальних одиниць, деталі яких сполучені з натягом, що відповідають гарячим і пресовим посадкам. Дійсні зусилля, що мають місце при розпресуванні таких сполучень, часто значно перевершують теоретичні, особливо якщо ці сполучення знаходилися в умовах корозії.

Основною ознакою при класифікації з'єднань із натягом (пресових з'єднань) є форма деталі, що охоплює, додатковими – міра доступності для засобів розбирання і збирання, фізичні властивості матеріалів, із яких виготовлені деталі з'єднання, тип поверхонь, що сполучаються (циліндричні, конічні, еліптичні); наявність мастила на поверхні контакту. Всього виділяється 3 класи з'єднань, у яких деталь, що охоплює, є тілом обертання, некруглим стрижнем (важіль, шатун) або корпусом.

Розібрати складальну одиницю, деталі якої сполучені з натягом, можна різними способами. За принципом дії на посадочні поверхні складені деталі можна розділити механічним, гідравлічним, термічним або комбінованим способом.

При *розбиранні з'єднань механічним способом* охоплювана деталь під впливом сил випресовування, що прикладаються до неї, випресовується з тієї, що охоплює, тобто здійснюється зворотна операція запресовки – розпресовка. Зусилля випресовування на 10-25% більше зусилля запресовування. Основним устаткуванням для розбирання з'єднань із натягом є знімачі, преси, стенди і пристосування (рис. 6.27). Для зниження необхідних зусиль випресовування інколи застосовують додаткові вібраційні дії.

*Розбирання з'єднань з натягом гідравлічним способом* (гідророзпором) проводиться шляхом нагнітання масла під високим тиском у зону сполучення. Тиск масла повинен перевершувати величину середнього контактного тиску на поверхнях, що сполучаються. При цьому відбувається пружне збільшення діаметру отвору деталі, що охоплює, і зменшення діаметру охоплюваної деталі. У результаті цього між деталями утворюється плівка масла, яка у багато разів знижує коефіцієнт тертя і спрощує процеси розбирання. Подача масла в

з'єднання здійснюється на задалегідь підготовлену при виготовленні деталей системі отворів і виточок або з боку вільного торця. Для цього використовуються спеціальні установки, що забезпечують диференційовану автоматичну подачу масла під високим тиском (рис. 6.28).

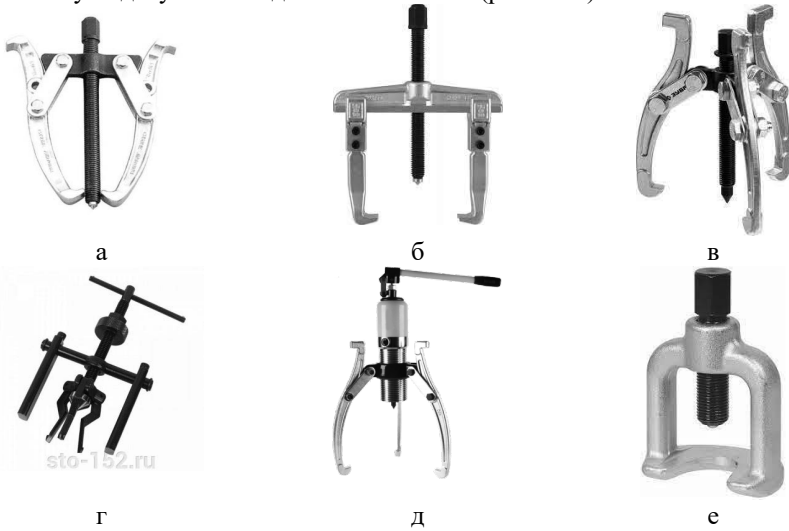


Рис. 6.27 Зовнішній вигляд знімачів для розбирання: а – знімач двохлапий; б – реверсивні знімачі; в – знімач підшипників трилапий; г – знімач для внутрішнього підшипника; д – знімач із гідравлічним приводом; е – знімач рульових тяг

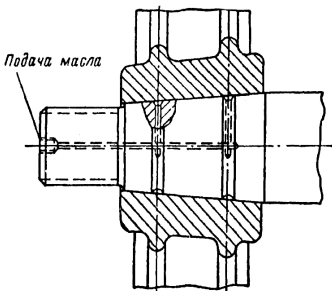


Рис. 6.28 Торцева схема створення масляного шару

Виточки розташовуються на відстані 0,3-0,5 довжин сполучення від торця, для вузлів із втулками постійної жорсткості.

Для забезпечення мінімальних зусиль при розбиранні з'єднань із натягом застосовують схему радіального підведення масла через тіло втулки з використанням фальшвалу (рис. 6.29).

При цьому діаметр фальшвалу 5 менше діаметру валу сполучення 1 на

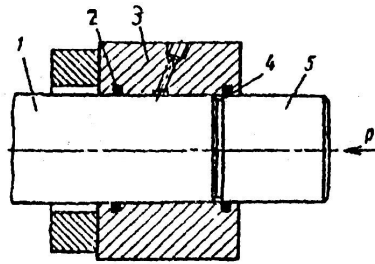


Рис. 6.29 Радіальна схема створення масляного шару

величину  $\delta+0,15\text{мм}$ , де  $\delta$  – натяг.

Між торцями валів 1 і 5 є ущільнення 4. У тілі втулки 3 розташовані манжети, які заздалегідь встановлюються у відповідні пази при збиранні сполучення. Після нагнітання масла через спеціальний канал у втулці на контактну поверхню розбирання з'єднання проводиться при невеликих зусиллях.

При цьому тиск у зоні контакту поверхонь змінюється в межах 90-125 МПа.

При *термічному способі, розбирання з'єднань із натягом* здійснюється за наявності термічного зазору  $\Delta_T$ , що утворюється при нагріві або охолодженні з'єднаних деталей. З'єднання, зібрані в такий спосіб, часто називають поперечно-пресовими.

Термічний спосіб може виконуватися декількома методами – факельним, індукційно-тепловим нагрівом; вживанням термопластичної деформації, глибоким охолодженням.

Факельний нагрів застосовується при розбиранні з'єднань із тонкостінними охоплюючими деталями. Для цього використовуються газові пальники, причому матеріал деталі, що охоплює, повинен мати значно більший, ніж матеріал охоплюваної деталі, коефіцієнт лінійного розширення. Проте в цілому цей метод непродуктивний, він приводить до викривлення деталей, місцевого перепалу і відпуску загартованих поверхонь.

Індукційно-тепловий метод є найбільш універсальним і продуктивним. Індукційний нагрів деталей, виготовлених з феромагнітного матеріалу, здійснюється шляхом індукції в них вихрових струмів. Індукуючим дротом є соленоїд, що працює на струмах промислової частоти. Для посилення теплового ефекту створюється система магнітопроводів, яка замикається на деталь.

Метод термопластичної деформації використовується при розбиранні з'єднань із натягом, які мають охоплюючі тонкостінні деталі з близькими значеннями коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів деталей. Його суть полягає в тому, що з'єднання (складальну одиницю) нагрівають факелом або в печах до певної температури, а потім швидко охолоджують. Оскільки деталь, що охоплює, остигає швидше охоплюваної, у з'єднанні утворюється додатковий температурний натяг і відбувається пластична деформація поверхонь сполучення. У результаті складальна одиниця втрачає міцність, і після вирівнювання температур відбувається мимовільне її розформування. Даний метод найбільш ефективний в одиничному і дрібносерійному виробництві при тонкостінності деталі, що охоплює  $d/d_2 < 0,5$  ( $d$  – діаметр посадочної поверхні;  $d_2$  – зовнішній діаметр деталі, що охоплює).

При розбиранні з'єднань із натягом методом глибокого охолодження рідким азотом заповнюють внутрішню порожнину деталі, що охоплює. Це дозволяє створити монтажний термічний зазор між деталлю, що охоплює, і охоплюваною. Як найкращі результати метод дає при малому натягу в з'єднанні.

Максимальний нагрів з'єднаних деталей складає 200-400°C. Допустимий нагрів підшипників кочення при тепловому монтажі підшипникових вузлів не повинен перевищувати 100°C, оскільки подальше підвищення температури їх

нагріву може привести до зміни структури і фізико-механічних властивостей сталі, порушенню стабільності геометричних розмірів, погіршенню експлуатаційних властивостей.

У багатьох випадках для розбирання і збирання з'єднань із натягом використовуються комбіновані способи. Найчастіше механічний поєднують з термічним або гідравлічним.

Принцип складання з'єднань ґрунтується на пластичному деформуванні деталей, що сполучаються, яке досягається завдяки створенню напружень, що перевищують межу пружності їхнього матеріалу. У зв'язку з цим такі з'єднання можуть бути зібрані тільки з деталей, виготовлених із пластичних матеріалів.

Способи виконання з'єднань із гарантованим натягом. З'єднання з гарантованим натягом можуть бути виконані кількома способами:

- поздовжнім складанням за рахунок осьового зусилля, яке прикладається до однієї з деталей з'єднання (валу або втулки) в осьовому напрямку;

- поперечним складанням за рахунок нагрівання охоплюючої деталі або охолодження охоплюваної, що створює можливість їхнього вільного з'єднання в процесі складання;

- комбінацією поздовжнього і поперечного складання. Сутність цього способу полягає в тому, що під впливом високого тиску (до 200 МПа) оливи, що підводиться в зону з'єднання, відбувається пружна деформація деталей цього з'єднання, що і забезпечує отримання гарантованого натягу в результаті повернення розмірів до вихідних величин після зняття тиску.

Інструменти, пристосування та обладнання, що застосовуються при виконанні з'єднань з гарантованим натягом. Під час виконання з'єднань способом поздовжнього складання застосовують ручні, гідравлічні та пневматичні преси. Під час установавлення невеликих деталей у великі корпусні деталі у важкодоступних місцях застосовують домкрати з ручним (рис. 6.30, а) або гідравлічним приводом (рис. 6.30, б), гвинтові пристосування (рис. 6.30, в), а також пневматичні (рис. 6.30, г), гідравлічні (рис. 6.30, д) або механічні ручні (рис. 6.30, е) преси на робочих місцях розбирання - складання вузлів.

Під час виконання з'єднань із гарантованим натягом способом поперечного складання для нагрівання охоплюваної деталі застосовують водяні або масляні ванни. Якщо деталь, що охоплює, має великі розміри, то нагрівання здійснюють тільки в місцях з'єднання газовим пальником або індуктором струму високої частоти (СВЧ). Для нагрівання деталей типу кілець застосовують спеціальні індукційні пристрої.

Охолодження охоплюваної деталі перед складанням здійснюють за допомогою рідкого азоту, використовуючи для цього посудини Дьюара, або твердої вуглекислоти ("сухого льоду"), що поміщається в спеціальний термос.



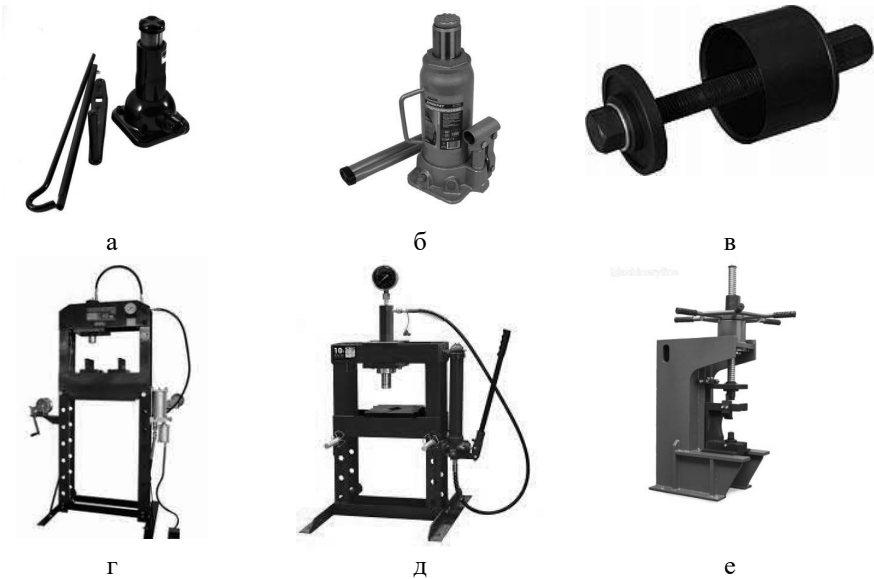


Рис. 6.30 Обладнання та пристосування запресовування деталей:  
 а – ручний гвинтовий домкрат; б – домкрат із гідравлічним приводом;  
 в – пристосування для впресування втулок; г – пневматичний прес;  
 д – гідравлічний прес; е – гвинтовий прес.

*Послідовність робіт під час виконання з'єднань із гарантованим натягом.*  
 Послідовність робіт вибирають залежно від методу, який застосовують для отримання з'єднання.

Запресовування виконується в такій послідовності:

- перевіряється відповідність розмірів деталей, що сполучаються, необхідній посадці в з'єднанні і відсутність задирок;
- наноситься на поверхні, що сполучаються, мастильний матеріал;
- встановлюється охоплювана деталь на охоплюючу так, щоб їхні осі збіглися;
- запресовується охоплювана деталь в охоплювальну;
- обробляється отвір в охоплюваній деталі (якщо він є) до початкового розміру.

Термічний вплив під час поперечного складання з'єднань з гарантованим натягом відбувається таким чином.

Нагрівання деталі, що охоплює:

- перевіряють відповідність розмірів деталей вимогам посадки в з'єднанні і відсутність задирок на поверхнях, що сполучаються;
- поміщають охоплювальну деталь з'єднання в масляну ванну для нагрівання;
- витягують з ванни охоплюючу деталь з'єднання і встановлюють її на охоплювану;

- витримують деталі до досягнення ними кімнатної температури.
- Глибоке охолодження охоплюваної деталі:
  - переконатися у відсутності на поверхні деталі задирих, ретельно очистити з'єднувальні деталі від бруду й олії, а потім насухо протерти;
  - завантажити деталі в посудину, використовуючи спеціальні кліщі;
  - залити в посудину охолоджувальну рідину так, щоб вона повністю покривала деталі;
  - витримати деталі в охолоджувальній рідині (час витримки вибирають залежно від розмірів і маси деталі);
  - витягти деталі з охолоджувальної рідини і виконати з'єднання.

## 6.3 Клепання

### 6.3.1 Призначення клепаання

Клепаання – процес отримання нероз'ємних з'єднань за допомогою заклепок. Застосовується клепака під час виготовлення металевих конструкцій (ферми, балки, різного роду ємності та рамні конструкції).

Заклепка являє собою стрижень із пластичного металу, на одному кінці якого виконано голівку, яка називається заставною (рис. 6.31). У процесі виконання операції на другій стороні стрижня, що вставляється в отвір з'єднуваних заготовок, утворюється друга голівка заклепки, яку називають замикаючою. Необхідність застосування пластичного металу для виготовлення заклепок зумовлена тим, що голівки заклепок утворюються в результаті пластичного деформування стрижня. Під час виконання заклепувального з'єднання заклепки слід вибирати з того самого матеріалу, з якого виготовлені деталі, що підлягають з'єднанню. Процес клепаання складається з двох етапів: попереднього і власне клепаання.



Рис. 6.31 Заклепки з напівкруглою (а) і потайною (б) головками

Найчастіше для з'єднання застосовують заклепки з напівкруглою (рис. 6.31, а) і потайною (рис. 6.31, б) головками.

Розміри заклепок обирають залежно від товщини заготовок, що з'єднуються: їхній діаметр має дорівнювати сумарній товщині заготовок, що з'єднуються, довжина – сумарній товщині заготовок, що з'єднуються, плюс 0,8 - 1,5 діаметра заклепки. Діаметр отвору під заклепку має бути більшим за діаметр заклепки на 0,1-0,2мм. Заклепки виготовляють з матеріалів, яким властива хороша пластичність, – сталі (Ст2, Ст3, Сталі 10 і 15), міді (М3, МТ), латуні (Л63), алюмінієві сплави (АМг5П, Д18, АД1). Заклепки для відповідальних з'єднань виготовляють з нержавіючої (X18Н9Т ) або легваної

(09Г2) сталі.

Клепання поділяють на холодне, таке що виконують без нагрівання заклепок, і гаряче, при якому перед встановленням на місце стрижень заклепки нагрівають до 1000 - 1100°С.

Практикою вироблені такі рекомендації щодо застосування холодного й гарячого клепання залежно від діаметра заклепок:

до  $d = 8$ мм – лише холодне;

при  $d = 8 - 12$ мм – як гаряче, так і холодне;

при  $d > 12$ мм – лише гаряче.

Заклепкові з'єднання мають ряд суттєвих недоліків, основними з яких є: збільшення маси клепанних конструкцій; послаблення склепуваного матеріалу у місцях утворення отворів під заклепки; значне число технологічних операцій, потрібних для виконання заклепкового з'єднання (свердління або пробивання отворів, зенкування або штампування гнізд під потаємну головку, встановлення заклепок і власне клепання); значний шум та вібрації (коливання), які виникають при роботі ручними пневматичними молотками і шкідливо впливають на організм людини, тощо.

### 6.3.2 Інструмент

Інструменти для ручного клепання повинні забезпечувати утворення замикаючої голівки заклепки і надійне з'єднання деталей. До них належать слюсарний молоток із квадратним бойком, підтримка під заставну голівку, натяжка та обтискач.

Масу молотка вибирають залежно від діаметра заклепки:

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

Підтримка служить опорою під час розклепування стрижня заклепки. Форма і розміри підтримок залежать від конструкції склепуваних деталей і діаметра стержня заклепки, а також від вибраного методу клепання. Маса підтримки повинна бути в 4 - 5 разів більша за масу молотка.

*Натяжка* (рис. 6.32 а) служить для осадження листів, що підлягають з'єднанню вздовж осі заклепки.

*Обтискання* (рис. 6.32 б) забезпечує формування після осадження замикаючої напівкруглої головки заклепувального з'єднання.



Рис. 6.32 Інструменти для клепки: а – натяжка; б – обтискання

### 6.3.3 Способи виконання клепання

На попередньому етапі свердлять отвір під заклепку і формують заглиблення під її головку.

Під час клепаання встановлюють заклепки в отвір, виконують натяжку з'єднаних аркушів (осаджують аркуші вздовж стрижня заклепки) і формують замикаючу голівку (рис. 6.33).

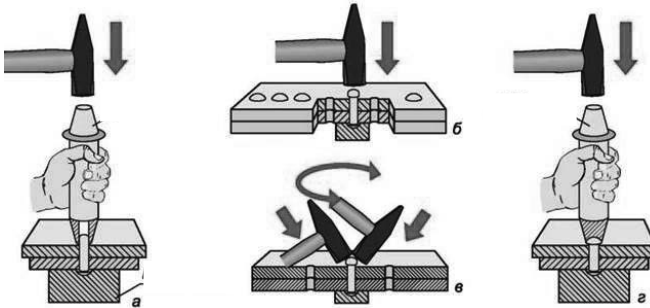


Рис. 6.33 Послідовність отримання заклепувальних з'єднань: а – натяжка; б, в – формування головки; г – обтиск головки

Заклепувальні шви – місце з'єднання заготовок заклепками.

Залежно від характеру з'єднання і його призначення заклепувальні шви можуть бути міцні, щільні та міцнощільні.

За взаємним розташуванням заклепок у з'єднанні виділяють шви двох типів: внахлестку (рис. 6.34, а) і встик з однією (рис. 6.34, б, г) або двома (рис. 6.34, в) накладками.

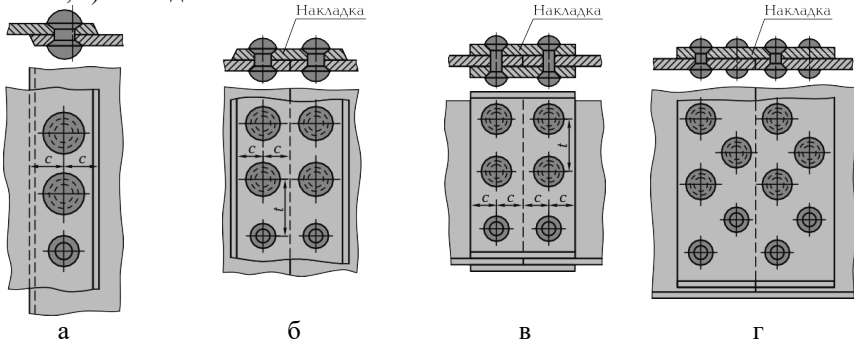


Рис. 6.34 Типи заклепувальних швів залежно від розташування заклепок:

- а – внахлестку однорядний; б, в – дворядні встик відповідно з однією і двома накладками; г – шаховий встик з однією накладкою; t – крок з'єднання;
- с – відстань від краю заготовки до центру отвору під заклепку.

За будь-якого виду з'єднання заклепки можуть розташовуватися в один, два, три ряди і більше (див. рис. 6.34).

Відстань між заклепками в з'єднанні вибирають залежно від типу з'єднання (однорядне або дворядне). В однорядному шві заклепки розташовують на відстані кроку  $t$ , що дорівнює трьом діаметрам заклепки. Від краю з'єднання заклепка повинна відстояти на відстані  $c$ , що дорівнює півтора діаметрам

заклепки. У разі дворядного з'єднання відстань між заклепками має дорівнювати чотирьом діаметрам заклепки, а відстань від краю з'єднаних заготовок – півтора діаметру. Відстань між рядами має становити два діаметри заклепки. При багаторядному (шаховому) розташуванні заклепок у шві слід дотримуватися тих самих правил, що і при виконанні дворядних швів.

Під час ручного клепаання роблять таким чином:

- підганяють поверхні заготовок, що з'єднуються;
- розраховують довжину заклепок:  $l = S + (1,2...1,5)d$ , де  $S$  – сумарна товщина заготовок, що з'єднуються;  $d$  – діаметр заклепки;
- визначають крок заклепок;
- розраховують відстань між рядами в з'єднанні;
- розраховують відстань від центру отвору до краю з'єднаних заготовок;
- розмічають з'єднувані заготовки для свердління отворів під заклепки;
- вибирають свердло і свердлять отвори під заклепки, скріпивши заготовки, що з'єднуються, за допомогою струбцини;
- вводять знизу заклепку в отвір і встановлюють підтримку під її заставну голівку;
- встановлюють на стрижень заклепки натяжку і осаджують з'єднувані заготовки;
- наносять по стрижню заклепки удари під кутом до її осі, забезпечуючи попереднє формування замикаючої голівки таким чином, щоб вона була концентрична стрижню;
- встановлюють обтискач на попередньо сформовану замикаючу голівку і проводять її остаточне формування;
- контролюють правильність установлення заклепок 1 і 5 (рис. 6.35) за висотою голівок над поверхнею склеюваних заготовок за допомогою шаблону 2 або лінійки 3 і щупа 4.

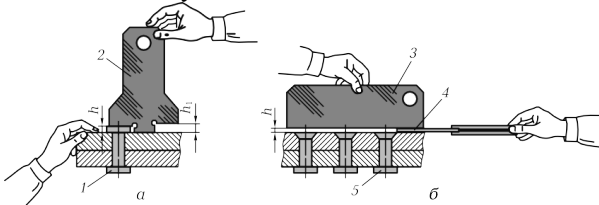


Рис. 6.35. Типи заклепувальних швів залежно від розташування заклепок: а – внахлестку однорядний; б, в – дворядні встик відповідно з однією та двома накладками; г – шаховий встик з однією накладкою; т – крок з'єднання; с – відстань від краю заготовки до центру отвору під заклепку

#### 6.3.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації клепаання

*Механізація процесу клепаання.* Для механізації процесу передбачено застосування пневматичних клепальних молотків і ручних переносних пневматичних пресів, які не створюють вібрацій під час клепаання.

Пневматичний клепальний молоток є пневматичною поршневою

машиною ударної дії з клапанним повітророзподільним механізмом, що працює під дією стисненого повітря (рис. 6.36), що складається з корпусу 1 з руків'ям 11, у яке вмонтовано пусковий пристрій і ніпель 15. На ніпель надягають шланг, за допомогою якого молоток з'єднують із централізованою мережею розводки стисненого повітря.

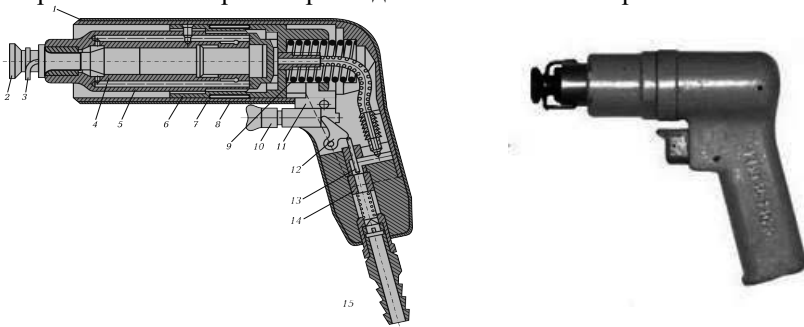


Рис. 6.36 Пневматичний клепальний молоток: 1 – корпус; 2 – ударник; 3,9 – пружини; 4 – молоток; 5 – циліндр; 6 – стакан; 7 – золотник; 8 – кришка; 10 – курок; 11 – рукоятка; 12 – важіль; 13 – штовхач; 14 – пусковий клапан

У корпусі встановлений стакан 6, циліндр 5 з поршнем і золотник 7 з кришкою 8. Повітря з централізованої мережі надходить через пусковий клапан 14 і золотник 7 у робочу камеру, яка розташована під поршнем. Доступ повітря в пусковий клапан забезпечується при натисканні на курок 10, який важелем 12 впливає на штовхач 13. Під час пуску стисненого повітря молоток 4 з ударником 2, з'єднаний з поршнем, рухається вперед і здійснює осадку заклепки. Золотник відкриває отвір для підведення стисненого повітря в нижню частину циліндра під поршень, змушуючи його переміститися вгору. Пружина 3 оберігає від випадання ударник 2, який одночасно є обтискачем, що забезпечує формування замикальної головки. Гасіння вібрацій, що виникають під час клепки, здійснюється пружиною 9. Ця модель призначена для розклепування заклепок, найбільший діаметр яких 4мм, для з'єднання різних виробів загальною товщиною не більше 10мм.

Для розклепування з'єднань за допомогою гарячих заклепок діаметром до 22мм необхідна енергія удару 22,5Дж. Для роботи клепального молотка слід застосовувати компресор з робочим тиском не менше 5,0Атм і продуктивністю не менше 2040 л/хв (рис. 6.37).



Рис. 6.37 Молоток клепальний пневматичний

Ручний переносний пневматичний прес (рис. 6.38) застосовують під час клепки деталей загальною товщиною до 4мм. Він складається з пневматичного циліндра 1, який за допомогою клинового механізму забезпечує робоче переміщення обтискачів 3 і 4, установлених у скобі 2.

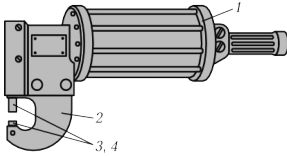


Рис. 6.38 Ручний переносний пневматичний прес: 1 – циліндр; 2 – скоба; 3, 4 – обтискачі



Рис.6.39 Пневматичний "С"-подібний прес-заклепочник

Пневматичний "С"-подібний прес-заклепочник (пневмоскоба) призначений для встановлення суцільнометалевих, напівпорожнистих і порожнистих заклепок (рис. 6.39), розвиває достатню потужність для встановлення заклепок діаметром до  $\varnothing 4,8\text{мм}$ . Розмір зіву у відкритому стані та без урахування встановлених оправок – 29мм. Робочий тиск: 6.3бар. Витрата повітря: 85л/хв.

Заклепочник – це незамінний інструмент для встановлення заклепок. Принцип його роботи заснований на тяговому зусиллі, яке стискає заклепку, деформуючи її. Витяжні заклепки – найпоширеніший тип кріплення. В отвір у голівці заклепочника поміщається стрижень заклепки (рис. 6.40). При цьому буртик заклепки повинен упертися в інструмент. Зусилля, створюване клепальником, втягує стрижень у втулку заклепки, розклепуючи її верхню частину. Після того, як клепка надійно фіксується в деталі, зусилля, що створюється на стрижень, відриває його всередині втулки. За підсумком деталі з'єднуються тільки втулкою, а стрижень викидається.

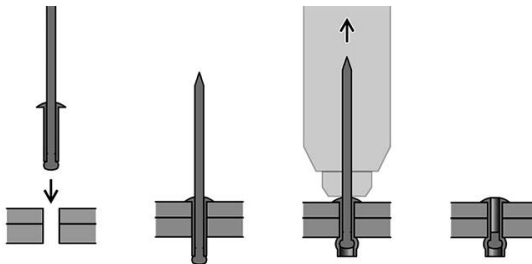


Рис. 6.40 Принцип постановки витяжної заклепки

Кожен заклепочник розроблений для роботи з певними типами і розмірами кріплення. Наприклад, діаметр витяжних заклепок може варіюватися від 2,4 до 8мм, а їхня довжина - від 6 до 45мм. Також важливо враховувати матеріал: для деформування алюмінієвих або мідних заклепок потрібно менше зусиль, ніж для роботи з заклепками з оцинкованої або нержавіючої сталі.

Заклепочники (рис. 6.41) за своєї конструкцією бувають: а – одnorучні; б – дворучні; в – кулісні.



Рис. 6.41 Заклепочники: а – одnorучні; б – дворучні; в – кулісні

Одноручні: Це невеликі та легкі інструменти, якими можна керувати однією рукою. Вони підходять для алюмінієвих заклепок (до 4,9мм у діаметрі). Зручні для роботи у вузьких місцях, і деякі з них навіть мають головку, яку можна повертати, щоб легше було працювати (рис. 6.41, а).

Дворучні: Ці моделі більші та важчі, їх потрібно тримати обома руками. Вони призначені для великих алюмінієвих і сталевих заклепок (від 6,5мм у діаметрі) і створюють більше робоче зусилля. Чудово підходять для інтенсивної роботи, але їх незручно використовувати на висоті (рис. 6.41, б).

Кулісні. Ці інструменти спеціально зроблені для роботи в тісних і важкодоступних місцях. Основна перевага кулісного інструменту полягає в його здатності множити прикладене зусилля, що дає змогу використовувати його для встановлення більших і міцніших заклепок, зокрема сталевих (до 6,4мм у діаметрі) (рис. 6.41, в).

Акумуляторні заклепочники (рис. 6.42) обладнані вбудованим акумулятором, який забезпечує необхідну енергію для роботи ударного механізму для заклепок діаметром 2,4-5,0мм. Ємність акумулятора дає змогу встановлювати сотні або навіть тисячі заклепок. Сучасні акумуляторні заклепувальні пістолети зазвичай мають зусилля витягування в діапазоні від 9000 до 20000Н.

Пневматичні заклепочники (рис. 6.43) – це найпродуктивніші пристрої, що працюють від стисненого повітря, яке подається від зовнішнього компресора, який забезпечує необхідну енергію для роботи ударного механізму для заклепок діаметром 2,4-6,0мм. Сучасні пневмозаклепочники мають зусилля витягування в діапазоні від 12000 до 34000Н. Важливий показник пневмозаклепочника – тиск у системі, чим вищий тиск – тим ефективніша робота пневмоінструменту. Зазвичай він становить близько 6,2 бара. Однак важливо пам'ятати, що робочий тиск самого інструменту має бути на 1-2 атмосфери нижчим за максимальний тиск компресора, з яким він буде використовуватися.





Рис. 6.42 Аккумуляторний заклепочник



Рис. 6.43 Пневматичний заклепочник

## 6.4 Паяння

### 6.4.1 Призначення паяння

*Паяння* – процес отримання нероз'ємного з'єднання двох або декількох металевих заготовок за допомогою розплавленого металу (припою), що має нижчу температуру плавлення, ніж метал заготовок, що з'єднуються. Паяння здійснюється під час нагрівання місць з'єднання заготовок до температури, що перевищує температуру плавлення припою, який під час розплавлення заповнює зазор між з'єднуваними заготовками. При застиганні припій забезпечує нероз'ємне і не рухоме з'єднання заготовок.

До переваг паяння належать: незначне нагрівання з'єднування частин, що зберігає структуру й механічні властивості металу; чистота з'єднання, яка не потребує найчастіше наступної обробки; збереження розмірів і форми деталі; міцність з'єднання .

Перед паянням місця з'єднання заготовок обробляють напилком, пелюстковими колами і протирають ганчіркою для зняття оксидної плівки та очищення від пилу і бруду. Після очищення поверхні знежирюють.

Під час паяння використовують спеціальні речовини – флюси, які полегшують процес паяння завдяки розчиненню оксидів, що утворюються під час нагрівання сполучених заготовок і припою.

Залежно від температури плавлення припої поділяють на м'які (сплав легкоплавких металів на основі свинцю та олова) і тверді (тугоплавкі).

Олов'яно-свинцеві припої виготовляють таких марок :

– безсурм'янисті – ПОС 90, ПОС 61, ПОС 40, ПОС 10, ПОС 61М1, ПОС К 50-18;

– малосурм'янисті – ПОССу 61-05, ПОССу 50-0,5, ПОСС у 40-0,5, ПОССу 35-0,5, ПОССу 25-0,5, ПОССу 18-0,5;

– сурм'янисті ПОССу 95-5, ПОССу 40-2, ПОССу 35-2, ПОССу 30-2, ПОССу 25-2, ПОССу 18-2, ПОССу 15-2, ПОССу 10-2, ПОССу 8-3, ПОССу 5-І і ПОССу 4-6.

У позначенні марки букви вказують: ПОС – припій олов'яно - свинцевий; М – мідь; К – калій; числа вказують: перше – на вміст олова, %; наступні – на вміст міді й калію, % ( решта – до 100% – свинець). При слюсарних роботах частіше застосовують припій ПОС 40.

М'які припої випускають у вигляді чушок, дроту, литих прутиків, зерен,

стрічок фольги, трубок (заповнюють каніфоллю) діаметром 2-5мм, а також у вигляді порошків і паст з порошку з флюсом.

Мідно-цинкові припої випускають трьох марок: ПМЦ-36 для паяння латуні з вмістом 60 - 68% міді; ПМЦ-48 – для паяння мідних сплавів, що мають міді понад 68%; ПМЦ-54 – для паяння бронзи, міді, томпаку і сталі. Мідно-цинкові припої плавляться при 700 - 950°C.

У марці буква П означає слово «припій», МЦ – мідно-цинковий; цифра вказує на вміст міді (%).

Ці припої випускають у вигляді зерен. Зерна припоїв залежно від розміру поділяють на два класи: А – зерна розміром 0,2-3мм; Б – зерна розміром 3-5мм.

Паяння м'якими припоями (температура плавлення 180...300°C) дає змогу отримати з'єднання, які можна поділити на три групи:

- міцні – характеризуються певною міцністю;
- щільні – з гарантійною герметичністю;
- міцнощільні – міцні та герметичні.

Як флюс під час паяння м'якими припоями застосовують каніфоль – продукт природного походження.

Паяння твердими припоями (температура плавлення 700...1000°C) забезпечує міцніше з'єднання заготовок сполучення. При паянні використовують припої зі срібла або міді. Поверхні заготовок, що з'єднуються, перед паянням, мають бути очищені і підігнані таким чином, щоб зазор між ними не перевищував 0,1мм. У процесі паяння положення заготовок має бути зафіксовано, для чого використовують відпалений сталевий дріт.

Під час паяння твердими припоями як флюси застосовують буру, борну кислоту або хлорид цинку.

#### 6.4.2 Інструмент

Інструменти для паяння м'якими припоями. Як інструменти для паяння м'якими припоями застосовують паяльники періодичного і безперервного нагрівання.

Паяльник періодичного нагрівання (рис. 6.44) виготовляють двох типів: прямий і кутовий. Розігрів паяльника періодичного нагріву здійснюється за допомогою паяльної лампи (рис. 6.45) або в ковальському горні.

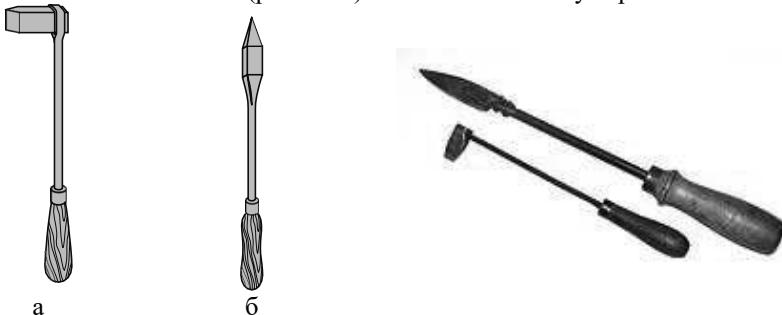


Рис. 6.44 Паяльник періодичного нагрівання: а – кутовий; б – прямий

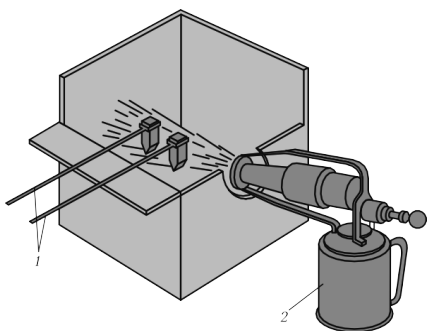


Рис. 6.45 Нагрівання паяльною лампою: 1 – паяльники періодичного нагрівання; 2 – паяльна лампа

Паяльник безперервного нагріву – електричний (рис. 6.46), найширшого поширення набув завдяки високій надійності та простоті дії. Він випускається з двома типами робочої частини: прямий і кутовий. Вибирати потужність паяльника потрібно виходячи з того виду роботи, який потрібно з його допомогою здійснювати.

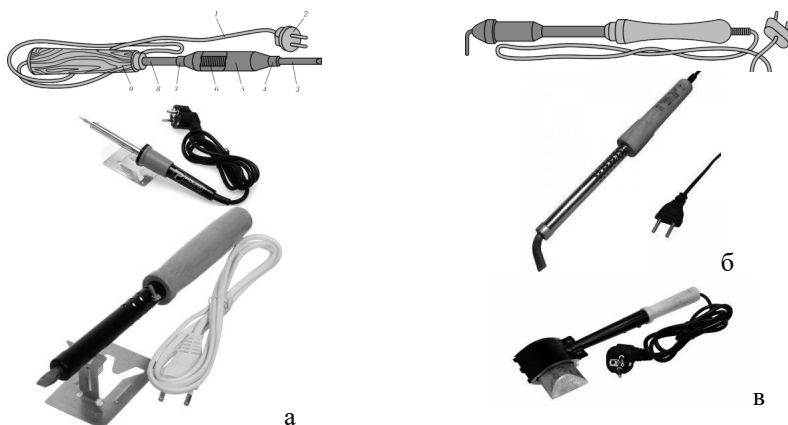


Рис. 6.46 Електричний паяльник: а – прямий (паяльник електричний контактний 40 w, паяльник 100Вт, 100W, 220V, дерев'яна ручка, мідне жало):  
 1 – електричний шнур; 2 – електрична вилка; 3 – робоча частина;  
 4, 7 – хомутики; 5 – кожух; 6 – нагрівальний елемент; 8 – стрижень; 9 – ручка;  
 б – кутовий (паяльник 100Вт, 80W, 220V, дерев'яна ручка, мідне жало);  
 в – паяльник електричний Сокира (250Вт)

Інструменти для паяння твердими припоями. Для паяння твердими припоями застосовують паяльники тільки безперервного нагрівання: газові або бензинові.

Газовий паяльник (рис. 6.47, а) працює на пропані, який подають через штуцери на рукоятці. Надходження пропану до пальника регулюється краном. Газ, що виходить із сопла, підпалюється, забезпечуючи нагрівання робочої

частини паяльника, яка з'єднана з пальником стрижнем із хомутиком. Температура полум'я: до 1850°C. Витрата газу: до 140грам на годину. Потужність пальника: 2кВт. Довжина паяльної насадки: 85мм. Маса паяльної насадки: близько 200грам.

Ефективна робота з масивними деталями, що володіють великим тепловідведенням (каністри, тазики і господарське начиння, металеві конструкції з товстими стінками, автомобільні радіатори, мідні трубки).



а



б

Рис. 6.47 Паяльники безперервного нагрівання: а – молотковий пропановий газоповітряний паяльник; б – бензиновий (рукоятка-резервуар).

Бензиновий паяльник (рис. 6.47, б) складається з робочої частини, яка безперервно підігрівається бензиновим пальником. Ємність для бензину розташовується в рукоятці – резервуарі. Підготовка до роботи таких паяльників аналогічна паяльникам періодичного нагрівання.

#### 6.4.3 Способи виконання паяння

*Послідовність виконання робіт під час паяння.* Під час паяння м'якими припоями роблять так:

– очищують від бруду, слідів корозії і знежирюють поверхні заготовок, що підлягають з'єднанню;

– приганяють щільно сполучені поверхні заготовок з'єднання згинанням, правкою або обпилюванням;

– зачищають жало паяльника, заправляють його особистим напилком і прогрівають;

– проводять лудіння (покриття тонким шаром припою) робочої частини паяльника, для чого торкаються робочою частиною паяльника прутка припою так, щоб на ній залишилося кілька крапель припою. Потім робочу частину паяльника приводять у зіткнення з каніфоллю і здійснюють кілька зворотно-поступальних рухів, забезпечуючи покриття тонким шаром припою робочої частини паяльника;

– прогрівають паяльником місце з'єднання заготовок і наносять на місце з'єднання тонкий шар каніфолі, після прогрівання місця з'єднання до необхідної температури припій почне розтікатися. У цей момент слід почати переміщення робочої частини паяльника вздовж з'єднання, забезпечуючи заповнення зазору між сполученими заготовками розплавленим припоєм;

– видаляють надлишки припою після його затвердіння з поверхні шва напилком.

*При пайці твердим припоєм дії виконують у такій послідовності:*

- очищають поверхні, що сполучаються, від бруду, слідів корозії, знежирюють і підганяють одну до іншої, фіксуючи їхнє положення;
- нарізають невеликі пластинки мідно-цинкового припою і укладають їх уздовж шва, посипавши порошкоподібним припоєм.

*При паянні твердим припоєм дії виконують у наступній послідовності:*

- очищають поверхні, що сполучаються від бруду, слідів корозії, знежирюють і підганяють одну до іншої, фіксуючи їх положення;
- нарізують невеликі пластинки мідно-цинкового припою та укладають їх уздовж шва, посипавши порошкоподібним флюсом;
- прогрівають шов з'єднання до температури розплавлення припою і заповнюють ним зазор між з'єднаними заготовками;
- припиняють нагрівання після заповнення зазору припоєм, охолоджують з'єднання на повітрі і зачищають шов.

#### 6.4.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації паяння

*Імпульсні паяльники.* Нагрівання відбувається завдяки високочастотному трансформатору і наявності частотного перетворювача (рис. 6.48). Такі паяльники миттєво нагріваються, але підходять тільки для короткочасної роботи. Нагрівання жала паяльника – 8сек.



Рис. 6.48 Паяльник імпульсний із трансформатором

*Акумуляторні паяльники* (рис. 6.49). Є різновидом електричних моделей, але при цьому не вимагають прив'язки до електромережі. Такі інструменти особливо актуальні для автоелектриків і в монтажних роботах. Час автономної роботи залежить від потужності акумуляторної батареї. Потужність 90Вт. Час нагріву 1.4хв. Акумуляторний паяльник оснащується функцією швидкого нагріву – інструмент готовий до роботи всього через 80-100 секунд. Робоча частина інструменту обертається і фіксується за кутами 0°, 45° і 90°. Для індикації рівня заряду і нагріву наконечника модель оснащується спеціальними світлодіодами.



Рис. 6.49 Зовнішній вигляд акумуляторного паяльника

*Газові паяльники* (рис. 6.50). Інструмент для локального нагрівання предметів у тих місцях, де відсутні джерела електричного живлення. Для нагрівання спаюваних поверхонь і припою використовується горючий газ. Такі пристрої дають змогу виконати нагрівання поверхні, що спаюється, до 2000°C, що дає можливість використовувати їх для паяння твердими припоями. Крім того, газові паяльники дають змогу регулювати температуру полум'я, завдяки чому можна уникнути оплавлення металу в процесі паяння алюмінієвих дротів. Полум'я від газу подається до місця нагрівання через спеціальне сопло.



Рис. 6.50 Портативний газовий паяльник

Складається такий інструмент з таких елементів: корпус, зазвичай виконаний із пластику, нагрівальний елемент – з нержавіючої сталі; рукоятка, в деяких моделях її нахил змінюється для зручності роботи; кнопка запуску; набір насадок для виконання різних робіт – голки для пайки, спеціальні лопатки, ножі-різакі; механізм блокування подачі палива.

#### 6.4.5. Паяння пластмас

Сьогодні в автомобілебудуванні застосовується безліч різних типів пластика. На багатьох транспортних засобах йде заміна традиційних металевих деталей на пластикові. Але пластики відрізняються за багатьма параметрами, що відбивається на їх деформаціях і ремонті.

Пластмасами прийнято називати матеріали, що є з'єднанням синтетичних (рідше – природних) полімерів з органічними домішками, які додають готовому виробу для надання різних властивостей при його формуванні з в'язкотекучого стану в твердий.

*Види пластмас.* Пластмаси класифікують за різними критеріями: хімічним складом, жирності, жорсткості. Але головним критерієм, що пояснює природу полімеру, є характер поведінки пластика при нагріванні. За цією ознакою всі пластики діляться на три основні групи: термопласти; реактопласти; еластомери. Належність до тієї чи іншої групи визначають форма, величина і розташування макромолекул, разом з хімічним складом.

*Термопластики* при нагріві переходять з твердого в еластичний стан, причому така зміна оборотна і може повторюватися безліч разів. Ці пластмаси складаються з лінійних або злегка розгалужених молекулярних ланцюгів. При невисоких температурах молекули розташовуються щільно один біля одного і майже не рухаються, тому в цих умовах пластмаса тверда і крихка. При невеликому підвищенні температури молекули починають рухатися, зв'язок між ними слабшає і пластмаса стає пластичною. Якщо нагрівати пластмасу ще більше, міжмолекулярні зв'язки стають значно слабшими і молекули починають ковзати відносно один одного – матеріал переходить в еластичний,

в'язкотекучий стан. При зниженні температури і охолодженні весь процес йде у зворотному порядку. Саме в цьому випадку краще всього використовувати паяння. Крім того, термопластичний пластик дуже міцний. Більшість полімерів, що застосовуються в автомобілебудуванні, є саме термопластами. Використовуються вони для виробництва різних деталей інтер'єру і екстер'єру автомобіля: панелей, каркасів, бамперів, решіток радіатора, корпусів ліхтарів і зовнішніх дзеркал, ковпаків коліс і т.д. До термопластів відносяться поліпропілен (PP), полівінілхлорид (PVC), сополімери акрилонітрилу, бутадієну й стиролу (ABS), полістирол (PS), полівінілацетат (PVA), поліетилен (PE), поліметилметакрилат (оргскло) (PMMA), поліамід (PA), полікарбонат (PC), полиоксиметилен (POM) та інші.

У разі ушкодження деталі з поліпропілену легко полагодити, оскільки цей матеріал досить добре переносить такий популярний метод ремонту пластика, як паяння.

Будь-який ремонт пластикової деталі повинен починатися з визначення типу пластмаси, з якої виготовлена деталь. Якщо в минулому це давалося не завжди просто, то зараз «впізнати» пластик легко – всі деталі, як правило, маркуються. Позначення типу пластмаси виробники зазвичай виштамповують з внутрішньої сторони деталі. Тип пластика, як правило, укладений в своєрідні дужки і може виглядати наступним чином: > PP / EPDM <, > PUR <,. <ABS>

Тільки на визначенні типу пластика попередня підготовка до ремонту не закінчується. Слід підготувати весь необхідний інструментарій. Невірний підбір робочого обладнання може привести до того, що деталі підлягати ремонту не будуть. Якщо пошкоджені деталі виконані з термопластів, то фахівці використовують технологію паяння. В процесі нагрівання матеріал переходить в той стан, в якому дуже легко надавати йому необхідну форму. Такий ефект нагрівання здійснює на поліпропілен, полістирол, поліетилен і поліметилметакрилат. Таким чином, під час паяння, деталі надається потрібна форма;

- видалення (розділення) тріщин деталі (при необхідності);
- підбір та підготування електродів компенсуючого шару;
- виправлення деформованої пластикової деталі з використанням високої температури (при необхідності);
- проведення ремонтно-відновлювальних операцій паянням.

Виходячи з матеріалу деталі визначити технологію ремонту.

**Технологія паяння пластика** Під паянням пластиків розуміється нероз'ємне з'єднання термопластичних матеріалів із застосуванням тепла і тиску з або без використання додаткових матеріалів.

Всі процеси паяння відбуваються в термопластичних стані в зоні зв'язування шва. Там ниткоподібні молекули матеріалу з'єднуються і переплітаються в гомогенний стан. Паяються пластики одного виду, тобто PP з PP, і в одному виді – пластики з однаковими або близькими молекулярними масами і щільністю, причому колір можна при цьому не враховувати.

**Паяння гарячим повітрям** Підготовка шва. Найважливіші форми шва – це подвійний V- (X-) подібний шов, V-подібний шов, а також кутовий шов,

тобто шов для з'єднання площин під прямим кутом. Площини повинні бути прямими і повинні бути знята фаска в 30°. Це можна зробити інструментом для редагування, фрезою, ножем, циклею.

Найбільш якісний результат можна отримати з використанням подвійного V-подібного шва, при якому зварюють з двох сторін по черзі, щоб знизити напруження. Для більш тонких площин і там, де паяння можлива лише з одного боку, рекомендується простий V-подібний шов. При цьому виконують попередню обробку поверхонь, що зварюються і зварного дроту. Щоб отримати хорошу якість паяння необхідно видалити бруд, жири, піт від рук, окисну плівку.

**Способи паяння.** Оптимальні результати виходять лише за умови, що основний матеріал і зварювальний дріт є рівномірно пластичними. Прилади слід періодично контролювати і регулювати температуру і кількість повітря. При цьому доцільно використовувати спеціальний фен (рис. 6.51), а в кращому випадку паяльну станцію (рис. 6.52).



Рис. 6.51 Фен для паяння пластика



Рис. 6.52 Термоповітряна паяльна станція для ремонту пластикових деталей транспортних засобів

Фен для паяння – портативний, компактний термоповітряний фен з регулюванням температури 100-480°C (регулюється плавно) та силою потоку повітря до 120л/хв.

Паяльна станція для ремонту пластика, компресорного (насосного) типу, насадки – діаметр комірки 1,6мм. У паяльній станції повітря подається за рахунок мембранного компресора який вмонтований у прилад, що дозволяє не тільки використовувати сопла (насадки) навіть діаметром від 2мм без шкоди для нагрівального елемента і апарату цілком, але і дозволяє проводити тривалі роботи без виключення. Має регулювання температури і сили потоку повітря, та електронний дисплей. Потужність: гаряче повітря – 560W, температура: термофен – 100-500°C (плавне регулювання), подача повітря: 28л/хв. (плавне регулювання).

Перед заправкою дроту слід початкову ділянку частково прогріти, щоб поверхня стала матовою. Перед наплавленням нового шару, наварений раніше



шар очищують від окисної плівки, що утворюється на поверхні при високій температурі, за допомогою будь-якого інструменту.

Для зменшення деформації важливо, щоб зварювальний шар охолоджувався на повітрі, перш ніж виробу надати нове положення. При зварюванні товстих площин з використанням Х-подібних швів площину після проходження одного шва слід перевернути, щоб протилежні шви завжди були розташовані один проти одного. При зварюванні потрібно намагатися, щоб зони нагріву площин з двох сторін від шва, приблизно 5-8мм, були однакові. Для гарного з'єднання між собою важливе формування подвійного валика, причому плавитися в пластичній зоні повинні обидві площини. Ланцюги молекул переплітаються між собою, і утворюється подвійний валик (рис. 6.53).

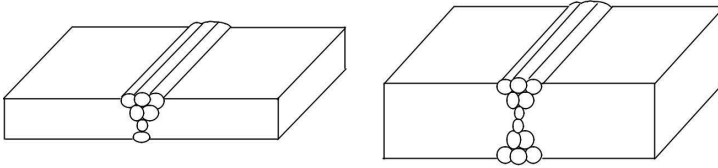


Рис. 6.53 Формування швів при зварюванні пластмасових деталей

*Паяння за допомогою нагрівальних елементів.* Нагрівання здійснюється через металевий нагрівальний елемент. Перенесення тепла методом прямого контакту набагато інтенсивніше, ніж при зварюванні гарячим повітрям, розподіл тепла по перерізу матеріалу більш сприятливе, жодна із зон не нагрівається більше, ніж потрібно для паяння. Тому виходять з'єднання без будь-яких внутрішніх напружень. Паяння при даному способі здійснюється шляхом стиснення нагрітих поверхонь із заданим тиском і охолодження без зняття цього тиску (рис. 6.54).



Рис. 6.54 Паяння пластикових деталей за допомогою нагрівальних елементів

Для якості паяння вирішальними є такі чинники:

а) Попередня обробка шва;

Чистота деталей, що зварюються і нагрівального елемента і при даному способі є найважливішою умовою. Тefлонові плівки або покриття полегшують очищення, нагрівають поверхонь і перешкоджають налипанню пластику на нагріваючий елемент. Це особливо необхідно при зварюванні PVC.

б) Температура нагрівального елемента;

Як правило, для деталей більшої товщини потрібні більш низькі температури нагріву в межах допусків при відповідно більш тривалому часу

нагріву.

в) Час витримки нагрівального елемента над зварювальним матеріалом;

Відмінно вирівняні поверхні, що зварюються, витримують над нагрітим інструментом рівномірно і під тиском, доти, поки не з'явиться потовщення (наплив) розплавленого матеріалу.

г) Час підігріву;

На протязі відрізка загального часу такту тиск під час підігріву лінійно зменшують до нуля, щоб досягти більш рівномірного теплового потоку в матеріалі. Виключається різка тепла зона між пластичним і непластичним станом матеріалу.

д) Час з'єднання частин;

Для паяння з високим коефіцієнтом міцності зварного шва швидке з'єднання зварювальних частин є вирішальним фактором. Це особливо відноситься до PVC.

ж) Час в онлайні (зчеплення).

Під час з'єднання, тобто час, протягом якого повністю відбувається зниження тиску, тиск підвищується відносно повільно та миттєве включення.

Слід зазначити, що найнадійнішим з'єднанням є паяння пластика таким же матеріалом.

*Підготування деталі та електродного дроту до проведення робіт.* Перед початком відновлювальних робіт необхідно краї тріщини пошкодженої деталі обережно зачистити під кутом 45°, щоб позбутися від стирчать зубців пластика і відколів. Також необхідно зняти окисну плівку з компенсуючого пластикового матеріалу. Дані маніпуляції легко зробити за допомогою будь якого обладнання, гравера, кутової шліфувальної машини, або наждачного паперу – фахівці рекомендують зачищати по 5-10мм від краю розлому з кожного боку.

*Проведення ремонту деталі.* У разі, якщо деталь має розриви, тріщини, або покритилася на кілька окремих шматків, то її необхідно з'єднати із збереженням геометричних параметрів. При цьому краще застосовувати спеціальний прилад, який здатний шляхом вплавлення спеціальних металевих скоб з'єднати дані uszkodження (рис. 6.55).



Рис. 6.55 Термостеплер WS-303 TRISCO

Після цього із зворотного боку починається паяння паяльником. Для цього паяльником намічається паз, глибиною, що приблизно відповідає товщині електрода. Потім пластиковий електрод або попередньо вирізаний і відповідний за складом шматок непотрібної деталі нагрівається гарячим повітрям до температури плавлення. Пруток загострюють з одного боку, а іншою стороною вставляють у фіксатор на соплі. Пристрій ведуть уздовж лінії спайки повільно,

нахиливши пруток-присадку під кутом 40-50° (рис. 6.56).



Рис. 6.56 Проведення спаювання елементів пластикової деталі

Для з'єднання розрізаних осколків паяння виконують у кілька проходів. Спершу потрібно з'єднати осколки між собою короткими швами, з розрахунку один - два на бік. Далі отриману збірку прикладають до цілої частини деталі. Якщо контури збігаються, проводять спайку по контуру. В останній прохід остаточно спаюють між собою. За допомогою електрода деталі з'єднуються, а з'єднання рівняють паяльником.

Через кілька хвилин після охолодження – з'єднання шліфується. Для цього можна використовувати абразив, шліфувальну машинку або спеціальні насадки на гравер.

#### 6.4.6 Паяння пластикового трубопроводу

При виробництві та прийманні робіт з виготовлення трубних заготовок і монтажу трубопроводів систем внутрішньої каналізації, холодного та гарячого водопостачання із пластмасових труб у будинках і спорудженнях в Агрпромисловому комплексі (АПК) повинні виконуватися за вимоги інструкції з монтажу пластикових трубопроводів на об'єктах АПК.

Типи пластмас для виготовлення труб, що призначені для об'єктів АПК, їх назви та скорочене позначення наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

#### Матеріали для виготовлення труб і деталей трубопроводів

№ п/п	Найменування та позначення українською мовою		Найменування та позначення англійською мовою	
	1.	Полівінілхлорид	ПВХ	Polivinilchloride
2	Поліетилен високого тиску (низкою щільності)	ПВТ (ПНЦ)	Polyethylene	PELD
3	Поліетилен низького тиску (високої щільності)	ПНТ* (ПВЦ)	Polyethylene	PEHD
4	Поліпропілен	ПП	Polypropelene	PP
5	Полібутен	ПБ	Polybytene	PB
6	Поліетилен середнього тиску (середньої щільності)	ПСТ (ПСЦ)	Polyethylene	PEMD
7	Лінійний поліетилен низкою щільності	-	Polyethylene	PELLD

*Паяння.* Можлива поліфузне зварювання, зварювання за допомогою електрофітинга або стикове зварювання. Усі три способи необхідно робити, чітко керуючись робочою інструкцією та використовуючи надійні прилади з

контрольованими параметрами. Характеристика електрозварювального апарата Ритм ППТ-2000 (рис. 6.57, табл. 6.3):

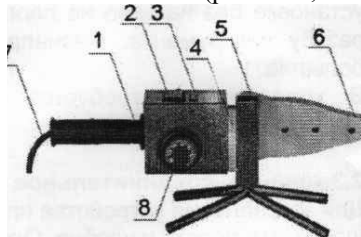


Рис. 6.57 Електрозварювальний апарат для поліфузного зварювання Ритм ППТ-2000:  
 1 – шасі; 2 – кнопка включення;  
 3 – індикаторна лампочка; 4 – теплоізоляційний кожух; 5 – опора; 6 – нагрівальна плита;  
 7 – провід; 8 – терморегулятор

Таблиця 6.3

Технічна характеристика зварювальних апаратів Ритм

Технічні дані	ППТ-1500	ППТ-2000
Температура поверхні сполучного інструмента	0-3000С	
Час нагрівання	<10 хв	
Номінальна потужність	1500 Вт	2000 Вт
Напруга живлення	220В	
Частота живлення	50Гц	

*Розрізування труб.* Труби можна розділяти (різати, пиляти) тільки гострими, добре наточеними інструментами. Рекомендується використовувати спеціальні ножиці або ріжучі прилади для пластикових труб (рис. 6.58).



Рис. 6.58 Інструмент для різання пластикових труб

*Підготовка інструмента.* По-перше – необхідно щільно прикріпити до зварювальної машини насадки, що нагрівають ( за допомогою гвинтів – залежно від типу зварювальної машини). За допомогою регулятора зварювальну машину встановити на температуру 250-270°C і включити в мережу. Період нагрівання зварювального апарата залежить від умов навколишнього середовища. Щоб уникнути ушкодження тефлонового шару в нагрітому стані, ганчірочкою з несинтетичного матеріалу очищають насадки, що нагріваються від забруднення, яке залишилося від попереднього зварювання. Роботу зі зварювальним апаратом можна починати після того, як за допомогою LED-діода та контактного термометра встановити, що він нагрітий до необхідної температури. Контактний термометр служить для доведення температури до 260°C.

Пару разів зрізавши дослідний зразок труби перевірити функціональність

спеціальних ножиців або ріжучого ролика. При кожному розрізі необхідно уникати западини зовнішнього діаметра труби. У випадку, якщо це відбудеться, інструмент необхідно полагодити, тобто поточити.

*Підготовка матеріалу.* Перед початком роботи весь матеріал необхідно ґрунтовно переглянути. У деталей не повинна бути послаблена стінка, перед монтажем перевірити функціональність закриваючих деталей, а різьблення проконтролювати протилежною деталлю. Штуцери, що підлягають зварюванню, та частини труб, які входять у штуцер, очистити та знежирити (очисні серветки TANGIT). Фітинги одягти на оправлення та перевірити, чи не сидять вони занадто вільно. Фітинги, які валандаються на оправленні, вибракуємо.

Відміряти та відрізати необхідну довжину труби. При використанні ножовки для заліза ножем очистити край труби від задирок. При з'єднанні трубопроводу ЕКОПЛАСТИК СТАВІ обрізним пристроєм зняти верхній пластиковий і середній алюмінієвий шар по довжині входу в муфту фітинга. З обробленої в такий спосіб трубою ЕКОПЛАСТИК СТАВІ працюємо так само, як і з цільнопластиковою трубою ЕКОПЛАСТИК PPR.



Далі рекомендується ножем або спеціальним пристосуванням скосити під кутом 30-45° зовнішній кінець трубки, призначений для нагрівання (зняти фаску). Це в першу чергу стосується діаметрів більших, ніж 40мм і допоможе уникнути задирок матеріалу при введенні кінця труби у фітинг. При зварюванні більших деталей (вище 40мм) дуже важливо проконтролювати овальність, і необхідно перед зварюванням зскребити окиснений шар (товщиною 0,1мм) на поверхні труби по довжині з'єднання. Окиснений шар негативно впливає на якість зварювання.

За допомогою фломастера або приладу, що маркірує, позначити на трубі довжину її з'єднання з фітингом, керуючись глибиною муфти фітинга. При цьому необхідно враховувати, що кінець труби не повинен бути насунутий до упору в муфту фітинга. Необхідно залишити щілину мінімум в 1мм для запобігання звуження проходу труби в місці з'єднання.

Позначити місце з'єднання на трубі та на фітингу для того, щоб уникнути повороту труби щодо фітинга після з'єднання. Для цієї мети можна використовувати монтажні відмітини на фітингах.

Після позначення поверхонь, що зварюються, їх необхідно очистити та знежирити. Без знежирення може не відбутися ідеальне з'єднання поверхонь, що зрощуються. Далі можна приступити до самого процесу нагрівання.

*Зварювання деталей.* В першу чергу на нагріту насадку надягти фітинг, у якого більш товсті стінки, ніж у труб, і який довше розігрівається, і перевірити

чи не сидить він на насадці занадто вільно. Якщо фітинг не прилягає до насадки однаково щільно по всій довжині, його необхідно відбракувати, тому що нерівномірне нагрівання сприяє неякісному зварюванню. Після фітинга на нагріту насадку надягти трубу. Щільність прилягання повинна бути такою ж як і фітинга.



Обидві частини нагрівати протягом часу, наведеного з таблиці 6.4. Період нагрівання починається з моменту, коли труба та фітинг по всій відзначеній довжині насаджені на поліфузну насадку. Якщо трубка та фітинг погано насаджені на насадку, можливий невеликий поворот обох деталей (макс -10°) перш ніж вони будуть насаджені по всій необхідній довжині. Під час прогрівання деталі провертати категорично заборонено.



По закінченню нагрівання зняти трубу та фітинг із насадки та з'єднати їхнім повільним, рівномірним рухом **без осевого повороту**, насадивши трубу на фітинг на всю глибину до відміток. У таблиці 6.4 наведені також рекомендований період (час) основного процесу зварювання, починаючи від зняття з насадки та закінчуючи введенням труби у фітинг.



Таблиця 6.4

Рекомендований період нагрівання та зварювання полімерних труб

Д, мм*	Період нагрівання, с	Д, мм	Період нагрівання, с	Д, мм	Макс. час на зварювання, с
16	5	50	18	16,20,25	4
20	5	63	24	32,40,50	6
25	7	75	30	63,75,90	8
32	8	90	40	110	10
100	12	110	50		

\* Д – зовнішній діаметр труби, мм

У випадку перевищення зазначеного періоду може відбутися охолодження розплавленого шару, яке веде до неякісного холодного зварювання. Свіжий шов необхідно зафіксувати протягом 20-30с., поки не відбудеться часткове охолодження шва, при якому буде вже неможливий зворотний вихід труби з фітинга та зміна положення фітинга відносно труби.

## 6.5 Лудіння

### 6.5.1 Призначення лудіння

Покриття поверхні металевих виробів тонким шаром сплаву (олова, сплаву олова зі свинцем тощо), який відповідає призначенню виробу, називається лудінням, а шар, що наноситься, – полуда.

Лудіння, як правило, застосовують при підготовці деталей до паяння, а також для захисту виробів від корозії, окислення.

Лудіння є підготовчою операцією при заливанні підшипників бабітом. Полуду виготовляють так, як припій. Як полуду використовують олово і сплави на його основі. Процес лудіння складається з підготовки поверхні, виготовлення полуди та нанесення її на поверхню.

### 6.5.2 Способи виконання лудіння

Підготовка поверхні до лудіння:

- обробити поверхню за допомогою щітки, щоб зняти окалину;
- нерівності поверхні видаляють шліфуванням абразивними кругами і шкурками;
- обезжирюють за допомогою водного розчину каустичної соди (на 1л води 10г соди). Розчин наливають у металевий посуд і нагрівають до кипіння. У нагрітий розчин занурюють на 10-15хв деталь, потім виймають її, промивають у чистій, кілька разів змінений теплій воді й просушують. На добре обезжиреній поверхні краплі чистої води – розтікаються;
- жирові речовини видаляють віденським вапном, мінеральні мастила – бензином, газом. Мідні, латунні й сталеві вироби травлять протягом 20...23хв у 20 -30% розчині сірчаної кислоти з підігріванням.

Способи лудіння:

– лудіння зануренням (здійснюють у чистому металевому посуді, до якого закладають, а потім розплавляють полуду, насипаючи на поверхню шматочки дерев'яного вугілля для запобігання окисленню. Повільно занурюють виріб у розплавлену полуду, тримають його у ній до прогрівання, а потім виймають і швидко обтрушують);

– лудіння розтиранням (виконують, попередньо нанесення на очищене місце хлористий цинк. Потім рівномірно нагрівають поверхню виробу до температури плавлення полуди, яка наноситься прутиком. Обсипавши клоччя порошкоподібним нашатирем, розтирають нею нагріту поверхню так, щоб полуда розподілилась рівномірно. Після цього нагрівають. Після лудіння охолодий виріб протирають змоченим водою піском, промивають водою і сушать).

## 6.6 Склеювання

### 6.6.1 Призначення склеювання

Склеювання – метод отримання нероз’ємного з’єднання за рахунок введення між поверхнями сполучення спеціальної речовини, яка здатна забезпечувати скріплення частин виробу в єдине ціле.

У ремонтному виробництві полімерні матеріали в основному застосовують для зарівнювання тріщин, пробоїн, раковин, вм’ятин, усунення інших дефектів на поверхні деталі, приклеювання фрикційних накладок і склеювання деталей, відновлення зношеного шару деталей, фіксації циліндричних і різьбових з’єднань, відновлення нерухомих з’єднань підшипників кочення, герметизації та ущільнення з’єднань спряжених деталей.

Відновлення деталей за допомогою полімерних матеріалів передбачає: підготовку поверхні деталі для нанесення полімерного матеріалу (механічну, хімічну, теплову); виготовлення композицій на основі полімерних смол (хімічну і теплову обробку полімерних матеріалів); нанесення полімерного матеріалу на відновлювану поверхню; затвердіння (полімеризацію); механічну обробку відновленої деталі.

Однак застосування клейових з’єднань обмежене. Недоліками клейових з’єднань є низька термостійкість, що не перевищує 100°C; схильність до повзучості за тривалого впливу навантажень, а також необхідність тривалої витримки в процесі виконання з’єднання.

Проте склеювання знаходить досить широке застосування під час з’єднання металевих і неметалевих матеріалів, закладення тріщин і раковин у невідповідальних деталях, відновлення нерухомих посадок.

### 6.6.2 Інструмент

*Матеріали, що застосовуються для клейових з’єднань.* Як матеріали для виконання клейових з’єднань застосовують різні марки клеїв, вибір яких здійснюють залежно від матеріалу з’єднуваних заготовок, користуючись довідковими таблицями.

**Приклеювання фрикційних матеріалів** виконують за допомогою клеїв ВС-10Т і ВС-350, які являють собою розчин синтетичних фенолформальдегідних смол в органічних розчинниках.

**Зарівнювання тріщин і пробоїн.** Найпоширеніші композиції на основі епоксидних смол. Їх рецептурний склад вибирають залежно від матеріалу і деталі, що ремонтуються.

**Анаеробні клеї** – це однокомпонентні матеріали, які твердіють при кімнатній температурі за умови відсутності контакту з киснем. Рідкий компонент затвердіння залишається неактивним до тих пір, поки він знаходиться у контакті з атмосферним киснем. Якщо клей позбавлений доступу атмосферного кисню, наприклад, при з’єднанні деталей, відбувається швидке затвердіння – особливо при одночасному контакті з металом. Це може бути представлено таким чином: при припиненні надходження атмосферного кисню формуються вільні радикали під дією іонів металу (Cu, Fe). Такі вільні радикали сприяють початку процесу полімеризації.



**Анаеробні герметики.** Рідкі ущільнювачі, або анаеробні герметики використовуються для герметизації пор литва і зварних швів, ущільнення плоских роз'ємних з'єднань, фіксації гладких циліндричних з'єднань, а також контрєння різьбових трубних з'єднань. До групи фіксаторів і ущільнювачів відносяться анаеробні клеї, цианокрилатні клеї, силіконові герметики.

Нанесення клейового складу на поверхні, що з'єднуються, здійснюється вручну. Інструмент для нанесення вибирають в залежності від консистенції клейового складу: пастоподібні клеї наносять шпателем, рідкі – пензлем або із застосуванням пульверизатора. Шар клею, що наноситься на поверхні, що з'єднуються, повинен бути рівномірним за товщиною і в ньому повинні бути відсутні бульбашки повітря. Найбільш зручні в цьому відношенні клейкі плівки, які автоматично забезпечують рівномірну товщину клейового шару на поверхнях, що з'єднуються.

#### 6.4.3 Способи виконання склеювання

##### **Приклеювання фрикційних накладок:**

1. Видалити із диска муфти зношені фрикційні накладки (заклепки зрубати зубилом і видалити бородком з отворів диска).

Приклеєні накладки видалити або вирівняти проточуванням на токарному верстаті. Оскільки приклеювання накладки може проходити на сталевий ведений диск або вирівняну фрикційну накладку диска, зношену приклеєну накладку можна не видаляти, а тільки вирівняти.

2. Очистити поверхню диска від забруднення та іржі щіткою або шліфувальною шкуркою. Забруднення та сліди корозії на поверхні диска не допускаються.

3. Зачистити поверхню фрикційних накладок сталеву щіткою до надання їм невеликої шорсткості.

4. Знежирити поверхню сталеву диска і фрикційних накладок змоченим у ацетоні тампоном, а потім протягом 10-15хв. просушити на повітрі. Торкатися руками до знежиреної поверхні забороняється.

5. Нанести пензликом на поверхню диска і накладок перший шар клею ВС-10Т або ВС-350, шар повинен бути товщиною 0,1-0,2мм без напливів.

6. Просушити його протягом 15-20хв. (клей ВС-10Т) або 1 год. (клей ВС-350) до моменту, коли злегка притиснутий знежирений гумовий стрижень не прилипне до клейової плівки.

7. Нанести на поверхню диска і накладок другий шар клею товщиною 0,3-0,5мм. Клей ВС-10Т просушити до неповного висихання, а ВС-350 витримати протягом 1 год.

8. Накласти на диск накладки і в затискному пристрої затиснути їх зусиллям 0,08-0,5МПа (ВС-10Т) або 0,06- 0,2МПа (ВС-350).

9. Термообробити диски у сушильній шафі при температурі 180+1°С протягом 1-2 год. (ВС-10Т) або 200+5°С протягом 2 год. (ВС-350).

10. Коли диски охолонуть, зачистити їх торці від напливів клею.

11. Перевірити якість приклеювання накладок і торцеве биття диска (на крайніх точках воно не повинно перевищувати 0,5мм).

### Зарівнювання тріщин у головці блока епоксидною композицією:

1. Визначити межі тріщини та на її кінцях просвердлити отвори діаметром 3 мм на товщину стінки.

2. Обробити тріщину під кутом 60-70°С (рис. 6.59) на глибину, величина якої залежить від товщини стінки деталі. При товщині стінки В до 1,5мм фаска А не обробляється, при товщині 1,5-5мм глибина фаски становить 1мм, якщо В перевищує 5мм, глибина фаски А повинна знаходитись у межах 2-3мм.

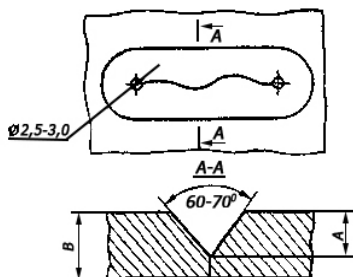


Рис. 6.59. Обробка тріщини під зарівнювання епоксидною композицією

3. Зачистити поверхню, яка прилягає до тріщини на 30-40мм з кожного боку до металевого блиску і зробити насічки.

4. Підготувати епоксидну композицію, для чого посудину з необхідною кількістю смоли (табл. 6.5) помістити у гарячу воду і підігріти до 60-80°С (до розрідження). Безперервно перемішуючи, ввести пластифікатор. Продовжувати мішати ще 5-8хв.

Таблиця 6.5

Рецептура епоксидних композицій (масових частин)

Компонент	Композиції		
	А (для чавунних і сталевих деталей)	Б (для алюмінієвих деталей)	В (для деталей, що працюють в умовах підвищеної вологості)
Епоксидна смола	100	100	100
Дибутілфталат	15	15	15
Поліетиленполіамін	10	10	10
Залізний порошок	160	—	—
Алюмінієва пудра	—	25	—
Портландцемент	—	—	120

5. Ввести у суміш наповнювач і ретельно перемішувати 8-10 хв.

6. За 8-10 хв. до зарівнювання тріщини знежирити ацетоном зачищену поверхню тріщини.

7. Ввести в епоксидну композицію затвердник і ретельно перемішувати її протягом 5 хв.

8. Зарівняти тріщину епоксидною композицією, щільно втискуючи її спеціальною лопаткою (шпателем) і нанести на поверхню деталі шар товщиною 2-3мм.

9. Поставити деталь у сушильну шафу.

10. Після затвердіння композиції зачистити нанесений шар і видалити напливи.

11. Перевірити якість зарівнювання тріщин. Відшарування від поверхні деталі епоксидної композиції не допускається.

#### **Застосування анаеробних герметиків для різьбових з'єднань**

1. Очистити поверхні різьби болту та отвору.

2. Знежирити за допомогою розчинника поверхні різьби.

3. Поколювати флакон з герметиком.

4. Нанести анаеробний клей вручну або за допомогою спеціальних дозуючих пристроїв. Категорично заборонено занурювати болти, металеві деталі, склеювальні пензлики або інші предмети в упаковку з полімером. Оптимальна кількість продукту, що наноситься, залежить від наступних параметрів: розміру різьби, в'язкості фіксатора і конфігурації деталей. Якщо деталі мають великі розміри, то наносити клей необхідно на обидві поверхні. У глухих різьбових отворах клей необхідно наносити на дно отвору в такій кількості, щоб після складання витиснений різьбовий фіксатор розподілився по всій довжині різьбового контакту.

5. Витримати складену деталь при температурі 18-20°C до повного затвердіння полімерного складу.

#### **Послідовність робіт під час виконання клейового з'єднання.**

Послідовність виконання робіт не залежить від матеріалу заготовок, що сполучаються, і марок клеїв, що застосовуються, і складається з наступних етапів:

– підготовка клею та поверхонь частин виробу, що з'єднуються до склеювання;

– нанесення клею на поверхні частин, що з'єднуються;

– витримка частин виробу, що з'єднуються, з нанесеним на їх поверхні шаром клею;

– з'єднання частин виробу, що склеюються при певній температурі і тиску;

– витримка в з'єднаному стані частин виробу, що склеюються;

– очищення шва від патьоків клею;

– контроль якості клейового з'єднання.

Основний дефект клейового з'єднання – недостатня міцність, яка може бути викликана наступними причинами: погане очищення поверхонь виробу, що з'єднуються; нерівномірне нанесення клею на поверхні, що з'єднуються (недолік або надлишок клею на деяких ділянках); затвердіння клею до з'єднання поверхонь; недостатній тиск на заготовці при склеюванні; недостатній температурний режим та час просушування з'єднання.

Для усунення цих недоліків необхідно очистити поверхню від клею, знову зачистити та знежирити її, а також необхідно дотримуватись температурного та часового режимів при виконанні клейових з'єднань.

## 7. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ СЛЮСАРНО-РЕМОНТНИХ РОБІТ

### 7.1 Загальні положення з охорони праці

Державна політика України щодо охорони праці спирається на конституційне право кожного громадянина на належні безпечні і здорові умови праці та пріоритети життя і здоров'я працівника по відношенню до результатів виробничої діяльності. Людина, яка володіє навичками та знаннями правил безпеки та враховує цей ризик і застосовує заходи, які його зменшують або зовсім виключають.

#### *Основні терміни та визначення.*

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Виробнича санітарія – це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу шкідливих виробничих чинників на працівників.

Гігієна праці – галузь практичної та наукової діяльності, що вивчає стан здоров'я працівників, зумовлений умовами праці, і на цій основі обґрунтовує заходи і засоби щодо збереження і зміцнення здоров'я працівників, профілактики несприятливого впливу умов праці.

Небезпечний (виробничий) чинник – це такий чинник, вплив якого на працівника в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння, різкого погіршення здоров'я або смерті.

Шкідливий (виробничий) чинник – це такий чинник, вплив якого за певних умов може призвести до захворювання, зниження працездатності і (або) негативного впливу на здоров'я нащадків. Залежно від кількісної характеристики (рівня концентрації тощо), тривалості впливу, шкідливий виробничий чинник може стати небезпечним.

Безпека – стан захищеності особи та суспільства від ризику зазнати шкоди.

Рівень безпеки – оцінка безпеки, обґрунтована величиною прийнятного ризику.

Небезпека – потенційне джерело шкоди.

Безпечні умови праці, безпека праці – стан умов праці, за якого вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих чинників усунуто або вплив шкідливих чинників не перевищує гранично допустимих значень.

Види інструктажів та порядок

Інструктажі за часом і характером проведення поділяють на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

*Основне завдання служби безпеки праці* – запобігання нещасним випадкам та створення таких умов, які забезпечують повну безпеку працюючого.

Нещасні випадки найчастіше трапляються внаслідок неуважного ставлення до інструкцій з безпеки праці та правилам внутрішнього

розпорядку, а також недостатнього засвоєння виробничих навичок та відсутності досвіду у поводженні з інструментами та обладнанням.

## **7.2 Вимоги безпеки при виконанні слюсарних та розбирально-складальних робіт**

Слюсарні роботи виконують головним чином на слюсарних верстаках, які мають відповідати таким вимогам:

1. верстак повинен мати жорстку та міцну конструкцію та бути стійким;

2. робоча поверхня має бути строго горизонтальною та покрита листовою сталлю;

3. верстат має бути оснащений висувними ящиками, розділеними на комірочки і розташованими під робочою поверхнею, і полицями для зберігання інструментів, заготовок, дрібних деталей та технічної документації;

4. на верстаті повинен бути встановлений захисний екран із органічного скла або металевої сітки з комірками розміром не більше 3 мм. Екран забезпечує захист працюючого від частинок металу, що відлітають при виконанні таких операцій, як, наприклад, рубка зубилом. При використанні дво- та багатомісних верстатів захисний екран повинен розташовуватися також між робочими місцями;

5. верстат повинні бути обладнані світильниками місцевого освітлення напругою не більше 220В, які можна регулювати по висоті та змінювати кут їх нахилу, забезпечуючи оптимальну освітленість зони обробки;

6. світильники повинні бути захищені сітчастими огорожами та відбивачами, що забезпечують направлення світлового потоку до зони обробки;

7. слюсарні лещата, що встановлюються на верстаті, повинні забезпечувати надійне закріплення оброблюваної заготовки, для чого вони обладнані сталевими змінними губками, що мають перехресну насічку на робочій поверхні з кроком 2...3мм та глибиною 0,5...1,0мм. Зазор між змінними губками лещат не повинен перевищувати 0,1мм. Рухливі частини тисків повинні переміщатися без заїдання та ривків і надійно фіксувати положення заготовки, що обробляється;

8. лещата, встановлені на слюсарному верстаті, повинні мати пристрій, що запобігає повному вигвинченню ходового гвинта з гайки.

*Ручний інструмент* має бути закріплений за робітником, який несе персональну відповідальність за його стан.

1. Для забезпечення безпечного застосування ручний інструмент повинен відповідати таким вимогам:

2. робоча поверхня молотків і кувалд має бути гладкою (не допускається наявність тріщин, сколів, вибоїн, задирок);

3. рукоятки молотків і кувалд повинні мати в поперечному перерізі овальну форму по всій довжині, бути гладкими, без тріщин;

4. рукоятки молотків і кувалд повинні бути виготовлені з добре просушеної деревини твердих листяних порід (берези, дуба, бука, клена, ясена, горобини, кизилу, граба) і не мати сучків;

5. рукоятка молотка для попередження вислизання з рук працюючого в процесі завдання удару повинна мати конічну форму з потовщенням до вільного кінця;

6. рукоятка кувалди до вільного кінця має звужуватися, так як її насадка проводиться без клинів від вільного вузького кінця до широкого;

7. вісь рукоятки повинна бути строго перпендикулярна до поздовжньої осі інструменту;

8. клини для кріплення бойка на рукоятці молотка повинні бути виготовлені з м'яких сталей і забезпечені насічкою, що забезпечує утримання клину в матеріалі рукоятки;

9. під час встановлення рукояток на загострені частини інструменту, наприклад напилка або шабера, необхідно обов'язково застосовувати металеві бандажні кільця;

10. напилки, шабери та викрутки повинні мати рукоятки, виконані з дерева або полімерних матеріалів (використання цих інструментів без рукояток категорично заборонено);

11. зубила, крейцмейсели, канавочники, борідки не повинні мати тріщин, волосин, збитих і скошених торців, а їхня робоча частина не повинна мати видимих пошкоджень. Довжина цих інструментів має бути не менше 150мм. Робота зубилом, крейцмейселем та канавочником повинна виконуватися з використанням захисних окулярів (зона обробки при цьому має бути захищена екраном із металевої сітки або органічного скла);

12. рукоятки ручних ножиць для розрізання металу повинні бути гладкими, без вм'ятин, зазубрин і задирок, а з їхньої внутрішньої сторони повиненно бути передбаченой упор, що запобігає здавлюванню пальців руки;

13. ручні важільні ножиці повинні бути надійно закріплені на верстаті і забезпечені притисками на верхньому рухомому ножі для забезпечення притискання листа, що розрізається, до поверхні нижнього нерухомого ножа і противагою, що забезпечує утримання верхнього ножа в безпечному положенні;

14. губки гайкових ключів повинні бути суворо паралельні, а їх розмір повинен відповідати розміру гайок та головок гвинтів чи болтів;

15. заборонено підйом домкратами (гвинтовими, пневматичними чи гідравлічними) вантажів масою понад паспортну вантажопідйомність.

*Електроінструмент*, що застосовується при виконанні слюсарних та складальних робіт, повинен відповідати таким вимогам:

1. ручний електроінструмент повинен підключатися до електромережі напругою не більше 42В. У тих випадках, коли підключення електроінструменту до мережі напругою 42В неможливе, допускається його підключення до мережі напругою 220В, але при цьому має бути передбачене захисне відключення або зовнішнє заземлення корпусу. При роботі з електроінструментом, підключеним до мережі 220В, обов'язковим є використання засобів електрозахисту (гумові килимки, діелектричні рукавички тощо);

2. електричні кабелі та дроти для забезпечення їх цілісності повинні

підводиться до електроінструменту через еластичну трубку довжиною не менше ніж п'ять діаметрів кабелю, яка встановлюється в корпус електроінструменту;

3. робочі органи електроінструментів, за винятком електродрелей, повинні мати захисні кожухи;

4. у разі виявлення несправностей електроінструменту робота з ним має бути негайно припинена;

5. розбирання та ремонт електроінструменту, штепсельних роз'ємів та проводів дозволяється тільки персоналу, який здійснює обслуговування електроінструменту (самостійний ремонт категорично заборонено).

**Ручний пневматичний інструмент**, що застосовується при виконанні слюсарних та складальних робіт, повинен відповідати таким вимогам:

1. робоча частина інструменту не повинна мати пошкоджень (тріщин, вибоїв, задирок) і повинна бути правильно заточена;

2. бічні грані інструменту не повинні мати гострих країв;

3. хвостова частина інструменту, що встановлюється в приєднувальний пристрій, повинна щільно прилягати до його стінок та забезпечувати надійне центрування інструменту;

4. на хвостовій частині інструмента не повинно бути пошкоджень;

5. пневматичні інструменти повинні бути забезпечені пристроями, що до віброгасіння;

6. пневматичний інструмент повинен бути обладнаний глушником вихлопу повітря і не допускати попадання відпрацьованого стисненого повітря на працівника, забруднюючи зону його дихання;

7. ударні інструменти повинні бути обладнані пристроями, які не допускають вильоту робочого інструменту.

При роботі з пневматичним інструментом необхідно дотримуватися таких правил і норм безпеки:

1. перед приєднанням повітряного шланга до інструменту необхідно його продути, направляючи в зону, в якій немає людей;

2. приєднання шланга до інструменту слід проводити за допомогою штуцера, ніпеля або стяжних хомутів;

3. з'єднувати окремі частини шланга у разі потреби за допомогою металевої трубки, накладаючи на неї хомути поверх шланга;

4. приєднання шлангу до інструменту або до сполучної трубки дротом категорично заборонено;

5. шланг пневматичного інструменту до централізованої мережі розведення стисненого повітря приєднують, використовуючи вентиль, що забезпечує перекриття подачі стисненого повітря;

6. від'єднуючи шланг пневматичного інструменту, необхідно спочатку перекрити вентиль, що з'єднує шланг із централізованою магістраллю подачі стисненого повітря;

7. перевірити роботу пневматичного інструменту на холостому ходу до встановлення робочого інструменту, включивши його на нетривалий час (1...3хв); починати роботу пневматичним інструментом можна тільки після

того, як робочий інструмент щільно притиснутий до поверхні, що обробляється;

8. ремонт пневматичного інструменту на робочому місці не допускається;

9. при виконанні робіт із застосуванням пневматичного інструменту не допускається натягування та перегинання повітря підвідних шлангів;

10. подача повітря до пневматичного інструменту здійснюється після того, як інструмент буде встановлений у робоче положення.

**Стационарне технологічне обладнання** застосовується для заміни ручної праці – механізованим. До цього виду обладнання відносяться ножиці для різання металу (гільйотинні, дискові, роликові та прес-ножиці), преси та згинальні верстати (трёх- та чотиривалкові).

*Гільйотинні ножиці* повинні бути забезпечені столом чи рольгангом, встановленим на рівні нерухомого ножа. На столі або рольгангу монтується напрямні та запобіжні лінійки таким чином, щоб була можливість спостереження за лінією різання. Подача листа, що розрізається, на ножиці повинна бути механізована і здійснюватися з робочого місця різника. Положення листа, що розрізається, відносно рухомого і нерухомого ножів повинно фіксуватися механічними або гідравлічними притисками, привід яких блокується пусковим механізмом верстата. Циліндричні притиски, що встановлюються поза зоною огороження ножів, слід закривати по колу спеціальними огороженнями, що дозволяють здійснювати регулювання притисків по висоті в залежності від товщини листа, що розрізається. Ножиці необхідно забезпечити запобіжними пристроями, зблокованими із пусковим механізмом. Привід ножиць не повинен допускати здвоєних ходів та мимовільного опускання рухомого ножа.

Не допускається розрізання на гільйотинних ножицях смугового матеріалу, ширина якого не дозволяє зафіксувати положення заготовки на столі.

Експлуатація ножиць повинна бути призупинена у разі зносу ріжучої кромки хоча б одного з ножів або за наявності зазору між ними понад 0,05 товщини листа, що розрізається.

*Прес-ножиці* повинні бути обладнані огорожами небезпечних зон, що унеможливають травмування рук працюючого.

*Дискові ножиці* повинні бути забезпечені огороженнями робочої зони та зон подачі оброблюваного матеріалу та його приймання. Огороження повинні забезпечити захист працюючого від нанесення травм кінцем стрічки, що обробляється, при її сході з подавального пристрою і виході з-під ножів після закінчення процесу різання.

*Роликові ножиці* повинні бути оснащені пристроями для укладання матеріалу, що обробляється, наприклад столами. У конструкції роликів ножиць повинні бути передбачені пристрій, що регулює величину зазору в залежності від товщини матеріалу, що розрізається, а також захисні пристосування, що не допускають попадання пальців працюючого під ножи (ролики). Діаметр ножів (роликів) повинен бути більший за товщину матеріалу, що розрізається, не менше ніж у 30 разів, що забезпечує затягування матеріалу



під ножі, не викликаючи необхідності його проштовхування.

*Гнучкове обладнання* має бути оснащено прийнятними пристроями для оброблених деталей, забезпеченими спеціальними огороженнями для захисту працюючого від травмування. При згинанні листового матеріалу із застосуванням паперу або тканини категорично забороняється розправлення складок, що на них утворилися. Не допускається протирання опорних та робочих валів у процесі обертання.

Перед подачею профільного прокату під згинальні валки необхідно виправити та зачистити їх торці, що забезпечує вільне заправлення прокату в затискач та ролики верстата.

При згинанні профільного прокату працівник повинен знаходитися на відстані не менше 1 м від вільного кінця профілю, що згинається.

Захисні огорожі згинального обладнання повинні бути заблоковані з пусковим пристроєм таким чином, щоб унеможливити включення верстата при відкритій захисній огорожі.

Експлуатація згинального обладнання не допускається:

1. при нерівномірному (ривками) переміщенні верхнього валка;
2. при невідповідності ходу верхнього валка показанням індикатора;
3. при провисанні верхнього валка.

При виконанні складальних робіт досить часто доводиться проводити паяння деталей, що з'єднуються. У цих випадках використовується низькотемпературне (м'якими припоями) та високотемпературне (твердими припоями) паяння.

Паяння твердими припоями, при якому основним джерелом теплоти є паяльна лампа, вимагає виконання певних правил, що забезпечують безпеку робіт:

1. працівник, який здійснює паяння твердими припоями, повинен пройти спеціальний курс навчання, скласти кваліфікаційний іспит та отримати відповідне посвідчення;

2. паяльні лампи необхідно не рідше 2 разів на рік піддавати контрольним гідравлічним випробуванням при подвійному робочому тиску, які оформлюють спеціальним актом;

3. при паянні твердими припоями забороняється застосування паяльних бензинових ламп;

4. при роботі з газовими паяльними лампами категорично забороняється:

5. розпалювати лампи подачею пального через пальник; наближатися з паяльною лампою, що горить, до легкозаймистого об'єкта;

6. проводити заправку лампи горючою речовиною в процесі роботи;

7. виконувати розбирання лампи поблизу відкритого вогню; заправляти газову лампу бензином;

8. знімати пальник з паяльної лампи до того, як тиск у лампі не досягне нормальних, відповідних навколишньому середовищу значень;

9. стравлювання повітря з резервуару паяльної лампи допускається проводити тільки після того, як лампа буде погашена, а пальник охолоне до температури навколишнього середовища;

10. паяльні лампи можуть бути використані в технологічному процесі тільки в тому випадку, якщо відстань від утвореного лампою полум'я становить не менше 1,5 м до струмопровідної частини напругою до 10кВ, при напрузі більше 10кВ ця відстань повинна становити не менше 3м;

11. категорично забороняється розпалювати паяльні лампи безпосередньо під обладнанням, проводами та кабелями або поблизу маслонаповнених апаратів.

*Електробезпека.* Тіло людини є провідником електричного струму, але провідність тканин біологічного походження відрізняється від провідності звичайних провідників. Вона обумовлюється як фізичними властивостями тканини, а й біологічними процесами, які у організмі. Тому опір людського тіла проходженням через нього електричного струму постійно змінюється залежно від великої кількості різноманітних факторів, у тому числі від стану поверхні шкіри та навколишнього середовища, а також від цілого ряду фізіологічних факторів. Як відомо, людські тканини складаються на 60% з води і можуть розглядатися, як електроліт, що розкладається під впливом електричного струму.

Тканини людини мають різний опір. Так, наприклад, м'язова тканина, кров, а особливо головний і спинний мозок мають малий опір, тоді як шкіра, кістки, жирова тканина і сухожилля мають досить великий опір. На опір біологічних тканин впливає їх фізіологічний стан. Так, наприклад, звичайне потовиділення різко знижує опір шкіри.

Проходячи через організм людини, електричний струм робить на нього термічну та електролітичну дію, яка є звичайними фізико-хімічними процесами, але одночасно електричний струм може надавати на організм і біологічну дію.

Внаслідок термічного впливу струму на організм людини на окремих ділянках тіла з'являються опіки, відбувається нагрівання кровонесних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, що призводить до серйозних функціональних розладів. Електролітична дія струму викликає розкладання біологічних рідин організму, що призводить до зміни фізико-хімічного складу. Внаслідок біологічного впливу струму відбувається порушення біохімічних процесів, що протікають в організмі людини.

Різнманітний вплив струму на організм людини може призвести до різних видів травм електричним струмом, які умовно ділять на два типи: місцеві травми електрострумом і травми електрострумом, що вражають організм в цілому.

При місцевих травмах електричним струмом відбувається порушення цілісності тканин, зокрема кісток. Найчастіше при місцевих травмах уражаються поверхневі тканини організму – шкіра, часом спостерігається також ураження м'яких тканин, сухожилів і кісток. Як правило, місцеві травми піддаються лікуванню, і працездатність потерпілого відновлюється, і лише в окремих випадках місцеві травми можуть призвести до смерті. До місцевих травм належать опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні пошкодження та електроофтальмія. Приблизно у 75% випадків при ураженні

електричним струмом спостерігаються місцеві травми.

*Пожежна безпека.* Пожежа – неконтрольоване горіння, що завдає матеріальних збитків та створює небезпеку для життя і здоров'я людей. Причини пожежі на підприємстві носять різний характер, у тому числі технічний, (у порядку зменшення за частотою виникнення пожеж): порушення технологічного режиму; несправність електроустановок; самозаймання промасленої ганчірки та інших матеріалів; несправність обладнання; іскри при електро- та газозварювальних роботах; ремонт обладнання на ходу

З метою попередження пожеж намічаються заходи щодо їх профілактики:

1. організаційні (правильна експлуатація обладнання та внутрішньо цехового транспорту; протипожежний інструктаж працюючих; організація добровільних пожежних дружин; організація пожежно-технічних комісій; видання наказів щодо посилення пожежної безпеки);

2. технічні (дотримання протипожежних норм і правил під час проектування виробничих приміщень, монтажу електропроводки, встановлення обладнання, опалення, вентиляції, освітлення);

3. режимного характеру (заборона куріння у невстановлених місцях, виробництво зварювальних та інших робіт у пожежонебезпечних приміщеннях);

4. експлуатаційні (профілактичні ремонти та огляди обладнання, випробування технологічного обладнання).

*Пожежна сигналізація.* Основною умовою пожежної безпеки на промисловому підприємстві є застосування автоматичних пристроїв (сповіщувачів), що дозволяють сповістити черговий персонал про пожежу та місце її виникнення.

*Засоби пожежогасіння.* У практиці пожежогасіння найширше застосовують такі способи припинення горіння:

1. ізоляція вогнища горіння повітря;

2. охолодження осередку горіння;

3. інтенсивне гальмування швидкості хімічної реакції в полум'ї;

4. механічний зрив полум'я внаслідок впливу на нього сильного струменя газу або води;

5. створення умов, що перешкоджають розповсюдженню вогню.

Широке поширення при пожежогасінні набули вогнегасники: рідинні, пінні та вуглекислотні.

### **7.3 Заходи з охорони навколишнього середовища при веденні слюсарних та слюсарно-складальних робіт**

При виконанні слюсарних та слюсарно-складальних робіт найбільш негативний вплив на довкілля мають:

1. притиральні та довідкові операції;

2. виконання паяних сполук із застосуванням м'яких та твердих припоїв;

3. роботи, пов'язані з підготовкою деталей під зварювання та із

зачищенням зварних швів;

4. виконання з'єднань з гарантованим натягом шляхом нагрівання або охолодження однієї з деталей, що сполучаються;

5. консервування деталей.

*Притиральні та доводочні операції* виконують як вручну, так і із застосуванням спеціального обладнання та ручних механізованих інструментів. У всіх випадках для виконання цих операцій використовують абразивні матеріали у вигляді спресованого абразиву (бруски, диски, сегменти), абразивних паст та вільного абразиву (абразивні порошки). У зв'язку з тим, що після притирання або доведення оброблена поверхня повинна мати малу шорсткість, для цих операцій використовують дрібнозернисті абразивні матеріали з величиною зерен від 0,5 до 40мкм, які, володіючи невеликими розмірами та малою масою, легко переходять у виважений стан, забруднюючи повітряний простір робочої зони та потрапляючи з неї в атмосферу. З метою активізації процесу обробки при притиранні та доведенні намагаються використовувати не сухий абразив, а абразивні пасти, до складу яких входять стеаринова та олеїнова кислоти. Крім того, при доводочних роботах із застосуванням сухого абразиву використовують гас і скипидар. Випаровування кислот, гасу та скипидару в процесі обробки також викликає забруднення повітряного простору робочої зони, а відповідно, і атмосфери. У зв'язку з цим робочі місця при притиранні та доведенні необхідно оснащувати витяжною вентиляцією, яка повинна використовуватися в комплекті з очисними установками, що забезпечують очищення повітря від абразивного та металевих пилю та від парів агресивних речовин.

При виконанні притиральних та довідкових робіт на спеціальному устаткуванні (притирочно-доводочних верстатах) необхідно переконатися в наявності на них систем припливно-витяжної вентиляції та очисних пристроїв, а також у їх справності.

Не менш важливим є виконання правил утилізації відходів притирання та доведення. Неприпустимо попадання цих відходів у каналізаційні системи через їх малий обсяг. Відходи, що містять легко леткі сполуки, повинні складуватися в спеціальні ємності, оснащені кришками, що щільно закриваються.

*Паяння м'якими припоями* пов'язана із застосуванням припоїв, до складу яких входять речовини, що мають токсичні властивості, в основному свинець (до 90%), який негативно впливає на здоров'я людини та тварин. Попадання свинцю в атмосферу в процесі паяння особливо небезпечно тим, що він може накопичуватися зеленими рослинами, переходячи з них в організм людини та тварин, викликаючи різні захворювання. При паянні використовують також флюси, випаровування яких веде до забруднення робочої зони, а відповідно, і атмосфери завислими хімічними сполуками. Значне забруднення повітря може виникнути і під час підготовки з'єднань до паяння. Перед паянням деталі з'єднання повинні бути зачищені з метою видалення оксидної плівки з поверхні. У процесі зачистки відбувається зняття найтонших шарів оксидів і металів з поверхонь деталей, що з'єднуються, які у

зв'язку з малими розмірами і масою легко переходять у зважений стан, забруднюючи робочу зону і атмосферу. При підготовці до паяння також проводять знежирення поверхонь деталей, що з'єднуються, застосовуючи для цієї мети ацетон, бензин, скипидар, етиловий і метиловий спирт. Ці речовини є легколеткими рідинами, що швидко випаровуються при використанні і забруднюють атмосферу. Після знежирення деталі, що з'єднуються, піддають травленню в розчинах соляної, сірчаної або фосфорної кислот, що є дуже агресивними рідинами. Їхнє потрапляння в довкілля в результаті випаровування веде до вкрай небажаних наслідків. Зачищення швів після паяння призводить до додаткового потрапляння в атмосферу свинцю та його з'єднань, що утворилися в процесі паяння.

Під час проведення робіт, пов'язаних з виконанням з'єднань паянням, робочі місця необхідно забезпечити:

1. припливно-витяжною вентиляцією;
2. установками для очищення та фільтрації повітря, що відводиться із зони обробки;
3. ємностями для зберігання травильних розчинів, розчинів для знежирення і флюсів, які повинні бути забезпечені кришками, що герметично закриваються.

Крім того, категорично забороняється зливати у систему каналізації відпрацьовані розчини, оскільки вони містять хімічно активні речовини (кислоти, солі, луги). Ці речовини можуть роз'їсти труби каналізаційної системи, що призведе до витoku цих розчинів у ґрунт, викликавши його різке забруднення.

Категорично забороняється передача травильних і знежирювальних розчинів з одного робочого місця на інше, тому що при випадковому ударі скляна посудина з розчином може бути розбита, що призведе до аварійного викиду в повітряний простір виробничого приміщення, а отже, і в довкілля парів агресивних рідин.

*Клейові з'єднання* при їх виконанні крім негативного впливу травильних та знежирювальних розчинів та пилу, що утворюється при підготовці деталей з'єднання до склеювання, можуть викликати забруднення навколишнього середовища за рахунок випаровування різних розчинників, що входять до складу клеїв.

Запобіжні заходи забруднення навколишнього середовища при виконанні клейових з'єднань ті ж, що і при виконанні з'єднань пайкою.

*Складання з'єднань з гарантованим натягом знаходить широке застосування в машинобудуванні, оскільки забезпечує високий ступінь центрування деталей, що сполучаються, і досить простий технологічний процес складання таких сполук.*

З метою підвищення міцності з'єднань з гарантованим натягом замість традиційного методу складання запресуванням застосовують складання з тепловим впливом, а при складанні особливо відповідальних з'єднань і з'єднань з тонкостінними деталями застосовують складання методом глибокого охолодження.

У зв'язку з тим, що при нагріванні деталі, що збираються, окислюються, а для з'єднань з гарантованим натягом неприпустима наявність оксидних плівок, нагрівання слід проводити в безокислювальному середовищі, наприклад в маслі. Так як нагрівання в масляних ваннах проводиться при досить високих температурах (порядку 400°C), масло може випаровуватися і забруднювати атмосферу. Тому такий нагрів необхідно вести в спеціальних ваннах, забезпечених вентиляційними та очисними пристроями. Крім того, масло, що постійно перебуває в нагрітому стані, поступово втрачає свої властивості і потребує заміни.

При заміні олії в масляних ваннах:

1. не допускається злив олії в систему каналізації, оскільки видалення олії зі стічних вод підприємства пов'язане зі значними технічними труднощами та економічними витратами;

2. відпрацьована олія повинна здаватися на регенерацію, після якої вона може бути використана повторно.

3. Ці заходи дозволяють не тільки убезпечити природне середовище від шкідливого впливу, а й отримати економію матеріальних засобів.

Значну небезпеку з погляду забруднення довкілля представляють роботи, пов'язані з використанням низькотемпературних речовин для глибокого охолодження деталей, що збираються. У більшості випадків для цих цілей застосовують рідкий азот та тверду вуглекислоту. Відмінною особливістю цих матеріалів є легкість їхнього переходу в газоподібний стан, причому цей перехід спостерігається вже за звичайних умов без підвищення температури, що потребує особливих умов для зберігання цих речовин. Якщо перераховані речовини зберігати в герметично закритих ємностях, то при їх випаровуванні всередині ємності виникне такий тиск, який може призвести до вибуху. Наслідками вибуху будуть не лише виробничий травматизм та матеріальні втрати, а й забруднення навколишньої природи. Ці ємності повинні бути обладнані отворами для виходу газів, що утворюються в результаті випаровування холодоносіїв. З метою запобігання зайвому випаровуванню охолоджуючих речовин доцільно постачати судини для їх зберігання перепускними клапанами, відрегульованими на певний тиск і обмежувачами попадання продуктів випаровування у навколишнє середовище.

Постійне випаровування рідкого азоту і твердої вуглекислоти в процесі їх зберігання пред'являють особливі вимоги до умов складування речовин, що охолоджують:

1. ці речовини повинні зберігатися у спеціальному приміщенні, обладнаному припливно-витяжною вентиляцією та очисними пристроями;

2. зберігання охолоджувальних речовин на робочому місці категорично заборонено;

3. після заповнення пристроїв для глибокого охолодження охолоджувачем ємності з рідким азотом або твердою вуглекислотою повинні бути повернуті до приміщення, обладнаного для їх зберігання;

4. для охолодження деталей перед складання необхідно застосовувати спеціальні установки, причому при їх використанні необхідно стежити за тим,

щоб не було витоку парів охолоджуючих речовин і щоб вони не потрапляли в навколишнє середовище.

*Консервація деталей* – захист від впливу навколишнього середовища, пов'язана або з покриттям поверхонь деталей мастильними матеріалами, або з ізоляцією їх шляхом укладання в герметичну упаковку (в основному, в поліетиленову плівку) з внесенням всередину упаковки адсорбенту, що забезпечує поглинання парів води та агресивних рідин. Негативний вплив на навколишнє середовище при консервації відбувається переважно за рахунок неправильної утилізації відходів. Що стосується змащувальних речовин та адсорбентів, то їх відходи не повинні викидатися, а повинні збиратися у спеціальні ємності для подальшої регенерації та повторного використання. Відходи поліетиленової плівки необхідно знищувати, спалюючи їх, так як плівка, потрапляючи в ґрунт, довгий час не перегниває, порушуючи структуру ґрунтів і призводячи до ерозії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ермолов Л.С. Ремонтно-слюсарна справа / Л.С. Ермолов, А.Я. Поліський – К.: Урожай, 1969. – 304 с.
2. Драбович М.П. Слюсарна справа. / М.П. Драбович – К.: Аграрна освіта, 2004. – 184 с.
3. Кропивницький Н.Н. Общий курс слесарного дела. / Н.Н. Кропивницький – Л.: Машиностроение, 1968. – 399 с.
4. Практикум по ремонту машин. Учебное пособие / Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко – Харьков: Прапор, 1993. – 328с.
5. Практикум з ремонту машин. / О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я.Поліський та інш.; за ред. О.І. Сідашенко, А.Я. Поліського – К.: Урожай, 1995. – 224с.
6. Макієнко М.І. Загальний курс слюсарної справи: Підручник / Пер. з рос. В. К. Сидоренко. – К.: Вища шк., 1994. – 311 с.
7. Бабіч Б.С. Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів: Підручник / Б.С.Бабіч, В.В. Лущик– К.: Либідь, 2001. – 460 с.
8. Матеріалознавство і слюсарна справа: навч. посібник / За ред. П.П. Федірка – К.: Видавничий дім «Кондор», 2017. – 384 с.
9. Практикум з ремонту машин: Навчальний посібник /О.І.Сідашенко, Т.С.Скобло, В.А.Войтов та ін. / За ред. О.І. Сідашенко та О.В. Тіхонова – Харків: ХНТУСГ, 2007. – 415с.
10. Власенко А.М.Слюсарні роботи. Підручник / А.М.Власенко – К. Вища освіта, 2013. – 357с.
11. Українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва:Навч. посібник / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Н.М. Пільгуй та інші. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – 412с.
12. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1: Навчальний посібник / О.І.Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С.Скобло та інші.За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 416с.
13. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2: Навчальний посібник/ О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С. Скобло та інші. За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 491с.
14. Основи слюсарної справи. Навчальний посібник / М.В.Пеховка, Т.Б.Боброва, С.М.Високос, Ю.Ю.Глушко, В.О.Сашко, Т.М.Терещенко – К.: ТОВ «Фарбований лист», 2018. – 51 с.
15. Сучасний українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Н.М. Пільгуй та інші. – Харків: Діса плюс, 2020. – 412с.
16. Основи слюсарної справи. Навч. посібник / А.Ф. Попов,Т.В. Пахар, О.В. Паржницький, Г.Ю. Шулепіна – Чернівці: видав. Букрек, 2020. – 224с.



## ЗМІСТ

ВСТУП. МІСЦЕ СЛЮСАРНОЇ ОБРОБКИ У СЕРВІСНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ	3
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СЛЮСАРНО-РЕМОНТНУ СПРАВУ	6
1.1 Основні терміни та визначення	6
1.2 Оснащення та організація робочого місця слюсаря	8
1.2.1 Обладнання для утримання деталей під час обробки	10
1.2.2 Контрольно-вимірювальний інструмент слюсаря. Контрольно-діагностичне обладнання та інструмент для дефектування деталей після розбирання	13
1.3 Критерії вибору інструменту та технічного оснащення	22
2. НАНЕСЕННЯ РОЗМІТКИ	24
2.1 Площинна	24
2.1.1 Призначення площинної розмітки	24
2.1.2 Обладнання та пристосування	24
2.1.3 Інструмент	30
2.1.4 Способи виконання розмічання	40
2.1.5 Ручні механізми і машини для інтенсифікації площинного розмічання	49
2.2 Просторова	50
2.2.1 Призначення просторової розмітки	50
2.2.2 Інструмент	50
2.2.3 Способи виконання розмічання	55
2.2.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації просторового розмічання	60
3. ВИКОНАННЯ ОТВОРІВ	63
3.1 Свердління	63
3.1.1 Призначення свердління	63
3.1.2 Інструмент	63
3.1.3 Способи виконання свердління	66
3.1.4 Ручні механізми і машини для інтенсифікації свердління	66

3.2	Зенкерування, зенкування та цекування	70
3.2.1	Призначення зенкерування, зенкування та цекування	70
3.2.2	Інструмент	70
3.2.3	Способи виконання зенкерування, зенкування та цекування	71
3.2.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації зенкерування, зенкування та цекування	72
3.3	Розгортання	72
3.3.1	Призначення розвертання	72
3.3.2	Інструмент	72
3.3.3	Способи виконання розвертання.	73
3.3.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації розвертання.	74
3.5	Нарізання різьби	75
3.5.1	Призначення процесу нарізання різьби	75
3.5.2	Інструмент	76
3.5.3	Способи виконання	79
3.5.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації нарізання різьби	80
4.	ГРУБА ОБРОБКА ПОВЕРХНІ	83
4.1	Рубання	83
4.1.1	Призначення рубання.	83
4.1.2.	Інструмент.	83
4.1.3	Способи виконання рубання	85
4.1.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації рубання.	91
4.2	Різання	92
4.2.1	Призначення різання.	92
4.2.2	Інструмент.	92
4.2.3	Способи виконання різання.	93
4.2.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації різання	97
4.3	Обпилювання	100
4.3.1	Призначення опилування	100
4.3.2	Інструмент.	100

4.3.3	Способи виконання обпилювання	103
4.3.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації обпилювання.	108
4.4.	Згинання	112
4.4.1	Призначення згинання	112
4.4.2	Інструмент	112
4.4.3	Способи виконання згинання.	113
4.4.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації згинання	113
4.5.	Вирівнювання та рихтування при кузовному ремонті транспортних засобів та машин спеціального призначення	114
4.5.1	Призначення вирівнювання та рихтування	114
4.5.2	Інструмент для рихтування	115
4.5.3	Способи виконання вирівнювання та рихтування	118
4.5.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації вирівнювання та рихтування	120
5.	ТОНКА ОБРОБКА ПОВЕРХНІ	123
5.1	Шабрування	123
5.1.1	Призначення шабрування	123
5.1.2	Інструмент	123
5.1.3	Способи виконання шабрування	124
5.1.4	Ручні механізми та машини для інтенсифікації шабрування	128
5.2	Розпилювання та припасування деталей	128
5.2.1	Призначення розпилювання та припасування деталей	128
5.2.2	Інструмент	129
5.2.3	Способи виконання розпилювання та припасування деталей	129
5.2.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації розпилювання та припасування деталей	130
5.3	Притирання	130
5.3.1	Призначення притирання	130
5.3.2	Інструмент	131

5.3.3	Способи виконання притирання	134
5.3.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації притирання	136
6.	СКРІПЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ТА ДЕТАЛЕЙ	139
6.1	Мийні роботи	139
6.1.1	Призначення мийних робіт	139
6.1.2	Інструмент та обладнання	140
6.1.3	Способи виконання мийних робіт	143
6.1.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації мийних робіт	147
6.2.	Розбирально-складальні роботи	151
6.2.1	Призначення розбирально-складальних робіт	151
6.1.2	Інструмент	154
6.2.3	Способи виконання розбирально-складальних робіт	157
6.2.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації розбирально-складальних робіт	161
6.2.5	Розбирання та збирання з'єднань із гарантованим натягом	164
6.3	Клепання	169
6.3.1	Призначення клепання	169
6.3.2	Інструмент	170
6.3.3	Способи виконання клепання	170
6.3.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації клепання	172
6.4	Паяння	176
6.4.1	Призначення паяння	176
6.4.2	Інструмент	177
6.4.3	Способи виконання паяння	179
6.4.4	Ручні механізми і машини для інтенсифікації паяння	180
6.4.5.	Паяння пластмас	181
6.4.6	Паяння пластикового трубопроводу	186
6.5	Лудіння	190
6.5.1	Призначення лудіння	190
6.5.2	Способи виконання лудіння	190

6.6 Склеювання	191
6.6.1 Призначення склеювання	191
6.6.2 Інструмент	191
6.4.3 Способи виконання склеювання	192
7. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ СЛЮСАРНО-РЕМОНТНИХ РОБІТ	195
7.1 Загальні положення з охорони праці	195
7.2 Вимоги безпеки при виконанні слюсарних та розбирально-складальних робіт	196
7.3 Заходи з охорони навколишнього середовища при веденні слюсарних та слюсарно-складальних робіт	202
ЛІТЕРАТУРА	207

**НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ**

Рибалко Іван Миколайович  
Тіхонов Олександр Всеволодович  
Науменко Олександр Артемович  
Шепеленко Ігор Віталійович  
Мартиненко Олександр Дмитрович  
Гончаренко Олександр Олексійович  
Лисенко Сергій Володимирович

## **СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ І МАШИНИ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СЛЮСАРНО-РЕМОНТНИХ РОБІТ**

Навчальний посібник

*для підготовки здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня – бакалавр  
денної та заочної форм навчання галузей знань – 13 «Механічна інженерія»,  
20 «Аграрні науки та продовольство», 27 «Транспорт»,  
спеціальностей – 133 «Галузеве машинобудування», 208 «Агроінженерія»,  
274 «Автомобільний транспорт»*

Відповідальні за випуск:

Науменко О.А.,  
Мартиненко О.Д.  
Рибалко І.М.,  
Тіхонов О.В.

Комп'ютерна верстка:

Підписано до друку 24.05.2024р  
Формат 60x84 1/16 Папір офсетний. Друк цифровий.  
Гарнітура TimesNewRoman. Ум. друк. арк. 12,5  
Обл. – друк. арк. 8,95  
Наклад 100 прим. Зам № 106

Видавництво «Діса плюс»

Тел. (057) 768–03–15

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників та  
розповсюджувачів видавничої продукції: серія ДК № 4047 від  
15.04.2011 р.

ISBN 978-617-8122-99-7



Надруковано в друкарні «БУКЛАЙН»  
61000, м.Харків, вул. Катерининська, 46.  
Тел. (099) 604–49–45  
[www.bookline.online](http://www.bookline.online)

## **ВИДАНО ЗА ПІДТРИМКИ:**

### **ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ШЛЯХОРЕМОНТНЕ ПІДПРИЄМСТВО « ПІВДЕНЬ»»**

м. Південне, Харківського району, Харківської області

Ремонт тракторів, автомобілем і спецтехніки – двигуни, ходова частина, рихтування та фарбування	095 119 71 77
Будівництво і ремонт доріг, під'їздів та пішохідних доріжок	096 000 51 23
Виготовлення та вставлення тротуарної плитки та малих архітектурних форм з залізобетону	095 730 12 32

у рамках договору про співпрацю з

### **ДЕРЖАВНИМ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ УНІВЕРСИТЕТОМ**

№ 4 - 23 від 06 червня 2023р

### **ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АГРО-СЕРВІС СХІД»**

м. Харків, Харківська обл.

Оптова та роздрібна торгівля запасними частинами до тракторів МТЗ, ХТЗ, ЮМЗ, ХЗСШ	057 7779748
Оптова та роздрібна торгівля запасними частинами до сівалок, оприскувачів та ґрунтообробних знарядь: Червона зірка, ELVORTI, VELES-AGRO, ГІДРОСИЛА, ЛЗТТ, РЗТ, ПрогресК	067 5765020

у рамках договору про співпрацю з

### **ДЕРЖАВНИМ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ УНІВЕРСИТЕТОМ**

№1 - 23 від 06 червня 2023р

### **ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АМІТЕК-СПЕЦТОРГ»,**

м. Дніпро, Дніпропетровська область

Оптова та роздрібна торгівля запасними частинами до тракторів МТЗ, ХТЗ, ЮМЗ, ХЗСШ	0504214976
Оптова та роздрібна торгівля запасними частинами до комбайнів, тракторів, сівалок, оприскувачів, та ґрунтообробних знарядь CNH, JD. CLAAS. GMM YUKOIL	0504214976

у рамках договору про співпрацю з

### **ДЕРЖАВНИМ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ УНІВЕРСИТЕТОМ**

№ 2 - 23 від 06 червня 2023р

### **ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "СПЕЦАВТОЗАПЧАСТИНА ХАРКІВ"**

м. Харків, Харківської області

Оптова та роздрібна торгівля запасними частинами до техніки ЗІЛ, УРАЛ, КАМАЗ, ГАЗ, УАЗ, ВАЗ	0999441221
---	------------

у рамках договору про співпрацю з

### **ДЕРЖАВНИМ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ УНІВЕРСИТЕТОМ**

№ 3 - 23 від 15 червня 2023р