

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПАВЛА ТИЧИНИ  
ІНСТИТУТ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ  
ОСВІТИ  
ТЕХНОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра технологічної освіти**

**ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРАКТИКУМ**

**(металообробка)**

**Умань 2014**

УДК 62(072)

ББК 34.5р30

Т 38

**Рецензенти:**

**Гедзик А.М.** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри технологічної освіти Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

**Мелентьєв О.Б.** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри технологічної освіти Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

**Т 38 М.А. Захаревич** Технологічний практикум (металообробка): навчально-методичний посібник. / Микола Анатолійович Захаревич / - Умань: ФОП Жовтий О.О., 2014. - 197 с.

У навчально-методичному посібнику висвітлені основні відомості з професійної підготовки студентів - майбутніх учителів технології.

Видання розраховане на студентів усіх форм навчання індустріально-педагогічних, технологічних факультетів вищих навчальних педагогічних закладів.

Навчально-методичний посібник може бути корисним для викладачів та учнів коледжів, технікумів, училищ ліцеїв, гімназій і шкіл.

**УДК 62(072)**

**ББК 34.5р30**

## ЗМІСТ

<b>Передмова</b> .....	4
<b>Модуль 1 Ручна обробка металів</b> .....	5
1.1. Організація робочого місця слюсаря.....	5
1.2. Виготовлення виробів з тонкого листового металу товщиною до 1 мм.....	23
1.3. Виготовлення виробів з дроту.....	34
1.4. Виготовлення виробів з тонкого листового металу і дроту.....	36
1.5. Виготовлення виробів з листового металу товщиною до 4 мм.....	44
1.6. Виготовлення виробів з сортового прокату.....	57
1.7. Виготовлення виробів з поковок.....	66
1.8. Оздоблення виробів з металу.....	70
1.9. Слюсарно-складальні роботи.....	79
Запитання і завдання.....	82
<b>Модуль 2 Механічна обробка металів</b> .....	84
2.1. Основні характеристики виробничого процесу.....	84
2.2. Техніка безпеки при роботі на металорізальних верстатах.....	88
2.3. Будова токарного верстата.....	92
2.4. Різальні та вимірювальні інструменти.....	109
2.5. Операції обробки, виконувані на токарних верстатах.....	119
2.6. Обробка на фрезерних верстатах.....	150
Запитання і завдання.....	193
Список використаних джерел.....	195

## ПЕРЕДМОВА

Нове змістове наповнення технологічної освіти передбачає більш глибоке ознайомлення з сучасними досягненнями техніки і технологій.

Комплексний характер дисципліни «Практикум у навчальних майстернях» обумовлений цілями та завданнями професійної підготовки майбутнього вчителя технологій.

Навчальний посібник ґрунтується на інтеграції принципів модульності, самоорганізації і контактності, що має забезпечити формування високого рівня професійної компетентності майбутніх фахівців.

Посібник має чітке структурування змісту навчального матеріалу відповідно до логічно завершених блоків навчальної інформації – змістових модулів.

Навчальний посібник має на меті дати достатній і різноманітний матеріал для аудиторних та індивідуальних занять. Він містить достатню кількість ілюстрацій, а також запитання і завдання для самоперевірки.

Посібник рекомендовано для студентів усіх форм навчання, ним можуть також користуватися ті, хто вивчає практикум у навчальних майстернях самотійно.

Автори щиро вдячний рецензентам за допомогу в підготовці рукопису до друку.

## МОДУЛЬ І РУЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

### 1.1. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ СЛЮСАРЯ

Робоче місце – просторова зона, оснащена необхідними матеріальними засобами і технікою і певним чином організована, у якій здійснюється трудова діяльність працівників, місце, де виконується робота.

Організація робочого місця – сукупність заходів щодо оснащення робочого місця засобами і предметами праці, їх розміщення у визначеному порядку.

Поняття „організація робочих місць” охоплює:

- устрій та планування приміщень і розміщення в них робочих місць;
- планування робочих місць;
- оснащення робочих місць необхідним обладнанням, інструментами і сучасними технічними пристроями.

Спільною вимогою раціональної організації робочих місць є створення максимально сприятливих умов студентам для здійснення їх діяльності.

Робочі місця класифікують за рівнем механізації, робочою позою, місцем розташування, стабільністю розміщення, ступенем спеціалізації.

Процес праці – сукупність визначених дій працівника на робочому місці. Продуктивність праці прямо пропорційно залежить від організації робочих місць.

До організації робочих місць на практиці висуваються вимоги, що частково можуть бути виражені в кількісних показниках – нормах і нормативах, а частково піддаються лише якісному опису.

Ряд вимог, насамперед в галузі санітарії, техніки безпеки, правил експлуатації обладнання тощо, є обов’язковими, і за їх порушення викладач може понести відповідальність аж до карної. Інші вимоги відносяться до бажаних (естетичність, ергономічність тощо), але їх дотримання чи недотримання безпосередньо відбивається на продуктивності праці, а тому має

важливе значення.

ГОСТ 16456-90 встановлює чотири групи комплексних ергономічних показників: гігієнічні, антропометричні, фізіологічні і психологічні.

Гігієнічні показники визначаються рівнями освітлення, вентиляції, температури, вологості, тиску повітря, токсичності, шуму і вібрації, перевантажень та інших показників. Перевірку цих показників виконують порівнянням даних вимірів із припустимими значеннями.

Антропометричні показники визначаються відповідністю конструкції верстата, верстака, інструменту розмірам і формі тіла людини, розподілу маси його тіла. Ці показники перевіряють порівнянням розміру тіла людини у різних позах з відповідними розмірами обладнання або інструменту.

Фізіологічні показники визначаються відповідністю конструкції обладнання можливостям людини: силовим, енергетичним, зоровим та ін. Для перевірки цих показників аналізують розміри органів управління, їхню форму, прикладені до них зусилля, зони огляду, робочі зони тощо.

Психологічні показники конструкції обладнання та інструменту визначаються відповідністю закріплених і знову придбаних навичок людини їх можливостям.

Створюючи технічний пристрій або інструмент прагнуть, щоб вони були зручними. Наприклад, при виборі форми і розмірів органів управління врахують особливість будови рук людини, при проектуванні верстаків – моторику людського тіла та зони досяжності. Варто також враховувати динамічні розміри, тобто кути обертання в суглобах, прирости розмірів у процесі обертання. Наприклад, довжина руки людини зменшується при переході з положення «опущена вниз уздовж тулуба» у положення «витягнута убік» у середньому на 2 см, у положення «витягнута вперед» на 4 см, «піднята нагору» – на 6 см.

Існують наступні загальні правила організації робочого місця:

1. Урахування взаємодії працівників у процесі трудової діяльності, особливо спільної, а також послідовності виконання тієї чи іншої операції, що

дозволяє раціоналізувати їхній рух, знизити втому.

2. Обов'язкове дотримання діючих санітарних норм у відношенні площини, освітлення, чистоти, зручності устаткування, що дає можливість зберегти здоров'я працівникам.

3. Відповідність номенклатури і кількості устаткування, різних технічних засобів, особливо пов'язаних з характером виконуваної роботи.

Найважливішим елементом організації робочого місця є його планування, тобто оптимальне розташування в межах робочого місця устаткування, меблів, світильників, матеріалів та інших засобів, необхідних для виконання роботи.

Правильне планування робочих місць забезпечує економію робочих рухів у зоні діяльності – просторі, в межах якого людина може виконувати роботу.

Раціональний його варіант – це розміщення засобів і предметів праці в межах зон, найбільш зручних для виконання трудових процесів; їх прийнято називати робочими зонами.

Робоча зона – це місце на стаціонарному місці для праці в горизонтальній або вертикальній площинах, у межах яких робітник, не рухаючись, може виконувати роботу. Розрізняють нормальну і максимальну робочі зони.

Нормальна робоча зона в горизонтальній площі обмежується візуальною дугою, накресленою кінцями пальців правої та лівої рук, зігнутих у ліктьовому суглобі при вільно схиленому плечі. Така зона займає десь 1000 мм по фронту і 300 мм углибину. Тут розташовують предмети праці, що найбільш часто використовуються, і виконується основна робота.

Максимальна робоча зона в горизонтальній площі обмежується візуальною дугою, яка проходить по кінцям пальців витягнутої руки людини. У цій зоні (робітник працює простягнутими руками) знаходяться предмети праці, які використовуються менше. Така зона займає 1500 мм по фронту і 500 мм углибину.

У вертикальній площині розрізняють п'ять зон: нижня незручна зона (до 750 мм від полу); нижня менш зручна (від 751 до 925 мм); зручна (від 925 до 1675 мм); верхня менш зручна (від 1675 до 1925 мм); верхня незручна (від 925

мм і більше).

Важливе значення має також робоча поза – положення корпусу і кінцівок відносно стола та устаткування. Робоча поза визначається особливістю виконуваної роботи, місцем і умовами її проведення, антропометричними характеристиками людини.

При правильній робочій позі значно полегшується праця і підвищується її продуктивність. Раціональною вважається поза, при якій не виникає передчасного стомлення. Для цього необхідно, щоб:

- робоча поза була вільною і зручною;
- була можливість для чергування працівників;
- робоча поза забезпечувала можливий нахил тулуба тільки вперед і не більше ніж на 10-15°;
- сидіння стільця було регульованим по висоті, а для ніг необхідно мати підставку.

Основні вимоги до раціонального планування робочого місця – забезпечити економію часу на пошук засобів і предметів праці та скорочення фізичних зусиль працівників. Для цього необхідно дотримуватись наступних правил:

- на робочій поверхні верстака не повинно бути нічого зайвого;
- кожен предмет і засіб праці повинні мати своє місце, оскільки безладне їх розташування викликає зайві рухи і витрати часу;
- допоміжні матеріали варто зберігати в шухляді столу зі спеціальними роздільниками;
- технічна документація, з якою працює студент, міститься в зоні, що забезпечує її огляд;
- інструменти і матеріали розташовуються так, щоб забезпечувалася найкраща послідовність виконання роботи;
- рухи працівника повинні бути оптимальними, тобто більш короткими й ошадливими з позиції витрат часу і сил.



При плануванні робочих місць необхідно враховувати наступні рекомендації:

- рух робочого потоку має бути прямоточним, без зайвих повернень і перетинань;
- інструмент, що часто використовуються, доцільно розміщати близько один від одного;
- верстаки, верстати, шафи, стелажі та інше устаткування необхідно розташовувати так, щоб було зручно підходити до них і користуватися ними;
- у приміщенні майстерні не повинне знаходитися нічого зайвого, непотрібного для роботи;
- площа окремих робочих місць має відповідати санітарним нормам і специфіці роботи, що виконується;
- верстаки краще розміщати перпендикулярно лінії вікон, так, щоб світло падало ліворуч; розміщення працівника обличчям до вікна нераціонально, а спиною – неприпустимо;
- верстаки не можна розміщати поблизу опалювальних приладів (у крайньому випадку ці прилади мають бути накриті спеціальними щитами).

У комплексі мір, що забезпечують ефективність роботи в слюсарній майстерні важлива роль приділяється раціоналізації робочих місць і створенню сприятливих умов для праці. Від них залежить працездатність і продуктивність діяльності, збереження здоров'я працівників. Усе це входить до складу поняття «умови праці».

Комплексний підхід до забезпечення сприятливих умов праці відбитий у спеціальних міжгалузевих вимогах і нормативних матеріалах. Вони визначають наступні фактори виробничої сфери:

1. Санітарно-гігієнічні умови праці, що включають мікроклімат (температуру, вологість і швидкість повітря), освітлення, шум, вібрацію, фарбування службових приміщення та обладнання.

2. Естетичні, що включають кольорову обробку інтер'єрів, озеленення приміщення, використання добуток живопису і творів прикладного мистецтва.

3. Психофізіологічні – пов'язані зі здійсненням заходів психофізіологічного характеру, що забезпечують умови високоефективної діяльності і збереження здоров'я студентів (поступове входження в працю, ритмізація роботи, зміна форм діяльності та ряд інших факторів).

4. Соціально-психологічні, що зв'язані зі здійсненням заходів, спрямованих на формування психологічної готовності студентів до роботи з новою технікою, до різного роду нововведень, зі створенням оптимального психологічного клімату в колективі, установленням взаємин співпраці між студентами і викладачем.

Діяльність зі створення сприятливих умов роботи в майстерні повинна носити комплексний, системний характер.

Неефективна робота в жаркому приміщенні, тому що підвищується стомлюваність, знижується продуктивність праці, збільшується ймовірність простудних захворювань. Крім того, відбувається перегрівання організму, що веде до збільшення захворюваності тих, хто навчається.

При встановленні нормального мікроклімату варто керуватися діючими нормами метеорологічних умов. Оскільки температура, вологість і швидкість руху повітря залежать від зовнішніх метеоумов, а також засобів опалення і вентиляції, норми на ці параметри виробничого середовища розрізняються для холодних і теплих періодів року, для приміщень з різним рівнем надлишкового тепла.

Наведемо норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні (табл. 1.1).

Найбільш оптимальною вважається температура в межах 18-20 °С, а вологість повітря більш 60 % уже несприятлива. На думку фізіологів, зниження або підвищення температури повітря в майстерні на 10-12 °С знижує продуктивність праці на 15 % і більше.

## Норми температури

Холодний і перехідний період року (температура повітря менше 10°C)			Теплий період року (температура повітря вище 10°C)		
Температура °C	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
17-22	Не більше 75	Не більше 0,03	Не більше 28	Не більше 50	0,3-0,5

У практичній діяльності важливо ефективно використовувати зір. За даними досліджень НДІ праці, за допомогою зору людина одержує до 80-90 % інформації. Недостатнє освітлення є причиною передчасного стомлення. Освітлення вважається нормальним, якщо дозволяє тривалий час працювати без напруги зору. Розрахунки фахівців показують, що між освітленістю і продуктивністю праці існує пряма залежність.

Освітлення може бути природним і штучним.

Природне освітлення найбільш сприятливе, але можливість його використання обмежена тривалістю світлового дня, залежить від погоди, а також від відстані робочого місця від вікон.

Природне освітлення найбільш сприятливе для очей. Тому треба як можна більш тривалий період користуватися тільки ним. Але необхідно стежити, щоб природне освітлення забезпечувало освітленість, що відповідає нормам, а скла вікон завжди були чистими.

У слюсарній майстерні найчастіше використовується комбіноване освітлення – поєднання загального і місцевого. За рахунок загального

освітлення забезпечується рівномірне освітлення всього приміщення, за рахунок місцевого – досягається необхідна освітленість у робочій зоні.

Для місцевого освітлення краще застосовувати лампи що повертаються, пересувні лампи на гнучкому шлангу або на спеціальних шарнірах; м'яке, не сліпуче світло повинне падати на робоче місце ліворуч; потужність ламп рекомендується не менш 50 Вт.

Перевага місцевого освітлення в тому, що лампа невеликої потужності може забезпечити високу і рівномірну освітленість робочої зони і забезпечити будь-який напрямок світлового потоку. Однак лише одне його застосування небажане, тому що це пов'язане з необхідністю адаптації зору через різкі контрасти в освітленості робочої зони і всього приміщення.

У тісному зв'язку з установленням раціональної освітленості має вирішуватися кольорове оформлення приміщень, тому що існує визначена залежність між кольором і виникненням зорового стомлення.

Раціональне фарбування робочих приміщень виконує три функції: фізіологічну, психологічну і естетичну.

Фізіологічна функція кольору полягає в його впливі на нервову систему людини. У полі зору працюючого повинні бути кольори середньохвильової частини спектра, що сприятливо діють на нервову систему. Тому для фарбування стін службових приміщень доцільно застосовувати салативий, світло-бежевий, ясно-зелений, світло-блакитний кольори, коефіцієнти відображення яких відповідно дорівнюють 0,70; 0,62; 0,42; 0,45.

Психологічна функція кольору полягає в його впливі на психологічний стан людини: одні кольори (яскраві, соковиті) бадьорять, інші (блакитний, зелений) – заспокоюють, холодні кольори (синій, фіолетовий) – викликають відчуття прохолоди навіть у теплих приміщеннях, теплі (жовтий, жовтогарячий, жовто-зелений, червоний) – сприяють відчуттю теплоти в прохолодному приміщенні.

Естетична функція кольору полягає в його впливі на гармонічне сприйняття приміщення, створення красивого, позитивного для роботи

колірного фону.

Шум у приміщеннях знижує увагу і працездатність, не дає можливості зосередитися. Стосовно до технічної праці припустима голосність шуму встановлена в діапазоні 50 – 70 децибелів у залежності від характеру роботи і наявності джерел шуму.

Основними джерелами шуму в майстерні є використовувані верстати, голосні розмови, ляскіт дверей, зайве ходіння, звуки, що проникають з вулиці та з інших приміщень. Проти джерел шуму з вулиці майже нічого не можна подіяти, можна лише тримати вікна, що виходять на вулицю, закритими. Із шумом, що виникає в самому приміщенні, можна боротися, використовуючи різні методи.

Насамперед це будівельні міри, спрямовані в основному не на усунення шуму, а на його поглинання. Найбільший ефект дає використання акустичних матеріалів для облицювання стін (акустична штукатурка, перфоровані панелі з підклеюванням тканини деревоволокнисті плити тощо), улаштування підвісних стель, що поглинають звук. Для порівняння відзначимо, що акустичні матеріали поглинають 70% звуку і відбивають 30%, скло відбиває 97,2%, цемент – 98,8%. Використання акустичних матеріалів найбільш доцільно в приміщеннях, де працює багато верстатів. Дослідження показали, що кількість помилок, що допускаються операторами машин у приміщенні після акустичного його облицювання, скоротилися більш ніж у 2 рази; підвищилася на 8,8% продуктивність праці.

Поглинання шуму можна також домогтися організаційно-технічними заходами: використанням пристосувань, що усувають ляскіт дверей, установкою амортизаторів (прокладки під верстати, гумові прокладки на ніжки стільців), оббивкою дверей матеріалами, що поглинають звук, завішуванням вікон тощо.

Основним видом устаткування для виконання робіт з ручної обробки металу є слюсарний верстак. Каркас верстака – зварена конструкція зі сталевих труб або сталевого профілю. Кришку виготовляють з дощок товщиною 40....50

мм; зверху її покривають листовим залізом товщиною 1...2 мм і окантовують бортиком, який перешкоджає падінню дрібних деталей.

Під стільницею розташовані висувні шухляди (не менше двох) з осередками для збереження інструментів і допоміжних матеріалів. Слюсарні верстаки виготовляються одно- та двомісні. Особливо зручні одномісні верстаки, які мають довжину 1000-1200 мм, ширину 700-800 мм, висоту 800-900 мм (рис. 1.1).

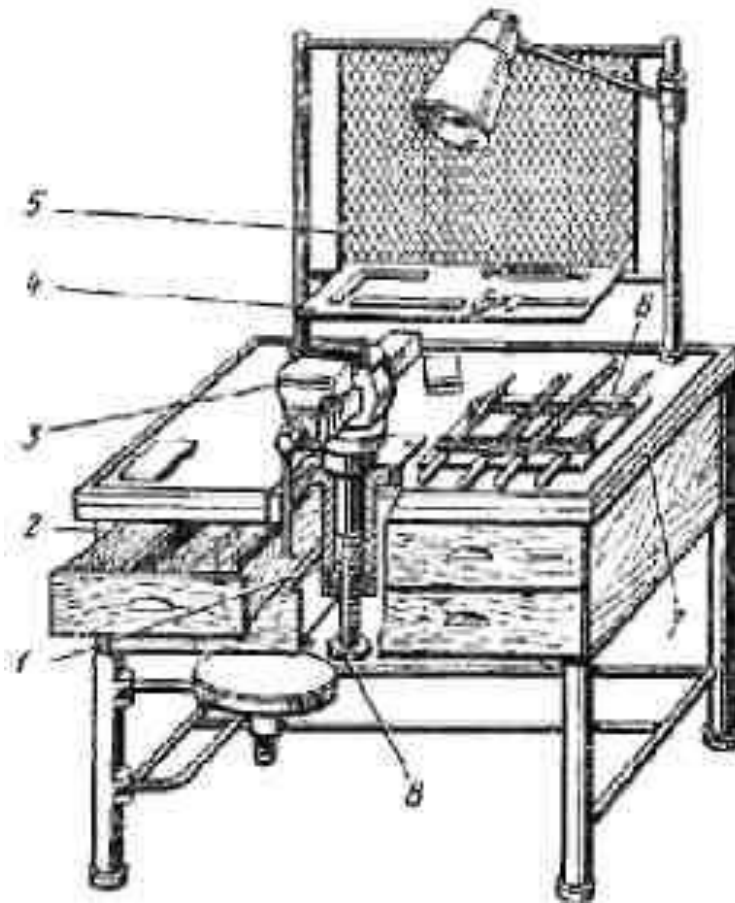


Рис. 1.1. Слюсарний верстак: 1 – гвинт підйому; 2 – шухляда; 3 – лещата; 4 – поличка; 5 – сітка; 6 – планшет для інструментів; 7 – окантовка (бортик); 8 – гайка.

Верстак постачається з захисною рамою з металевою сіткою, очки якої не більш 3 мм, для запобігання пошкоджень від можливого відлітання дрібних шматочків металу в процесі роботи.

Для кращого освітлення робочої поверхні верстата на ньому установлений світильник місцевого освітлення.

Слюсарні лещата використовують для закріплення заготовки, що оброблюється, і є складовою частиною обладнання робочого місця слюсаря.

Лещата бувають паралельні поворотні та неповоротні, стільцеві та пневматичні. Використовують також і ручні (малогабаритні) лещата.

Найбільш розповсюдженими у шкільних навчальних майстернях є паралельні неповоротні лещата (рис. 1.2)

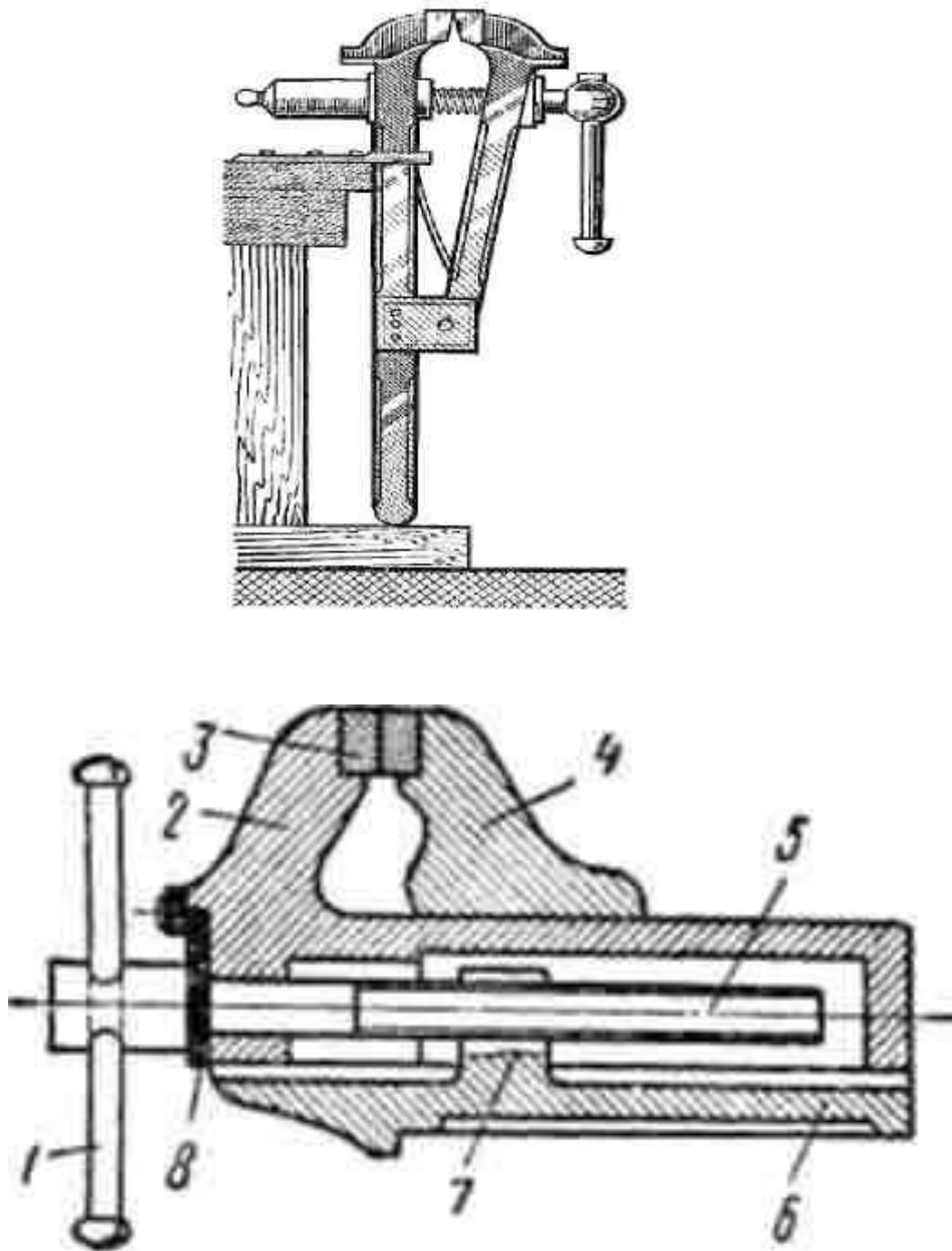


Рис. 1.2. Стільцеві та неповоротні паралельні лещата: 1 – важіль; 2 – рухома губка; 3 – пластини; 4 – нерухома губка; 5 – гвинт; 6 – основа; 7 – гайка; 8 – корпус рухоми губки

8 – стопорна планка.



Стільцеві лещата використовують для виконання важких робіт, пов'язаних з використанням ударного навантаження.

Ручні слюсарні лещата використовують у процесі обробки невеликих деталей, які незручно або небезпечно тримати руками.

Загальні правила виконання слюсарних робіт наступні: перед початком роботи оглянути лещата, звертаючи особливу увагу на їхнє кріплення до верстата; не виконувати грубих робіт (наприклад, виправлення або гнуття металу важкими молотками), тому що це приводить до швидкого руйнування лещат; при закріпленні деталей у лещатах не допускати ударів по важелю, що може привести до зриву різьблення ходового гвинта або гайки; у неробочому положенні губки лещат мають бути трохи розведені, тому що при їхньому стисканні виникають зайві напруги в з'єднанні гвинт – гайка; після закінчення роботи лещата необхідно очищувати від стружки, бруду і пилу, а напрямні і гвинтовий механізм змазувати машинною олією.

Слюсарні інструменти поділяються на розмічальний, ріжучий, монтажний та контрольний-вимірювальний.

Вимірювальні інструменти дозволяють визначати дійсні розміри деталей. До цих інструментів відносяться: лінійки вимірювальні, штангенінструменти, мікрометричні інструменти, кутоміри тощо. Усі ці інструменти являються шкальними, тобто мають шкалу. Контрольні інструменти тільки вказують на відхилення від розміру і форми. До цих інструментів відносяться: граничні, калібри (пробки, кільця, скоби, втулки), шаблони, щупи, кутники, лекальні лінійки, повірочні плити.

Вимірювальна металева лінійка використовується для грубого вимірювання. Лінійки виготовляють з розмірами шкали від 150 до 1000 мм. Точність вимірювання до 0,25 мм.

Штангенінструменти використовують у навчальних майстернях для вимірювань з точністю 0,1...0,05 мм. Розрізняють штангенциркулі, які застосовують для вимірювання зовнішніх та внутрішніх діаметрів, розмірів деталей; штангенглибиноміри призначені для вимірювання глибин глухих

отворів, канавок, пазів, виступів; штангенрейсмуси використовуються під час просторової розмітки об'ємних деталей. Усі штангенінструменти крім основної шкали мають шкали ноніусів, за якими визначаються дробові поділок ділянок основних шкал.

Серед штангенінструментів найбільш широке використання мають штангенциркулі. Вони бувають трьох моделей: ШЦ-I, ШЦ-II, ШЦ-III.

Штангенциркуль ШЦ-I (рис. 1.3) використовують для вимірювання зовнішніх та внутрішніх розмірів глибин; він складається зі штанги, виконаної разом з нерухомими вимірювальними губками. На штанзі нанесена основна шкала з міліметровими поділками. По штанзі переміщується рухома рамка з губками і жорстко зв'язаним з нею глибиноміром. Рамка під час вимірювання фіксується на штанзі затискувачем гвинтом. Нижні губки служать для вимірювання зовнішніх розмірів, а верхні - внутрішніх.

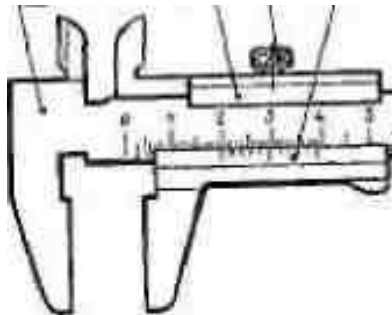


Рис. 1.3. Штангенциркуль ШЦ-I: 1 - штанга; 2 - рамка; 3 - затискувач рамки; 4 - ноніус; 5 - лінійка глибиноміра.

На скошеній грані рамки нанесена шкала ноніуса. Шкала ноніуса довжиною 19 мм, поділена на десять рівних частин, отже величина кожної поділки ноніуса дорівнює 1,9 мм, що на 0,1 мм менше цілого числа міліметрів. Межа вимірювання штангенциркуля ШЦ-I: 0... 125 мм, точність вимірювання – 0,1 мм.

Розмір на штангенциркулі визначається так: після вимірювання деталі фіксують рамку затискувачем 3. Ціле число міліметрів відмічається по шкалі штанги 1 зліва направо нульовим штрихом ноніуса 4. Дрібна величина (кількість десятих долів міліметра) визначається помноженням величини

відліку (0,1 мм) на порядковий номер штриха ноніуса, за виключенням нульового, який співпадає зі штрихом штанги (рис. 1.4)

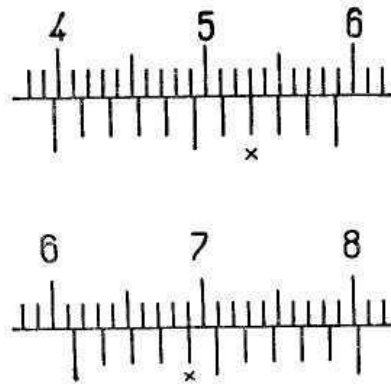


Рис. 1.4. Визначення розміру

Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 1.5) – інструмент високої точності, його використовують для зовнішніх та внутрішніх вимірювань.

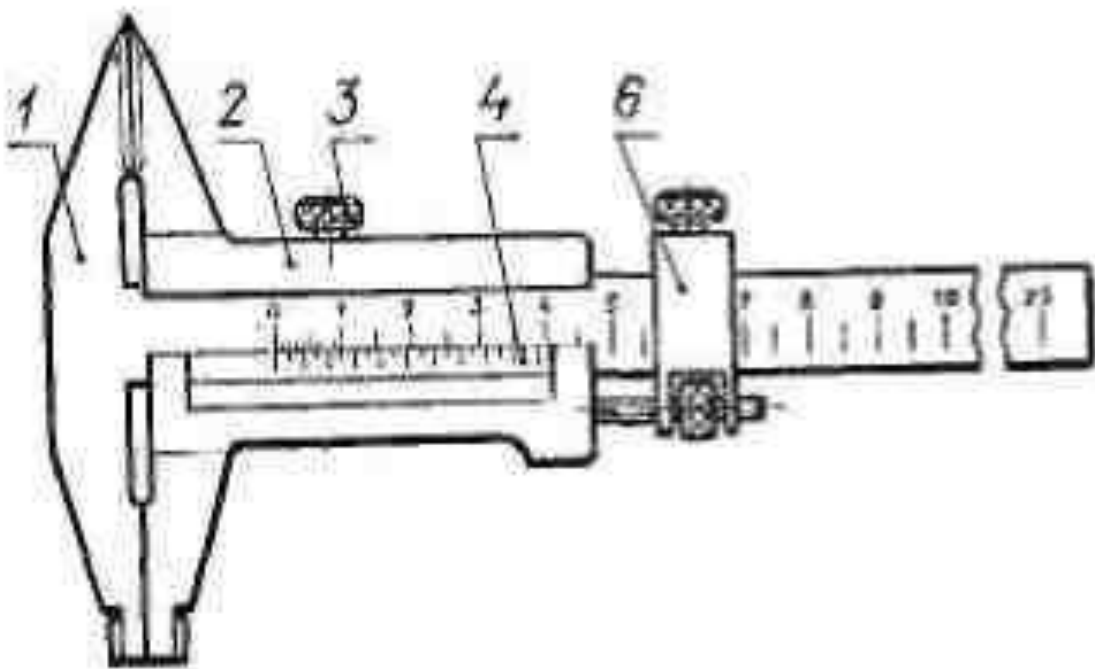


Рис. 1.5. Штангенциркуль ШЦ-II: 1 – штанга; 2 – рамка; 3 – затискувач рамки; 4 – ноніус; 6 – рамка з мікрометричною подачею

Верхні губки штангенциркуля ШЦ-II загострені, вони використовуються для розмітки. Для точної установки рухомої рамки відносно штанги штангенциркуль ШЦ-II обладнаний мікрометричною подачею (гвинт та гайка). Межа вимірювання штангенциркуля ШЦ-II: 0...200 мм та 0...320 мм. Точність

вимірювання – 0,05 мм.

Штангенциркуль ШЦ-III (рис .1.6) використовують рідко.

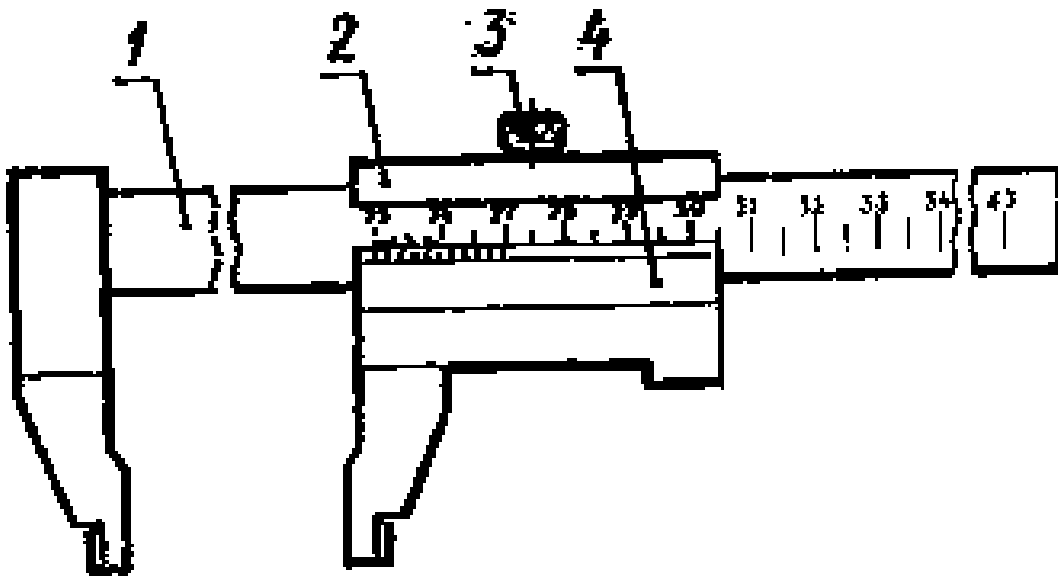


Рис. 1.6. Штангенциркуль ШЦ-III: 1 – штанга; 2 – рамка; 3 – затискувач рамки; 4 – ноніус

Вимірювання та порядок відліку той самий, що й по штангенциркулю ШЦ-I. Межа вимірювання: 0...500; 250...270; 320...1000; 500...1400; 800...2000 мм. Точність вимірювання – 0,05 мм.

Контрольний (безшкальний) інструмент

Повірочні лінійки і плити застосовують для контролю прямолінійності, площинності поверхонь деталей.

Повірочні кутники використовують для контролю зовнішніх і внутрішніх прямих кутів деталей.

Шаблони застосовують для контролю поверхонь деталей складного профілю. Перевірка виконується двома способами: «на провіт» або «на фарбу». Більш широке використання отримав перший спосіб.

Радіусні шаблони застосовують для перевірки радіусів випуклих і увігнутих поверхонь від 1 до 25 мм. Шаблони комплектують у набори, до яких входять декілька увігнутих, а також випуклих шаблонів.

Різьбові шаблони служать для контролю профілів різьб. Це закріплені в обоймі набори сталевих пластин з точними профілями різьб.

Щупи – для перевірки величини зазору між сполученими поверхнями деталей; їх виготовляють у вигляді вузьких сталевих пластин з паралельними вимірювальними площинами, зібраних в обойми комплектами по 11 і 15 штук. Товщина пластинок 0,03...1 мм і довжина 50, 100 або 200 мм.

Правила користування контрольно-вимірювальними інструментами

1. Точні вимірювання обов'язково виконувати при температурі 200С.
2. Вимірювальні поверхні та інструменти мають бути ретельно очищеними та витертими сухою ганчіркою.
3. Дозволяється користуватися інструментом який пройшов атестацію.
4. Перед вимірюванням необхідно перевірити інструмент на збіжність нульових рисок основної та ноніусної шкал.
5. Не піддавати контрольно-вимірювальний інструмент ударам і оберігати його від падінь.
6. Вимірювальні поверхні та інструмент повинні стикатися без перекосів.
7. Не дозволяється вимірювати обертаючі деталі (заготовки).
8. У кінці роботи ретельно протерти контрольно-вимірювальні інструменти м'якою ганчіркою, а їх вимірювальні поверхні злегка змастити безкислотним технічним вазеліном.

Правила безпеки при роботі в слюсарній майстерні

1. До початку роботи:
  - 1.1. Працівники повинні одіти спецодяг, застебнути манжети рукавів, приготувати засоби індивідуального захисту, перевірити їх неушкодженість.
  - 1.2. Отримати завдання на виконання робіт у викладача. Підготувати інструменти, технологічне оснащення, що необхідне при виконанні робіт.
  - 1.3. Оглянути і підготувати робоче місце і підходи до нього відповідно до вимог безпеки, убрати всі зайві предмети, перевірити стан підлоги на робочому місці; мокру чи слизьку підлогу протерти насухо.

1.4. Отримати електроінструмент. Електроінструменти повинні видаватися працівнику тільки після попередньої їх перевірки. Видача електроінструмента фіксується під розпис у спеціальному журналі.

1.5. Ручні інструменти (молотки, зубила, пробійники та ін.) не повинні мати:

- пошкоджень (вибоїни, скоси) на робочих поверхнях;
- задирок і сколів на бічних гранях у місцях затиску їх рукою;
- задирок і тріщин на поверхні ручок інструментів;
- довжину зубила, крейцмейселя, бородка, керна – більше 150 мм;
- перегріту робочу поверхню;
- молотки і кувалди повинні бути надійно насаджені на дерев'яні ручки і розклинені зазубреними металічними клинами.

1.6. Ключі повинні підбиратися відповідно до розмірів гайок і болтів. Не дозволяється працювати гайковими ключами з непаралельними, зношеними губками.

1.7. Перевірити наявність щітки-зметки, совка, залізної щітки, наждачного паперу.

2. Під час виконання роботи:

2.1. Під час роботи з зубилами та іншими інструментами для рубання металу робітники мають бути забезпечені захисними окулярами.

2.2. Під час роботі з переносним електричним інструментом напругою, що перевищує 12В, слід використовувати діелектричні рукавички, ковдри, калоші, підставки.

2.3. Не працювати поблизу рухомих частин верстатного обладнання і механізмів.

2.4. Під час перерв у роботі, а також при вимиканні струму в електромережі обладнання та електричні інструменти повинні від'єднуватися від мережі.

2.5. При роботі з пневматичним інструментом подавати повітря

дозволяється лише після установки інструмента в робоче положення.

2.6. Проконтролювати надійність закріплення оброблюваної деталі.

2.7. Для перенесення робочого інструменту слід користуватися укладками.

2.8. Верстаки повинні мати міцну конструкцію і бути достатньо стійкими. Верхній щит верстата оббивається залізом. При оббивці не можна залишати виступаючих кінців заліза та гострих кутів.

2.9. Для захисту від частинок металу, що відлітають, на верстаках повинні бути поставлені запобіжні сітки з очками не більше 3 мм. При двосторонній роботі на верстаку такі сітки ставляться посередині вздовж верстата.

2.10. Відстань між лещатами на верстаках береться відповідно, до розмірів деталей що обробляються, але не менше 1 м між осями лещат. Необхідно, щоб лещата забезпечували надійний затиск об'єкта праці.

2.11. Під час роботи з інструментом забороняється:

- користуватися напилком, молотком та іншими інструментами без дерев'яної ручки або з погано закріпленою та несправною рукою;
- відкручувати гайки ключами великих розмірів з прокладанням металічних пластинок між гранями гайки і ключа, а також видовженням рукоятки ключа шляхом приєднання іншого ключа або труби;
- тримати електричний інструмент за дрiт або триматися рукою частин, що рухаються до їх зупинки.

3. По закінченню роботи:

3.1. Відключити електроінструмент, почистити його і прибрати у відведене місце.

3.2. Ліквідувати відходи виробництва, сміття, стружку тощо.

3.3. Масляні ганчірки, що використовують для витирання інструментів, прибрати в металевий ящик для відходів виробництва.

3.4. Зняти, вичистити, прибрати спецодяг у відведене місце.

4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:

4.1. Вимкнення верстатів та електроінструмента обов'язкове у випадку припинення подачі струму, при установці або знятті з деталі, що обробляється, а також при ремонті, чищенні та змащуванні верстата або інструменту.

4.2. При пожежі учні повинні діяти згідно вимогам інструкції щодо пожежної безпеки.

4.3. При іскрінні в корпусі, зайвому шумі та вібрації верстат або електроінструмент необхідно негайно вимкнути.

Заходи протипожежного захисту

Безпека роботи в навчальних майстернях залежить також від дотримання мір протипожежного захисту. Випадкова іскра, що потрапила на виробничі відходи (масляне дрантя, клоччя, папір та інші легкозаймисті матеріали), самозаймання твердого мінерального палива, коротке замикання несправних електричних проводів, електроприладів та інші причини можуть викликати пожежу.

Для попередження пожеж необхідно обережно поводитися з вогнем, нагрівальними приладами і легкозаймистими матеріалами. Не можна розкидати, залишати на робочому місці промащені обтиральні матеріали (ганчірки, дрантя), тому що вони можуть самозайматися. Їх варто складати в металеві шухляди, що закриваються. Судини з олією, гасом, бензином та іншими легкозаймистими речовинами необхідно після використання забирати в місця, спеціально відведені для їхнього збереження. По закінченні роботи варто перевірити, чи виключені рубильники, електроприлади й освітлювальні лампи.

## **1.2. ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З ТОНКОГО ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ ТОВЩИНОЮ ДО 1 ММ**

Основними операціями під час виготовлення виробів з тонкого листового металу є випрямлення, площинне розмічання, різання ножицями, гнуття,



фальцювання, пробивання отворів, лудіння, паяння.

Випрямленням називається виведення вм'ятин, короблення і кривизни та інших недоліків у листовому матеріалі. Випрямлення - це, як правило, підготовча операція перед основними з обробки металів.

При ручному випрямленні краще користуватися молотком із круглим бойком. Молоток необхідно тримати за кінець ручки. Удари наносяться тільки опуклою частиною бойка.

Тонкі аркуші правлять дерев'яними молотками. Дуже тонкі аркуші вигладжують на гладкій плиті рівними дерев'яними і металевими брусками.

Техніка безпеки під час випрямлення металу:

1. Під час випрямлення металу необхідно працювати молотком, добре насадженим на ручку.
2. Бойки молотків не повинні мати тріщин, задирок.
3. Систематично перевіряти насадку молотка на ручку.

Операція нанесення на поверхню заготовки крапок і ліній, що позначають границі для наступної обробки називається розмічання. Для виготовлення деталей з листового металу необхідне площинне (двовимірне) розмічання, тобто риски або лінії наносять тільки на одній площині металевого листа. Ступінь точності розмітки коливається від 0,025 - 0,5 мм і сильно впливає на точність подальшої обробки виробу.

Щоб не зробити помилок і не зіпсувати заготовку при обробці, на її поверхню наносять точно за кресленням контурні лінії, позначають границі, до яких дозволяється знімати шар металу. Крім контурних, розмічальні лінії бувають контрольними і допоміжними. Контрольні лінії проводять паралельно контурним «у тілі» деталі. Вони служать для перевірки правильності обробки. Допоміжними лініями намічають осі симетрії, центри радіусів заокруглень.

Розмічання листового металу виконують за допомогою різноманітного вимірювального та розмічального інструменту. Основним вимірювальним інструментом є сталева слюсарна лінійка завдовжки 300 або 500 мм. За

допомогою слюсарного циркуля креслять різні дуги та кола, переносять лінійні розміри з масштабної лінійки на деталь та ін. Ніжки циркуля виготовляють зі сталі 45 або 50.

Рисувалки (рис. 1.7, а) служать для креслення ліній (рисок) на поверхні, що розмічається, по лінійці, кутнику чи шаблону. Виготовляють рисувалку з вуглецевої інструментальної сталі У10-У12. Кінці її на довжині близько 20 мм гартуються. Рисувалку заточують на заточувальному верстаті.

Кутники (рис. 1.7, б) служать для проведення на розмічальних поверхнях вертикальних і горизонтальних ліній, перевірки правильності установки деталі на плиті, а також для розмічання листового матеріалу.

Розмічальний штангенциркуль (рис. 1.7, в) призначений для креслення кіл великих діаметрів.

Кернер (рис. 1.7, г) служить для нанесення невеликих поглиблень на рисках. Цей інструмент має форму круглого, з накаткою в середній частині, стрижня, на одному кінці якого мається конічне вістря з кутом при вершині 45-600, інший кінець оброблений на конус. По цьому кінцю наносять удари молотком. Зазвичай кернери виготовляють з вуглецевої сталі У7А. Їхню робочу частину (вістря) гартують по довжині близько 20 мм; а ударну частину по довжині близько 15 мм.

Для прискорення процесу розмічання використовують також шаблони.

Розмічальна плита – це вилівок із сірого чавуна у вигляді пустотілої деталі, постаченої усередині ребрами жорсткості. На площині плити встановлюють виріб, що розмічається, і проводять розмітку. Поверхню розмічальної плити варто оберегти від ушкоджень і ударів. По закінченні розмічання плиту витирають сухою чистою ганчіркою промивають гасом і змазують олією, а потім прикривають запобіжним дерев'яним щитом.

Розмічальні плити бувають наступних розмірів: 750×100, 1200×1200, 1000×1500 мм.

Розмічання здійснюють у такій послідовності: спочатку проводять



що запобігають падінню.

4. У процесі розмітки листових заготовок можна порізати руки гострими кромками металу. Тому класти заготовки на плиту і знімати їх після розмічання слід в рукавицях.

Гнуття застосовується для надання заготовці вигнутої форми за заданим контуром. У процесі гнуття метал піддається одночасній дії зусиль, що розтягують і стискають його. При гнутті заготовок з листового металу пластична деформація завжди супроводжується пружною. Тому в зігнутій на визначений кут заготовці після зняття напруги відбувається явище розпруження, тобто кут загину, як правило, збільшується, а заготовка трохи випрямляється. Кут, на який закруглюється заготовка внаслідок пружної віддачі називається кутом деформації. Величина цього кута залежить від марки металу і товщини заготовки, а так само від радіуса гнуття.

Ручне гнуття невеликих деталей з міцного листового металу роблять у лещатах за допомогою слюсарного молотка (рис. 1.8, а), використовуючи при цьому різні пристосування. Для одержання правильної форми під час гнуття великих деталей з жерсті часто використовують спеціальні оправки (рис. 1.8, б). При виготовленні деталей з тонкого листового металу методом гнуття застосовують плоскогубці. В умовах сучасного виробництва застосовується головним чином механізоване гнуття, яке виконується на спеціальних пресах і верстатах.

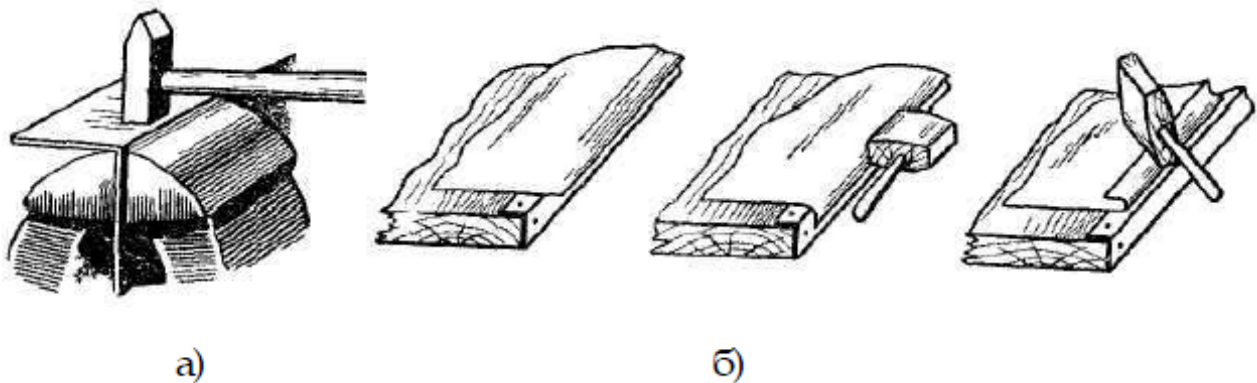


Рис. 1.8. Ручне гнуття: а – у лещатах; б – з використанням оправок

## Техніка безпеки під час гнуття металу

1. Під час гнуття необхідно працювати справними інструментами:
  - молотки повинні бути добре насаджені на ручку;
  - бійки молотків не повинні мати вибоїн і тріщин.
2. Під час гнуття необхідно працювати на справному устаткуванні.

Різання металу - це операція поділу металевої заготовки за допомогою ножівкового полотна, ножиців та іншого інструмента, що ріже.

У залежності від матеріалу, форм і розмірів заготовок, різання металів може здійснюватися без зняття стружки (ножицями) та зі зняттям стружки (ножівками).

Ручні ножиці для металу виготовляють з інструментальної вуглецевої сталі У7. Їхня частина, що ріже, гартується, а кут загострення в ножицях коливається в залежності від твердості металу, що розрізається: м'яких металів – 650; середньо твердих металів – 70-750; твердих металів – 80-850.

Найчастіше застосовуються ножиці розміром 250-320 мм. Ручні ножиці поділяються на прямі (рис. 1.9, а) (з прямими ріжучими лезами) для різання по прямій лінії та криві (рис. 1.9, б) (з криволінійними ріжучими лезами) для різання металу по колу.

У стільцевих ножиців одна з половин має рукоятку з відігнутих униз загостреним кінцем; цим кінцем ножиці закріплюються в дерев'яний брус. Друга половинка з прямою рукояткою служить для роботи рукою. Стільцеві ножиці стійкі під час роботи.

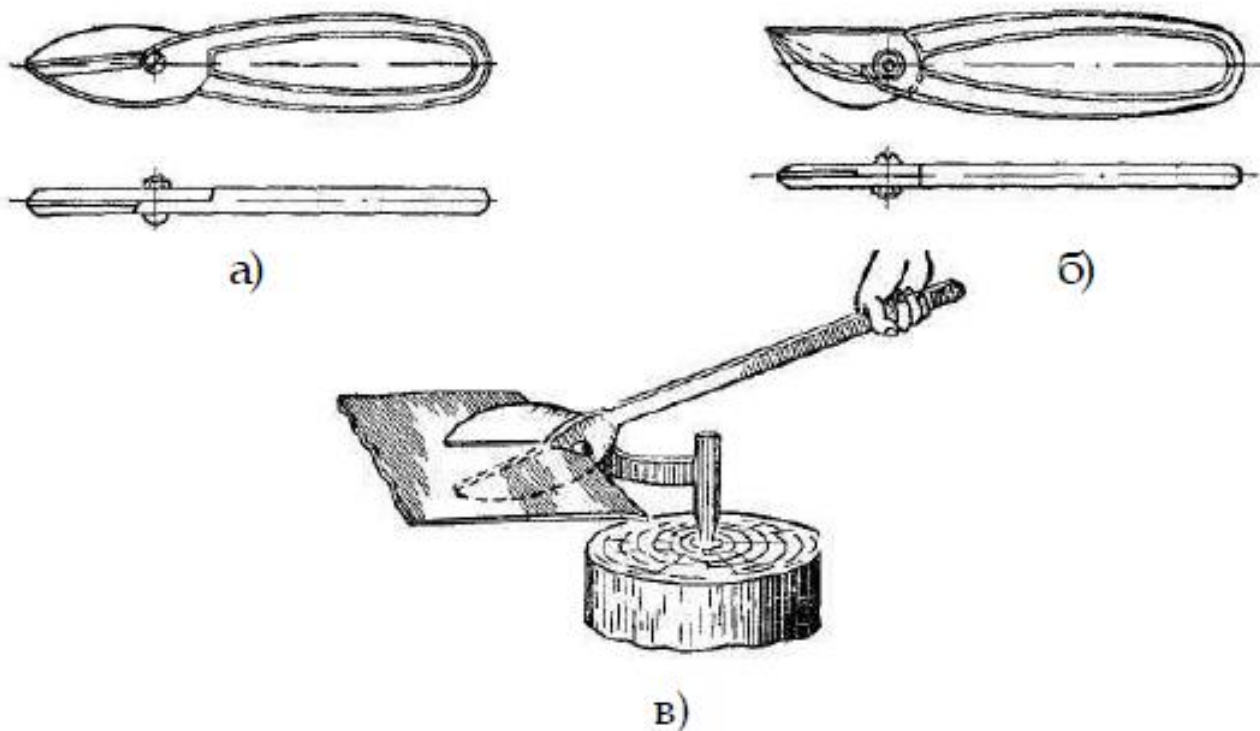


Рис. 1.9. Ручні ножиці: а – прямі; б – криві; в – стільцеві

Стільцеві ножиці (рис. 1.9, в) використовують для різання шару металу товщиною 2-3 мм.

### **Техніка безпеки під час різання металів**

1. Під час різання тонкого листового металу потрібно тримати матеріал рукою, одягненою в рукавицю.
2. Не можна користуватися тупими ножицями.
3. Важільні ножиці повинні бути забезпечені противагами.

Фальцювання - це операція одержання нерознімного з'єднання листового металу, при якому попередньо відігнуті крайки листа щільно притискаються один до одного, утворюючи замок.

По конструкції фальцеві шви бувають одинарні, подвійні й комбіновані (полуторні), кутові й рейкові, а по виду – лежачі й стоячі (рис. 1.10).

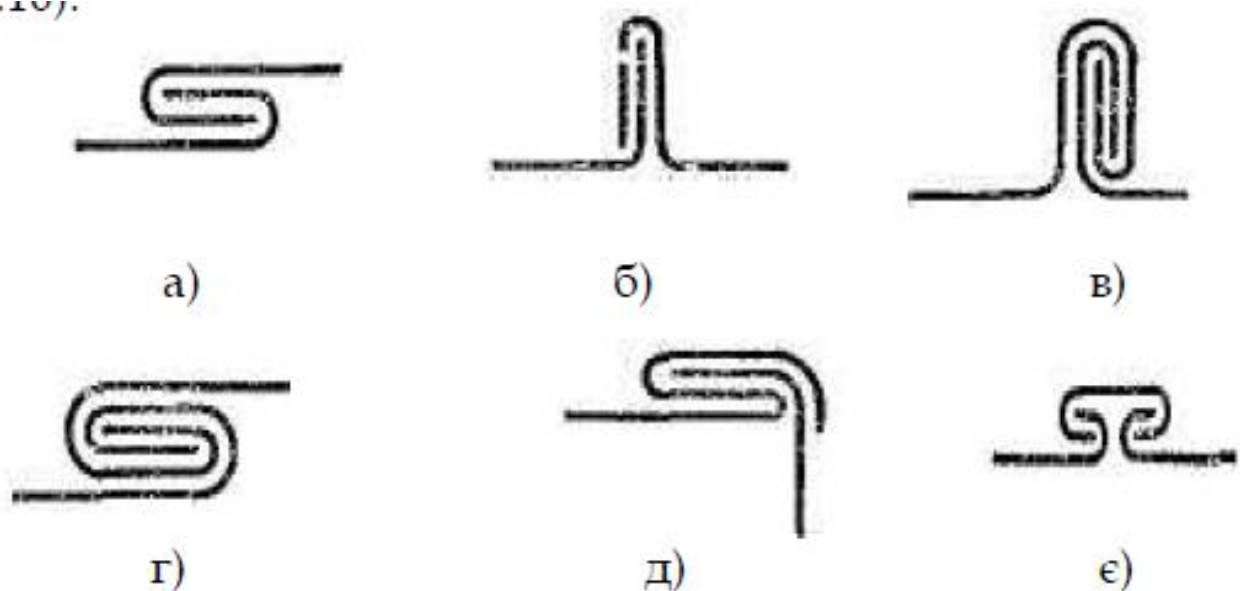


Рис. 1.10. Фальцеві шви: а – одинарний лежачий; б – одинарний стоячий; в – подвійний стоячий; г – подвійний лежачий; д – комбінований; е – рейкове з'єднання

Одинарні фальцеві й рейкові шви застосовують, коли від з'єднання непотрібна велика щільність і міцність. За допомогою комбінованих і подвійних швів одержують більш міцні з'єднання.

Лежачі шви використовують при виконанні подовжніх швів, а стоячі - для поперечних з'єднань.

При виконанні фальцевих швів, крім звичайних, застосовують спеціальні опорні й ударні інструменти. Ударним інструментом служать сталеві молотки, киянки (дерев'яні молотки) і спеціальні оправки (фальцмейселі). Як опорний інструмент використовують сталеві косинці та бруски-оправки.

Виконання шва починають з розмітки. Ширина фальца має дорівнювати десятикратній товщині матеріалу. Крім цього, враховують невеликий припуск (близько 1 мм) на підсікання фальца. Потім приступають безпосередньо до з'єднання деталей.

Пробивання отворів невеликого діаметра в тонкому листовому металі виконують за допомогою пробійника або борідка. Пробійник -це сталевий стрижень із заточеним на конус робочим кінцем.

Установивши пробійник по розмітці перпендикулярно до поверхні листа,

уривчастим і сильним ударом молотка по голівці інструмента пробивають круглий отвір. Для одержання отвору правильної форми під лист підкладають плитку з м'якого металу або торець дерев'яного бруска.

Пробивання отворів має здійснюватись із дотриманням правил безпеки праці. Треба систематично стежити за справністю і надійністю кріплення робочих інструментів. Бойки молотків, киянок не повинні мати тріщин і забоїн.

Лудінням називається захисне покриття металевих поверхонь оловом. Олов'яні покриття виробів застосовують тому, що метали під впливом повітря, води, кислот піддаються корозії. Для лудіння застосовують олово та його сплави, а також сірчану і соляну кислоти, нашатир, хлористий цинк. Олово не піддається окислюванню, тому його застосовують у промисловості для покриття лудінням найрізноманітніших виробів.

Паянням називається спосіб утворення нерознімного з'єднання деталей за допомогою особливих металевих сплавів, що називаються припоями. Воно підрозділяється на два види: паяння м'якими і твердими припоями. Ці види паяння розрізняються за температурою плавлення припою. До м'яких відносять припої з температурою плавлення нижче  $300^{\circ}$ , тверді припої – понад  $700^{\circ}$ .

М'які припої застосовуються в тих випадках, коли висока механічна міцність шва не обов'язкова. Паяння м'якими припоями поділяється на кислотне і безкислотне. При кислотному паянні в якості флюсів вживають хлористий цинк або технічну соляну кислоту; при безкислотному паянні - флюси, що не містять кислот: каніфоль, стеарин, паяльну пасту. Безкислотне паяння застосовують у тих випадках, коли потрібно одержати чистий шов.

Використовують такі марки м'яких припоїв:

- ПОС-90 – для особливого вживання, обумовленого медичними вимогами харчової промисловості;
- ПОС-40 – для паяння радіаторів, електроапаратури;
- ПОС-30 – для паяння цинку, оцинкованого заліза, сталі, латуні, міді;
- ПОС-18 – для паяння свинцю, цинку, латуні, якщо знижені вимоги до



міцності шва.

Основний інструмент для паяння – паяльник звичайний (рис. 1.11) – брусок червоної міді зі скошеним у вигляді клина робочим кінцем. Другий кінець бруска прикріплений на сталевому стрижні.

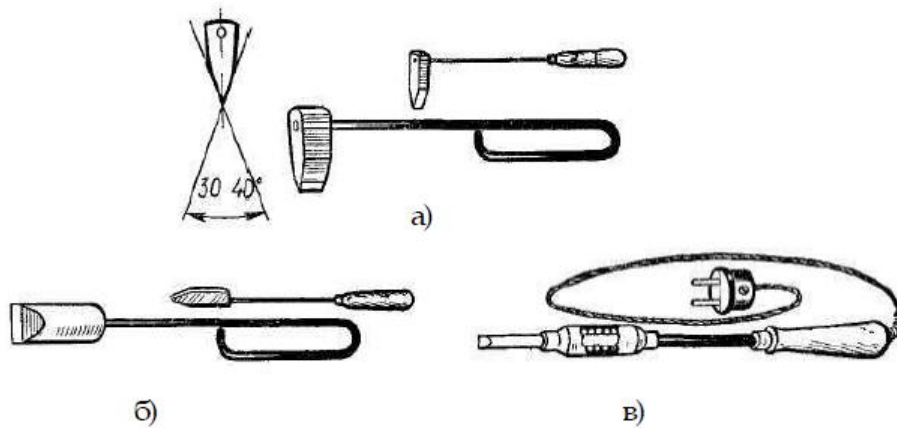


Рис. 1.11. Паяльники: а – кутовий (молотковий); б – прямий (торцевий); в – електричний

Форма і величина паяльника залежить від виду і величини деталей, що з'єднуються паянням. Чим більше паяльник, тим довше він тримає тепло і тем скоріше можна нагріти місце спайки до необхідної температури, однак вага паяльника не повинна перевищувати 1-1,5 кг.

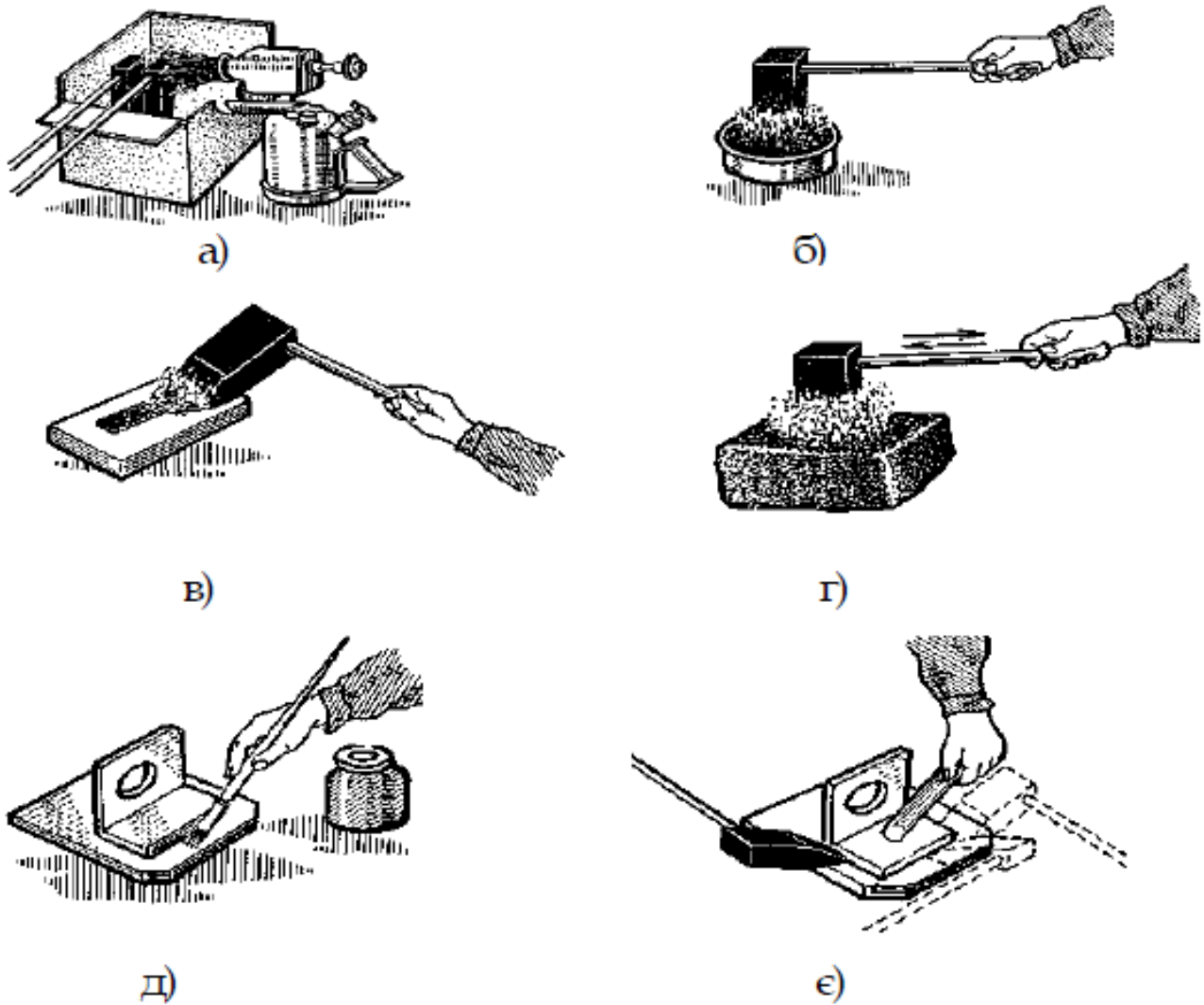


Рис. 1.12. Технологія паяння: а – нагрів паяльника; б – очищення паяльника у хлористому цинку; в – захват припою; г – лудіння паяльника; д – нанесення флюсу; є – паяння

### Техніка безпеки під час лудіння і паяння металів

1. Пляшки з кислотами необхідно тримати в спеціальній тарі.
2. При переливанні кислоти із тари у робочу посудину необхідно користуватися безпечними лійками.
3. При розведенні кислот необхідно суворо дотримуватися наступного правила: лити кислоту у воду, а не навпаки, щоб не викликати вибухів і опіків.
4. При розведенні кислот обов'язково користуватися рукавицями й окулярами.
5. Травлення кислотами має проводитися в окремому, добре вентильованому приміщенні.

б. При роботі електропаяльником потрібно завжди застосовувати тільки справний, перевірений паяльник. Не можна допускати перегріву електропаяльника.

### **1.3. ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З ДРОТУ**

Для виготовлення виробів у шкільних майстернях використовується сталевий, мідний, алюмінієвий дріт діаметром 0,5...6 мм. Основними операціями при роботі з дротом є розрізування, випрямлення, гнуття.

Розрізування дроту діаметром до 3 мм здійснюється гострозубцями. Більш товстий сталевий дріт розрубують зубилом на сталевій або чавунній правильній плиті, поклавши на неї підкладку з м'якого металу. Товстий і твердий дріт можна надпиляти гострою гранню напилка і зламати в цьому місці руками.

Випрямлення – операція, завдяки якій усувають нерівності дроту. Розрізняють випрямлення ручне та машинне в холодному та гарячому стані. Ручне випрямлення коротких шматків дроту виконують слюсарним молотком на правильній плиті. Випрямлення дроту здійснюють нанесенням ударів по опуклостям прутка, доки не зникне щілина між плитою та дротом. У процесі випрямлення дріт слід час від часу обертати навколо своєї осі.

Якщо дріт м'який, то його випрямлення проводять дерев'яним молотком (киянкою) на торці дерев'яного бруска. Тонкий дріт можна випрямляти за допомогою пристосування (рис. 1.13, а), або протягуванням його навколо круглого стрижня, затиснутого в лещатах (рис. 1.13, б).

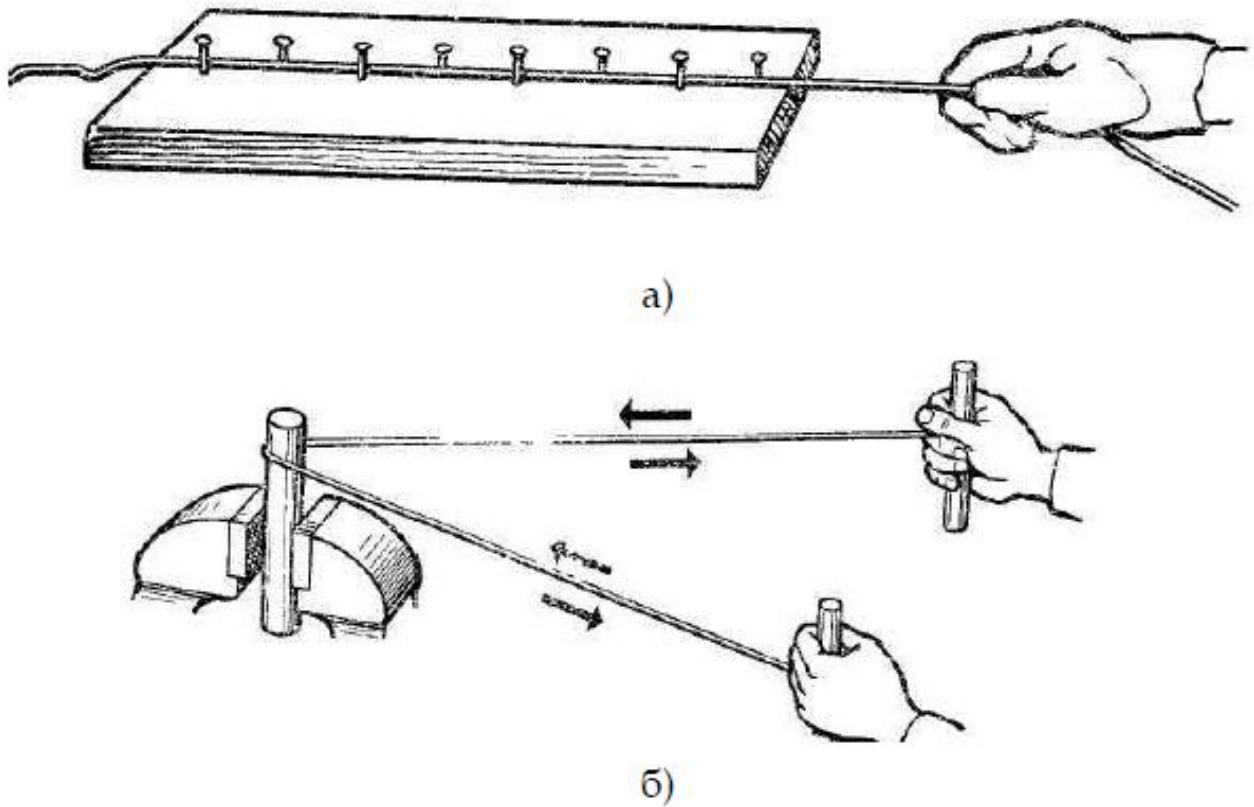


Рис. 1.13. Засоби випрямлення дроту: а – протягуванням між рядами цвяхів; б – протягуванням навколо стрижня.

Гнуття застосовується для надання дроту вигнутої форми за заданим контуром. Різновиди гнуття обумовлюються вимогами креслення, тому дріт можна гнути під будь-яким кутом, по радіусу та по фасонним кривим. Послідовність операцій залежить від розмірів контуру та матеріалу дроту. У процесі гнуття метал піддається одночасній дії зусиль що розтягують і стискають його. На зовнішній стороні заготовки в місці вигину волокна металів розтягуються, і довжина їх збільшується; на внутрішній стороні волокна навпаки, стискаються, а довжина їх скорочується. І тільки нейтральний шар у момент гнуття не піддається ані стиску, ані розтяганню. Довжина нейтральної лінії після гнуття заготовки не змінюється. Гнуття дроту можна виконувати за зразком, за місцем, за розміткою та за шаблоном.

Для гнуття дроту товщиною до 2,5 мм служать плоско- і круглогубці. Дріт з більш товстого металу гинуть у лещатах за допомогою оправки.

Під час випрямлення і гнуття дроту потрібно працювати з молотком або

киянкою добре насадженими на ручку. Бойки та ручки молотків не повинні мати тріщин, забоїв, задирок.

#### 1.4. ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З ТОНКОГО ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ І ДРОТУ

Під час виготовлення комбінованих виробів з дроту і листового металу застосовуються всі означені вище операції (випрямлення, розмічання, різання ножицями, гнуття, пробивання отворів, лудіння, паяння). Разом з цим виникають нові операції: свердління, зенкування отворів та клепання.

Свердління є один з найпоширеніших методів одержання отворів різанням. Різальним інструментом тут служить свердло, що дає можливість одержати отвір у суцільному матеріалі (свердління), збільшити діаметр вже просвердленого отвору (розсвердлення).

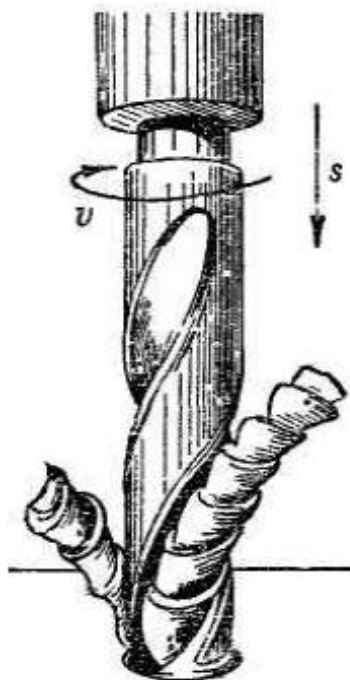


Рис. 1.14. Робота свердла при свердлінні

Під час свердління деталь, що обробляється, закріплюють на столі свердлильного верстата прихватами, у лещатах, на призмах, а зверху здійснюють два спільних рухи свердла – обертальне і поступальне (спрямоване уздовж від свердла). Обертальний рух свердла зі швидкістю  $V$  називається

головним (робочим) рухом. Поступальний рух зі швидкістю  $S$  уздовж свердла називається рухом подачі (рис. 1.14).

За конструкцією та призначенню свердла підрозділяються на ряд видів.

Перові свердла (рис. 1.15, а) – простий різальний інструмент. Вони застосовуються головним чином у ручних дрелях для свердління невідповідальних отворів діаметром до 25 мм.

Спіральні свердла з циліндричним і конічним хвостовиком (рис. 1.14, б, в) використовуються як для ручного свердління, так і при роботі на верстатах (свердлильних, револьверних і ін.).

Свердла для глибокого свердління застосовуються на спеціальних верстатах для одержання точних отворів малого діаметра. Під глибоким свердлінням розуміють свердління отворів, довжина яких перевищує їхній діаметр у 5 разів.

Центрові свердла (рис. 1.15, г) використовують для одержання центрових заглиблень на оброблюваній деталі.

Комбінований інструмент дозволяє робити одночасно свердління, зенкування, розвертання отворів (рис. 1.15, д).

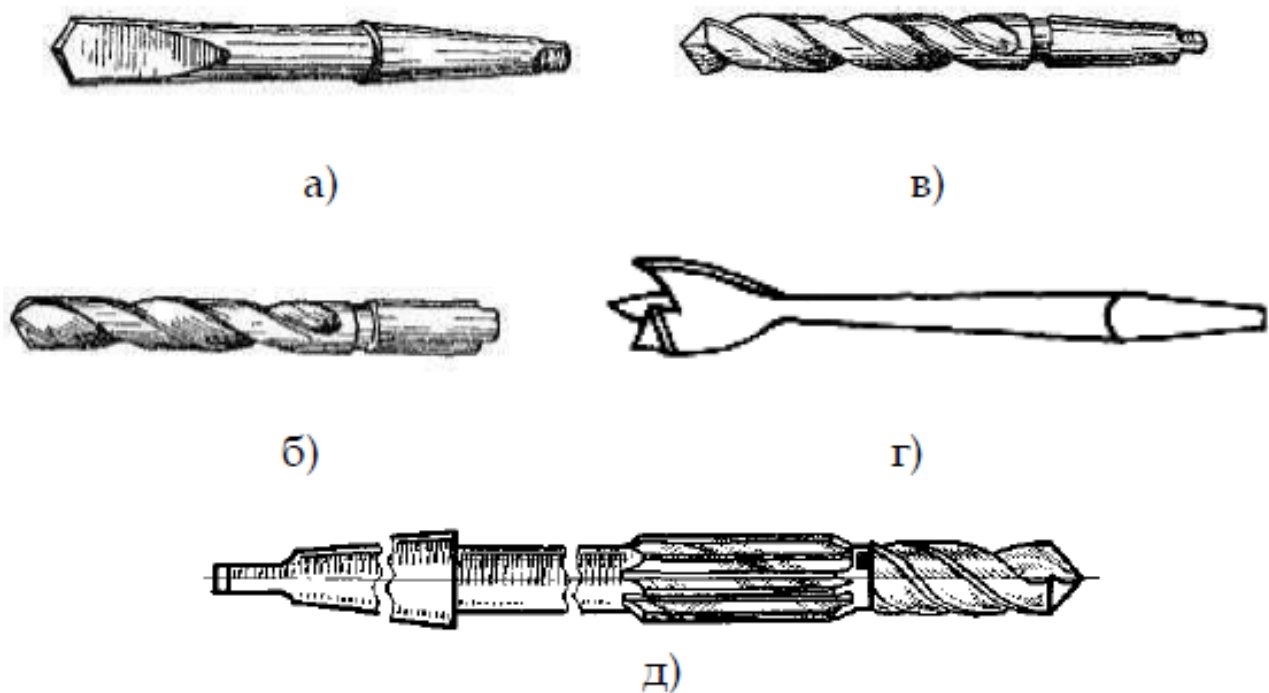


Рис. 1.15. Свердла а – перові; б, в – спіральні; г – центрові; д –

комбіновані.

Для виготовлення свердел застосовують інструментальну сталь марок УІОА й УІ2А; леговану сталь – хромисту марки 9ХС; швидкорізальну сталь марок Р9, РІ8, а також із пластинками з твердих сплавів ВК6, ВК8, ТІ5К6.

Свердління отворів вручну вимагає багато часу та зусиль тому в слюсарній справі найбільш розповсюдженими є механічні засоби свердління. Для цього використовують різні свердлильні верстати.

Для свердління у важкодоступних місцях використовують електричні машинки. Незалежно від типу та потужності всі вони складаються з трьох основних частин: електродвигуна, зубчастої передачі і шпинделя.

Відповідно до єдиної класифікації свердлильні верстати по технологічній ознаці підрозділяються на 6 основних типів:

- вертикально-свердлильні;
- одношпиндельні напівавтомати;
- багатшпиндельні напівавтомати;
- радіально-свердлильні;
- різні.

Найбільш розповсюджені в слюсарних і складальних цехах одношпиндельні вертикально-свердлильні верстати. Вони бувають настільними, настінними, на колоні.

Під час свердління використовують різні пристосування:

Перехідні втулки застосовують для кріплення ріжучого інструменту з конічним хвостовиком.

Свердлильні патрони – використовуються для кріплення різальних інструментів з циліндричним хвостовиком діаметром до 15 мм.

У залежності від конструкції, принципу роботи і призначення свердлильні патрони підрозділяються на двокулачкові, трьохкулачкові, цангові, швидкозмінні.

Для установки і закріплення виробу на столі свердлильного верстата

застосовують машинні лещата, переставні куточки, призми, кондуктори, затискні підкладки, прихвати з болтами, та інші пристосування.

Машинні лещата – основне пристосування для закріплення виробів різних профілів. Лещата можна кріпити до столу верстата за допомогою болтів.

Призми застосовують для установки при свердлінні циліндричних виробів.

Зенкування – операція зняття фасок у отворах; отримання конічних та циліндричних розширень кінців отворів меншого діаметру.

Зенкують ріжучим інструментом – зенківкою (рис. 1.16).

Зенківки відрізняються від свердел будовою ріжучої частини та великою кількістю ріжучих кромки.

За конструкцією зенківки бувають суцільні (рис. 1.16, а), насадні (рис. 1.16, б) і зі вставними ножами (рис. 1.16, в).

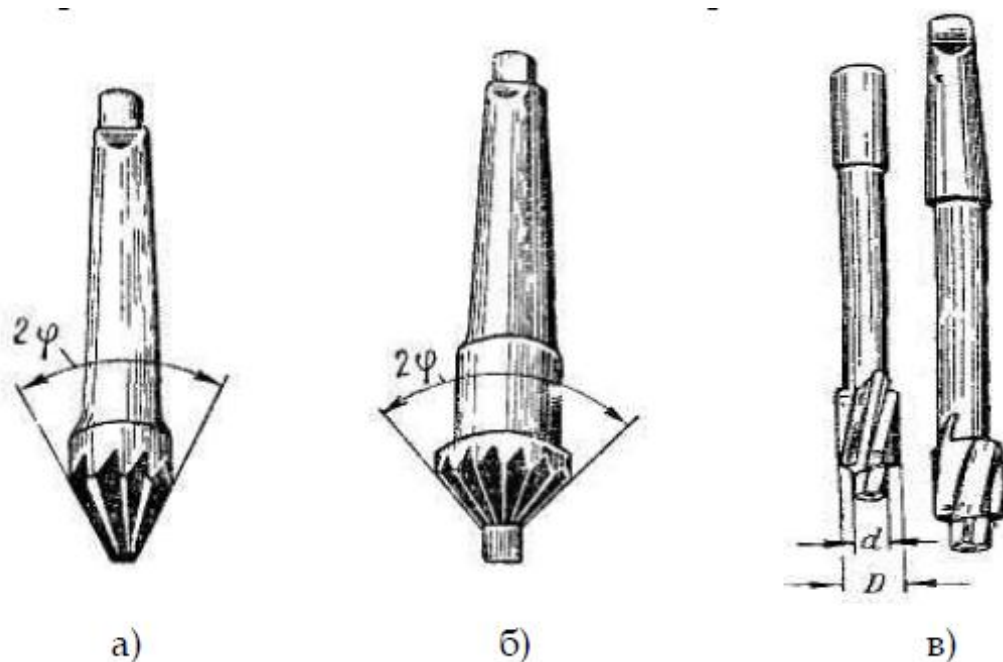


Рис. 1.16. Зенківки: а – суцільні; б – насадні; в – зі вставними ножами

Конічні зенківки (рис. 1.16, а, б) призначені для зняття задирок, отримання заглиблень під головки гвинтів, заклепок. Циліндричні зенківки (рис. 1.16, в) використовують для обробки заглиблень під плоскі шайби, шурупи а також для підрізання торців, отриманих уступів і кутів.



### **Техніка безпеки під час свердління:**

1. Перевірити стан робочого місця, упевнитися в тім, що огороження верстата знаходяться на своїх місцях і добре закріплені.
2. Привести у порядок одягу і головне вбрання. Необхідно пам'ятати, що звисаючі частини одягу або головного убору, довге волосся можуть бути захоплені частинами верстата, що обертаються – шпинделем або свердлом; можуть зачепитися за виступаючі частини. Тому перед роботою потрібно зав'язати тасьми на рукавах і на головному уборі, ретельно забрати волосся під головний убір.
3. Не можна видаляти стружку з отворів пальцями або здувати її. Це треба робити гачком або щіткою і тільки після зупинки верстата.
4. Не можна для охолодження в процесі різання користуватися змоченою ганчіркою; ганчірка може намотатися на свердло і захопити пальці того, хто працює.
5. При роботі на свердлильному верстаті не можна тримати оброблювальну деталь руками; її потрібно затискати у верстатних лещатах або надійно прикріплювати до столу верстата.
6. Неприпустимо перевіряти гостроту свердла рукою під час роботи верстата; такі спроби завжди закінчуються травмою. Не можна встановлювати інструмент під час обертання шпинделя; це може привести до важкого поранення рук.
7. Працюючи електричною свердлильною машинкою, необхідно добре заземлювати корпус машинки через спеціальний дріт. Машинка обов'язково має бути перевірена на відсутність ушкодження електроізоляції.
8. Працюючий повинний стояти на гумовому килимі чи ізольованій підлозі.
9. При користуванні пневматичною машинкою варто пускати її тільки в тому випадку, коли інструмент встановлений у робоче положення.
10. При випадковому пуску машинки можна сильно зашкодити собі

руки або травмувати інших.

11. Потрібно працювати справним інструментом і не дуже сильно натискати на машинку в процесі роботи.

Клепанням називається процес отримання нерознімного з'єднання двох або декількох деталей за допомогою заклепок – циліндричних стержнів з голівками. Воно підрозділяється на холодне, гаряче, змішане.

Холодне клепання – це вид клепання, при якому осадження другої (закликаючої) голівки заклепки виконується без її нагрівання. Холодним способом ведуть клепання в тих випадках, коли застосовуються заклепки діаметром до 8 мм.

Гаряче клепання – це вид клепання, при якому всі заклепки розігріваються до визначеної температури. При гарячому клепанні беруть заклепки діаметром на 0,5-1 мм менше діаметра самого отвору, для того, щоб вони легко входили в отвір у нагрітому стані.

Змішане клепання – це такий вид клепання, при якому заклепки розігріваються не на всю довжину стержня, а тільки в кінцевій частині, з якої осаджується голівка.

Циліндричний стержень заклепки зазвичай має на одному кінці заздалегідь осаджену голівку (її називають закладною), а на іншому – невелику конусність, необхідну для більш зручного введення заклепки в отвір. Друга голівка, яку отримують під час склепування, називається закликаючою. Від стержня до голівки заклепки йде невеликий закруглений перехід (галтель), що збільшує міцність заклепки. Заклепки виготовляють з сталевого, алюмінієвого, мідного чи латунного дроту.

Заклепки розташовують уздовж шва – одним, двома, трьома рядами. Шви в залежності від цього називаються однорядними, дворядними, багаторядними. У дворядних і багаторядних швах заклепки можуть розташовуватися паралельними рядами або в шаховому порядку.

У залежності від призначення частин, що склепуються, заклепувальні

з'єднання можуть мати міцний, щільний і міцно-щільний шов.

Міцний шов використовується при клепанні різних конструкцій з балок, металевих колон і підйомних споруд.

Щільний шов застосовується під час клепання резервуарів і посудин для рідини з невеликим тиском.

Міцно-щільний шов застосовується при клепанні посудин, що працюють під великим тиском, наприклад, парових казанів.

Для склепування деталей застосовують наступні інструменти:

Слюсарний молоток, вага якого залежність від діаметра стержня сталевих заклепок.

Клепання вручну є малопродуктивним і повільним процесом; значно полегшує клепання використання пневматичних клепальних молотків, які мають високу продуктивність.

Пневматичні молотки працюють від стиснутого повітря. Під час роботи молоток тримають за рукоятку і великим пальцем натискають на курок пуску стиснутого повітря. Лівою рукою охоплюють ствол молотка або обтискував, який утримують на голівці заклепки. Великий обсяг робіт виконують також на спеціальних клепальних машинах, пневматичних і гідравлічних пресах.

Машинне клепання має такі переваги:

- висока продуктивність праці;
- висока якість клепання;
- незначний відсоток браку;
- майже повна механізація праці;
- зменшення кількості зайнятих робітників.

Натяжка – служить для ущільнення або притискання деталей друг до друга і до голівки заклепки.

Підтримка – потрібна як ковадло для розклепування стержня заклепки.

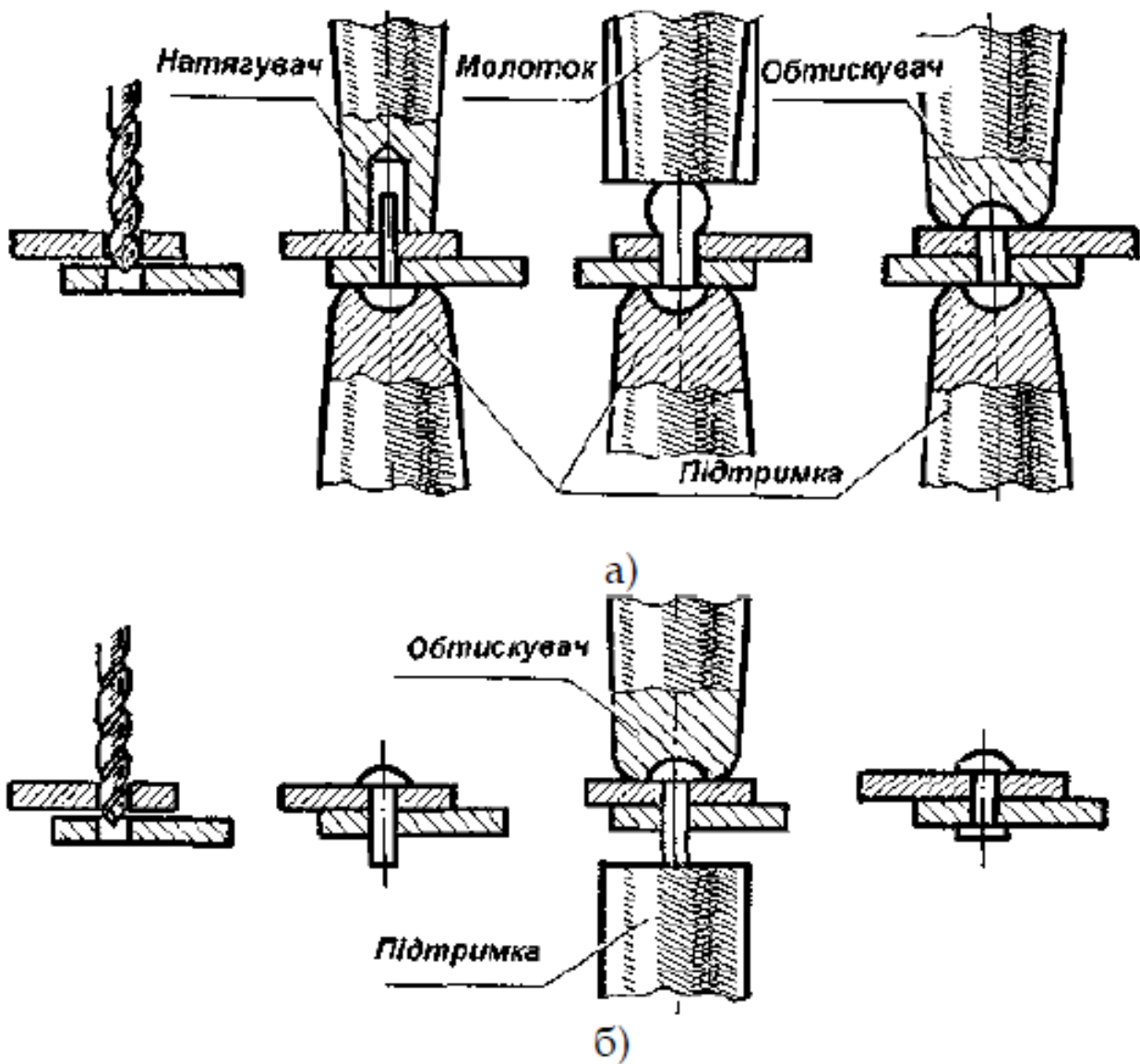


Рис. 1.17. Способи клепання: а – відкрите; б – закрите

Способи і послідовність процесу з'єднання деталей клепанням показана на рис. 1.17.

#### Техніка безпеки при клепанні:

1. Молоток має бути добре насаджений на рукоятку; погано насаджений молоток може зірватися і поранити сусіда.

2. Бойки молотків не повинні мати вибоїн і тріщин. Тріснутий бойок може під час роботи розколотися на кілька частин і уламками поранити того, хто працює та інших.

3. При роботі пневматичним клепальним молотком доводиться регулювати число ударів. При регулюванні не можна намагатися включити

молоток, притримуючи обтискувачі руками, тому що через велику силу удару утримати його неможливо і в результаті можливе серйозне ушкодження рук.

4. Підтримку не слід стискати в руках, її лише спрямовують на заклепку. Осідання голівки заклепки залежить від ваги підтримки, а не від сили тиску на неї.

## **1.5. ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ ТОВЩИНОЮ ДО 4 ММ**

Основними операціями при виготовленні виробів з листового металу є рубання, різання, обпилювання, зенкерування та розвертання отворів.

Рубанням називається операція обробки металу зубилом, крейцмейселем або канавочником за допомогою молотка.

Рубанням можна здійснити:

- видалення зайвого шару металу з поверхні заготовки;
- вирівнювання нерівних і шорстких поверхонь;
- розрубання листового металу на частини;
- вирубування отворів у листовому матеріалі.

Рубання виконується в лещатах, на плиті чи на ковадлі.

Різальним інструментом при рубанні металу служать: зубило, крейцмейсель, канавочник, а ударним - молоток. Точність обробки при рубанні складає 0,4-0,7 мм.

Слюсарне зубило (рис. 1.18а) складається з трьох частин: робочої (2), середньої (3) і ударної (4). Частині інструмента, що ріже (1), надається форма клина.

Дія клинчастого інструменту на оброблюваний метал залежить від положення клина і напрямку сили, прикладеної до його підстави.

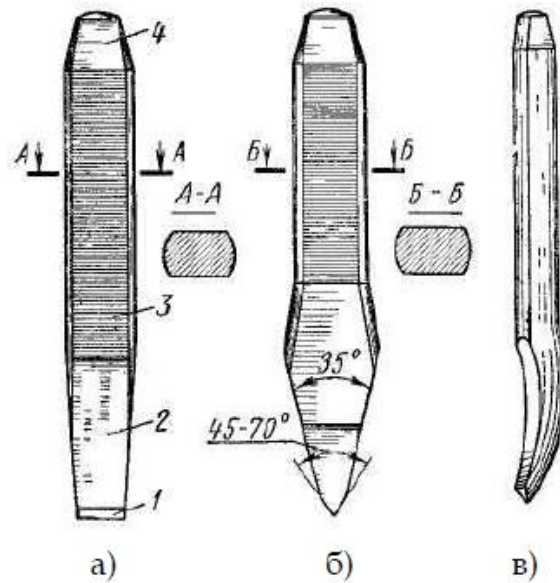


Рис. 1.18. Інструменти для рубання: а – зубило; б – крейцмейсель; в – канавочник

Розрізняють два основні види роботи клина:

1. Ось клина і напрямок дії сили, прикладеної до його підстави, перпендикулярні до поверхні заготовки. У цьому випадку заготовка розрубється (розколюється).

2. Ось клина і напрямок дії сили, прикладеної до його підстави, утворює з поверхнею заготовки кут менше  $90^\circ$ . У цьому випадку з заготовки знімається стружка.

Поверхні робочої частини зубила називають гранями. Грань, по якій сходять стружка з металу під час просування зубила, називається передньою, а протилежна грань, звернена до оброблюваної поверхні заготовки – задньою.

Перетинання передньої і задньої граней клина утворюють крайку, що ріже. Ширина крайки зубила, що ріже дорівнює 15-25 мм. Кут, утворений сторонами клина, називають кутом загострення.

Кут між передньою гранню і поверхнею різання називається кутом різання.

Кут між передньою гранню і площиною, проведеною через крайку перпендикулярно до поверхні різання, називається переднім кутом.

Задній кут – кут, утворений задньою гранню клина і поверхнею різання.

Для рубання чавуну та бронзи кут загострення має становити  $70^\circ$ , для сталі середньої твердості –  $60^\circ$ , для міді і латуні –  $45^\circ$ , для алюмінію і цинку –  $35^\circ$ .

Згідно ДСТ твердість робочої частини зубила після термічної обробки має бути HRC 53...56, ударної частини HRC 32...40. Матеріал – сталь У7А, У8, 6ХС, 8ХВ.

Крейцмейсель відрізняється від зубила тим, що його ріжуча крайка значно вужча від зубила (рис. 1.18, б).

Він застосовується для вирубання вузьких канавок, шпонкових пазів. Щоб крейцмейсель, поглиблюючись в канавку, не заклинювався, його ріжучу крайку виконують трохи ширше наступної за нею робочої частини.

Термічна обробка і геометрія заточення крейцмейселів нічим не відрізняється від термічної обробки і геометрії заточення зубила.

Канавочник застосовується для вирубування мастильних канавок у вкладишах і втулках підшипників (рис. 1.18, в). Канавочники виготовляються з гострими і напівкруглими ріжучими крайками.

Слюсарні молотки виготовляють двох типів: із квадратним і круглим бойком (рис. 1.19). Вага молотка залежить від ширини крайки зубила, що ріже. Для нормального удару при рубанні металу кожному міліметру ширини крайки зубила, що ріже, має відповідати 40 грамів ваги молотка, а кожному міліметру ширини крайки крейцмейселя, що ріже – 80грамів ваги молотка. Матеріал, з якого виготовляють молотки – сталь, 40, 40Х, У7, У8.

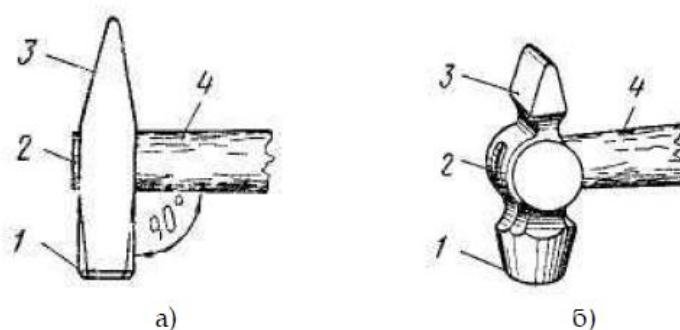


Рис. 1.19. Молотки: а – з квадратним бойком; б – з круглим бойком; 1-

бойок; 2 – корпус; 3 – носок; 4 – рукоятка

Прийоми рубання показано на рис. 1.20

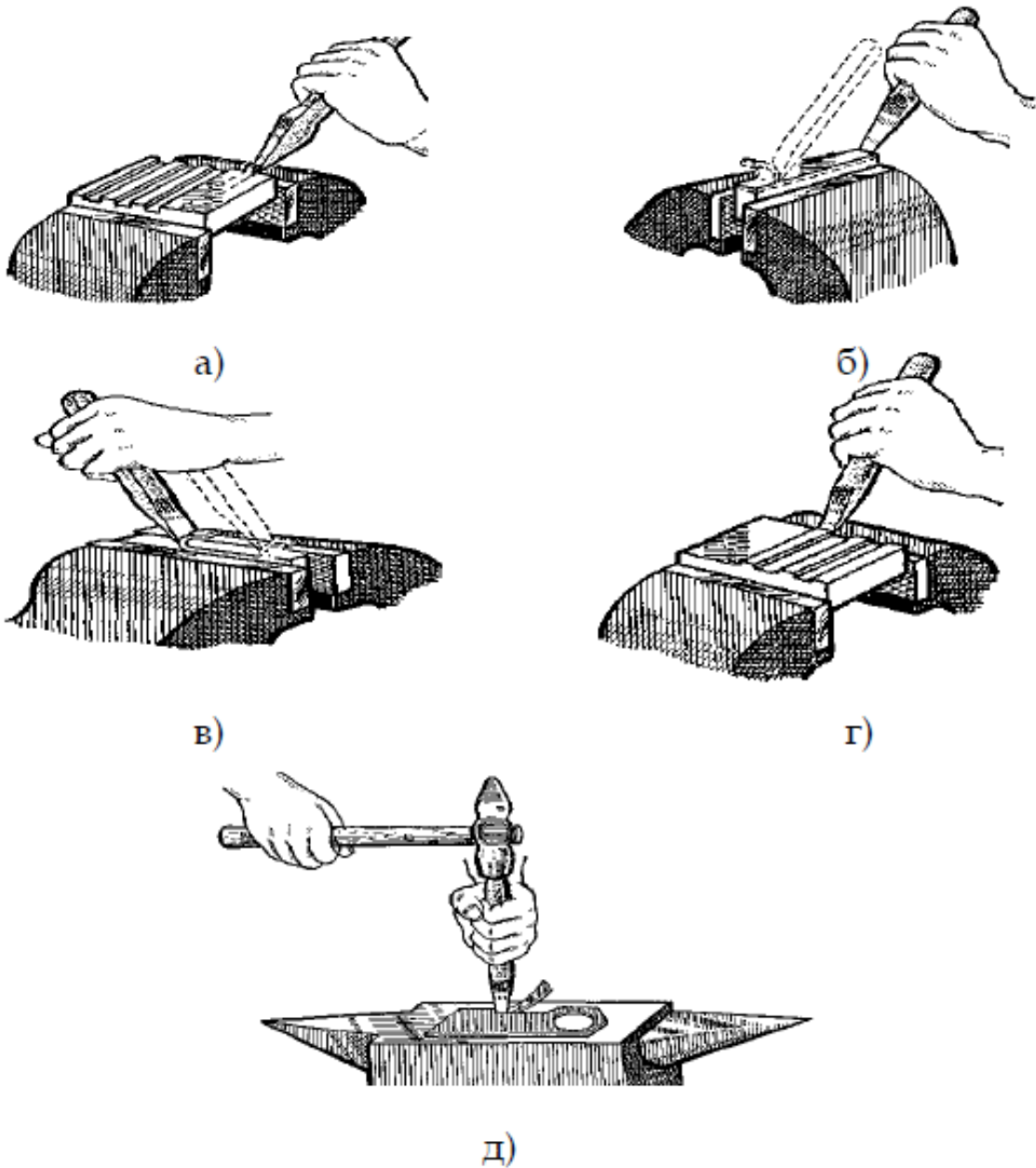


Рис. 1. 20. Прийоми рубання: а – за рівнем лещат; б – за розмітченими рисками; в – рубання широких заготовок; г, д – рубання листового матеріалу

Різанням називається процес розділу металу на частини. Різання може здійснюватись ручною і механічною ножівками, ножицями, кусачками тощо.

Ручна ножівка (рис. 1.21) складається з ножівкового станка (2), натяжного гвинта (3) з натяжною гайкою (1), рукоятки (6), ножівкового полотна (4), що вставляється в прорізі голівки (8) і кріпиться штифтами (7).



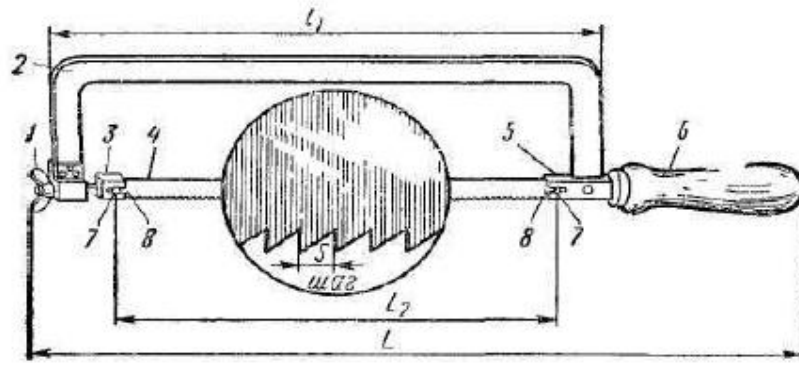


Рис. 1.21. Ручна ножівка

Для різання ножівкою металеву заготовку міцно затискують у лещатах так, щоб розмічальна риска була якомога ближче до лещат. Щоб полотно ножівки не ковзало по поверхні металу, слід трохи надпиляти тригранним напилком риску по якій буде здійснюватись різання. Стояти слід вправо до лещат, виставивши ліву ногу вперед. Ножівку тримають обома руками. Натискувати на ножівку треба тільки під час руху вперед (робочий хід); при зворотному ході ножівка рухається без натиску. Наприкінці роботи натиск зменшують і відрізаний шматок підтримують рукою (рис. 1.22).

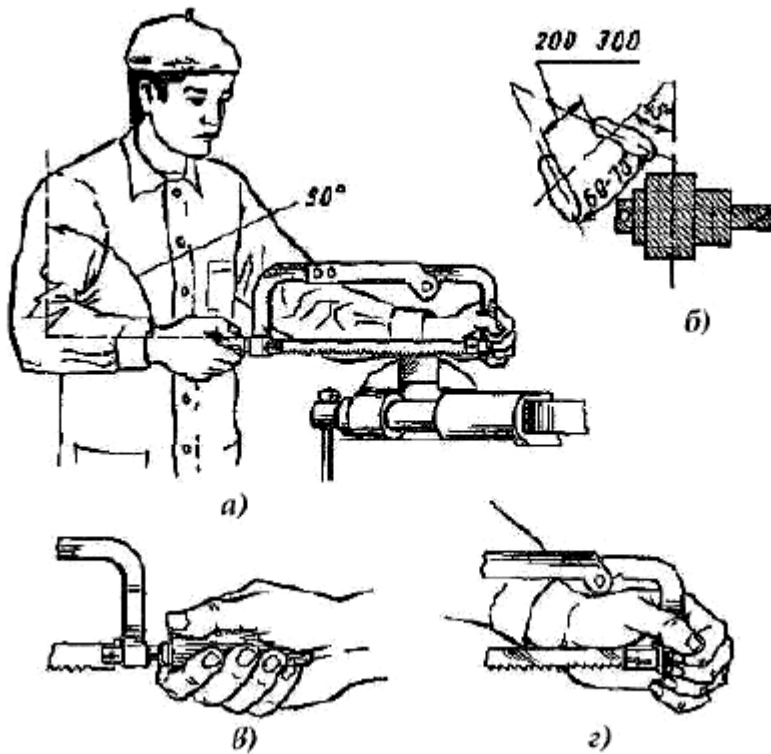


Рис. 1.22. Позиція робітника (основна стойка) під час пиляння: а -

корпусу працівника та ножівки; б - ноги; в - правої руки; г - лівої руки

Механічні ножівки бувають двох типів: жорсткі та розсувні, що дозволяє установлювати ножівкові полотна різної довжини. Натяг ножівкового полотна у станку має регулюватися. Слабко натягнуте полотно під час різання викривлятиметься, від чого можуть виламуватися зубці. Занадто туго натягнуте полотно під час роботи також може зламатися від найменшого перекосу при русі ножівки. Ножівкові полотна виготовляються зі швидкорізальної сталі марок P18 чи P9. Зубці робочої частини ножівкового полотна мають форму клина і розташовуються один від одного на відстані кроку  $t=1,25$  мм.

На зубці ножівкового полотна, як і на зубі зубила, розрізняють наступні кути: задній кут, кут загострення, передній кут, кут різання. При значній довжині прорізу кожен окремий зубець полотна знімає стружку, що має вид коми.

Електричні ножиці складаються з електродвигуна, редуктора з ексцентриком і рукоятки. Під час різання електроножиці утримують правою рукою; лівою рукою просувають лист між ножами. Електроножицями можна різати листову сталь завтовшки до 2,7 мм; їх продуктивність досягає 3-6 м/хв. Вони особливо зручні під час різання за фігурним розкроюванням, тому що дозволяють різати за контуром з малим радіусом кривизни.

Обпилювання – операція при виконанні якої з поверхні заготовки знімається шар металу за допомогою інструменту – напилка. Мета обпилювання – надання деталі необхідної форми, розміру і заданої шорсткості поверхні.

Обробка напилком дає можливість одержати точність деталі до 0,05 мм. Припуски при обпилюванні звичайно невеликі: від 0,5 до 0,05 мм.

Напилки – це ріжучі інструменти у вигляді сталевих загартованих брусків різного профілю з насіченими на робочих поверхнях зубцями. Цими зубцями напилком зрізує невеликі шари металу у вигляді мілкої стружки. Зубці напилка можуть бути утворені насіченням, фрезеруванням, нарізуванням,

протягуванням і методом обкатування. Найбільш розповсюдженим способом утворення зубів є насічення їх на спеціальних верстатах.

За виглядом і формою насічок напилки бувають: з одинарними (однорядними) і подвійними (перехресними), а також рашпильними та дуговими насічками (рис. 1.23).

Напилки з одинарною насічкою (рис. 1.23, а) знімають метал широкою стружкою, рівною по усій довжині зубця, тому робота такими напилками вимагає великих зусиль. Такі напилки застосовуються для обробки кольорових металів. Одинарні насічки наносяться під кутом  $^{\circ} 25-30$  відносно лінії, перпендикулярної до осі напилка.

У напилках з подвійною насічкою (рис. 1.23, б) спочатку насікають нижню глибоку насічку, що називається основною, а поверх неї – верхню, неглибоку насічку, яку називають допоміжною; вона розділяє основну на більше число окремих зубів.

Перехресна насічка роздрібнює стружку, що полегшує роботу напилком з подвійною насічкою. Основна насічка виконується під  $^{\circ}$  кутом нахилу 25 , а допоміжна під кутом нахилу 45 . Такі напилки застосовують для обробки сталі та чавуну.

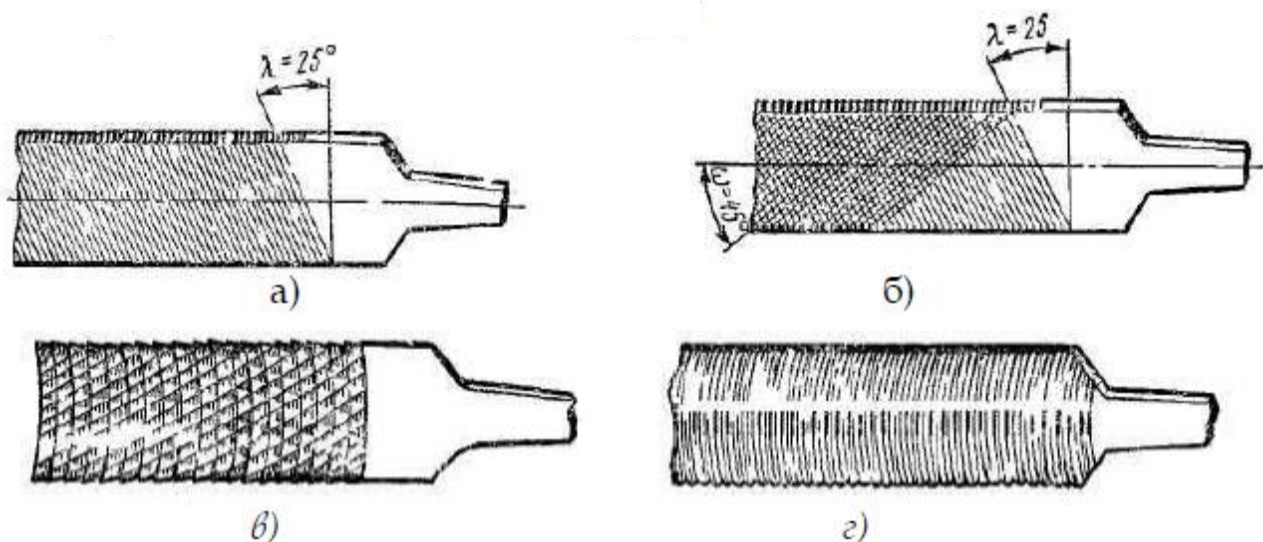


Рис. 1.23. Види насічок напилків: а – одинарна (проста); б – подвійна (перехресна); в – рашпильна; г – дугова

Зубці рашпильної насічки (рис. 1.23, в) утворюються спеціальною

формою заточення. Кожен зубець рашпильної насічки зміщений щодо розташованого перед ним зуба на половину кроку. Це зменшує глибину канавок, що утворюються на поверхні заготовки, і полегшує процес різання. Напилки з таким видом насічки застосовуються для обпилювання м'яких матеріалів (дерево, каучук, гума, кістки тощо.). У цьому випадку знімається велика стружка.

Дугову насічку (рис. 1.23, г) отримують фрезеруванням; вона забезпечує високу продуктивність та чистоту оброблюваної поверхні.

Напилки розрізняються за числом насічок, профілем насічення і довжиною. За кількістю зубів, насічених на 10 мм довжини, напилки поділяються на 6 класів (0-5).

У залежності від виконуваної роботи напилки підрозділяються на: слюсарні загального призначення і для спеціальних робіт, машинні, надфілі, рашпілі.

Слюсарні напилки загального призначення виготовляються 8 типів: плоскі (тупоносі і гостроносі), квадратні, тригранні, напівкруглі, круглі, ромбічні, ножеподібні довжиною від 100 до 400 мм із насічкою № 0-5 (рис. 1.24).

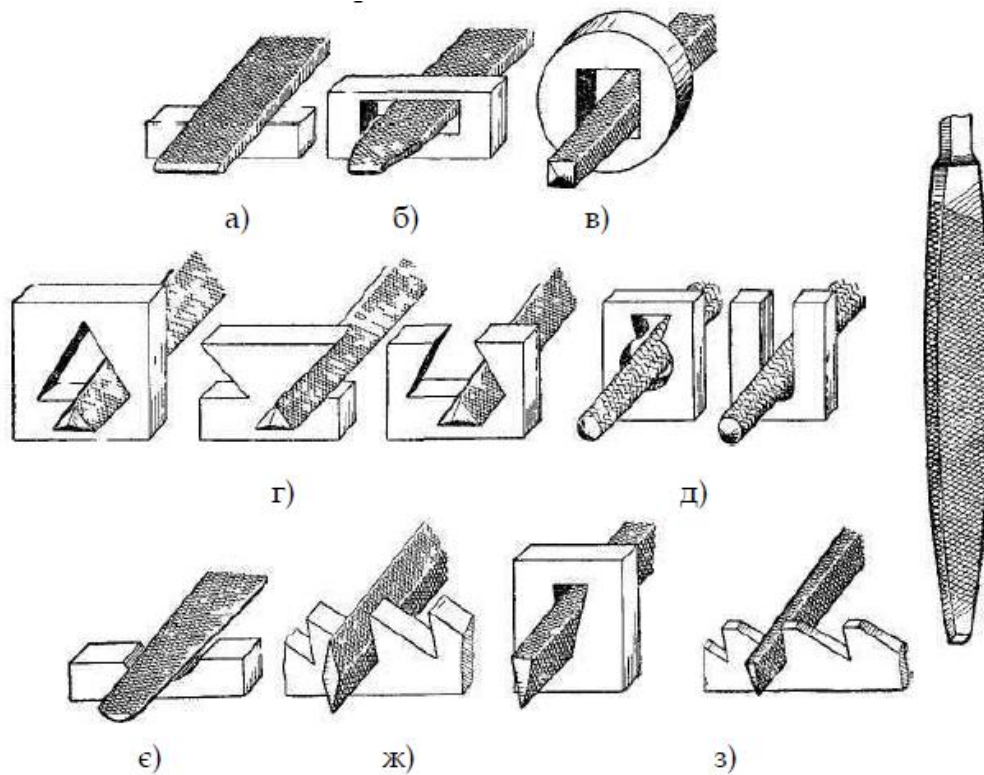


Рис. 1.24. Слюсарні напилки: а, б – плоскі; в – квадратний; г – тригранні; д – круглі; е – напівкруглий; ж – ромбічний; з – ножівкові; і – брусовка

Слюсарні напилки для спеціальних робіт призначаються для видалення дуже великих припусків при обпилюванні пазів, фасонних криволінійних поверхонь. У залежності від виконуваних робіт напилки цього виду поділяються на пазові, плоскі з овальними ребрами, брусовки.

Машинні напилки за своєю конструкцією підрозділяються на стержневі фасонні голівки і пластинкові машинні напилки. Вони застосовуються для обробки фасонних поглиблень і отворів, криволінійних поверхонь.

Надфілі (дрібні напилки) (рис. 1.25) виготовляються 10 типів: плоскі (тупоносі і гостроносі), тригранні-однобічні, квадратні, напівкруглі, круглі овальні, ромбічні довжиною 40, 60, 80 мм із насічкою 5 номерів.

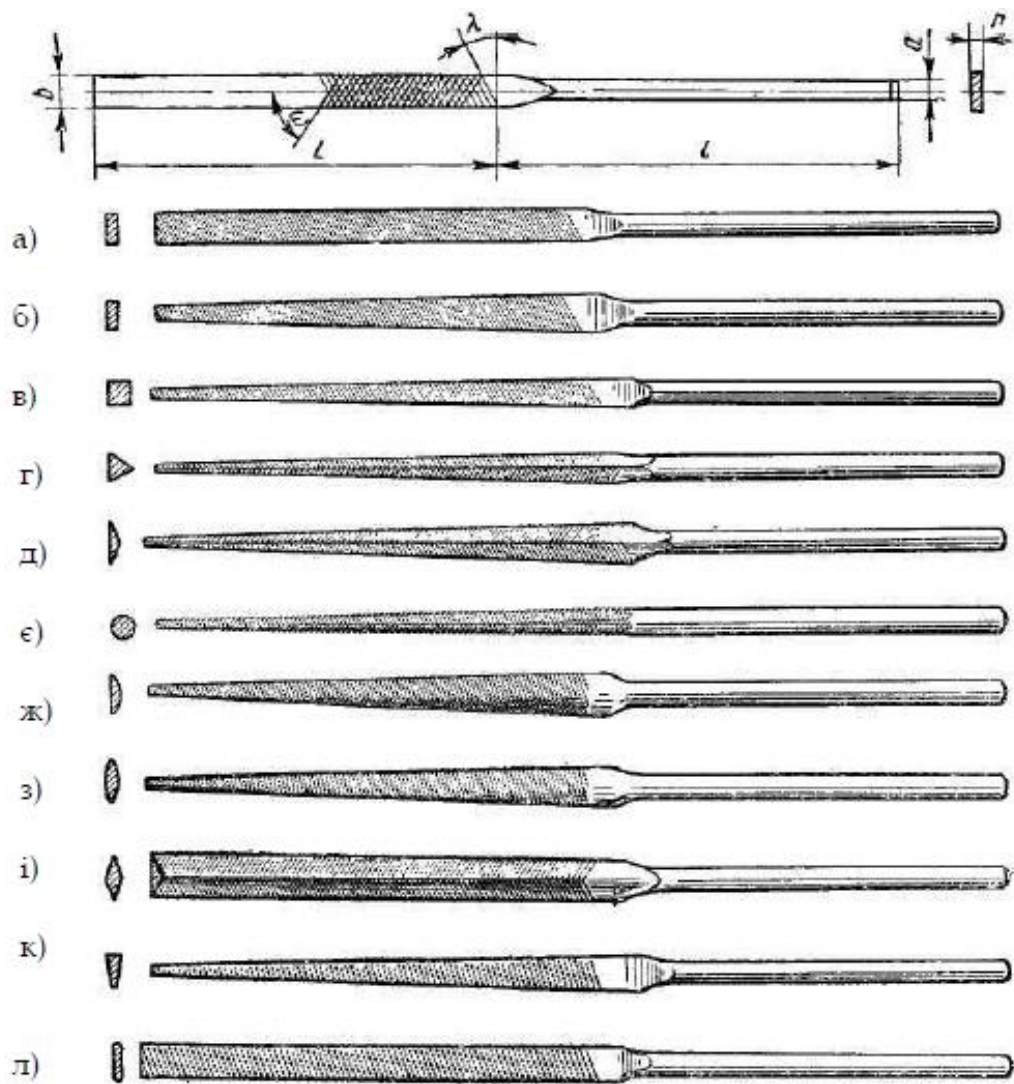


Рис. 1.25. Надфілі: а – плоский тупоносий; б – плоский гостроносий; в – квадратний; г – тригранний; д – тригранний однобічний; е – круглий; ж - напівкруглий; з – овальний; і – ромбічний; к – ножеподібний; л – пазовий

Надфілі застосовують для обпилювання невеликих поверхонь і вузьких місць, недоступних для обробки слюсарним напилком.

Рашпілі бувають загального призначення, шевські, копитні. У залежності від профілю роботи рашпілі загального призначення поділяються на плоскі (тупоносі і гостроносі), круглі, напівкруглі з насічкою 1-2 і довжиною 250-350 мм.

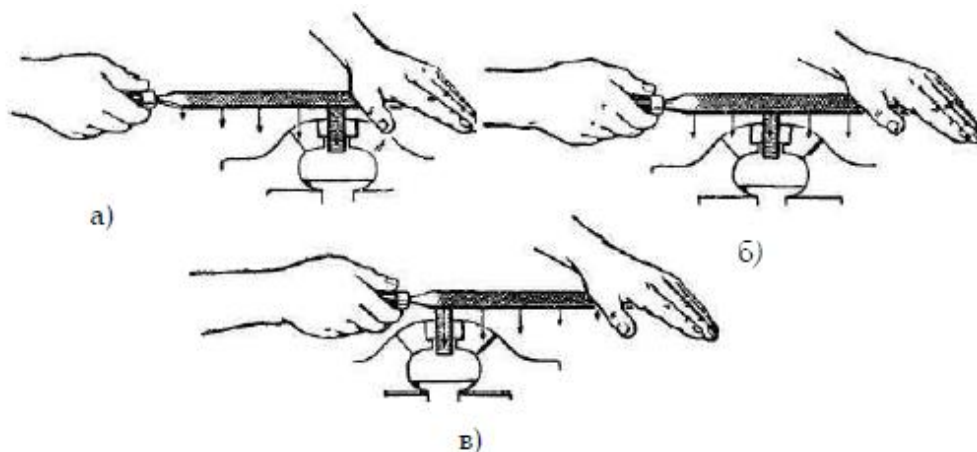
Для зручності і безпеки обпилювання на хвостовик напилка насаджують міцну ручку з берези, липи чи пресованої паперової маси. Довжина ручки вибирається в залежності від розміру напилка. Щоб ручка не розкололася під

час насадки на хвостовик напилка на її шийку насаджують металеве кільце.

Отвір у рукоятці під хвостовик напилка просвердлюють, а потім пропалюють нагрітим хвостовиком старого напилка.

Напилки виготовляють зі сталі У13 або У13А із застосуванням термічної обробки.

Чорнове обпилювання забезпечує точність обробки 0,2-0,5 мм, чистове – до 0,05-0,10 мм. Під час обпилювання напилком слід пересувати горизонтально і забезпечувати прямолінійність його руху. Під час робочого ходу (в напрямку «від себе») треба поступово збільшувати натиск на рукоятку напилка з одночасним зменшенням натиску на його носок (рис. 1.26). Напилком має бути на 150-200 мм більше оброблюваної деталі, щоб виключити можливість пошкодження пальців.



в) Рис. 1.26. Зміна натиску на напилком у процесі обпилювання: а – с початку руху напилка; б – в середині; в – в кінці

Під час обпилювання слід дотримуватись наступних правил безпеки: систематично контролювати міцність насадження ручки; оберегати напилком від ударів; зберігати його в дерев'яних підставках і не допускати зіткнення з іншими напилками; оберегати від вологи, олії, абразивного пилю.

Зенкеруванням називається обробка готових отворів, отриманих виливком, штампуванням, свердлінням з метою надання їм циліндричної форми великої точності і кращої чистоти поверхні. Після зенкера отвір виходить 4-3 класу точності.



Зенкери (рис. 1.27) розділяються на цільні і насадні, а за способом закріплення – на хвостові та насадні.

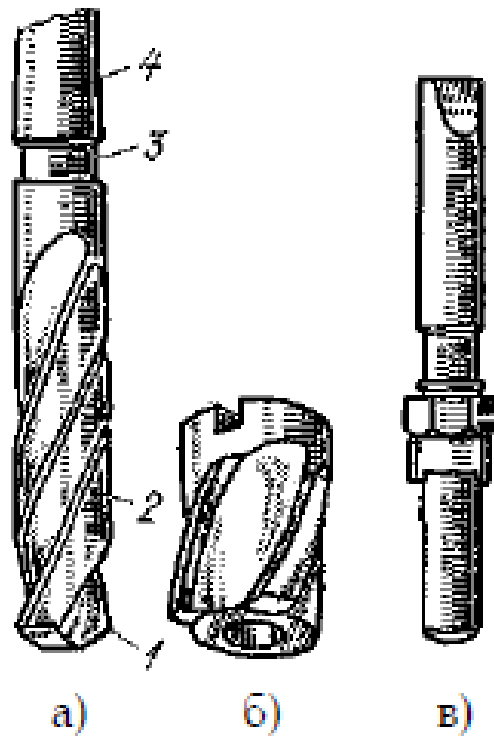


Рис. 1.27. Зенкери: а – циліндричний суцільний (1– ріжучі крайки, 2 – робоча частина, 3 – шийка, 4 – лапка); б – насадний; в – зі вставними ножами

Для обробки отворів діаметром 12-35 мм застосовують зенкери цільної конструкції, а для обробки отворів діаметром 24-100 мм насадні зенкери. Зенкерування процес свердління, відбувається при двох спільних відносних рухах інструмента – поступального, уздовж осі та обертального. Отвір 2-3 класу точності одержують розвертанням.

Отже, зенкерування може бути і проміжною операцією між свердлінням і розвертанням. Зенкери виготовляють зі сталі Р18, 9ХС, У12А.

Розвертанням обробляють отвори, до яких пред'являються підвищені вимоги щодо точності розмірів і чистоти поверхні. Інструмент для розвертання – розвертка (рис. 1.28) – застосовується не тільки для остаточної, але і для попередньої обробки отворів, які при цьому виходять особливо точними і чистими.



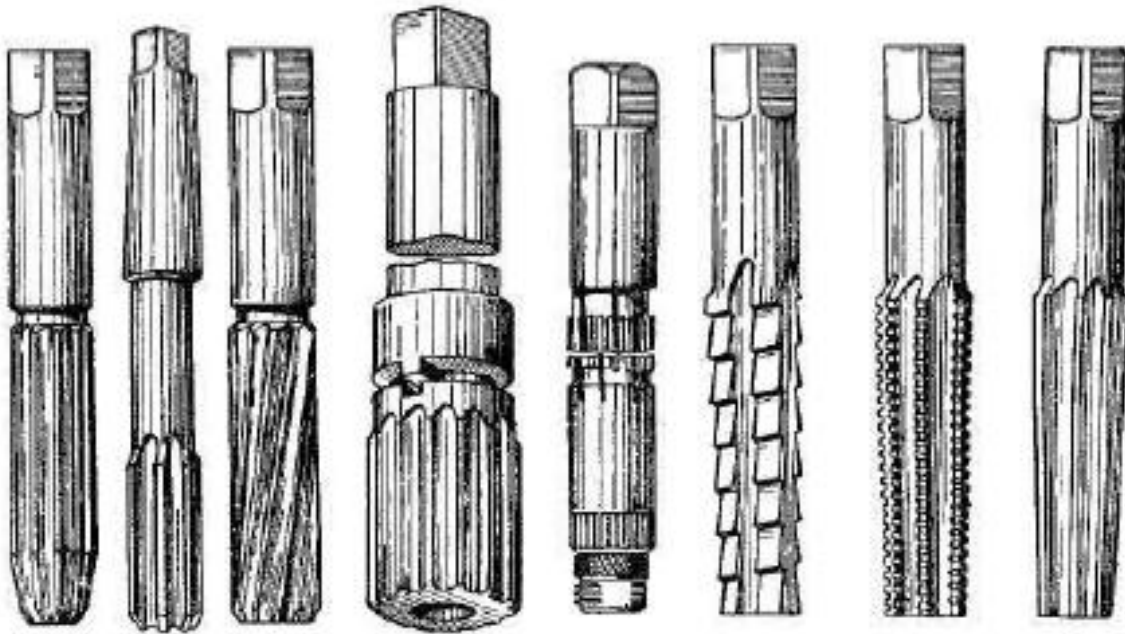


Рис. 1.28. Основні типи розверток

Робочою частиною розвертки називають передню конусну частину розвертки, яка при розвертанні виконує в отворі основну роботу зі зняттям стружки.

Калібруюча частина – це суміжна з робочою частиною ділянка, яка служить для спрямування чи калібрування (зачищення) отвору, що розвертається.

Уздовж робочої частини розвертки є канавки, що служать для утворення крайок, що ріжуть, і відводу стружки, яка знімається при розвертанні.

За частиною, що калібрує, слідує шийка і далі хвостовик, яким розвертку закріплюють у шпинделі верстата чи воротка. Хвостова частина розвертки може бути циліндричною і квадратною у перетині.

Процес розвертання відбувається при двох спільних рухах ріжучого інструмента: поступальному – уздовж осі й обертальному. Розвертання знімає дуже невеликий шар металу. Припуски під розвертання застосовуються в межах декількох десятих часток міліметра.

Наведемо приклад послідовності обробки отвору діаметром 10 мм (рис. 1.29):

1. Свердлення отвору діаметром 9,7 мм.

2. Розвертання чорною розверткою діаметром 9,9 мм.
3. Розвертання отвору чистою розверткою діаметром 10 мм.

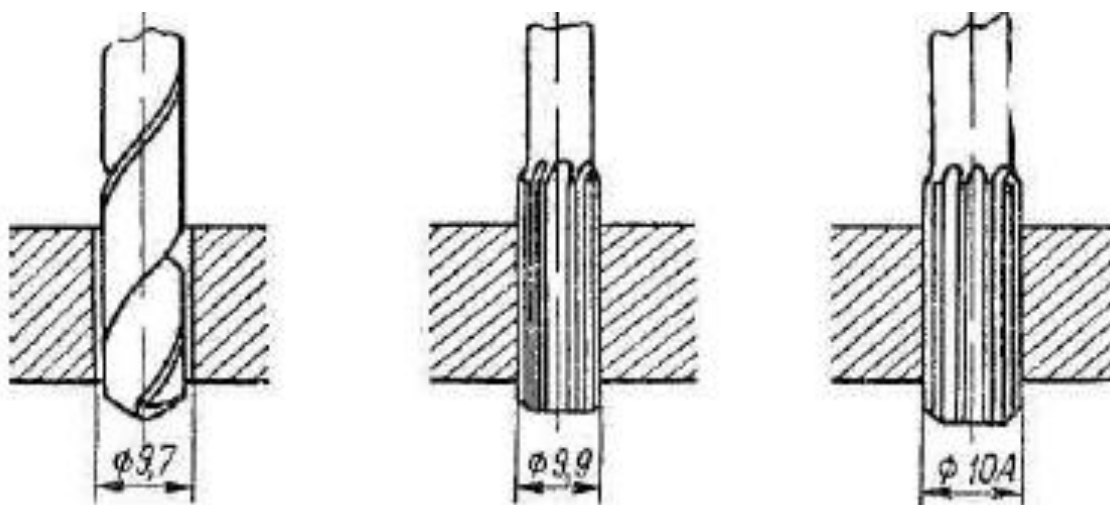


Рис. 1.29. Обробка отвору

## 1.6. ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З СОРТОВОГО ПРОКАТУ

Основними операціями при виготовленні виробів з сортового прокату є свердління отворів та їх розсвердлювання, нарізування зовнішньої та внутрішньої різьби, паяння твердими припоями.

Нарізування різьби – операція, що виконується із зняттям стружки або методом накатування, в результаті якої утворюються гвинтові канавки на циліндрових і конічних поверхнях.

Гвинтова лінія може бути правою і лівою, залежно від напрямку підйому витків на циліндровій або конічній поверхні.

Якщо гвинтова лінія підіймається зліва направо (проти годинникової стрілки) то, відповідно, різьба права. При утворенні гвинтової лінії в протилежному напрямку – різьба ліва.

Залежно від того, де нарізують різьбу, – на поверхні стержня або усередині отвору, розрізняють різьбу зовнішню (на стержні) і внутрішню (в отворі).

Стержень із зовнішньою різьбою називається гвинтом (болтом), деталь з внутрішньою різьбою називається гайкою.

Контури западин і виступів у поздовжньому розрізі, що проходить через ось болта або гайки, утворюють профіль різьби. За формою профілю різьби підрозділяються на трикутну із зрізаними або закругленими вершинами; прямокутну; трапецеїдальну; пилкоподібну і круглу.

Ниткою (витком) називається частина різьби, яка утворена при одному повному оберті профілю.

Крок різьби – це виміряна паралельно осі різьби відстань між відповідними точками двох сусідніх витків.

Кут профілю різьби – кут між бічними сторонами профілю.

Вершина різьби – ділянка профілю різьби, що знаходиться на найбільшій відстані від осі болта.

Основа різьби (западина) – ділянка профілю різьби, що знаходиться на якнайменшій відстані від осі болта.

Глибиною різьби називається відстань від вершини різьби до її основи, вимірювана перпендикулярна до осі болта.

Зовнішній діаметр різьби – найбільший діаметр, виміряний по вершині різьби в площині, перпендикулярній до осі болта.

Внутрішній діаметр різьби – це якнайменший діаметр різьби, виміряний по западинах її витків в напрямі, перпендикулярному до осі болта.

За числом ходів, тобто за кількістю напрямних гвинтових ліній, різьби бувають одно- та багатоходовими.

Залежно від виду профілю розрізняють такі різьби: трикутну – метричну з кутом при вершині  $60^\circ$  (рис. 1.30, а) або дюймову з кутом  $55^\circ$ ; трапецеїдальну (рис. 1.30, б), зокрема, упорну, круглу, прямокутну (рис. 1.30, в, г), та ін.

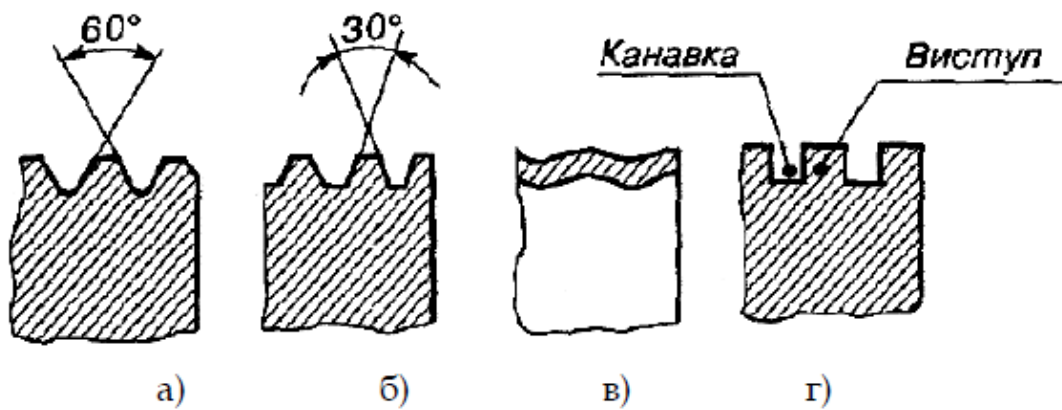


Рис. 1.30. Різьба а – метрична; б – трапецеїдальна; в – кругла; г – прямокутна. За призначенням різьби поділяють на кріпильні, ходові та спеціальні.

Метричну різьбу (рис. 1.31, а) застосовують як кріпильну (гвинти, болти, шпильки, гайки) і поділяють на різьбу з великим та дрібним кроком. Профіль такої різьби – рівнобедрений трикутник з кутом  $60^\circ$  при вершині. Різьбу з великим кроком позначають літерою М та числом, що дорівнює зовнішньому діаметру. Наприклад, М24. Різьбу з дрібним кроком позначають літерою М та числами, що дорівнюють зовнішньому діаметру та кроку. Наприклад, М24 х 2.

Дюймова різьба для кріпильних деталей стандартизована, але використовується лише при виготовленні запасних деталей замість спрацьованих, що мали таку різьбу. У знов спроектованих деталях виробів дюймова різьба не використовується. Профіль дюймової різьби рівнобедрений трикутник, з кутом  $55^\circ$  при вершині (рис. 1.31, б).

Трубна циліндрична різьба має профіль рівнобедреного трикутника з кутом при вершині  $55^\circ$ , що має заокруглення (рис. 1.31, в) і застосовується для з'єднання арматури, труб, тонкостінних деталей (пробки, заглушки, штуцери тощо). Позначають її умовно літерою G та числом, що характеризує не зовнішній діаметр різьби, а умовний прохід у дюймах ( $1''=25,4$  мм), що наближено дорівнює внутрішньому діаметру труби, зовні якої нарізана трубна різьба.

Трубна конічна різьба використовується у тих випадках, коли необхідна підвищена герметичність з'єднання труб при великому тиску рідини або газу

(рис. 1.31, г). Профіль конічної різьби – рівнобедрений трикутник з кутом  $55^\circ$  при вершині, бісектриса якого перпендикулярна до вісі конусу; конусність дорівнює 1:16.

Різьба дюймова трубна (рис. 1.31, д). Має трикутний профіль, кут при вершині якого дорівнює  $60^\circ$

Різьба трапецеїдальна має профіль у вигляді рівнобедреної трапеції з кутом між боковими сторонами  $30^\circ$  (рис. 1.31, е). Застосовується для перетворення обертального руху в поступове при значних навантаженнях (руху в ходових гвинтах верстатів, супортів, штурвальних гвинтах тощо).

Різьбу упорну (рис. 1.31, є) застосовують у гвинтах з односторонньою дією навантаження (домкрати). Профіль різьби – трапеція, одна сторона якої є робочою стороною профілю, та її положення визначається кутом нахилу ( $3^\circ$ ) до прямої перпендикулярної до вісі. Інша сторона трапеції (неробоча сторона профілю) має кут нахилу  $30^\circ$ . Умовний знак S.

Різьбу прямокутну (рис. 1.31, ж) застосовують у з'єднаннях, де не повинно бути самозгвинчування під дією прикладеного осьового зусилля. Профіль цієї різьби не стандартизовано.

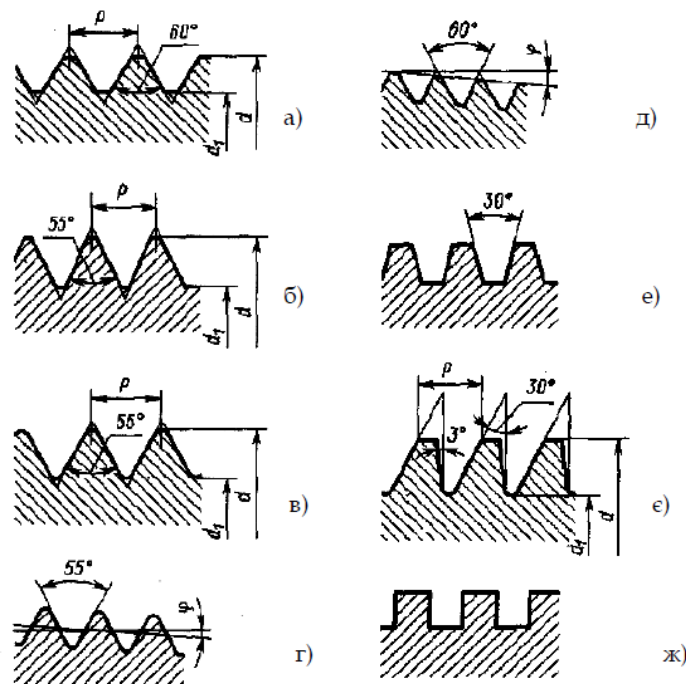


Рис. 1.31. Різьба а – метрична; б – дюймова; в – трубна циліндрична; г –

трубна конічна; д - ; е – трапецеїдальна; є – упорна; ж - прямокутна

У практиці слюсарної обробки нерідко виникає необхідність визначити розміри елементів різьби на готовій деталі.

Зовнішній діаметр вимірюють за допомогою мікрометра, крок різьби – за допомогою міліметрового або дюймового різьбометру.

Для нарізання різьби в отворах вручну застосовуються мітчики. Мітчик – ріжучий інструмент, що є загартованим гвинтом, на якому прорізано декілька поздовжніх прямих або гвинтових канавок, які утворюють ріжучі кромки. Мітчик має робочу частину і хвостовик, що закінчується квадратом (рис. 2.32).

Робоча частина мітчика складається з забірної і калібруючої частин.

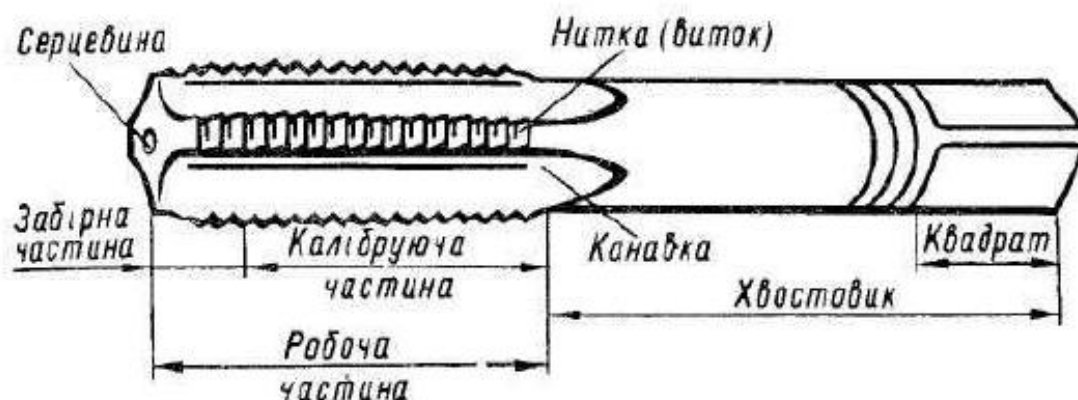


Рис. 1. 32

Забірна частина – передня конусна частина мітчика, що перша входить в отвір і здійснює всю основну роботу різання.

Калібруюча частина спрямовує мітчик в отвір і остаточно калібрує різьбу.

Вздовж робочої частини мітчика є канавки, тому утворюються окремі виступи – різальні пера; внутрішня частина називається серцевиною. Кількість канавок залежить від типу та діаметра мітчика і може бути більше десяти. Здебільшого в слюсарній справі застосовують мітчики з трьома-чотирма канавками. Мітчики діаметром до 20 мм виготовляють з трьома, а мітчики з діаметром від 20 до 40 мм – з чотирма канавками.

Різальні пера мітчика на забірній ділянці затилюються. Тому різальні кромки на кожному з різальних пер утворюються внаслідок перетину двох поверхонь: передньої поверхні канавки і затилюваної поверхні. Канавки

необхідні і для того, щоб відводити стружку при нарізанні різьби, за їх допомогою можна також подавати змащення в зону різання.

Залежно від призначення мітчики підрозділяються на ручні (слюсарні), гайкові машинно-ручні, плашкові та маточні, збірні та спеціальні. За способом використання мітчики діляться на дві групи: ручні та машинні.

Ручні (слюсарні) мітчики служать для нарізування різьби вручну. Вони виготовляються комплектами з двох або трьох мітчиків. В комплект, що складається з трьох мітчиків, входять чорновий, середній і чистовий мітчики (або 1, 2 і 3-й), а в комплект з двох мітчиків – чорновий і чистовий. В такому ж порядку вони застосовуються і при нарізуванні різьби (рис. 1.33).

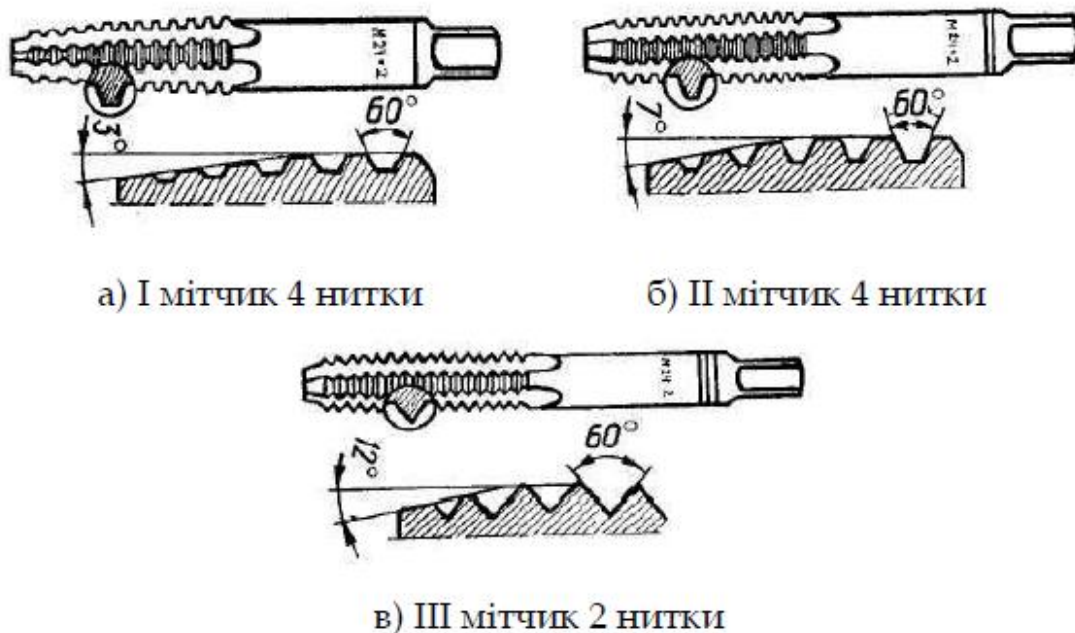


Рис. 1.33. Комплект мітчиків: а – чорновий; б – середній; в – чистовий

Машинно-ручні мітчики різних конструкцій застосовуються для нарізання циліндрової і конічної різьби в наскрізних і глухих отворах. Цими мітчиками можна нарізувати машинним способом різьби всіх розмірів і вручну – різьби з швом до 3 мм включно. Вони відрізняються від ручних тільки розмірами хвостовика і більшою довжиною забірної частини.

Послідовність робіт під час нарізування внутрішньої різьби така: заготовку закріплюють у лещатах, змащують перший мітчик (чорновий) і вставляють його в отвір; на мітчик накладають вороток, перевіряють

положення мітчика, добиваючись, щоб його вісь збігалась з віссю отвору, легко натискуючи на мітчик уздовж його осі, обережно повертають його за годинниковою стрілкою. Після кожних 1,5 – 2 обертів мітчика роблять приблизно 3/4 оберти в зворотному напрямі. Після закінчення роботи першим мітчиком процес повторюють другим, а якщо потрібно, то й третім мітчиком.

Якщо мітчик є сталевим загартованим гвинтом з прорізаними уздовж стержня канавками, то плашка є загартованою гайкою зі стружечними канавками, які утворюють ріжучі грані (рис. 1.34).

Робоча частина плашки складається з забірної і калібруючої частин. Забірна частина має конус з кутом  $\gamma = 40-60^\circ$ . Забірна частина розташована по обидві сторони плашки: її довжина 2 витка. Калібруюча частина завдовжки містить 3-5 витків.

Задній кут круглих плашок дорівнює  $7-90^\circ$ . Передній кут при обробці сталі коливається в межах  $10-25^\circ$ , для чавуну  $\nu = 10-120^\circ$ , для латуні –  $\nu = 200^\circ$ .



Рис. 1.34.

Застосовуються плашки різних конструкцій: круглі (іноді ці плашки називаються також лерками), розсувні та спеціальні для нарізування труб. А, круглі плашки поділяються на цільні і розрізні.

Суцільні плашки застосовують при нарізуванні різьби діаметром до 52 мм за один прохід. Вони мають значну жорсткість і забезпечують отримання чистої різьби, але порівняно швидко зношуються. Розрізні плашки мають проріз від 0,5 до 1,5 мм, що дозволяє регулювати діаметр різьби в межах 0,1 – 0,25 мм.



Унаслідок зниженої жорсткості плашок нарізувана ними різьба має недостатньо міцний профіль. Діаметр заготовки під різьбу повинен бути трохи менший від зовнішнього діаметру різьби.

Для обертання плашки використовують вороток або плашкотримач (рис. 1.35). Плашку вкладають у циліндричну виточку воротка так, щоб гвинт 2 увійшов у паз на плашці, а потім закріплюють плашку рештою гвинтів 1, 3, 4, 5.

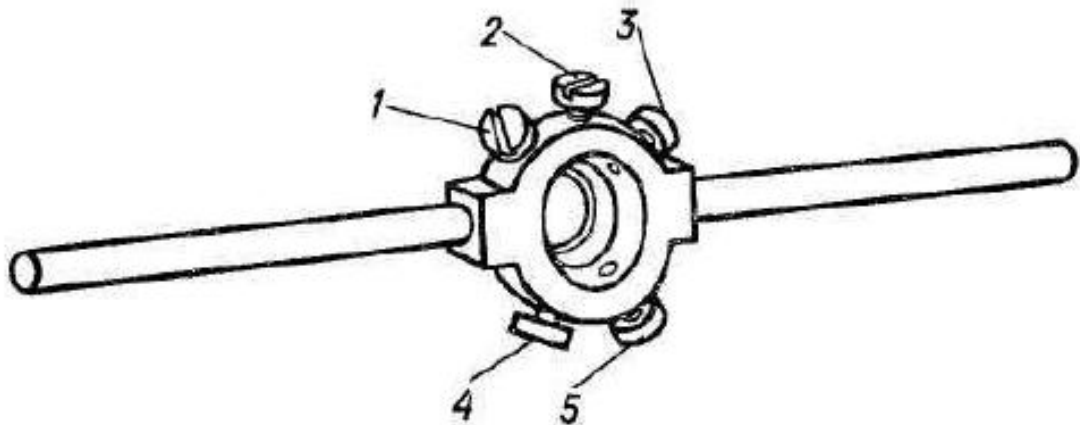


Рис. 1. 35. Плашкотримач 1, 2, 3, 4, 5 - гвинти

Для нарізання різьби (рис. 1.36) стержень закріплюють у лещатах вертикально; на кінець стержня накладають плашку, закріплену у воротку, повертають її, натискаючи вздовж осі стержня. Після кожних 1,5-2 обертів плашки роблять приблизно 1/2 оберти в зворотному напрямі, щоб зламати стружку. Нарізвавши різьбу на потрібну довжину, плашку згвинчують із стержня. Щоб запобігти пошкодженню рук, забороняється перевіряти якість виконання різьби пальцями; очищати інструмент для нарізання різьби за допомогою щітки, а не руками.

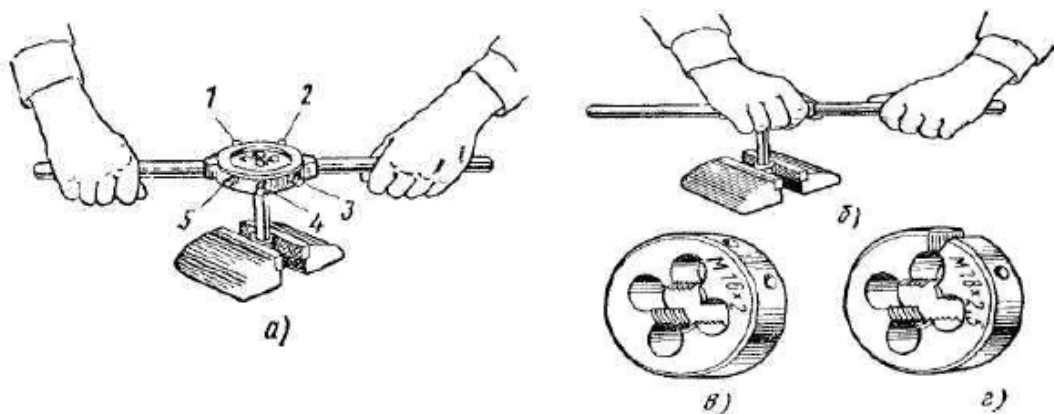


Рис. 1. 36. Прийом нарізування зовнішньої різьби круглими плашками: а –

нарізка різьби плашкою; б – установка воротка з плашкою на стержень і момент початку нарізування різьби; в – суцільна плашка; г – розрізна плашка; 1, 2, 3, 5 – кріпильні гвинти; 4 – регулюючий гвинт

Нарізування різьби вручну є малопродуктивною та трудомісткою операцією, тому треба намагатися до застосування засобів механізації. Для механізації процесу нарізування різьби застосовуються спеціальні ручні механізовані інструменти: електрорізьбонарізувачі, пневматичні різьбонарізувачі, електро- та пневмосвердлильні, оснащені спеціальними насадками для нарізування різьби. Крім перелічених машинок у серійному та масовому виробництві різьбу нарізують на різьбонарізних верстатах.

Паяння широко використовується при виготовленні виробів із сортового прокату. М'які припої застосовують у тих випадках, коли висока механічна міцність шва не обов'язкова. Тверді припої застосовують для отримання міцних і температуростійких швів.

Мідно-цинкові та сріб'яні припої найбільш часто використовують як тверді пропої. Мідно-цинкові припої (температура плавлення 700 ... 950 °С) марок ПМЦ-36, ПМЦ-48 і ПМЦ-54 (П – пропій, МЦ – мідно-цинковий, число – відсотковий вміст міді) використовують для паяння виробів з міді, латуні, бронзи, сталі.

Сріб'яні припої (температура плавлення 600 ... 950 °С) використовують для паяння чорних і кольорових металів і сплавів. Вони забезпечують доволі високу міцність і корозійну стійкість паяного шва. Найбільш розповсюджені сріб'яні припої марок ПСр70, ПСр45, ПСр25 (П – пропій, С – срібло, число – відсотковий вміст срібла).

При паянні твердими припоями як флюс найчастіше використовують чисту буру. Замість неї часто виготовляють більш дешеву, ніж бура, суміш, що складається з восьми частин бури, трьох частин куховарської солі і трьох частин поташу.

Перед паянням поверхні деталей, що спаюють, ретельно відчищають від бруду та окисних плівок, щільно підганяють одну до одної. Механічне очищення ведуть напилком, шабером або металевою щіткою.

Для знежирення місце спаю промазують розчином соляної кислоти, потім покривають флюсом та припоєм, змішаним з бурою і нагрівають паяльною лампою до розплавлення. Після паяння слід повільно охолодити виріб; залишки флюсу вилучають, виріб промивають у воді та протирають дрантям.

### **Техніка безпеки під час паяння**

1. Робочі місця для паяння повинні бути добре освітлені та забезпечені примусовою вентиляцією.
2. Перед початком роботи слід надіти фартух з брезенту та легкі рукавиці.
3. Обережно користуватися хімікаліями; якщо кислота потрапила на руки, то їх треба негайно витерти за допомогою вати, змоченою у нашатирі, після чого промити водою.
4. У приміщенні повинні бути сухий пісок або пінний вогнегасник.
5. Гарячі деталі треба тримати плоскогубцями або кліщами.
6. Особливо обережно треба працювати з паяльною лампою: систематично перевіряти її роботу; розпалювати її у безпечному місці, гасити шляхом закриття регулюючого вентиля.
7. Зачищати деталі треба обережно, користуючись дротовими щітками, а не руками.

## **1.7. ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З ПОКОВОК**

Вироби, які отримують у результаті кування, називають поковками.

Операція кування полягає в наступному: заготовку нагрівають до пластичного стану, після цього заготовку кладуть на ковадло й ударами молота надають необхідну форму. Розрізняють ручне й машинне кування. Ручне кування застосовується в індивідуальному виробництві під час виконання

дрібних ремонтних робіт. Кування на молотах і пресах використовується в серійному та масовому виробництві.

Кування не завжди вигідне в масовому виробництві, тому що при виготовленні кожної деталі доводиться виконувати велику кількість ударів молотом. Більш продуктивним і економічно виправданим є штампування – процес одержання деталей необхідних форм і розмірів ударною дією на заготовку, поміщену в спеціальний штамп.

Куванням і штампуванням отримують заготовки для виготовлення об'ємних деталей механізмів або машин. При цьому виконуються ті ж самі операції, що й під час обробки листового металу та сортового прокату: розмітка, рубання, різання, свердління, зенкерування, нарізання різьби. Однак в цьому випадку поверхні заготовок розташовані у різних площинах і під різними кутами відносно один одного. Тому просторове розмічання має суттєву відміну від площинного: тут не просто розмічають поверхні, розташовані в різних площинах, але й погоджують розмітку цих поверхонь між собою.

Крім розглянутих раніше інструментів, що застосовують при площинному розмічанні, для просторового розмічання використовують спеціальні інструменти та пристрої: найпростіший одногільчастий рейсмус має штатив, встановлений на масивній основі для переміщення по розмічальній плиті. По штативу може пересуватися муфта з отвором для установки і кріплення рисувалки. Муфта у потрібному положенні фіксується гвинтом з гайкою-баранчиком (рис. 1.37).

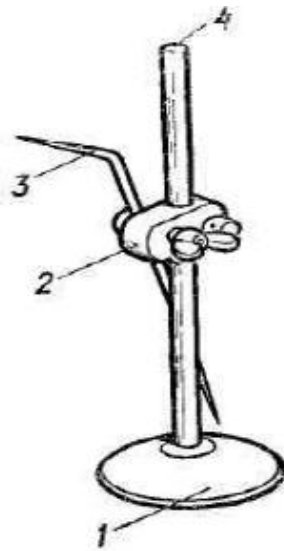


Рис. 1. 37. Рейсмус одногільчастий: 1 – основа; 2 – муфта; 3 – рисувалка; 4 – штатив

При розмічанні деталей з обробленими поверхнями застосовують штангенрейсмуси, які поєднують у собі звичайний рейсмус зі штангенциркулем. Це дозволяє встановлювати вістря рисувалки на необхідну висоту без використання додаткового вимірювального інструмента, чого не можна зробити звичайним рейсмусом. За принципом дії вони аналогічні штангенциркулям.

При виконанні просторового розмічання для встановлення деталей на розмічальній плиті використовують різні пристрої.

Циліндричні деталі встановлюють на призмах (рис. 1.38).

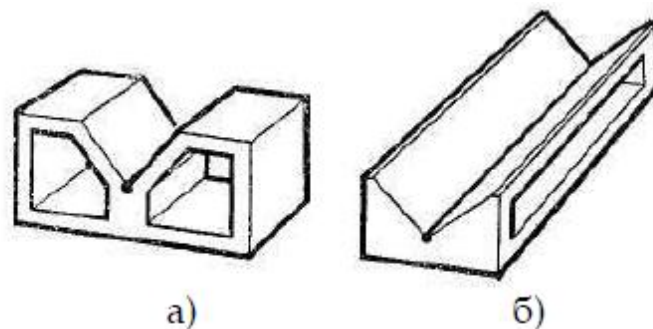


Рис. 1. 38. Призми: а – для заготовок великих діаметрів; б – для заготовок малих діаметрів

Розмічальні шухляди – це пустотілі чавунні призми різних розмірів з ребрами жорсткості усередині. Їхні сторони ретельно оброблені з дотриманням

суворої перпендикулярності всіх площин. Дрібні деталі кріпляться до розмічальних шухляд струбцинами, болтами, прихватами.

Розмічальні кутники (рис. 1.39) служать вертикальними опорами при закріпленні заготовок, що розмічаються.

Розмічальні кубики (рис. 1.40) – виготовляються пустотілими з ретельно обробленими зовнішніми площинами. Для закріплення деталей вони мають спеціальні отвори.

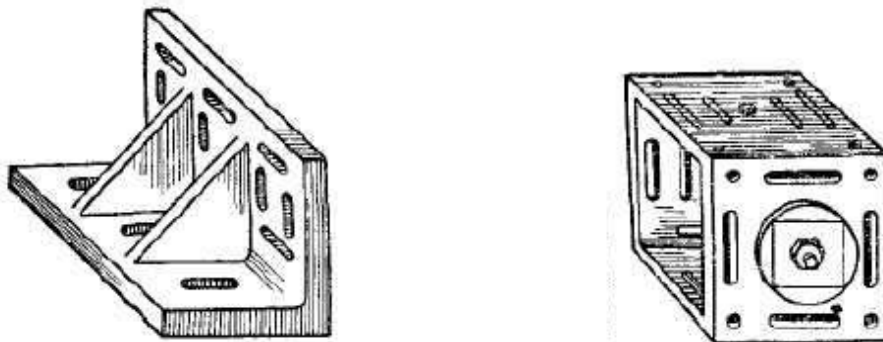


Рис. 1.39 Рис. 1.40

Деталі на плиті для просторової розмітки встановлюють за допомогою спеціальних пластин, клинів, домкратів.

Перед початком розмітки ретельно перевіряють заготовку, очищують її, визначають, у яких положеннях деталь буде встановлюватись на плиті та в якій послідовності будуть наноситися розміточні лінії. Якщо на заготовці є хоча б одна оброблена поверхня, її приймають за базову. Поверхні заготовки білять крейдою, або покривають лаком, фарбою. Перше положення деталі має бути таким, щоб зручно було розмічати від поверхні, прийнятої за базову.

Горизонтальні лінії (риски) наносять рейсмусом. Голку рейсмуса тримають з нахилом у бік переміщення (рис. 1.41, а). На рис. 1.41, б показаний спосіб нанесення горизонтальної риски на прямокутній заготовці.

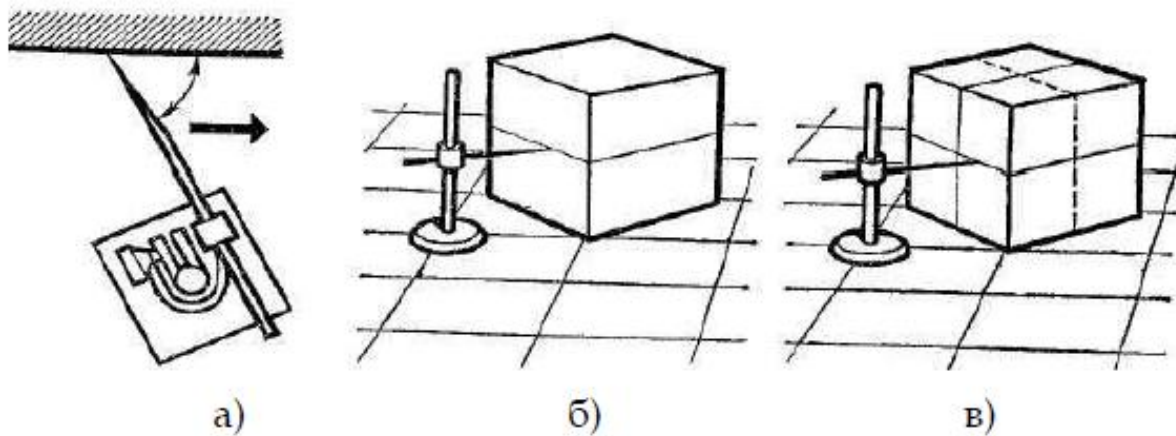


Рис. 1.41. Якщо потрібно провести ще й вертикальну риску, тоді заготовку повертають на 90°, перевіряють горизонтальність першої риски за допомогою кутника і рейсмусом наносять риску, перпендикулярну до першої (рис. 1.41, в).

Приклад розмічання шпоночної канавки за допомогою рейсмуса і кутника на циліндричній деталі, встановленої на призмі, показаний на рис. 1.42.

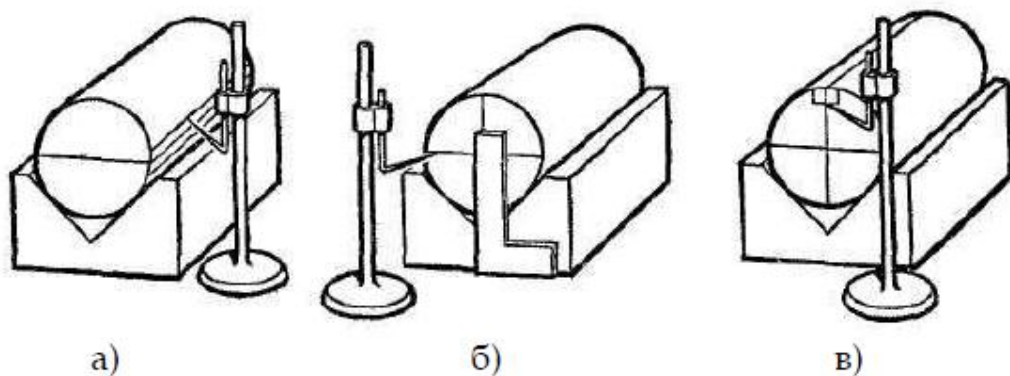


Рис. 1. 42. Розмічання шпоночної канавки:

а – нанесення ліній на циліндричну поверхню;

б – розмічання взаємно перпендикулярних ліній на торці валика;

в – нанесення риски, яка визначає глибину шпоночної канавки

## 1.8. ОЗДОБЛЕННЯ ВИРОБІВ З МЕТАЛУ

Оздоблення є остаточною обробкою металевих виробів; вона необхідна для того, щоб уберегти метал від іржі, вологи, пилу та надати виробу красивого

зовнішнього вигляду. До остаточної обробки належать: шліфування, шабрування, притирання, доведення, полірування та фарбування.

Шліфування виконується з використанням шліфувального паперу (шкурки), тобто компактного паперу або спеціальної тканини, до яких приклеюють шар абразивного порошку.

Абразивні матеріали розрізняють за зернистістю, що визначає розміри зерен порошоків. Зернистість визначається номером, що характеризує розмір абразивного зерна.

Згідно ГОСТ 3647-59 номенклатура абразивних матеріалів за їх зернистістю підрозділяється на наступні 12 номерів: 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16. Крім того, відповідно до цього ж стандарту, випускаються шліфувальні порошки номерів зернистості: 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3 та мікропорошки номерів зернистості: M40, M28, M20, M14, M10, M7 і M5; цифри показують розмір зерна в мікронах.

Шліфування вважається закінченим, якщо на поверхні металу зникнуть риси, подряпини та інші сліди попередньої обробки.

Шабрування полягає в знятті дуже тонких стружок металу шляхом зіскоблювання за допомогою ріжучого інструменту – шаберу. До шабрування вдаються в тих випадках, коли необхідно одержати гладкі поверхні, забезпечити щільне прилягання зв'язаних поверхонь, кращу обробку і точні розміри деталей машин.

Проводять шабрування як прямолінійних, так і криволінійних поверхонь, наприклад, поверхонь підшипників, деталей приладів, а також різних інструментів, таких як лінійки, трикутники та ін.

Для визначення, яку саме частину поверхні необхідно шабрувати, деталь обробленою поверхнею кладуть на контрольну плиту, покриту тонким шаром фарби, і з легким натиском переміщують по ній у різних напрямках. При цьому виступаючі місця обробленої поверхні покриваються плямами фарби; ці місця й підлягають шабруванню.



За один прохід шабером знімається шар металу завтовшки 0,05–0,07 мм. Припуски на шабрування встановлюють залежно від розмірів оброблюваних площин або діаметру оброблюваних внутрішніх поверхонь.

За формою ріжучої частини шабери (рис. 1.43) поділяються на плоскі, тригранні і фасонні. За числом ріжучих граней розрізняють шабери односторонні та двосторонні. Крім того, широко використовуються універсальні шабери, що складаються з державки і вставних пластин. Форма і геометрія ріжучих лез шабера вибираються залежно від форми і розмірів оброблюваної поверхні та від матеріалу деталі. Наприклад для шабрування плоских поверхонь застосовують плоскі шабери з прямолінійною або радіусною ріжучими кромками, для криволінійних або внутрішніх поверхонь -тригранні та фасони шабери.

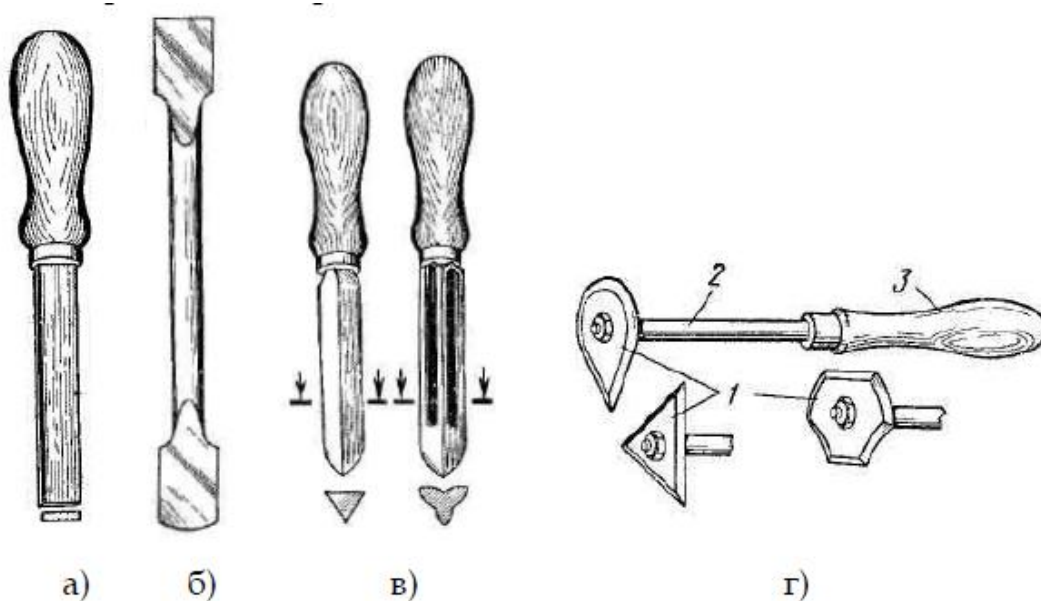


Рис. 1.43. Шабери: а – плоский однобічний; б – плоский двобічний; в – тригранний; г – фасонний: 1 – набір пластин; 2 – стержень; 3 – ручка

Перед шабруванням поверхню відчищають від бруду, промивають гасом і протирають. Потім за допомогою перевірконої лінійки визначають величину зносу поверхні.

При значному зносі (виробленню) поверхні від 0,5 мм і вище на довжині 1 м обробку під шабрування проводять обпилюванням, струганням або

фрезеруванням на верстатах. Поверхня вважається підготовленою до шабрування, якщо при накладенні на неї лекальної лінійки утворюється просвіт не більше 0,05 - 0,06 мм.

Шабрування виконується по фарбі, що наноситься на перевірочну плиту або лінійку. Кращими фарбами слід вважати берлінську блакить, залізний сурик і голландську сажу. Перед використанням фарбу розтирають в найдрібніший порошок і розводять на машинному маслі. Робочі поверхні плити або лінійки ретельно протирають масляною ганчіркою й досуха витирають, після чого покривають тонким і рівним шаром фарби. Робочу поверхню перевірочної плити, покриту фарбою, накладають на поверхню деталі та з легким натиском переміщують плиту в різних напрямках два-три рази. У процесі шабрування невеликих деталей, навпаки, деталь кладуть на перевірочну плиту і переміщують по ній таким же чином. На добре підготовленій поверхні забарвлені виступи розташовуються всією площиною, на погано підготовленій – густо забарвлюються окремі великі ділянки і разом з цим подекуди утворюються слабо забарвлені плями. Після перевірки поверхні деталі «на фарбу» можна приступити до шабрування. Процес шабрування полягає в поступовому знятті металу з фарбованих місць.

Шабрування проводять до утворення необхідної кількості плям на одиницю площі під час перевірки «на фарбу».

Процес шабрування вимагає значних витрат фізичних зусиль і вельми трудомісткий, тому механізація процесу шабрування є основою підвищення продуктивності праці.

Дрібні роботи, пов'язані із пришабруванням, виконують пневматичним шабером. При цьому заготовку закріплюють у лещатах, потім накладають напилок-шабер на оброблювану поверхню і ведуть обробку її автоматичними поступально-зворотними рухами інструмента.

На виробництві використовують також електротехнічний шабер, в якому поступально-зворотний рух інструмента здійснюється від гнучкого валу,

котрий отримує обертовий рух від електродвигуна. Стаціонарна установка для шабрування має електродвигун, який надає обертальний рух гнучкому валу та шабрувальній головці за допомогою клинопасової передачі. Використання ступінчастих шківів у клинопасовій передачі дозволяє отримувати різну кількість ходів інструмента.

Найхарактернішими видами браку при шабруванні є нерівномірне розташування плям, утворення рисок, глибоких западин, задирок поверхні.

Утворення рисок, задирок і шорсткостей у процесі шабрування відбувається внаслідок поганого заточування шабера та неправильних його рухів під час роботи.

Запобігання утворення западин досягається зменшенням натиску на шабер і ретельною підготовкою поверхні, що обробляється.

Притирання - операція точної обробки поверхні, яка здійснюється за допомогою тонких абразивних порошоків і паст з метою отримання щільних, герметичних з'єднань.

Сутність процесу притирання полягає в механічному, точніше - хіміко-механічному видаленні з оброблюваних поверхонь частинок металу притиральними (абразивними) матеріалами.

Припуск на притирання не має бути більше 0,01-0,02 мм; великі припуски значно подовжують процес притирання. Точність притирання від 0,001 до 0,002 мм.

Існує два технологічні способи притирання:

Перший спосіб - деталі, що сполучаються, притирають одну по іншій. Між деталями, що притираються, розміщуються абразивні порошки або різні пасти. Таким чином, притираються, наприклад, клапани до сідел, пробки до корпусів кранів тощо.

Другий спосіб полягає у притиранні кожної з двох деталей, що сполучаються, по спеціальній третій деталі - притиру.

Ручне притирання, як і шабрування, є важкою і малопродуктивною

операцією, тому її як правило, замінюють механізованим притиранням на спеціальних верстатах, або виконують за допомогою механізованих переносних машин.

Притиром називається інструмент, яким проводять притирання деталей. Залежно від форми і розмірів оброблюваних поверхонь притири можна розбити на декілька груп: плоскі - у вигляді дисків, плит і брусків, циліндрові - для притирання і доведення зовнішніх і внутрішніх циліндрових поверхонь; притири для конічних поверхонь і спеціальні притири (рис. 2.44).

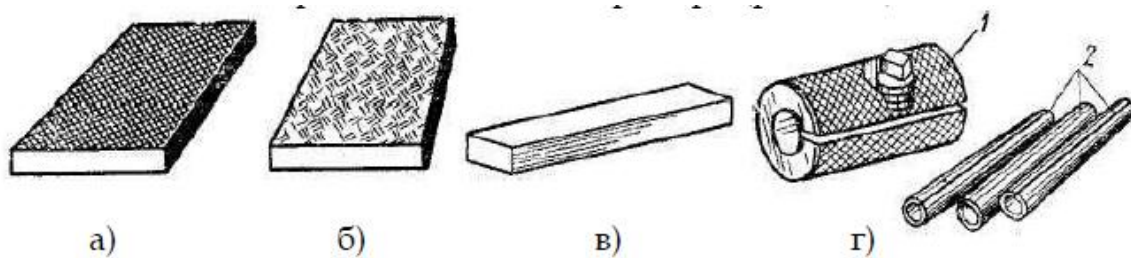


Рис. 1.44. Види притирів, плоскі у вигляді плити (а, б) та бруска (в): а – для попереднього притирання; б – для чистового притирання; г - циліндричні: 1 – для притирання зовнішніх циліндричних поверхонь; 2 - для притирання внутрішніх циліндричних поверхонь

Притири можуть бути рухомими і нерухомими. Рухомі притири під час притирання або доведення деталей переміщуються, а деталь залишається нерухомою, або переміщається щодо притиру. До рухомих притирів відносяться диски, циліндри, конуси, а також притири, що обертаються, з горизонтальною або вертикальною віссю обертання.

Нерухомі притири під час роботи залишаються нерухомими, а деталь, що притирається переміщується. До числа таких притирів відносяться плити, бруски та ін.

Матеріал притирів має бути м'якшим за матеріал оброблюваної деталі. Це необхідне для того, щоб зерна абразивного порошку вдавлювалися в поверхню притиру. Притири виготовляють з сірого чавуну, м'якої сталі, міді, бронзи, свинцю, твердих порід дерева та ін.

Щоб провести притирання плоскої поверхні вручну, на притиральну

плиту наносять тонким рівномірним шаром змішаний з маслом абразивний порошок; потім кладуть деталь поверхнею, що притираємо, на плиту і круговими рухами переміщують її по всій плиті до отримання матового або глянцевого (блискучого) вигляду поверхні (рис. 1.45).

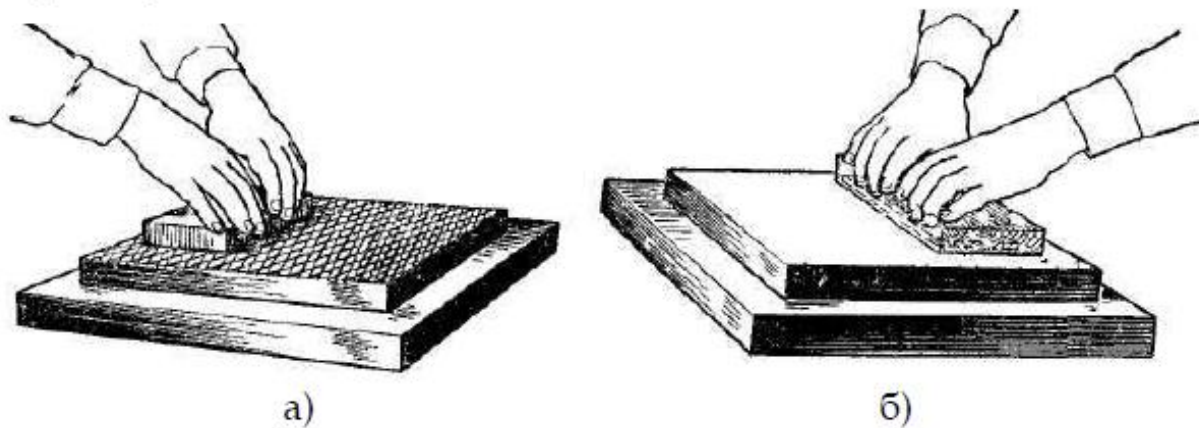


Рис. 1.45. Притирання плоских поверхонь а – попереднє; б – остаточне  
Притирання конічних поверхонь виконують, використовуючи конічний притир (рис. 1.46).

На квадратний хвостовик надівають вороток для обертання притира, на який заздалегідь нанесений рівним шаром абразивний матеріал. Притирання виконують неповним обертанням притира в різні боки поки оброблювана поверхня не стане матовою.

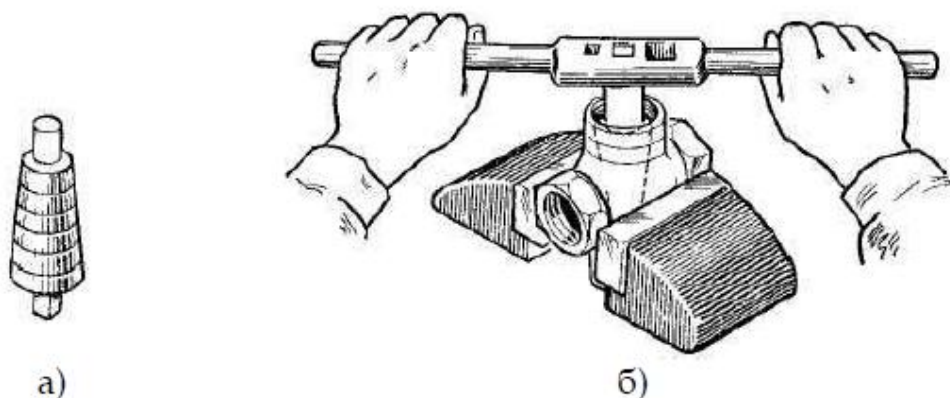


Рис. 1.46. Притирання внутрішніх конічних поверхонь: а – притир; б – прийом притирання

При другому методі притир не виготовляють, оскільки між дотичними поверхнями двох деталей, що притираються, вводиться абразивний порошок і здійснюють необхідні переміщення.

Для доведення інструментів і деталей машин застосовуються різні пасти, які можна розділити на три групи: абразивні пасти на основі електрокорунду, карбиду бору; алмазні пасти на основі синтетичних алмазів; хіміко-механічні пасти на основі окислу хрому, пасти типа ГОІ.

Процес доведення, як і притирання, складається з наступних операцій: підготовка притиру та оброблюваної поверхні; накладення притиру на поверхню деталі або деталі на притир і переміщення їх щодо один одного з певним тиском і швидкістю; контролю форми, розмірів і чистоти поверхні.

Полірування застосовують для отримання дзеркальної поверхні. Цей вид обробки виконують за допомогою тампона і спеціальної полірувальної пасти. Для полірування сталі використовується паста такого складу: стеарин – 25%, віск бджолиний – 5%, сало технічне – 1%, оксид свинцю – 2%, оксид хрому – 67%. Після полірування виріб просушують та обтирають м'якою тканиною.

Лакофарбові покриття поверхонь металевих виробів закривають пори й поглиблення поверхонь, роблять їх рівними, охороняють від корозії, надають їм потрібні колір й блиск.

Технологія фарбування металевих виробів містить у собі наступні операції: механічне очищення, знежирення, травлення, ґрунтування, шпатлювання, шліфування по шпаклівці, нанесення декількох шарів фарби, полірування.

Іржу, окалину та інші забруднення видаляють з поверхні механічним очищенням, одночасно надаючи їй деяку шорсткість, що забезпечує більш надійне прилипання (адгезію) лакофарбового покриття. Механічне очищення виконують дротовими щітками, шліфувальною шкуркою, шаберами, а в серійному й масовому виробництвах – піско- і дробеструйними апаратами. Якщо механічне очищення не усуває слідів корозії на поверхні сталевих деталей, то їх занурюють на 30...40 хв. у гас.

Замаслені вироби потрібно знежирювати, тобто видаляти з поверхні металу сліди масел, жирних кислот, каніфолі та ін. Для цього використовують

органічні розчинники та емульсії. До органічних розчинників ставляться бензин, уайт-спирит, хлористий метилен тощо. В умовах навчальних майстерень використовують знежирення бензином.

Замість механічного очищення від слідів корозії й знежирення бензином або іншими розчинниками поверхню під фарбування можна підготовляти травленням, тобто очищенням травильними (кислотними) розчинами. Суть травлення, так само як й операції знежирення, полягає в розчиненні жирових та інших забруднень і змиванні їх з поверхні виробу.

Після механічного очищення, знежирення або травлення поверхні ґрунтують. Перший шар лакофарбового покриття, що наноситься на виріб, називають ґрунтом. Він повинен мати високу адгезію до металу й наступних шарів лакофарбового покриття. Ґрунтом може служити рідкий розчин фарби з додаванням оліфи або гліфталевого лаку.

Якщо на металевій поверхні є дрібні вади (раковини, вм'ятини тощо), шви, стики, то перед фарбуванням її шпаклюють.

Шпаклівка (для металу) являє собою густу шароподібну суміш пігменту (охри, сурику й ін.), крейди або тальку, оліфи або столярного клею та деяких інших компонентів. Нанесення шпаклівки на поверхню виробу здійснюється шпателем – тонкою пружною пластинкою з корозійностійкої сталі, деревини або твердої гуми.

Для того щоб максимально зменшити нерівності просушеної шпакльованої поверхні, а іноді й першого шару ґрунту, їх шліфують пемзою з водою або водостійкою шліфувальною шкуркою.

Після виконання розглянутих операцій здійснюють фарбування підготовлених поверхонь олійними фарбами або емалями.

Олійними фарбами називають суспензії (суміші рідини з дрібними твердими частками у зваженому стані) пігментів в оліфі, маслі.

Емалями називають суспензії пігменту в лаку (звичайно в нітролаку). Однак зустрічаються й масляні емалі, які отримують при розтиранні пігментів

на природних смолах і рослинних маслах.

Олійну фарбу наносять на поверхню 2-3 рази, причому кожен наступний шар наносять тільки після повного висихання попереднього. Фарбування емалями проводять в 3-4 шари. Для більшого блиску кожен шар емалі, крім останнього, шліфується пемзою з водою або шліфувальною шкуркою. Шари олійної фарби або емалі наносять на поверхню за допомогою щітки або спеціального фарборозпилювача.

Після фарбування й повного висихання поверхні полірують полірувальними пастами.

Під час фарбування слід суворо дотримуватись правил пожежної безпеки. Має бути забезпечена вентиляція приміщення. Промаслене дрантя слід складати в спеціальний металевий ящик. Зберігати лакофарбові матеріали необхідно в спеціальних приміщеннях.

## **1.9. СЛЮСАРНО-СКЛАДАЛЬНІ РОБОТИ**

Кожен виріб звичайно складається з декілька деталей. Деталь – це виріб, виготовлений з однорідного матеріалу без застосування складальних операцій.

Складання – це частина виробничого процесу, яка полягає в з'єднанні готових деталей у виробі в певній послідовності.

Деталь, з якої починають складання, приєднуючи до неї послідовно решту деталей, називається базовою деталлю.

Основними складальними операціями є розбирання і збирання різьбових з'єднань, знімання та установка деталей, що передають обертальний рух.

Складати деталі виробу можна різними способами.

Наприклад, можна виготовити всі деталі, перевірити їх розміри і форму контрольно-вимірювальним інструментом, а потім починати складання. Можна зробити й так: виготовити тільки одну деталь виробу (краще всього найбільшу) й узяти її за основу, а потім по черзі виготовляти і з'єднувати з нею інші деталі. На практиці використовують обидва способи, але перший спосіб більш



поширений на виробництві тому, що в цьому випадку кожен слюсар працює над виготовленням деталі одного розміру та однієї форми.

Технологічний процес складання містить послідовно виконувани операції. Як правило, до основної найбільшої деталі приєднують по черзі інші деталі. Кожну деталь установлюють не знімаючи попередньо закріплену деталь. Поверхні деталей, що з'єднуються, мають щільно прилягати одна до одної. Деталі, що ковзають, ретельно підганяють, щоб вони вільно входили одна до одної без перекосів.

Усі з'єднання деталей розподіляють на рухомі й нерухомі; рознімні та нерознімні.

До нерознімних з'єднань відносяться заклепкові, зварні, паяні, клейові та інші.

Рознімними називають з'єднання, для яких операції складання та розбирання можливі без руйнування їхніх складових частин. Рознімними є різьбові, шпонкові, шліцьові з'єднаннями.

Основним документом при проведенні складальних робіт є технологічна карта, яка дає послідовність виконання цього процесу.

Складальні роботи виконуються за допомогою різних інструментів і пристосувань.

Для складання та розбирання різьбових з'єднань використовують гайкові ключі, які виготовляють зі сталі марок 40, 45, 40Х.

Гайкові ключі поділяють на такі основні групи: відкриті односторонні та двосторонні (рис. 1.47, а); розсувні (рис. 1.47, б); накладні (рис. 1.41, в). Відкриті ключі (рис. 1.47, г) використовують для круглих гайок. Торцеві ключі мають довгу ручку, яка полегшує процес загвинчування гайок (рис. 1.47, д).

Для відкручування та закручування болтів і гвинтів, що мають на головці проріз (шліц), використовують викрутки. Викрутка складається з ручки, стержня і робочої частини (леза) (рис. 1.47, е).

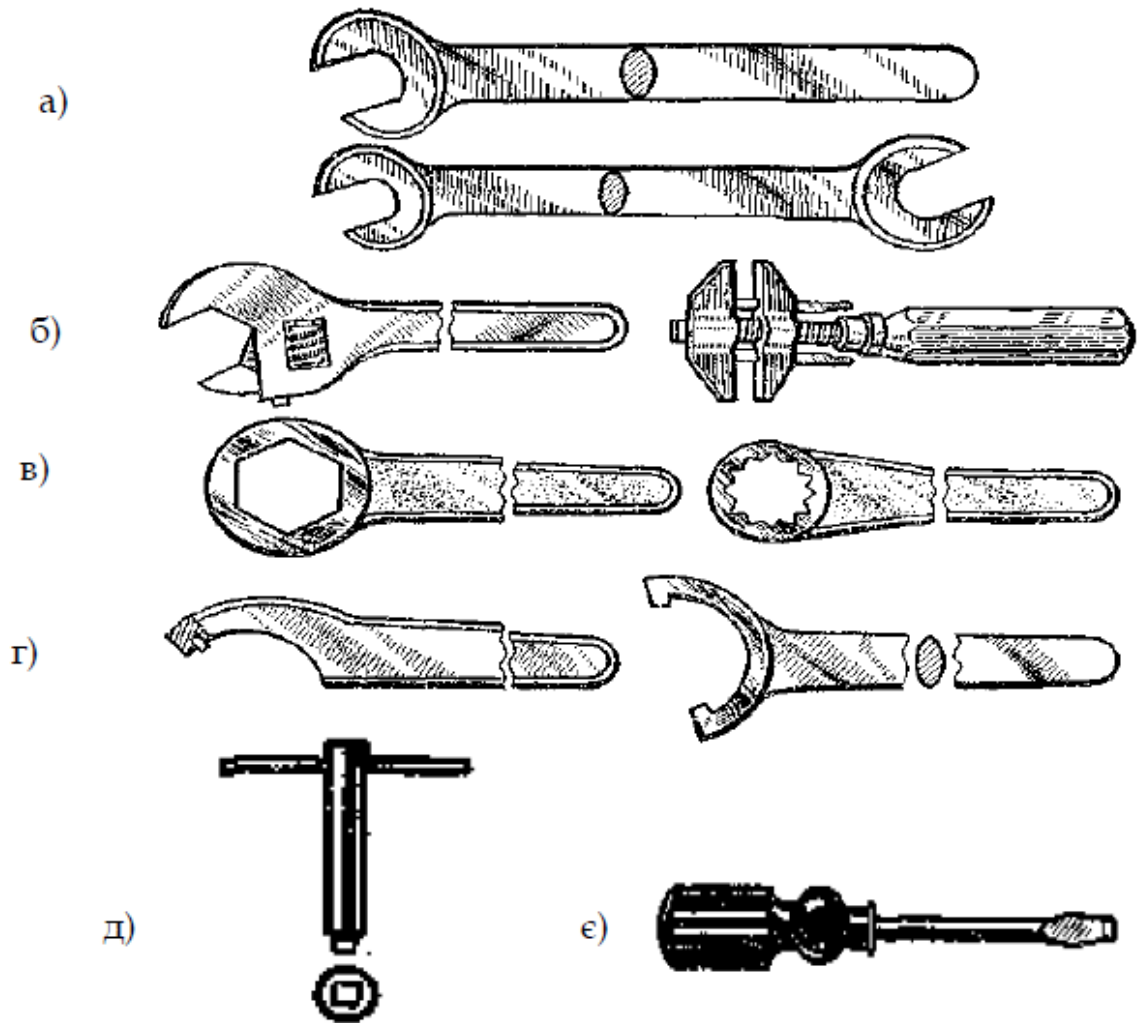


Рис. 1.47. Інструменти для складальних робіт - гайкові ключі: а – відкриті (односторонні та двосторонні); б – розсувні; в – накладні; г – відкриті (радіусні); д – торцевий; е – викрутка

У процесі складальних роботах використовують також плоско-і гострогубці, слюсарні молотки з квадратними і круглими бойками, спеціальні молотки, виготовлені з м'якого матеріалу, які не мнуть поверхонь і кромки деталей.

Під час складальних робіт використовують різні пристосування (рис. 1.48):

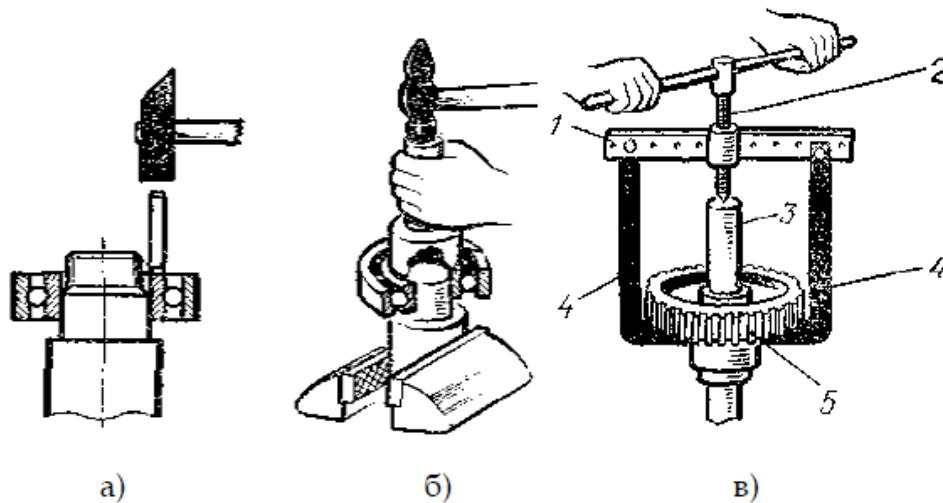


Рис. 1.48. пристосування для складальних робіт: а – виколотка; б – оправка; в – гвинтовий знімач; 1 – опора; 2 – гвинт; 3 – вал; 4 – лапи; 5 – деталь, що знімається

### ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. Чим характеризується точність вимірювання?
2. Які інструменти використовують для вимірювання лінійних величин?
3. Які інструменти застосовують для вимірювання кутових величин?
4. За допомогою яких інструментів здійснюють контроль поверхонь деталей складного профілю?
5. Назвіть основні операції, які застосовують під час виготовлення виробів із тонкого листового металу.
6. Який інструмент застосовується для роботи з тонким листовим металом?
7. У чому полягає сутність фальцювання?
8. Чим паяння відрізняється від лудіння?
9. Які запобіжні заходи треба дотримувати при роботі з дротом?
10. Що таке свердління та якими інструментами воно виконується?

11. Будова спірального свердла.
12. Що називається швидкістю різання?
13. Що називається клепанням? Які способи клепання існують?
14. Будова зубила і крейцмейселя? З якого металу вони зроблені?
15. Перелічіть способи різання металу. Назвіть інструменти, якими здійснюється різання.

16. Будова і призначення ножівки?
17. Правила безпечної роботи ножівками.
18. Будова і призначення напилка?
19. Що називається різьбою і де вона застосовується?
20. Види і будова мітчиків.
21. Види і будова плашок?
22. Які види браку можливі під час нарізання різьби?
23. У чому полягає особливість паяння твердими припоями?
24. У чому полягає особливість просторового розмічання?
25. З якою метою фарбують поверхні металевих виробів?
26. Які існують прийоми нанесення фарби на металеву поверхню?

27. Яка послідовність шабрування?
28. У чому є сутність процесу притирання? Які існують матеріали притирів?

29. З яких операцій складається процес доведення?
30. Яку деталь під час складання називають базовою?
31. Що називають операцією складання?
32. Які інструменти та пристосування використовують для складальних робіт?

## **МОДУЛЬ II МЕХАНІЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ**

### **2.1. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ**

Виробничим процесом називають сукупність дій людей і машин, для перетворення матеріалів і напівфабрикатів в готову продукцію.

Частиною виробничого процесу є технологічний процес – комплекс технологічних операцій, виконаних у визначеній послідовності для зміни форми, розмірів і фізичних властивостей виробів, що випускаються.

Виробничий, процес включає ряд технологічних процесів, наприклад: лиття, кування, штампування, механічну обробку із зняттям або без зняття стружки, термічну обробку, складання, випробування, фарбування та упаковку.

Виробничий процес у машинобудуванні охоплює, крім технологічних процесів, перерахованих вище, також різноманітні дії людей і машин, пов'язані з транспортуванням по заводу та усередині цехів матеріалів, напівфабрикатів, деталей машин, контроль і зберігання, а також підготовку виробництва.

Об'єктами виробництва на машинобудівному заводі можуть бути закінчена машина (автомобіль, трактор, верстат тощо), закінчений агрегат (механізм), призначений для виконання певних функцій у машині (двигун трактора або автомобіля), а також окремі вироби або заготовки. На деяких машинобудівних заводах проводять тільки складання машин з механізмів, агрегатів і деталей, що виготовляються іншими заводами.

#### **Елементи технологічного процесу**

Основним елементом технологічного процесу є технологічна операція.

Операція – це закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці і характеризується сталістю предмета праці, засобів праці і характером дії на предмет праці. Операція починається з моменту установки заготовки на верстат і включає всю подальшу її обробку та зняття з верстата. Операція є основним елементом при розробці, плануванні та

нормуванні технологічного процесу обробки заготовок.

Технологічні операції включають установи, позиції, технологічні і допоміжні переходи, робочі та допоміжні ходи.

Установа – частина технологічної операції, виконувана при незмінному закріпленні заготовки чи складальної одиниці. При одному установі заготовка може займати різні позиції.

Позиції – фіксоване положення, займане незмінно закріпленою оброблюваною заготовкою або збираною складальною одиницею спільно з пристосуванням щодо інструменту або нерухомої частини, устаткування, при виконанні певної частини операції.

Технологічний перехід – закінчена частина технологічної операції, виконувана тими самими засобами технологічного оснащення при постійних технологічних режимах і встановленні. При виконанні переходу режими роботи іноді змінюються без впливу робітника, тобто автоматично, наприклад при виконанні переходу на верстатах із програмним або з адаптивним керуванням. (Наприклад: обробити площину корпусу, зварити дві деталі встик і т.д.). Переходи можуть виконуватися шляхом видалення одного чи декількох шарів матеріалу за один або кілька робочих ходів.

Допоміжний перехід – закріплення заготовок, зміна інструмента та інші закінчені частини технологічної операції, що складаються з дій людини і (чи) устаткування і не супроводжуються зміною властивостей предметів праці, але необхідні для технологічного переходу.

Робочий хід – це закінчена частина операції, безпосередньо пов'язана із зміною форми, розмірів, структури, властивостей, стану чи положення в просторі предмета праці.

Допоміжний хід – однократне переміщення інструмента щодо заготовки, необхідне для підготовки робочого ходу (наприклад: підвести інструмент до деталі, відвести інструмент).

Проходом називається частина технологічного переходу, здійснювана

при одному робочому переміщенні інструменту або оброблюваної заготовки у напрямі подачі.

Верстат в широкому значенні є поєднанням механізмів, що виконують певну роботу, пов'язану із зміною форми, розмірів і шорсткості поверхонь оброблюваних заготовок. У деяких видах виробництва термін «верстат» не знаходить розповсюдження. Зокрема, при обробці металів тиском користуються спеціальними назвами кувально-пресових машин: молот, прес, прес-автомат.

Інструмент — знаряддя праці людини або виконавчий механізм машини, верстата. У промисловості розрізняють інструменти: ручний (молоток, напилек, ніж тощо), верстатний (різці, фрези, штампи тощо), механізований (точильні, свердлильні та інші ручні машини). Інструментами називають також прилади, пристрої і пристосування, вживані для вимірювань, контролю та інших операцій.

Пристосування – пристрої, необхідні для здійснення технологічної операції або її полегшення. Наприклад, при фрезерній обробці пристосуваннями можуть бути спеціальна ділильна головка, верстатні лещата; при свердлінні без розмітки застосовують кондукторні втулки, а для закріплення свердла – патрони та інструментальні конуси.

Технологічна документація. Єдина система технологічної підготовки виробництва (ЕСТПП) передбачає широке застосування автоматизації і механізації інженерно-технічних і управлінських робіт. Розроблена і впроваджується Єдина система технологічної документації. (ЕСТД), що є комплексом державних стандартів, що встановлюють взаємозв'язані правила і положення розробки, оформлення, комплектації та обігу технологічної документації.

Основними видами технологічних документів є: маршрутна карта, карта ескізів, технологічна інструкція, відомість оснащення, операційна карта.

Маршрутна та операційна карти – технологічні документи, що містять

опис технологічного процесу та операцій, вказівки про устаткування, оснащення, про нормативи, режими обробки тощо.

### **Види виробництва**

Організація виробництва і характер технологічного процесу, верстати та інструменти, що використовуються, залежать від кількості виробів і трудомісткості їх виготовлення. Умовно виробництва поділяють на такі типи: одиничне, серійне й масове.

При одиничному виробництві випускається декілька машин або виробів на рік. Причому випуск або зовсім не повторюється або повторюється через невизначений час (наприклад, випуск експериментальних машин, крупних верстатів). Верстати, пристосування, ріжучі та вимірювальні інструменти в цьому випадку мають бути універсального типу.

При серійному виробництві виготовлення деталей ведеться регулярно партіями і серіями, що повторюються через певні проміжки час. У такому виробництві використовують високопродуктивне устаткування, універсальне і спеціалізоване, а також спеціальне. Серійне виробництво умовно розділяють на три види: великосерійне (близьке до масового), серійне і дрібносерійне (близьке до одиничного).

При масовому виробництві устаткування не переналагоджується на виготовлення інших деталей. У цьому випадку устаткування має бути повністю завантажено.

За формою організації виробництва поділяють на два види: потокове і непотокове. При потоковому виробництві операції обробки або складання закріплені за певними робочими місцями, які розташовані по порядку виконання операцій, а оброблювана заготовка або складальна одиниця передаються з однієї операції на іншу без затримок, тобто без організації проміжних заділів і зберігання. При цьому якість виготовлення напівфабрикату на кожному етапі потокового виробництва визначається якістю виготовлення на кожному з попередніх етапів.



При непотоковому виробництві заготовки, деталі або складальні одиниці (машини, вузли, агрегати) знаходяться в процесі обробки з перервами різної тривалості. Непотокове виробництво характерне для випуску одиничних виробів або малих серій.

Робочим місцем називається частина виробничої площі, яка оснащена машиною-знаряддям (верстат, прес тощо), органами управління, засобами відображення інформації (шкали приладів, пульти, дисплеї тощо) і допоміжним устаткуванням. На робочому місці протікає трудова діяльність людини.

Робоче місце організовується відповідно до рекомендацій науки (ергономіки). Ці рекомендації спрямовані на створення комфортних умов праці та забезпечення її високої якості; вони містять вказівки про температуру, вологість, колірне забарвлення, розташуванні органів управління і засобів інформації, про рівень шуму і вібрацій, про позу працюючого та ін. Робоче місце може бути розраховано на роботу сидячи, стоячи, сидячи і стоячи поперемінно.

Група робочих місць, організованих за наочним, технологічним або наочно-технологічним принципом, утворює виробничу ділянку.

Цех об'єднує ділянки в одній будівлі. У цехах можуть бути ділянки ремонту устаткування, відновлення інструменту, а також інші підрозділи (групи наладки електроавтоматики та ін.).

Колектив цеху – складний організм, здатний вирішувати відповідальні виробничі задачі, питання соціального виховання, освіти і матеріального забезпечення працівників цеху та членів їх сімей.

## **2.2. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ НА МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ**

Основними видами травм при роботі на металорізальних верстатах є поранення рук, очей, обличчя, забив частин тіла. Причинами травм в основному є неправильне розміщення верстатного устаткування, відсутність або

недосконалість конструкцій огорожі, неміцне закріплення деталі, що обробляється, або інструменту, відсутність або незастосування захисних пристосувань і засобів індивідуального захисту, а також неправильні прийоми роботи.

Для всіх груп верстатів загальні вимоги безпеки полягають перш за все в правильному розміщенні устаткування відповідно до технології виробництва, дотриманням допустимих відстаней між верстатами і від верстатів до стін.

Деталі і матеріали мають бути надійно укладені. Дрібні деталі складують у тарі.

Щоб уникнути захвату одягу рухомими частинами верстата, всі вони повинні мати надійні захисні засоби. Виступаючі кінці валів мають бути закриті кожухами.

На токарних верстатах, особливо при обробці деталей з крихких матеріалів (чавуну, бронзи, алюмінієвих сплавів), стружка, що утворюється, розламується і шматки металу відлітають на значну відстань. Щоб уникнути поранення обличчя та очей робочого в зоні різання встановлюють захисні щитки з міцного прозорого матеріалу, наприклад органічного скла. Під час обробки в'язких металів утворюється довга стружка, яку необхідно видаляти із зони, оскільки вона може бути причиною важких травм (наприклад, поранення з пошкодженням сухожилів). Мірою захисту від таких поранень служить використання спеціальних різців, що забезпечують ламання або завивання стружки. Стружку, що в'ється видаляють спеціальними гачками із захисним екраном поруч з рукояткою. Якщо з будь-якої причини захисні засоби в зоні різання не встановлені, необхідно працювати в захисних окулярах або масці.

Під час обробки довгих пруткових заготовок слід враховувати, що при обертанні прутка його виступаючий довгий кінець унаслідок відцентрової сили, відхиляючись, може не лише захопити одяг робітника, але й завдати удару. Тому по всій довжині виступаючої частини прутка необхідно поставити обгороджування у вигляді труби.

У процесі зачистки або поліровки деталі за допомогою наждачного паперу супорт з різцем слід відвести на безпечну відстань і використовувати в роботі притискні колодки або оправки. Під час відрізання різцем деталей не можна підтримувати руками, а слід користуватися спеціальними дерев'яними підкладками. При роботі верстата забороняється вимірювати розміри деталі, торкатися її рукою, встановлювати або замінювати різці, чистити або змащувати верстат, гальмувати рукою патрон або планшайбу до повної їх зупинки після відключення двигуна. При обробці в центрах довгих заготовок малих діаметрів встановлюють додаткові опори (люнети). Закріплення різця має бути виконане не менше ніж двома болтами різцетримача, який повинен встановлюватися по центру оброблюваної заготовки.

При виконанні свердлильних і фрезерних робіт виникає небезпека захвату одягу свердлом або фрезою і поранення рук. Одяг верстатника має бути прилягаючою, зачіска прибрана під головний убір (берет, косинка тощо.). Працювати в рукавицях, а також із забинтованими пальцями рук недопустимо враховуючи на небезпеку захвату їх ріжучим інструментом.

Оброблювані деталі слід надійно закріплювати в оправках або лещатах. Недопустимо свердлити деталі, утримуючи їх рукою. Дрібні деталі під час свердління можна утримувати спеціальними щипцями.

Щоб уникнути поломки ріжучого інструменту спочатку включається обертання шпинделя, а потім здійснюється подача. Зіткнення різця з оброблюваною деталлю має бути плавним, без ударів.

При установці заготовки на токарному верстаті задню бабку слід надійно закріпити щоб уникнути викиду деталі. Під час роботи верстата недопустимо прибирати стружку поблизу його рухомих частин. Якщо стружка намоталася на патрон або планшайбу, то видаляти її слід після зупинки верстата.

На фрезерному верстаті подачу оброблюваної деталі необхідно здійснювати проти напрямку руху зубів фрези, оскільки інакше виникає можливість їх поломки. Недопустимо працювати на верстаті в разі биття (або

вібрації) фрези, причиною якого може бути затуплення фрези або прогин оправки.

Після закінчення обробки деталь потрібно знімати обережно, остерігаючись порізів пальців її гострими гранями.

Робота на шліфувальних і точильних верстатах небезпечна відносно можливості аварійного розриву шліфувального круга. Щоб уникнути цього круг до його установки має бути випробуваний на механічну міцність на спеціальному випробувальному верстаті при підвищеній на 50% понад номінальній частоті обертання.

При ручному шліфуванні або заточуванні для захисту пальців рук необхідно надівати спеціальні напальчники, а для захисту очей від часток металу, що відлітають, або абразиву користуватися прозорим щитком або захисними окулярами.

#### **Отже, до початку роботи необхідно:**

1. Привести в порядок свій одяг: застібнути гудзики, зав'язати поясочки, одягнути головний убір.
2. Привести в порядок робоче місце, підготувати все необхідне, прибрати зайве.
3. Перевірити стан верстата: справність рукояток управління і перемикачів верстата.

#### **Під час роботи:**

1. Надійно закріплювати пристосування інструменту і заготовки.
2. Закріплювати і знімати заготовку, вимірювати її і очищати від стружки лише після зупинки верстата.
3. Не гальмувати патрон руками.
4. Обробляючи метал, при утворенні стружки надлому користуватися захисними окулярами.
5. Самостійно не ремонтувати електроустаткування верстата.
6. Прибирати стружку лише щіткою.

7. Не нахилитися до верстата.
8. Тимчасово припиняючи роботу, зупиняти верстат вимкненням електродвигуна.

**Після закінчення роботи:**

1. Вимкнути електродвигун.
2. Привести в порядок робоче місце.

### **2.3. БУДОВА ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА**

Металорізальні верстати залежно від виконуваних технологічних операцій та застосовуваного інструмента поділяють на дев'ять груп. Токарні верстати належать до першої групи і посідають серед верстатів перше місце за своїм поширенням. Пояснюється це тим, що на токарних верстатах виготовляють деталі у вигляді тіл обертання (циліндра, конуса, кулі), найуживаніші в сучасних машинах.

Група токарних верстатів поділяється за конструктивними, технологічними та іншими ознаками на одношпиндельні та багатошпиндельні автомати, револьверні, свердлильно-відрізні, карусельні, токарні та лобові, багаторізцеві, спеціалізовані.

Їх розрізняють також за основними розмірами: найбільший допустимий діаметр оброблюваної заготовки над станиною або висота центрів над станиною (скорочене позначення — В. Ц.) та відстань між центрами, тобто найбільша можлива довжина оброблюваної деталі (скорочене позначення — В. М. Ц.).

Дрібні верстати мають висоту центрів до 150 мм, а відстань між центрами — до 250 мм, середні — відповідно до 300 мм і 1500 мм, великі — В. Ц.— більш як 300 мм. В. М. Ц.— більш як 1500 мм.

Найпоширеніші токарно-гвинторізні (токарні) верстати, бо на них можна виконувати різноманітні операції: обточування, розточування, підрізування, виточування канавок, нарізування різьби та ін. Тому їх називають ще токарно-

універсальними верстатами.

Токарно-гвинторізні верстати виготовляються серійним виробництвом і можуть бути нормальної, високої та дуже високої точності.

Усі токарно-гвинторізні верстати мають принципово однакову будову і складаються з таких основних частин (рис. 2.1): станини 9, передньої бабки 5, коробки подач 3, супорта 6, фартуха 11, задньої бабки 8, тумби 1, гітари змінних зубчастих коліс 4.

Щоб зрозуміти будову токарно-гвинторізного верстата та взаємодію його частин, треба мати на увазі, що під час роботи здійснюються два основні рухи: обертальний рух заготовки та поступальний рух інструмента.

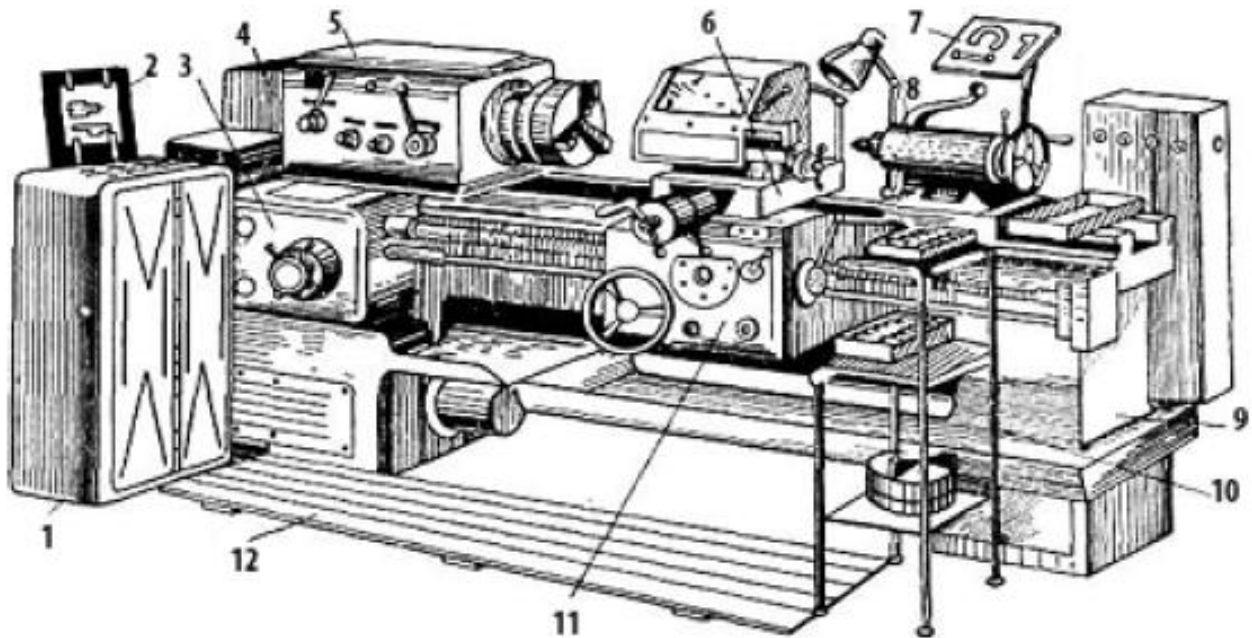


Рис. 2.1. Токарно-гвинторізний верстат: 1 – тумба; 2- утримувач ескізу; 3 – коробка подач; 4 – гітара змінних зубчастих коліс; 5 – передня бабка; 6 – супорт; 7 – підставка для інструментів; 8 – задня бабка; 9 – станина; 10- тумба для інструментів; 11 – фартух; 12 – струмонепроводима підлога

Основною частиною верстата є станина (рис. 2.2) яку відливають з чавуну. Вона має коробчасту форму з внутрішніми ребрами, що збільшують її жорсткість. У верхній частині станина має чотири напрямні: дві з них — плоскі, а дві — призматичні. По зовнішніх напрямних пересувається супорт, по

внутрішніх — задня бабка. Від точності напрямних залежить точність оброблюваної деталі. Тому використовувати напрямні для виправлення заготовок і т. п. забороняється.

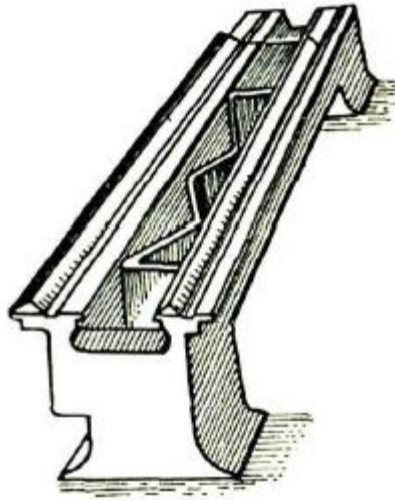


Рис. 2.2. Станина

З лівого боку на станині закріплюється нерухомо передня бабка, в якій розміщується шпиндель та коробка швидкостей. Є верстати, в яких коробка швидкостей розміщена в іншому місці.

Шпиндель (рис. 2.3) — одна з найскладніших і найточніших деталей верстата. Це пустотілий вал, на кінці якого закріплюється патрон. Наскрізний отвір у шпинделі призначений для встановлення заготовок у вигляді довгих прутків. У передній частині отвір має конічну форму для закріплення центра. Шпиндель встановлюється у підшипниках кочення для зменшення коефіцієнта тертя.

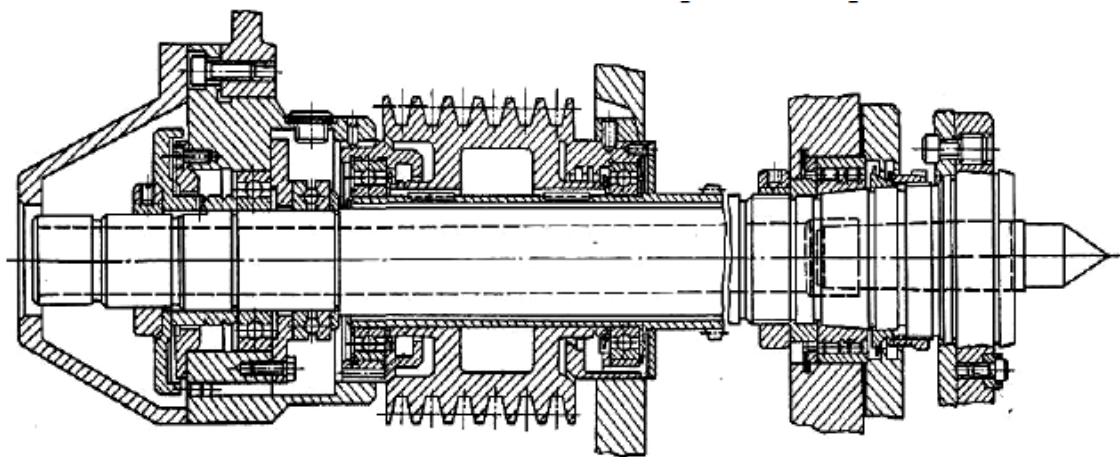


Рис. 2.3. Шпиндель





муфта ввімкнення; 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16 – зубчасті колеса; 5, 6 – вали; 13 – шпindel; 14 – муфта; 17, 18 - рукоятки

Рух передається від електродвигуна 1 через плоскопасову передачу на приводний шків 2. Шків вільно сидить на валу 5 коробки швидкостей. В середині його міститься муфта ввімкнення 3. Якщо ввімкнути муфту, шків з'єднається з валом і почне його обертати. На валу 5 міститься блок зубчастих коліс 7, 8, 9, який можна пересувати по шпонці вздовж вала 5 рукояткою 17. У правому положенні блока колесо 9 входить у зачеплення з колесом 11, в середньому — колесо 8 з колесом 10 та в лівому положенні — колесо 7 з колесом 4. Колеса 4, 10 і 11 жорстко посаджені на валу 6. Передаточні відношення у всіх трьох випадках різні. Тому, незважаючи на те, що вал 5 має сталу кількість обертів, валу 6 можна надати три різних швидкості обертання за хвилину, залежно від того, яка пара зубчастих коліс перебуває в зачепленні.

Колеса 4 і 12 відповідно зчеплені з колесами 15 і 16, які вільно сидять на шпинделі 13. Щоб шпindel почав обертатися, треба з'єднати двобічну зубчасту муфту 14 з одним із коліс 15 чи 16, які мають на торцях відповідні зубці (кулачки).

Муфта 14 переміщається рукояткою 18 по шпонці шпинделя і завжди з'єднана з ним. Отже, з'єднання муфти з будь-яким з коліс (15 чи 16) забезпечує з'єднання цього колеса із шпинделем.

Якщо муфту 14 ввімкнено вправо, рух передається шпинделю через зубчасті колеса 12 і 16. Змінюючи положення рукоятки 17, можна тричі змінювати кількість обертів шпинделя за хвилину.

Коли муфту 14 ввімкнено вліво, шпindel знову матиме три швидкості обертання за допомогою тих самих зубчастих коліс. Отже, всього шпindel має шість різних швидкостей обертання. Як уже згадувалося, сучасні токарно-гвинторізні верстати мають значно більшу кількість швидкостей обертання шпинделя на хвилину, тому конструкція їх складніша. Є також коробки швидкостей, які забезпечують безступінчасте регулювання кількості обертів.

Цього досягають, застосовуючи спеціальні механізми — варіатори. Схему одного з таких механізмів показано на рис. 2.5. Це так званий фрикційний безступінчастий варіатор системи В. О. Светозарова.

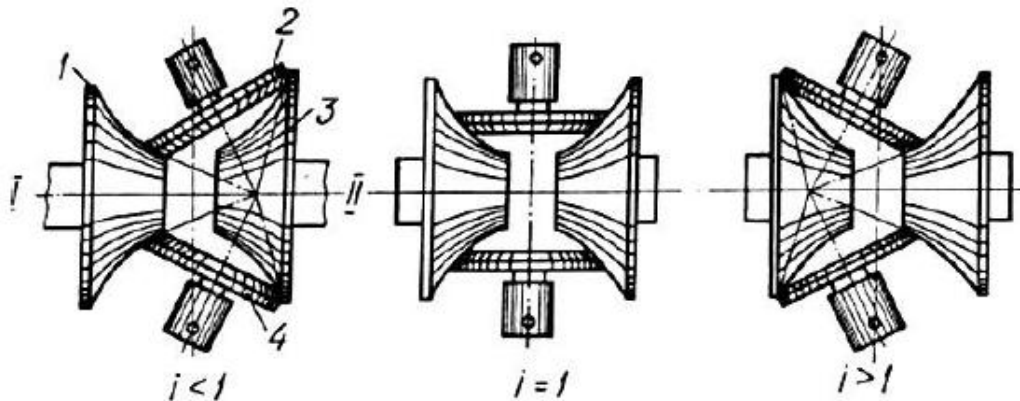


Рис. 2.5. Фрикційний варіатор 1, 3 - фасонні диски; 2, 4 - ролики

Він складається з двох валів (веденого I і ведучого II), на яких закріплено фасонні диски 1 і 3 та ролики 2 і 4. Ролики притискаються до дисків і передають рух від ведучого вала на ведений. Передаточне відношення може змінюватися безступінчасте залежно від кута нахилу роликів, як це показано на рисунку.

Коробка подач за призначенням подібна до коробки швидкостей. Вона забезпечує зміну кількості обертів ходового валика та ходового гвинта за хвилину, внаслідок чого змінюється величина подачі різця.

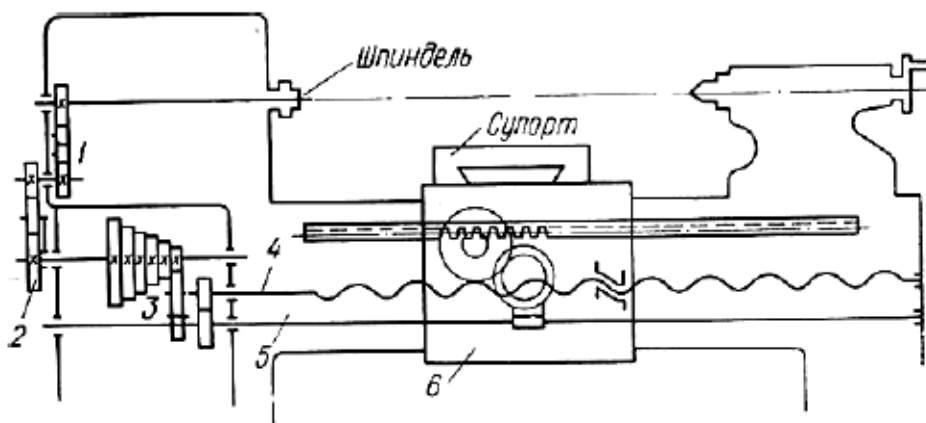


Рис. 2.6. Схема механізму подачі 1, 2 – зубчасті колеса; 3 – коробка подач; 4 – ходовий гвинт; 5 – ходовий валик; 6 - фартух

На рис. 2.6. показано схему механізму подачі токарно-гвинторізного

верстата. Рух подачі починається від шпинделя і через зубчасті колеса 1 і 2 передається в коробку подач 3. Тут міститься механізм накидного зубчастого колеса, який забезпечує дальше передавання руху на ходовий валик 5 або ходовий гвинт 4. Супорт з фартухом 6 може з'єднуватися з ходовим валиком або ходовим гвинтом і пересуватися разом з різцем уздовж або впоперек станини.

На рис. 2.7. показано принципову будову коробки подач із накидним зубчастим колесом. З вала 15 рух передається через зубчасті колеса 11 і 12 на блок 1. Ці колеса закріплені в обоймі 10, причому зубчасте колесо 11 з'єднується з валом 15 шпонкою і може пересуватися разом з обоймою вздовж нього, а зубчасте колесо 12 вільно сидить на осі 13. Отже, колесо 12 може бути зачеплено з будь-яким колесом блоку. Для цього достатньо пересунути рукоятку 9 і зафіксувати її положення штифтом. З вала 2 рух може передаватися на ходовий гвинт 5 або на ходовий валик 6. Це залежить від положення зубчастого колеса 3. На рисунку показано положення, коли колесо 3 передає рух на колесо 8, яке нерухомо з'єднано з ходовим валом, внаслідок чого він обертається. Якщо колесо 3 пересунути вправо, воно з'єднається торцевими зубцями з кулачковою муфтою 4 і вийде із зачеплення з колесом 8. Тому обертається ходовий гвинт.

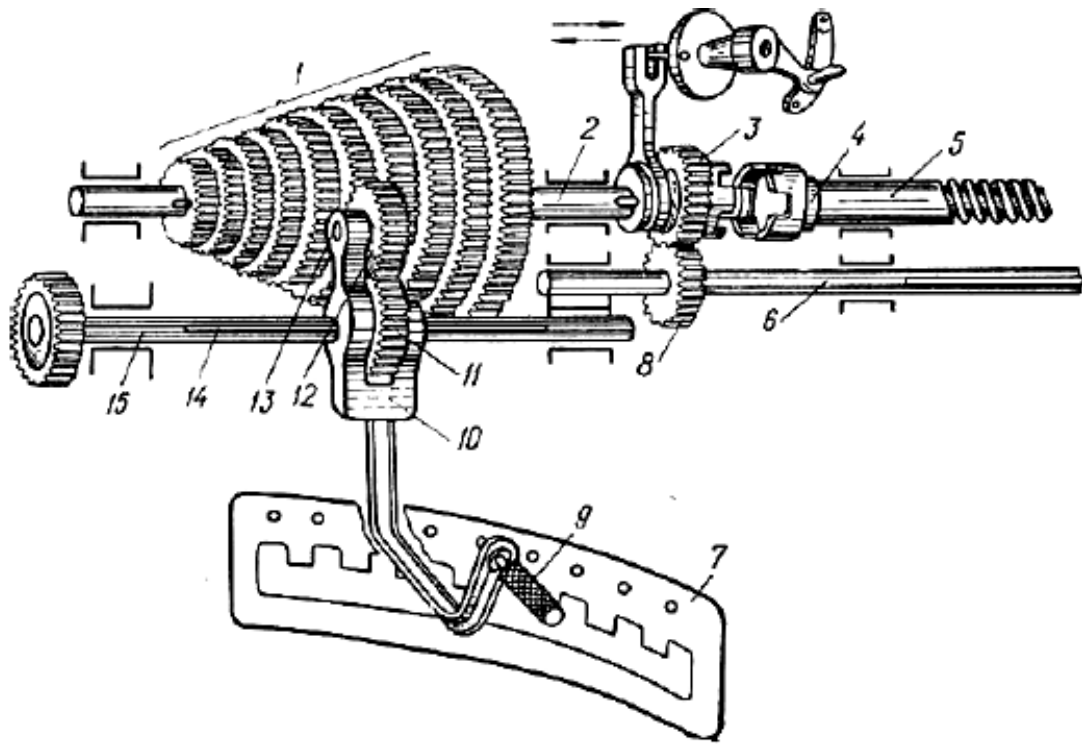


Рис. 2.7. Коробка подач: 1 – блок; 2, 15 – вал; 3, 8, 11, 12 – зубчасті колеса; 4 – муфта; 5 – ходовий гвинт; 6 – ходовий валик; 7 – шкала; 9 – рукоятка; 10 – обойма; 13 – ось; 14 – фіксатор зубчастого колеса на валу

Супорт призначений для закріплення різців та переміщення їх у потрібному напрямі (вздовж чи впоперек станини та під кутом до неї). Супорт (рис. 2.8.) складається з нижніх або поздовжніх полозків 1, поперечних 3, поворотних 6, верхніх 10 та різцетримача 9.

Нижні полозки пересуваються вздовж станини за допомогою фартуха, будова якого розглядається далі. Поперечним полозкам надається рух від гвинта поперечної подачі 4, який обертається рукояткою 5. Верхні полозки переміщують рукояткою 2; їх можна повертати під заданим кутом. Для цього треба ослабити гвинтове з'єднання 7 і повернути поворотну частину супорта на заданий кут, користуючись градусною шкалою на його поверхні. Різцетримач має з чотирьох боків пази, в яких встановлюються і закріплюються гвинтами різці.

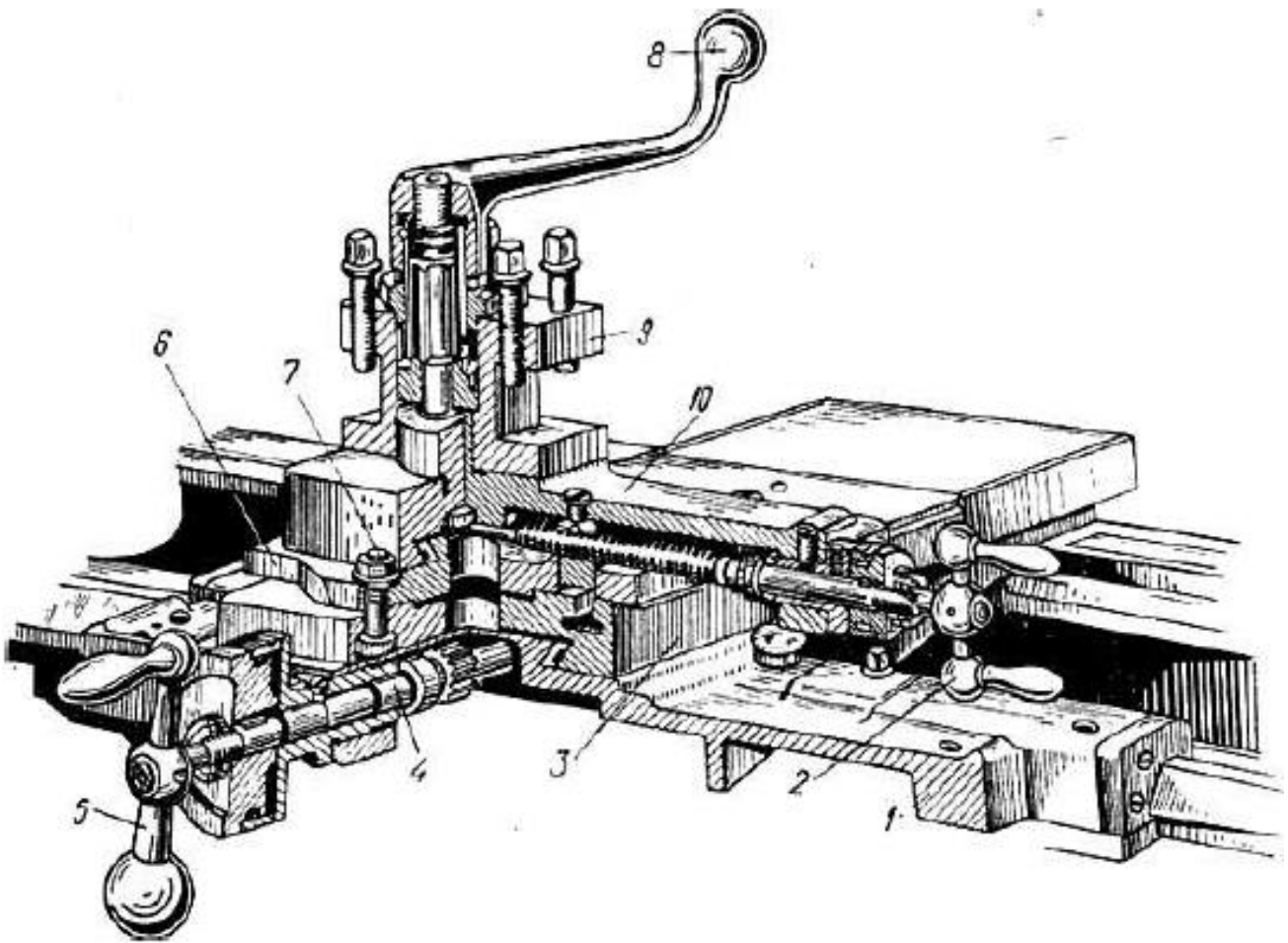


Рис. 2.8. Супорт: 1 – нижні або повздовжні полозки; 2, 5, 8 – рукоятка; 3 – поперечні полозки; 4 – гвинт поперечної подачі; 6 – поворотні полозки; 7 – гвинтове з’єднання; 9 – різцетримач; 10 – верхні полозки

Різцетримач закріплюється нерухомо рукояткою 8. Щоб під час роботи можна було використати всі інструменти, закріплені в різцетримачі, відпускають рукоятку 8 і повертають різцетримач.

Фартух прикріплюється до нижніх полозків. Тут містяться механізми, які перетворюють обертальний рух ходового гвинта або ходового валика у поступальний рух супорта.

Під час нарізання різьби рух на супорт передається від ходового гвинта, при виконанні інших робіт — від ходового валика. На рис. 2.9. показано схему механізму фартуха токарного верстата.

Уздовж ходового валика 6 прорізано шпонкову канавку. У корпусі фартуха міститься черв'як 9, насаджений на ходовий валик за допомогою

шпонки. Від черв'яка рух передається на черв'ячне колесо 8. Колесо 17 посаджене на шліцьовий вал на шліцах і за допомогою кулачкової муфти 16 з'єднується з колесом 10, яке вільно сидить на валу. Якщо муфту 16 з'єднати, то рух через зубчасті колеса 19, 17, 10, 11 передаватиметься на рейкове зубчасте колесо 12 і рейку 13. Рейкове колесо котиться вздовж рейки, закріпленої нерухомо на станині, і тягне за собою фартух, а разом з ним супорт. Так відбувається поздовжня подача. Якщо муфту 16 роз'єднати, як показано на рисунку, то колесо 17 увійде в зачеплення з колесом 18 і рух від колеса 19 передаватиметься через колеса 17 і 18 на гвинт поперечної подачі. При середньому положенні колеса 17, коли воно не з'єднується з колесами 10 або 18, механічна подача не відбувається, і можна здійснювати ручну подачу: поздовжню (рукояткою 1) або поперечну (рукояткою 3). У потрібне положення колесо 17 встановлюють рукояткою 2. Якщо треба забезпечити механічну подачу супорта від ходового гвинта, повертають рукоятку 4 що включає маточну гайку, яка складається з двох половинок. Кожна з них має палець, що заходить у паз диска, закріпленого на осі рукоятки. Пази виконані ексцентричне до осі обертання. Тому при обертанні рукоятки половинки гайки сходяться або розходяться. Сходячись, вони охоплюють ходовий гвинт і починають пересуватись уздовж нього разом з супортом. Рукоятки 2 і 4 заблоковані, тобто, включивши одну, не можна включити іншу. Одночасне включення рукояток призвело б до аварії.

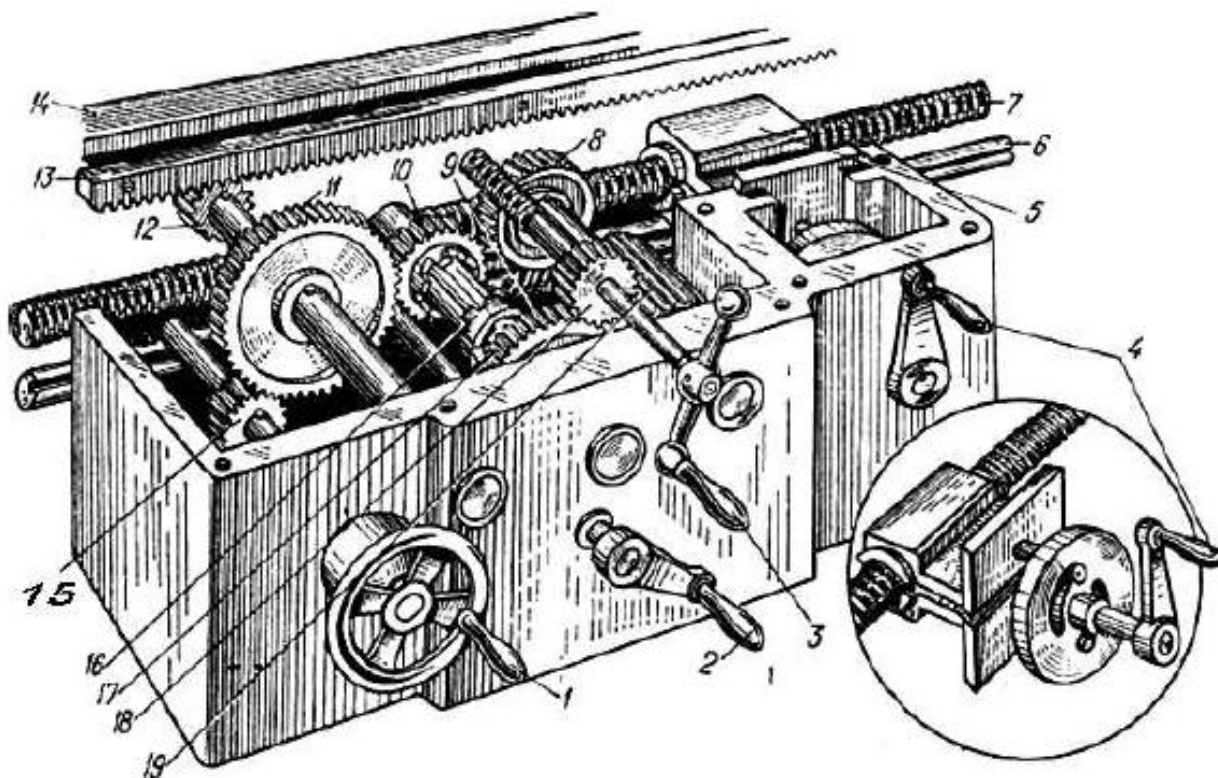


Рис. 2.9. Фартух 1, 2, 3, 4 – рукоятка, 5 – маточна гайка; 6 – ходовий валик; 7 – ходовий гвинт; 8 – черв'ячне колесо; 9 – черв'як; 10, 11, 15, 17, 18, 19 – зубчасті колеса; 12 – рейкове зубчасте колесо; 13 – рейка; 14 – станина; 16 – муфта.

Задня бабка (рис. 2.10.) призначена для кріплення центрів та кінцевих інструментів для обробки отворів (свердла, зенкери та ін.). Вона складається з корпусу 7, який встановлено на плиті 8. У корпусі закріплено піноль 4. У передній частині піноль має конічний отвір, в якому закріплюється центр 1. У задній частині пінолі встановлено різьбову втулку 5, в яку вкручується гвинт 3. Гвинт не може пересуватись уздовж осі, тому при обертанні маховичка 6 починає переміщуватись різьбова втулка, а разом з нею піноль. Гвинт призначений також для виштовхування центра. Надавши пінолі потрібного положення, можна зафіксувати його рукояткою 2. Положення задньої бабки відносно станини верстата фіксується гвинтами з гайками 10. Корпус задньої бабки може пересуватися відносно плити за допомогою гвинта 9.

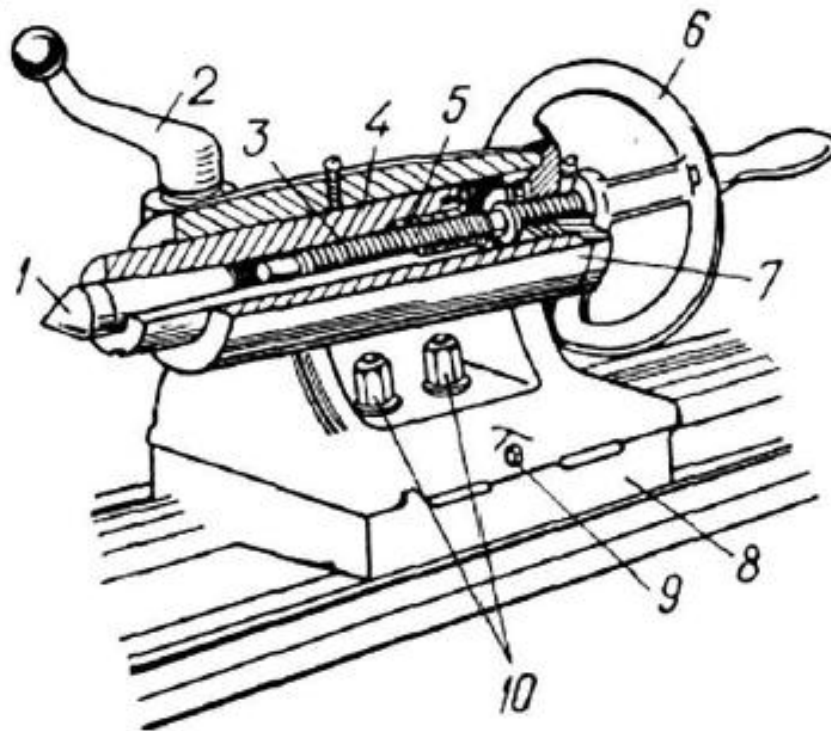


Рис. 2.10. Задня бабка: 1 – центр; 2 – рукоятка; 3 – гвинт; 4 – піноль; 5 – різьбова втулка; 6 – маховичок; 7 – корпус; 8 – плита; 9 – гвинт; 10 – гайки.

#### Токарно-гвинторізний верстат моделі ТВ-6

Він дозволяє виконувати основні токарні операції: обточування і розточування циліндричних та конічних поверхонь, підрізування торців, відрізування, нарізування метричної різьби, свердління.

Токарно-гвинторізний верстат моделі ТВ-6 (рис. 2.11) складається з таких складальних одиниць, що й промислові токарно-гвинторізні верстати, але й має деякі конструктивні особливості.

Відлита з чавуна станина 18 коробчастої форми з вінами має по дві призматичні та плоскі напрямні. Передня призматична та задня плоска напрямні призначені для пересування супорта, а задня призматична та передня плоска напрямні призначені для пересування задньої бабки. Станина встановлена на тумбах 1 і 22.



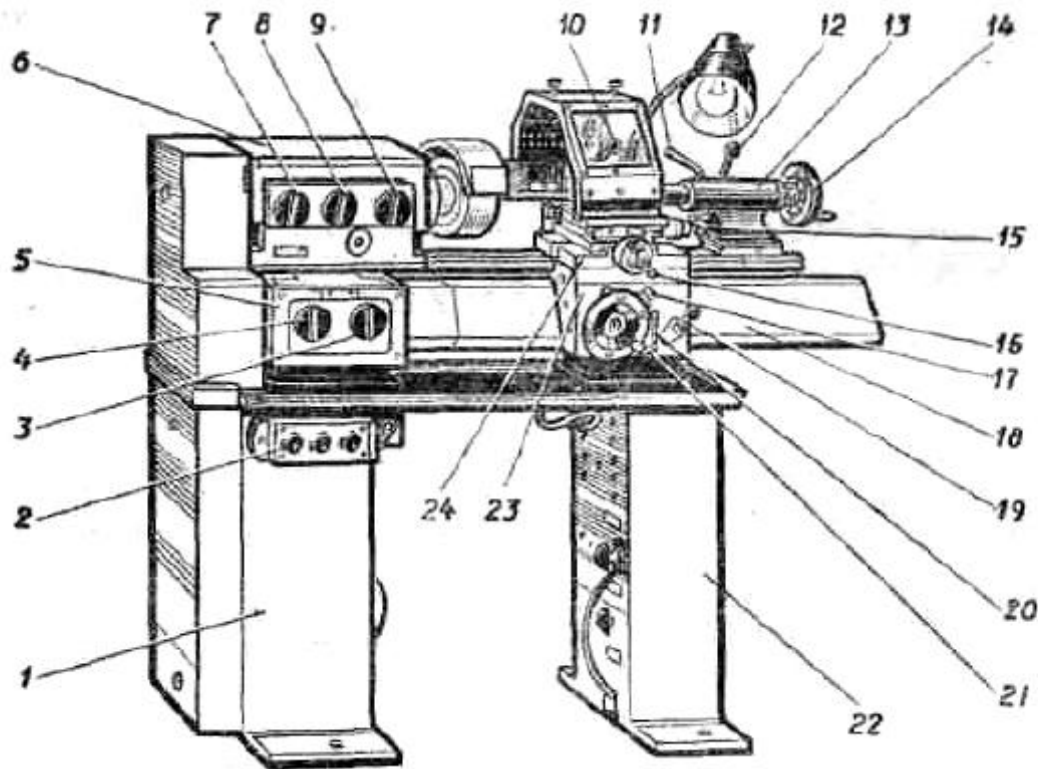


Рис. 2.11. Токарно-гвинторізний верстат ТВ-6 1 - передня тумба; 2 - кнопочний пост управління; 3 - рукоятка включення ходового валика та ходового гвинта; 4 - рукоятка установки величини подачі і шага різьби; 5 - коробка подачі; 6 - передня бабка; 7 - рукоятка зміни напрямку подачі; 8 і 9 - рукоятки установки частоти обертання шпинделя; 10 - рукоятка кріплення різцевої головки; 11 - рукоятка кріплення пінолі задньої бабки; 12 - рукоятка кріплення задньої бабки до напрямних станини; 13 - задня бабка; 14 - маховик пересування пінолі задньої бабки; 15 - рукоятка ручного переміщення верхніх полозок супорта; 16 - рукоятка пересування поперечних полозок; 17 - кнопка ввімкнення та вимкнення рейкової шестерні; 18 - станина; 19 - рукоятка ввімкнення гайки ходового гвинта; 20 - рукоятка ввімкнення повздовжньої механічної подачі; 21 - маховик ручної повздовжньої подачі; 22 - задня тумба; 23 - фартух; 24 - супорт.

Передня бабка 6 закріплена у лівій частині станка. Всередині неї розміщена коробка швидкостей, призначена для передачі обертального руху від двигуна станка на шпиндель, ходовий валик і ходовий гвинт. Шпиндель передає обертання заготовці, що обробляється, за допомогою трикулачкового

самоцентруємого патрона або планшайби з повідком, які нагвинчуються на його різбову частину. У процесі обробки в центрах у шпindel ь вставляється центр.

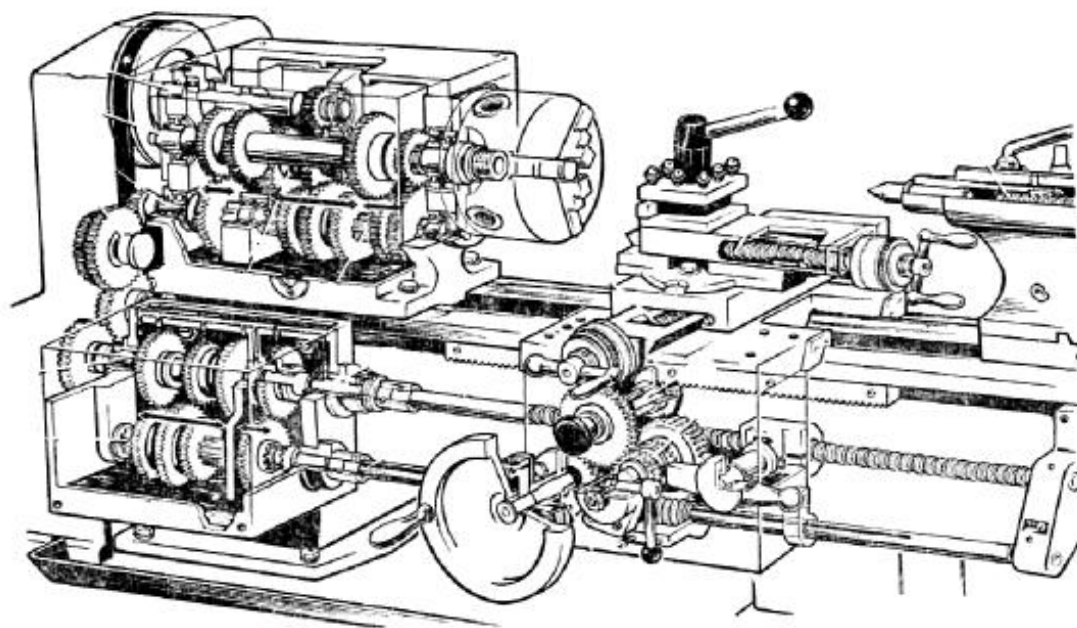


Рис. 2.12. Механізми токарно-гвинторізного верстата ТВ-6

Коробка швидкостей має пристрій, що дозволяє змінювати напрям обертання ходового валика та ходового гвинта. Це здійснюється рукояткою 7.

У коробці подач 5 змонтовані механізми, що змінюють величини подач шляхом зміни частоти обертання ходового вала та ходового гвинта. Управління механізмами коробки подач здійснюється рукоятками 3 і 4.

За допомогою супорта 24 с фартухом 23 здійснюється повздовжня (ручна та механічна) і поперечна (ручна) подача різця. Ручна повздовжня подача здійснюється маховиком 21. Увімкнення механічної повздовжньої подачі здійснюється поворотом «на себе» рукоятки 20. Пересування різця у поперечному напрямку (поперечна подача) здійснюється рукояткою 16. Верхні полозки супорта пересуваються в повздовжньому напрямку за допомогою рукоятки 15.

Вони можуть повертатися відносно поперечних полозок на кут до 40° у той або інший бік.

Корпус задньої бабки 13 розміщений на основі, що пересувається по

напрямних станини. У корпусі пересувається піноль, яка має конічний отвір (конус Морзе № 2), у який упорний центр або ріжучий інструмент.

Пересування пінолі здійснюється маховиком 14, а фіксація у потрібному положенні – рукояткою 11. У процесі обточування циліндричних поверхонь деталей ось пінолі задньої бабки має збігатися з віссю шпинделя. Під час точіння довгих конічних деталей корпус задньої бабки зміщується на призмі основи у поперечному напрямі. Для регулювання положення осі пінолі використовують два гвинта, що розміщені з обох боків задньої бабки. Задня бабка закріплюється на станині за допомогою ексцентрикового механізму, що приводиться в дію рукояткою 12.

На рис. 2.13 показано кінематичну схему токарно-гвинторізного верстата ТВ-6.

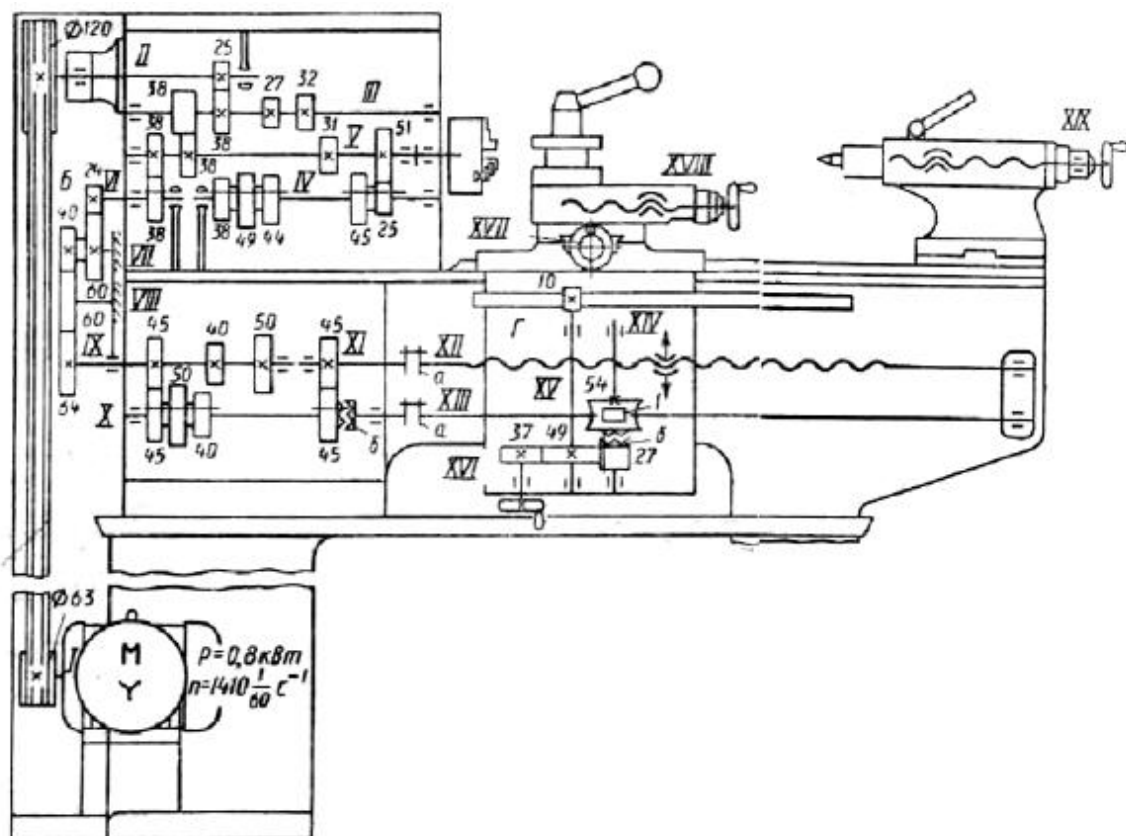


Рис. 2.13

Токарно-гвинторізний верстат ТВ-6 має такі основні технічні характеристики:

- найбільший діаметр оброблюваної заготовки: над

станиною 200 мм, над супортом 80 мм;

- найбільший діаметр оброблюваного прутка 12 мм;
- відстань між центрами 350 мм;
- частота обертання шпинделя 130 ... 700 об/хв.;
- шаг метричної різьби, що нарізується, 0,8; 1; 1,25.

### **Організація робочого місця токаря**

Робочим місцем токаря вважається ділянка виробничої площі, на якій розміщено верстат та інші пристрої, необхідні для виконання токарної обробки.

Правильність організації робочого місця значною мірою впливає на продуктивність праці та її безпеку. Тому новатори виробництва завжди приділяють велику увагу організації свого робочого місця.

На рис. 2.1 показано один з можливих варіантів організації робочого місця токаря. Крім токарного верстата, тут є інструментальна шафа 1, над якою закріплено планшетку 2 для креслень. На другій планшетці 7 розміщують контрольно-вимірювальний інструмент. Для заготовок та деяких пристроїв встановлено невеликий стелаж 10. Перед верстатом на підлозі роблять дерев'яний поміст 12. Висоту його регулюють залежно від зросту верстатника. Поміст певною мірою є також електроізолятором.

### **Організовуючи робоче місце, треба дотримуватися таких правил.**

1. Все, що розміщується на робочому місці, повинно бути якнайближче до верстатника, проте не заважати його рухам.
2. Те, що використовується частіше, повинно міститися ближче.
3. Кожний предмет повинен мати своє постійне місце. Тоді утворюються навички у рухах і виключаються витрати часу на пошуки.
4. Предмети треба розміщувати так, щоб це відповідало природнім рухам верстатника. Предмети, які беруть лівою рукою, розміщують зліва, а які беруть правою — справа.

## **Загальні правила з техніки безпеки при роботі на токарному верстаті**

Робота на токарному верстаті пов'язана з небезпекою, якщо порушуються певні правила.

1. До початку роботи:

1.1. Привести в порядок робочий одяг: застібнути гудзики, зав'язати пояси, надіти головний убір.

1.2. Привести в порядок робоче місце; підготувати все необхідне, все зайве — прибрати.

1.3. Перевірити стан верстата: справність рукояток керування та переключення верстата.

2. Під час виконання роботи:

2.1. Надійно закріплювати пристрої, інструменти і заготовки.

2.2. Закріплювати, знімати заготовку, вимірювати її, очищати від стружки можна тільки після зупинки верстата.

2.3. Не гальмувати патрон руками.

2.4. Користуватися захисними окулярами під час обробки металів, що утворюють стружку надломом.

2.5. Не ремонтувати самостійно електрообладнання верстата.

2.6. Не прибирати стружку руками, а користуватись для цього щіткою.

2.7. Не нахилятися над верстатом.

2.8. Припиняючи тимчасово роботу, зупиняти верстат, вимикаючи електродвигун.

3. По закінченню роботи:

3.1. Вимкнути електродвигун.

3.2. Привести в порядок робоче місце.

## 2.4. РІЗАЛЬНІ ТА ВИМІРЮВАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ

### Будова токарного прохідного різця

Під час токарної обробки, як різальні інструменти використовують різноманітні різці, при виготовленні отворів — свердла, зенкери та розвертки, а при нарізуванні різьби — різці, мітчики та плашки.

Інструменти, які застосовують для виготовлення отворів та різьби, принципово не відрізняються від інструментів, що застосовуються для відповідних операцій при слюсарній обробці металів.

Токарні різці становлять значну групу різальних інструментів і поділяються за кількома ознаками.

За призначенням розрізняють різці (рис. 2.14) прохідні (а), підрізні (б), канавкові (в), відрізні (г), розточувальні (рис. 2.15, а), різьбові (б), фасонні (в).

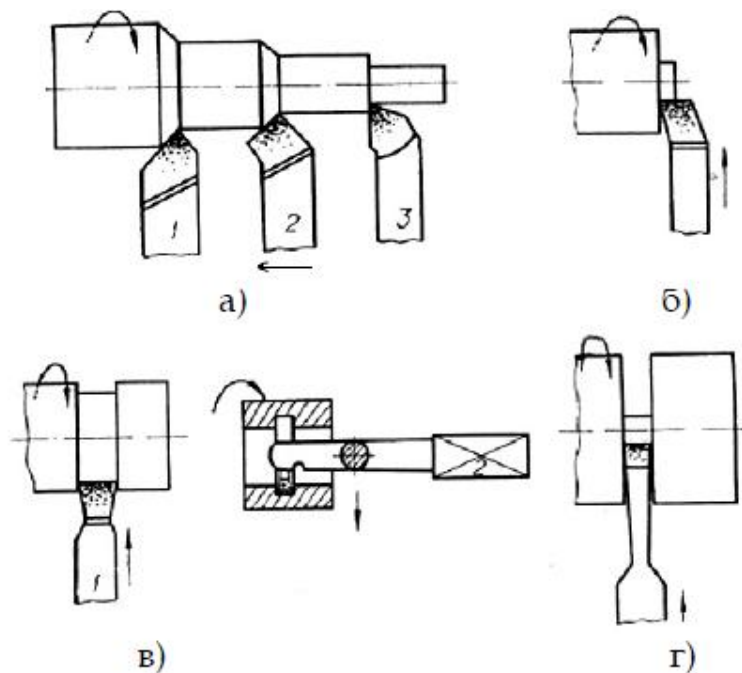


Рис. 2.14 а – прохідні; б – підрізні; в – канавкові; г - відрізні

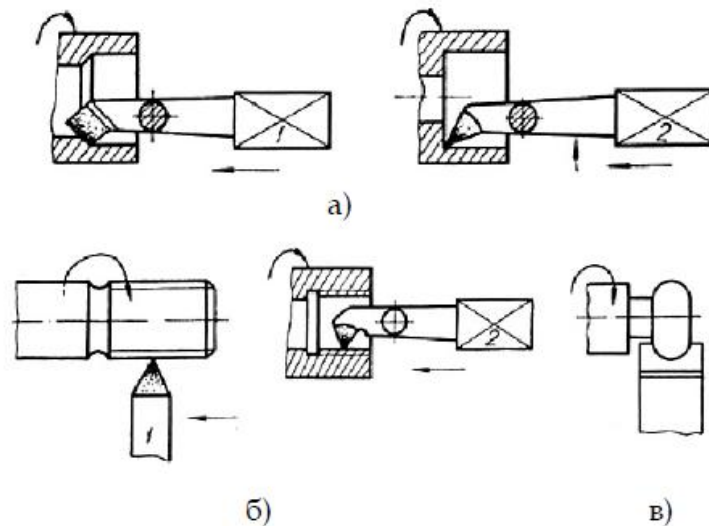


Рис. 2.15 а – розточувальні; б – різьбові; в - фасонні

Залежно від напрямку робочого руху різці поділяють на ліві і праві, а за формою головки - на прями і відігнуті.

Різальну частину різців виготовляють з різних матеріалів. Найчастіше це швидкорізальні сталі та тверді сплави.

Кожний різець має певну геометричну форму, яка визначається його елементами та кутами заточування. Наприклад токарний прохідний різець (рис. 2.16) складається із стержня 1 і головки 2. На головці розрізняють такі елементи: передня поверхня 8 - поверхня, по якій сходить стружка; задні поверхні 4, 6 (їх може бути дві і більше), що обернені до оброблюваної деталі, одна із них називається головною; перетинаючись, передня та задні поверхні утворюють головну 3 та допоміжну 5 різальні кромки. Точка перетину різальних кромки називається вершиною різця 7. Відстань від вершини до основи різця, виміряна по перпендикуляру, позначається «h» і називається висотою різця.

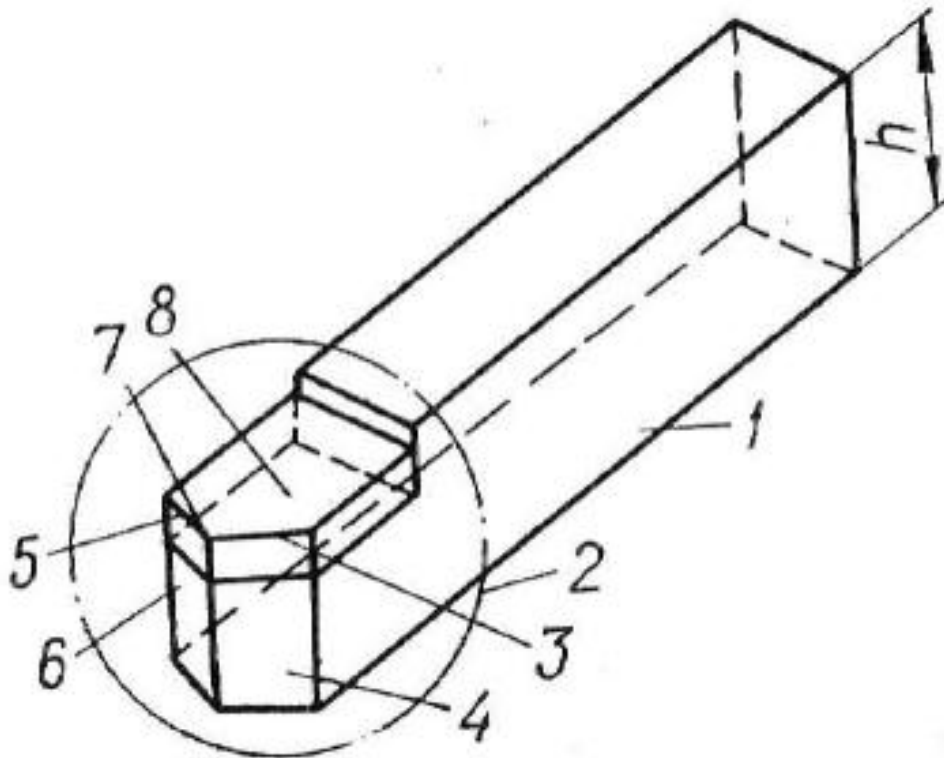


Рис. 2.16. Токарний прохідний різець: 1 – стержень; 2 – головка; 3 – головна різальна кромка; 4, 6 – задні поверхні; 5 – допоміжна різальна кромка; 7 – вершина різця; 8 – передня поверхня

Токарний прохідний різець має досить складну геометричну форму і в зв'язку з цим кілька кутів заточування. Розрізняють головні кути, допоміжні, кути у плані та кут нахилу головної різальної кромки. Головні кути обмежуються вихідними поверхнями та площинами при точінні (рис. 2.17). На оброблюваній деталі розрізняють оброблену поверхню, оброблювану та поверхню різання.



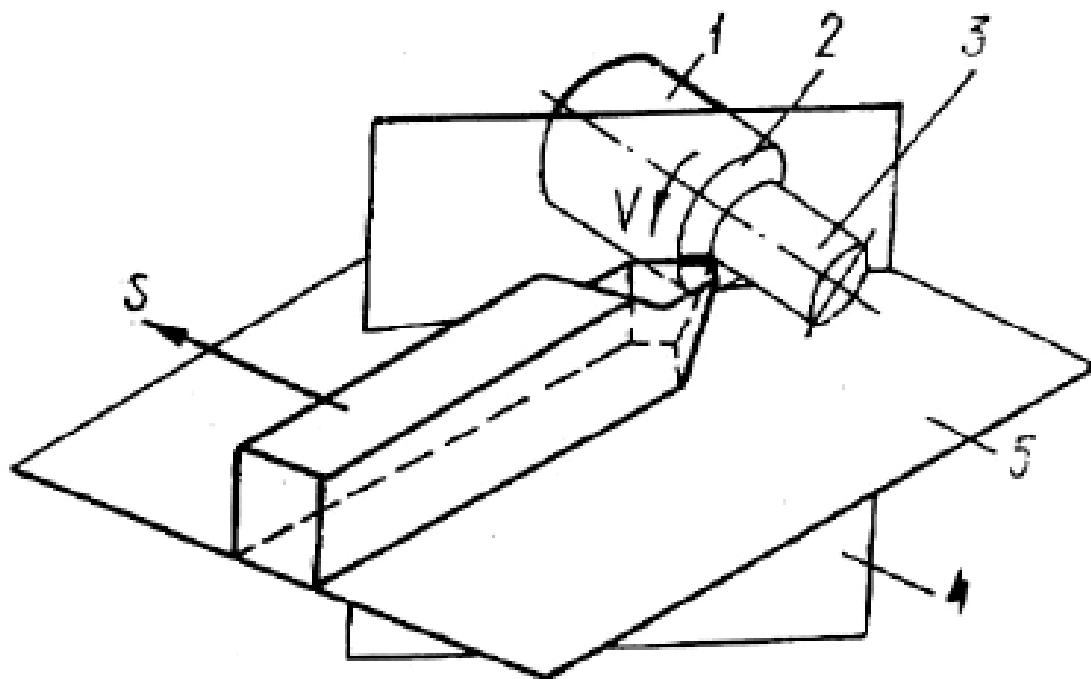


Рис. 2.17. Поверхні та площини різця: 1 – оброблювана поверхня; 2 – поверхня різання (перехідна поверхня); 3 – оброблена поверхня; 4 – площина різання; 5 – основна площа

Обробленою називається поверхня 3, що утворилася в процесі обробки.

Оброблюваною називається поверхня 1, що оброблюється.

Поверхнею різання називається перехідна поверхня 2 між обробленою та оброблюваною поверхнями, яка утворюється головною різальною кромкою різця.

Є також поняття про основну площину різання. Основною площиною різання називають площину 5, яка збігається з основою різця. Площиною різання називається умовна площина 4, дотична до поверхні різання, яка проходить через головну різальну кромку.

Головні кути розглядаються в площині, що перетинає головну різальну кромку перпендикулярно до її проєкції на основну площину (рис. 2.18).

Переднім кутом ( $\gamma$ ) називається кут, що утворюється передньою поверхнею та поверхнею, перпендикулярною до поверхні різання.

Передній кут може бути додатним (якщо головні кути в сумі становлять

менш як  $90^\circ$ ) і від'ємним (якщо головні кути в сумі становлять більш як  $90^\circ$ ).

Заднім кутом ( $\alpha$ ) називається кут між задньою головною поверхнею та площиною різання.

Кутом загострення ( $\beta$ ) називається кут між передньою та задньою поверхнями різця.

Кутом різання ( $\delta$ ) називають кут між передньою поверхнею різця та площиною різання.

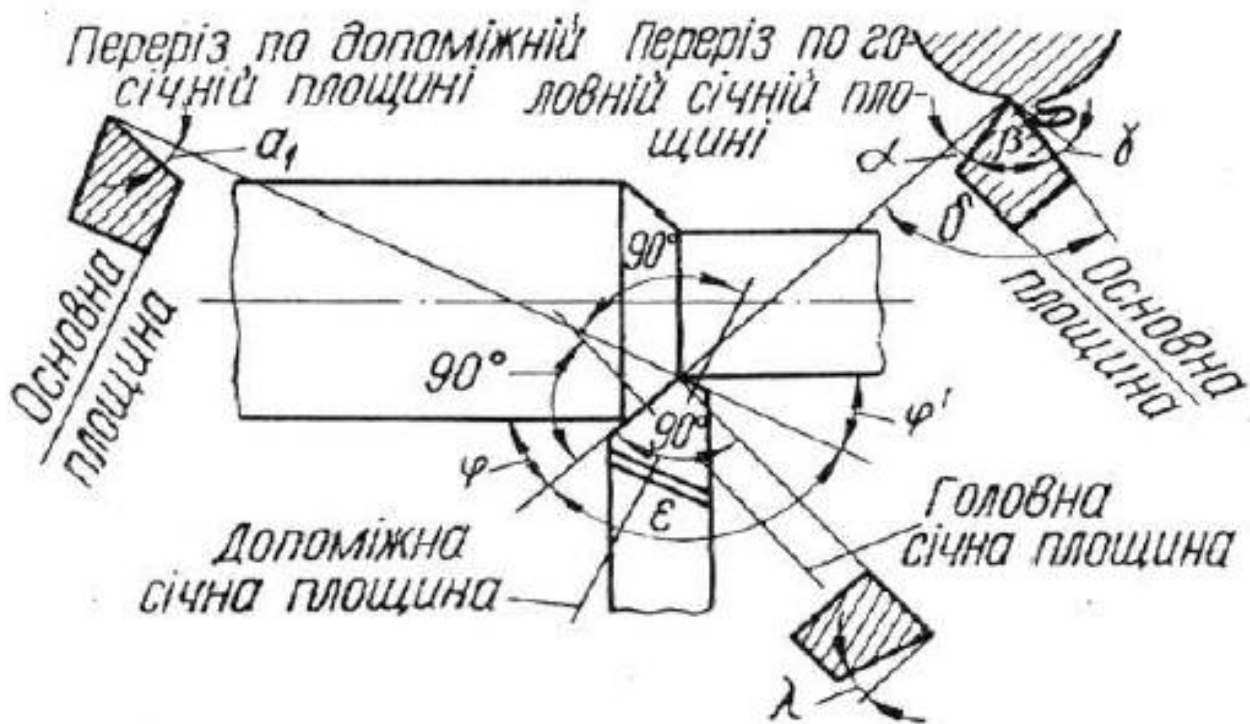


Рис. 2.18. Геометрія різця

Допоміжні кути розглядаються у площині, що перетинає допоміжну різальну кромку перпендикулярно до її проекції на основну площину.

Кути у плані визначають положення різальних кромки різця відносно напрямку його робочого руху.

Головним кутом у плані ( $\varphi$ ) називається кут між напрямом подачі та головною різальною кромкою.

Допоміжним кутом у плані ( $\varphi'$ ) називається кут між напрямом подачі та допоміжною різальною кромкою.

Кутом при вершині ( $\epsilon$ ) називається кут між головною та допоміжною

різальними кромками різця.

Сума кутів у плані дорівнює  $180^\circ$ .

Кут нахилу головної різальної кромки ( $\lambda$ ) утворюється головною різальною кромкою та площиною, що проходить через вершину різця, паралельно основній площині. Цей кут може мати нульове, додатне та від'ємне значення (рис. 2.19).

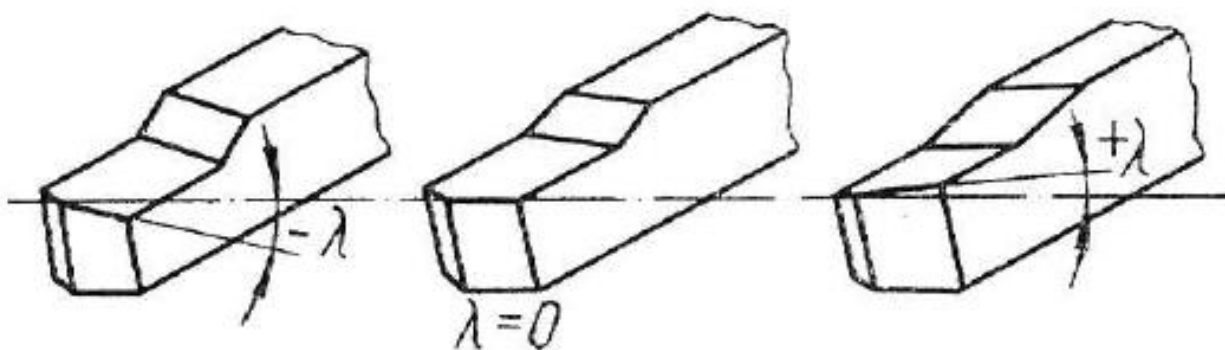


Рис. 2.19. Кут нахилу головної різальної кромки

Вибір кутів заточування визначається властивостями оброблюваного матеріалу, матеріалом різця, жорсткістю деталі та іншими факторами.

Передній кут призначений для поліпшення умов утворення стружки. При обробці сталей швидкорізальними різцями рекомендується передній кут до  $20\text{—}25^\circ$ .

Задній кут призначений для зменшення тертя між задньою поверхнею та оброблюваною заготовкою.

Кути у плані рекомендуються такі:  $\phi = 45\text{—}90^\circ$ ;  $\phi' = 10\text{—}15^\circ$ .

Більше значення беруть для обробки нежорстких деталей.

Кут нахилу головної різальної кромки впливає на напрям сходження стружки.

### **Заточування різців**

Правильність заточування різця впливає на точність оброблюваної деталі, роботоздатність інструмента.

В умовах сучасних металообробних підприємств різці заточують на

спеціальних заточувальних верстатах централізовано. Проте заточувати різці повинен уміти кожний токар на звичайному заточувальному верстаті (точилі). Точило складається (рис. 2.20) з основи 1 і електродвигуна 2. На валу електродвигуна з двох боків закріплено шліфувальні круги 4. Круги закриті захисними кожухами 3, які мають щитки 5. Положення щитків можна регулювати. Підтримуються різці підручниками 6.

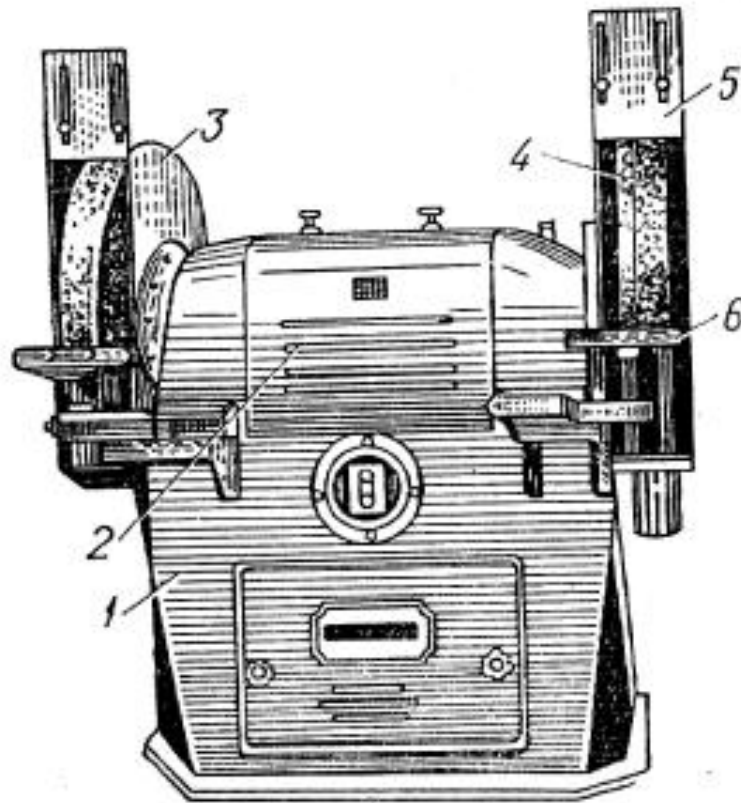


Рис. 2.20. Заточувальний верстат: 1 – основа; 2 – електродвигун; 3 – кожух; 4 – шліфувальний диск; 5 – щитки; 6 - підручники

### **При заточуванні різців дотримуються таких правил**

1. Заточування ведуть у такій послідовності: головна задня поверхня, допоміжна задня поверхня, передня поверхня.
2. Під час заточування слід користуватися підручником, який встановлюється під потрібним кутом якомога ближче до шліфувального круга.
3. Під час заточування треба користуватися окулярами для захисту очей від абразивного та металевого пилу.
4. Заточуючи різець, треба пересувати його вздовж робочої поверхні

круга, щоб останній спрацьовувався рівномірно.

5. Не слід занадто натискати на різець. Від цього він перегрівається, внаслідок чого виникають тріщини та перепали.

6. При заточуванні треба застосовувати безперервне охолодження або ж заточувати без охолодження. Періодичне охолодження призводить до тріщин на різальній кромці.

Точність заточування різців перевіряють за допомогою шаблонів або різцевих кутомірів (рис. 2.21).

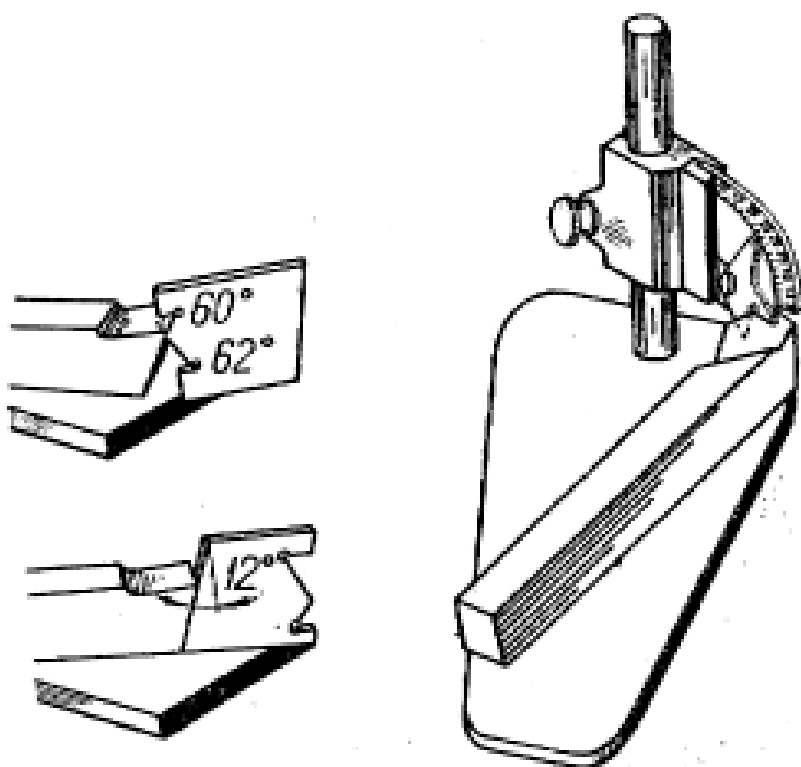


Рис. 2.21. Перевірка заточування різця

### **Вимірювальні інструменти**

Під час токарної обробки застосовують різноманітні вимірювальні інструменти залежно від потрібної точності оброблюваної поверхні. Серед них є й такі, які придатні також для слюсарної обробки металів (масштабна лінійка, кронциркуль, штангенциркуль та ін.

Крім того, під час роботи на токарних верстатах застосовують

вимірювальні інструменти підвищеної точності. Вони поділяються на універсальні і спеціальні.

Універсальні вимірювальні інструменти можуть бути налагоджені для вимірювання будь-якого розміру у межах певного інтервалу. До універсальних інструментів належить мікрометр (рис. 2.22).

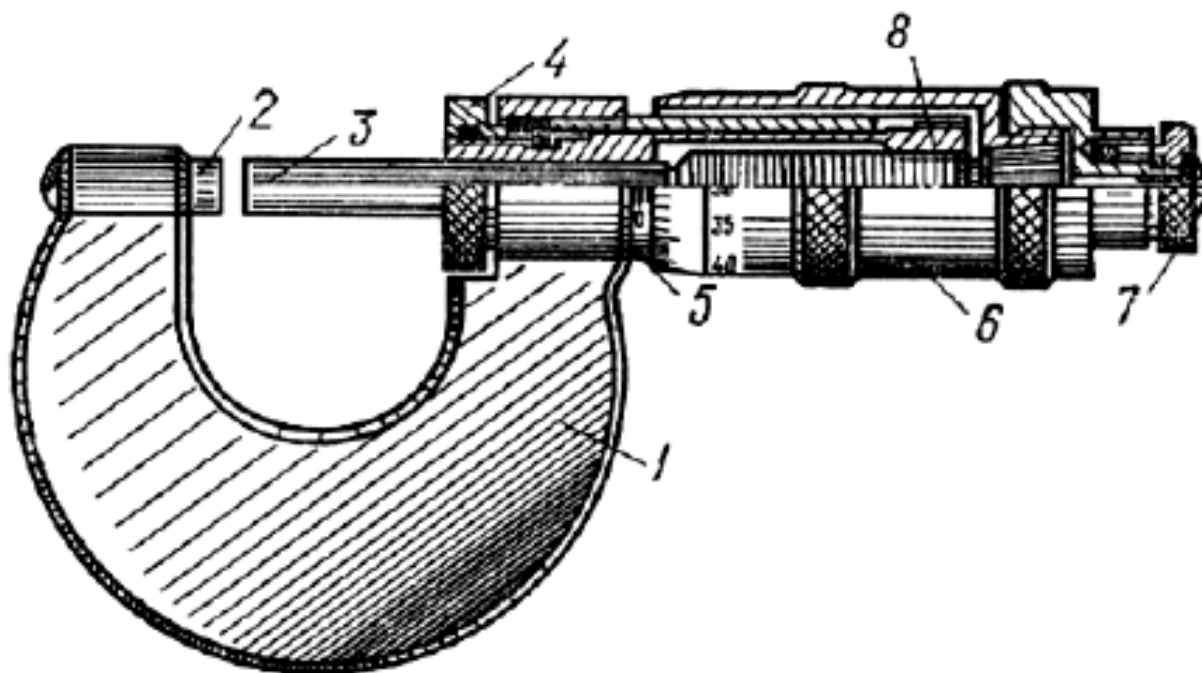


Рис. 2.22. Мікрометр: 1 – скоба; 2 – п'ята; 3 – мікрометричний гвинт; 4 – регулюючий гвинт; 5 – стебло; 6 – барабан; 7 – тріскачка; 8 - гільза

Він складається із скоби 1, яка має з одного боку вимірювальну поверхню, що називається п'ятою 2, а з другого — стебло 5, в середині якого закріплено гільзу 8. У гільзі знаходиться мікрометричний гвинт 3. Крок гвинта — 0,5 мм. Гвинт виготовлено з великою точністю, звідки й виникла назва інструмента. Мікрометричний гвинт закінчується вимірювальною поверхнею. Зверху стебла міститься барабан 6, з'єднаний з мікрометричним гвинтом. На зовнішній поверхні стебла проведено поздовжню риску, вище та нижче від якої нанесено дві шкали з міліметровими поділками, причому шкали зміщені одна відносно іншої на 0,5 мм. По колу барабана на рівній відстані нанесено 50 поділок. Барабан з'єднаний з гвинтом, тому під час обертання пересувається разом з ним. Крок гвинта — 0,5 мм. Отже, за один повний оберт барабана він

пересувається на 0,5 мм. При переміщенні барабана на величину однієї поділки гвинт пересувається на  $0,5 : 50 = 0,01$  мм.

Отже, точність вимірювання дорівнює 0,01 мм.

Для вимірювання мікрометр накладають на деталь так, щоб вимірювана поверхня була між п'ятою та стеблом. Обертаючи барабан, підводять стебло майже до зіткнення з деталлю. Далі стебло переміщують за допомогою тріскачки 7, яка й дає можливість регулювати зусилля, з яким вимірювальні поверхні притискуються до деталі.

Розмір «знімається» у такій послідовності: нижня шкала показує кількість цілих міліметрів, верхня — півміліметрів. Соті частки міліметра підраховують за шкалою барабана.

Поряд з розглянутим мікрометром на практиці застосовують мікрометри для вимірювання діаметрів отворів, а також глибини (довжини) деталей.

До спеціальних вимірювальних інструментів належать калібри. Вони призначені для вимірювання якогось одного розміру, тому застосовувати їх доцільно тоді, коли виготовляють велику партію однакових деталей. Калібри для вимірювання зовнішніх поверхонь називаються скобами (рис. 2.22, а, б), для вимірювання отворів — пробками (рис. 2.22, в). Найпоширеніші граничні калібри. Такі калібри мають дві сторони: прохідну і непрохідну. Деталь вважається виготовленою правильно, якщо непрохідна сторона, наприклад пробки, не проходить в отвір деталі, а прохідна проходить під дією власної ваги. Очевидно, при цьому розмір пробки з прохідної сторони має бути меншим від найменшого допустимого розміру деталі, а розмір пробки з непрохідної сторони — більшим від найбільшого допустимого розміру деталі. Тоді розмір деталі перебуватиме в межах поля допуску. Для більшої зручності та економії матеріалів скоби виготовляють такої конструкції, в якій поєднуються прохідна і непрохідна сторони (рис. 2.22, б).

На калібрах маркують розмір і допуск їх або посадку. Зазначають також, де прохідна і де непрохідна сторони.

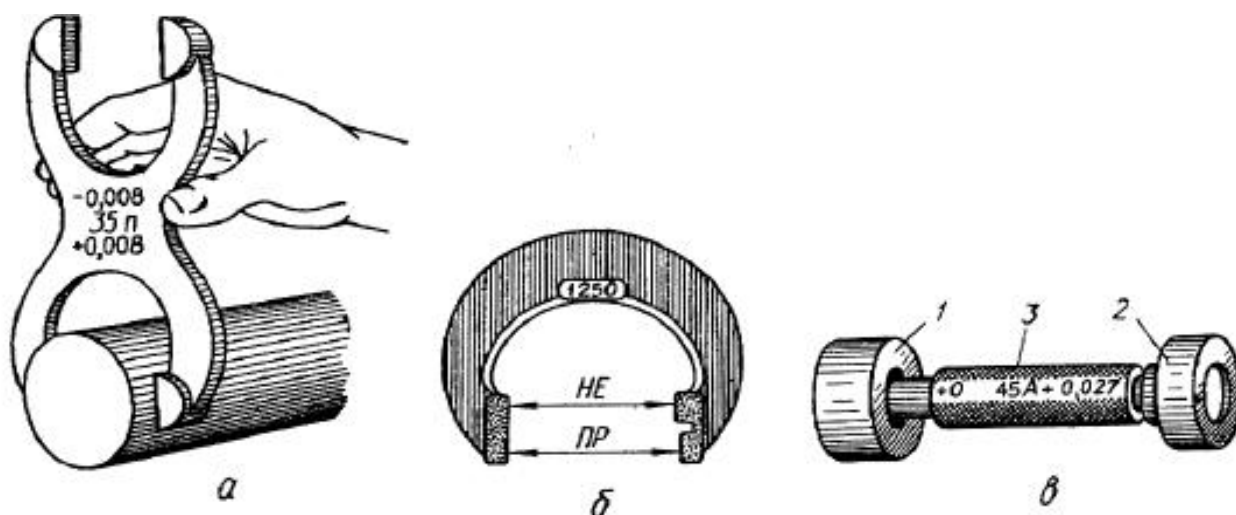


Рис. 2.22. Калібри: а, б – скоби; в – пробка; 1 – непрохідна сторона; 2 – прохідна сторона; 3 – параметри калібру

## 2.5. ОПЕРАЦІЇ ОБРОБКИ, ВИКОНУВАНІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

### Установка деталей на токарних верстатах

Розрізняють кілька способів установки деталей на токарних верстатах (рис. 2.23).

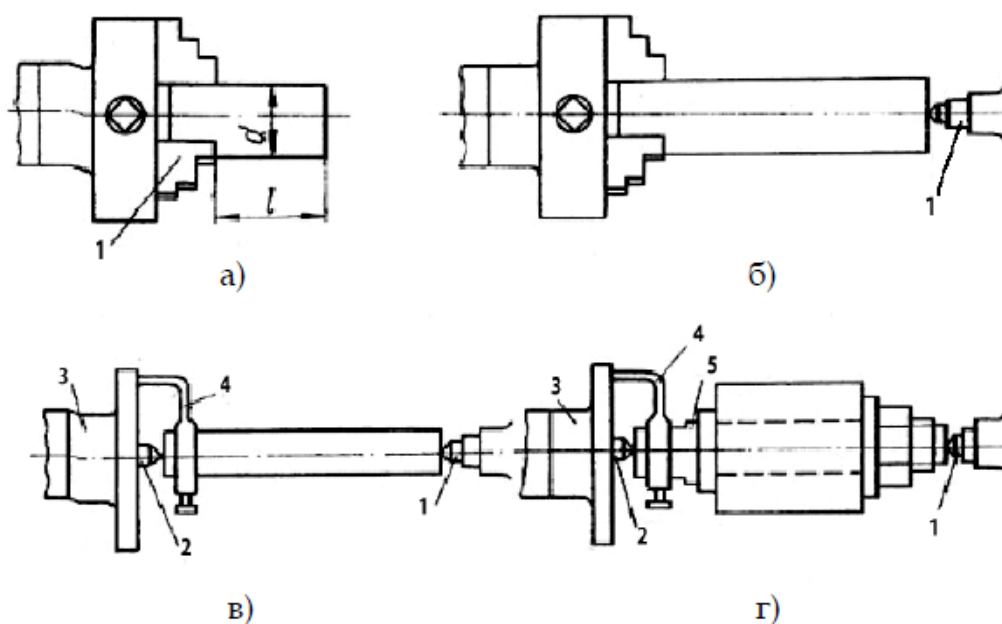


Рис. 2.23. Установка деталі на ТВ: а – установка заготовки в патроні; б – закріплення заготовки у самоцентруючому патроні; в – закріплення заготовки в



центрах

Установка в патроні (рис. 2.23, а) застосовується для обробки деталей невеликої довжини (виліт деталі з кулачків 1 патрона не повинен перевищувати 2—3 її діаметрів, тобто  $l \leq (2—3) d$ ).

За принципом дії патрони поділяються на самоцентруючі та прості. Самоцентруючий патрон (рис. 2.24) складається з корпуса, у якому розміщено велике конічне 3 і три малих конічних колеса. Малі колеса перебувають у зачепленні з великим, на торцях вони мають квадратні заглиблення 1, в які вставляється ключ. Обертаючи будь-яке з трьох малих коліс, надають обертового руху великому колесу. На протилежній торцевій поверхні великого колеса нарізано спіральну канавку 4, в яку заходять виступи кулачків 5. Кулачки не можуть обертатися разом з великим колесом, бо знаходяться в пазах корпуса, тому вони пересуваються залежно від напрямку обертання колеса до центра або від центра.

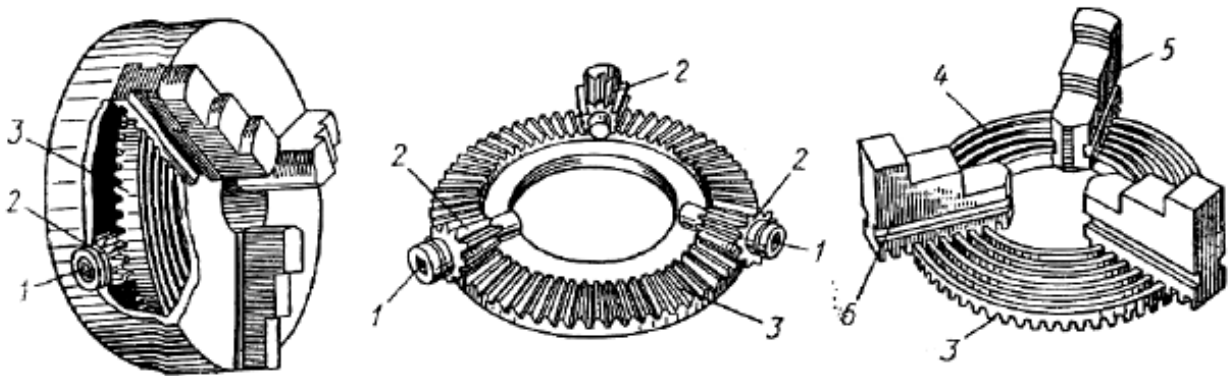


Рис. 2.24. Самоцентруючий патрон: 1 – квадратні заглиблення; 2 – малі конічні колеса; 3 – велике конічне колесо; 4 – спіральна канавка; 5 – виступи кулачків; 6 - кулачки

Пересуваються вони на однакову відстань, завдяки чому вісь циліндричної заготовки завжди збігається з віссю шпинделя. Саме тому патрон дістав назву самоцентруючого. Кулачки встановлюються у пази не в будь-якій послідовності, а відповідно до номерів, зазначених на їх поверхні (1, 2, 3). Кулачки бувають загартовані і незагартовані. Загартовані кулачки довше

працюють, проте вони залишають сліди на поверхні деталі при чистовій обробці.

Для закріплення заготовок нециліндричної форми застосовують прості патрони. Звичайно вони бувають чотирикулачкові. Особливістю їх є те, що кожний кулачок переміщують окремо.

Завдяки цьому можна суміщати вісь деталі будь-якої зовнішньої форми з віссю шпинделя.

При закріпленні у самоцентруючому патроні заготовки, довжина якої більше 2—3 діаметрів, її підтримують центром 1, закріпленим у задній бабці (рис. 2.23, б). Завдяки цьому збільшується жорсткість заготовки і можна користуватися ефективнішими режимами різання.

Патрон на шпинделі закріплюють так: поверхні контакту протирають чистою ганчіркою, коробку швидкостей настроюють на найменше число обертів, щоб забезпечити найкраще гальмування шпинделя; патрон насаджують (нагвинчують) на шпиндель, підтримуючи його руками або, якщо він важкий, підкладають під нього дерев'яний брусок; щоб запобігти можливому само-відгвинчуванню, патрон додатково закріплюють гвинтами до планшайби шпинделя.

Щоб зняти патрон, який закріплено на різьбі, встановлюють між кулачками важіль і ривком на себе повертають патрон. Після цього патрон згвинчують руками.

Закріплюючи заготовку у патроні, стежать за тим, щоб до її поверхні прилягали всі три кулачки. При використанні заднього центра попередньо закріплюють заготовку в патроні, підтискують її заднім центром і остаточно закріплюють заготовку в патроні. Виліт пінолі для збільшення її жорсткості має бути якнайменшим. Застосовувати труби для нарощування довжини ручок ключа категорично забороняється. Після закріплення деталі ключ з патрона треба вийняти.

Дуже часто закріплюють заготовку в центрах (рис. 2.23, в). Заготовка

спирається на центри 1, 2, закріплені в передній і задній бабках. Рух на заготовку передається через поводковий патрон 3 і хомутик 4. Поводковий патрон (рис. 2.25, а) нагвинчується на шпindel. Він має палець 2, який може переміщуватись уздовж паза 3 і закріплюватись у потрібному положенні гайкою 1. Обертаючись, палець патрона приводить у рух хомутик (рис. 2.25, б), який закріплюється на заготовці. Є хомутики з відігнутих хвостовиком (рис. 2.25, в). Такий хвостовик заходить безпосередньо в паз патрона.

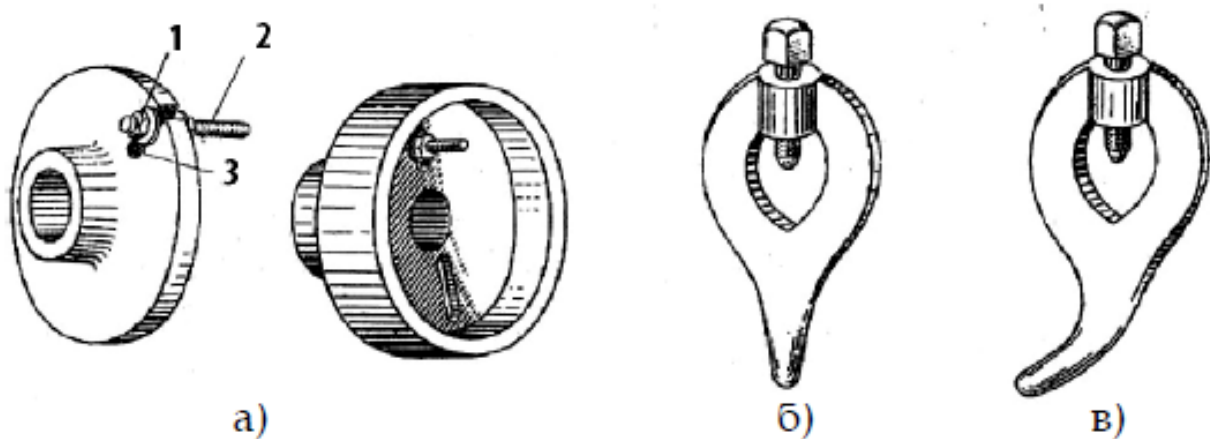


Рис. 2.25. Поводковий патрон, хомути а - поводковий патрон; б - хомутик; в - хомутик з відігнутих хвостиком; 1 - гайка; 2 - палець; 3 - паз

Центри бувають різної конструкції (рис. 2.26). Звичайні центри (рис. 2.26, а) застосовують під час роботи з невеликими швидкостями різання, бо між центром, закріпленим у задній бабці, і заготовкою виникає тертя ковзання, що призводить до нагрівання та псування дотичних поверхонь. Півцентр (рис. 2.26, б) дає змогу підрізувати торець валика, установленого в центрах.

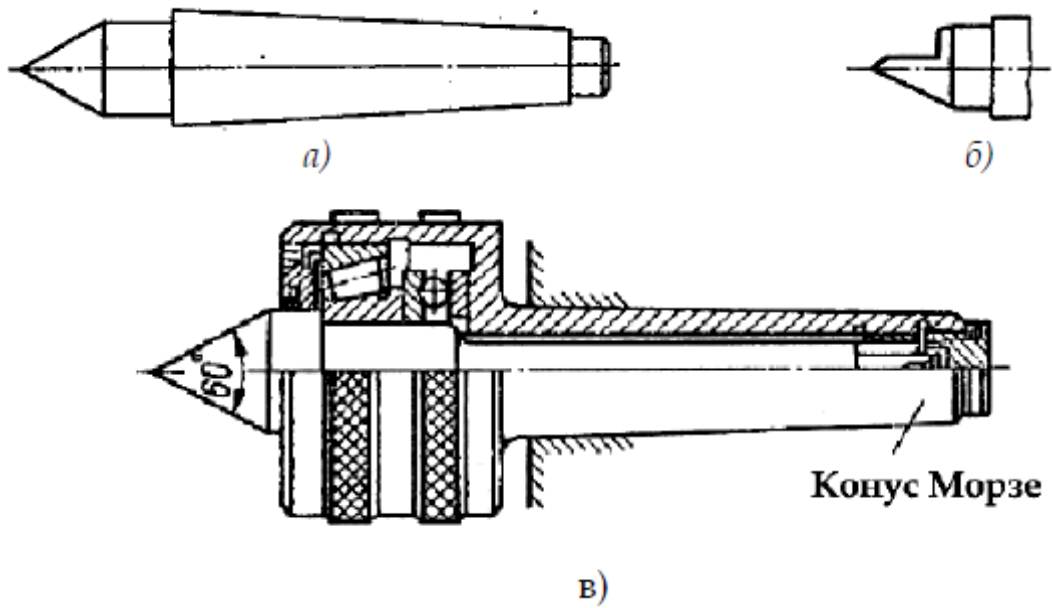


Рис. 2.26. Центри: а – звичайний центр; б – півцентр; в – обертовий центр

При роботі з великими швидкостями різання застосовують обертові центри (рис. 2.26, в). Центр закріплюється в корпусі з підшипниками кочення, внаслідок чого тертя ковзання змінюється тертям кочення, отже, сила тертя і нагрівання поверхонь, що дотикаються, зменшується.

Перевагою способу закріплення заготовки в центрах є те, що тут досягається висока концентричність поверхонь, що оброблюються за кілька встановлень, бо опорні бази залишаються весь час незмінними. Такими базами є поверхні центрових отворів (рис. 2.27), які виготовляються спеціальними центровими свердлами.

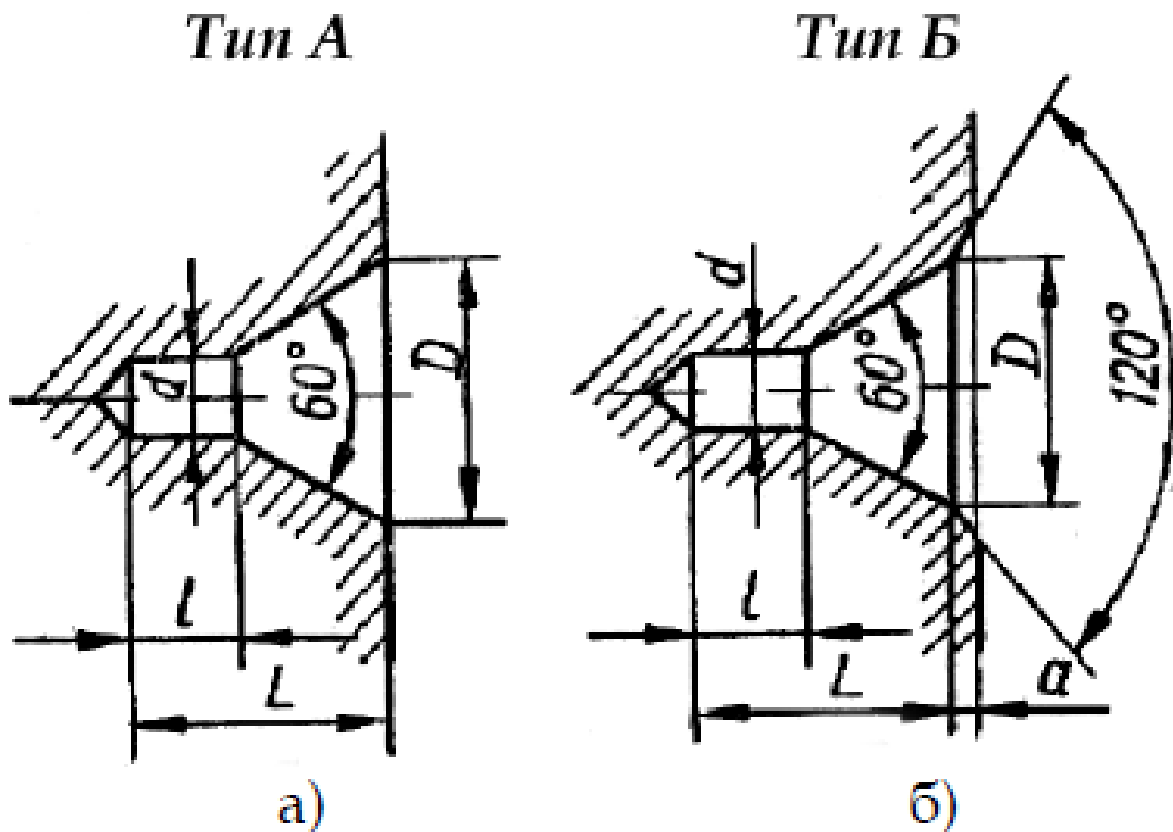


Рис. 2.27. Центрові отвори

Існують стандарти на типи центрових отворів. Тип Б, на відміну від типу А, має додатковий запобіжний конус. Завдяки цьому можна підрізати торцеву поверхню при закріпленні деталі в центрах. Крім того, основна конусна поверхня захищається від пошкодження.

Недоліком способу закріплення заготовки у центрах є недостатня жорсткість кріплення деталі. У зв'язку з цим довжина заготовки не повинна перевищувати діаметр більш ніж у 10—12 разів. Цей спосіб закріплення заготовки застосовують в основному для чистової обробки.

Установлення заготовки в центрах починають з перевірки співвісності переднього і заднього центрів, бо цим визначається можливість одержання правильної циліндричної поверхні. Хвостовики центрів, а також конічні отвори в шпинделі та задній бабці протирають сухою ганчіркою і вставляють на місце центри. Потім задню бабку підводять до шпинделя так, щоб при незначному вильоті пінолі центри стикалися. Якщо вершини їх збігаються, то це означає, що вони співвісні. Якщо ж вершини не збігаються, цього треба добиватися

регулюванням положення задньої бабки впоперек станини.

Передній центр, крім того, перевіряють на биття індикатором. Якщо биття становить більш як 0,01 мм, центр треба замінити.

Поводковий патрон закріплюють на шпинделі так, як і самоцентруючий. На заготовці встановлюють хомутик. Підбирають його з таким розрахунком, щоб гвинт занадто не виступав з корпусу. Якщо хомутик закріплюється на чистовій поверхні, під гвинт підкладають прокладку.

Установлюють деталь так: пересувають задню бабку і закріплюють її так, щоб виліт пінолі не перевищував 30—50 мм; опирають лівою рукою заготовку з хомутиком на передній центр, вводять задній центр у центровий отвір так, щоб забезпечити вільне обертання заготовки без люфту, закріплюють піноль.

При застосуванні нерухомих задніх центрів центровий отвір заповнюють густим мастилом.

Слід мати на увазі, що в процесі роботи на заготовку та задній центр діють сили опору різанню. Якщо застосовуються досить високі режими різання, заготовка нагрівається і вигинається, або ж відштовхує задню бабку. Це може призвести до того, що деталь буде вирвано з центрів. Тому рекомендується періодично зупиняти верстат, відводити піноль і знову затискати оброблювану деталь.

Серед способів закріплення деталі на токарному верстаті досить часто зустрічається спосіб закріплення заготовки на оправці, його застосовують тоді, коли заготовка має оброблений отвір. Узявши оброблену поверхню за базу (рис. 2.23, г), можна забезпечити високу концентричність відносно неї зовнішніх поверхонь.

### **Обробка зовнішніх циліндричних поверхонь, підрізування та відрізування**

Під час виготовлення деталей на токарних верстатах доводиться обробляти зовнішні поверхні, які можуть бути циліндричними і плоскими. У

свою чергу циліндричні поверхні поділяються на гладенькі та ступінчасті.

Обробка гладеньких поверхонь. Обробляючи гладенькі циліндричні поверхні, треба витримати задані розміри (діаметр і довжину) і досягти правильної циліндричної форми та певної чистоти обробленої поверхні.

Зовнішні циліндричні поверхні обробляють прохідними різцями, які бувають прямі, відігнуті та упорні. Прямими та відігнутими різцями можна, крім того, підрізувати торці, а упорними — уступи. Упорні різці спричинюють менший опір різанню і тому застосовуються для обробки довгих нежорстких деталей.

Розрізняють також чорнові та чистові прохідні різці. Чистові різці мають звичайно збільшений радіус закруглення вершини різця або виготовляються з широкою різальною кромкою, яка розміщується паралельно напрямку поздовжньої подачі. Довжина різальної кромки у 2—3 рази більша від величини подачі. За своєю конструкцією широкі чистові різці нагадують відрізні різці.

Значної уваги потребує встановлення різця, бо від цього залежать якість і продуктивність роботи.

Різець встановлюють у різцетримачі і закріплюють не менш як двома болтами. Вершина різця повинна збігатися з вершиною центра, закріпленого в передній або задній бабці (рис. 2.28). Положення різця по висоті регулюють за допомогою підкладок. Бажано, щоб під різцем було не більш як дві підкладки. Очевидно, на робочому місці треба мати набір підкладок різної товщини. Довжина підкладок має бути такою, щоб різець спирався на них у пазу різцетримача всією довжиною. Від вильоту різця з різцетримача залежить його жорсткість. Тому виліт має бути завжди мінімально необхідним і не перевищувати півтори висоти різця ( $l \geq 1,5 h$ ). Стержень прохідного різця виставляється під кутом  $90^\circ$  до осі оброблюваної деталі. Прийоми обточування зовнішніх циліндричних поверхонь зводяться до того, щоб якнайкраще забезпечити одержання заданих розмірів.

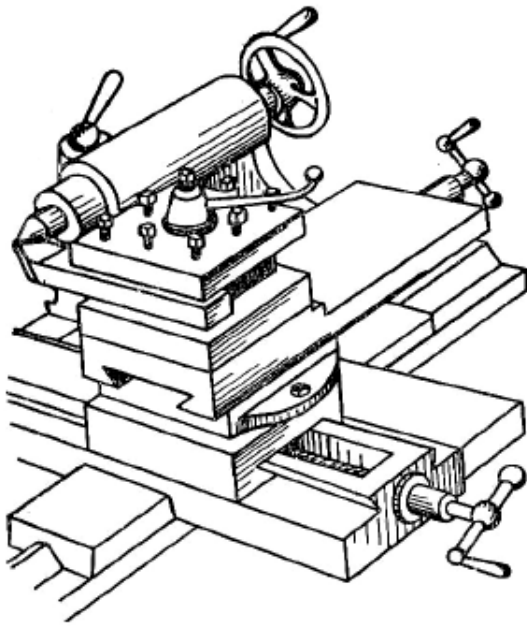


Рис. 2.28

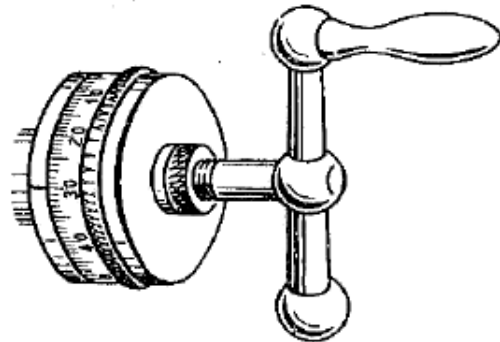


Рис. 2.29

Обточування звичайно виконують за два проходи: чорновий (глибина різання 2—5 мм) і чистовий (0,5—1 мм).

Основна складність при обточуванні полягає в тому, щоб надати інструменту потрібного положення, виставити на певну глибину різання. При цьому користуються лімбами поздовжньої і поперечної подачі. Конструкція їх принципово однакова (рис. 2.29).

На гвинт подачі вільно насаджено втулку, яка називається лімбовою. Між гвинтом і втулкою закладено пружину. Завдяки цьому при обертанні гвинта втулка обертається разом з ним. Втулку можна повернути також рукою відносно гвинта.

На поверхні втулки нанесено поділки. Знаючи величину кроку гвинта подачі та кількість поділок, можна встановити, на скільки пересунеться різець при повороті гвинта на одну поділку, тобто встановити «ціну» поділки (вона вказується на втулці). Величина повороту лімбової втулки разом з гвинтом визначається відносно риски, зробленої на нерухомій втулці.

Подача різця за допомогою лімба у поздовжньому напрямі виконується так: включають обертання шпинделя, різець підводять до заготовки доти, поки на її поверхні не з'явиться риска, різець відводять вправо і пересувають за



допомогою лімбової втулки на потрібну величину (тут треба пам'ятати, що по діаметру знімається шар металу, товщина якого дорівнює подвійній глибині різання), різець подають вліво і проточують поверхню на довжину 4—6 мм, різець знову відводять вправо, верстат зупиняють і перевіряють розмір (діаметр) обробленої поверхні; якщо діаметр відповідає заданому розміру, включають механічну подачу супорта, якщо ні — різець пересувають на потрібну величину і все повторюють.

Так само користуються лімбом поперечної подачі.

Недоліком способу роботи з лімбом є те, що між гвинтом подачі і гайкою поступово утворюються зазори. Внаслідок цього лімб має мертвий хід, тобто при повороті лімбової втулки на певний кут (залежно від величини зазору) різець залишається нерухомим. Це треба врахувати.

Обробка ступінчастих поверхонь. За конструкцією деталі з ступінчастими поверхнями можна поділити на деталі з одnobічною та двобічною ступінчастістю. У першому випадку діаметри ступінчастих поверхонь послідовно збільшуються (зменшуються), у другому—такої послідовності не спостерігається. Деталі з потрібною ступінчастістю можна обробляти за одне встановлення в патроні з використанням, крім того (якщо це потрібно), заднього центра. Деталі з двобічною ступінчастістю доводиться обробляти спочатку начорно за два встановлення в патроні, а потім обробляти начисто у центрах. Таким способом забезпечується співвісність ступінчастих поверхонь.

При обробці торцевих поверхонь циліндричних деталей ставляться такі вимоги, як площинність торців, їх перпендикулярність до осі деталі та паралельність між собою.

Для обробки деталей із ступінчастими поверхнями доцільно користуватись упорними різцями, які дають змогу обточувати циліндричні поверхні та підрізувати уступи. При цьому, якщо уступи незначної висоти (приблизно до 5 мм), підрізування їх виконують наприкінці обточування з одного встановлення різця (рис. 2.30, а). Звичайно, різець треба встановити так,

щоб головна різальна кромка була точно під кутом  $90^\circ$  до осі деталі (рис. 2.30, б). Високі уступи підрізаються після обточування циліндричних поверхонь різцем, різальна кромка якого знаходиться під кутом  $95^\circ$  до осі деталі. Напрямок подачі різця — від центра (рис. 2.30, в).

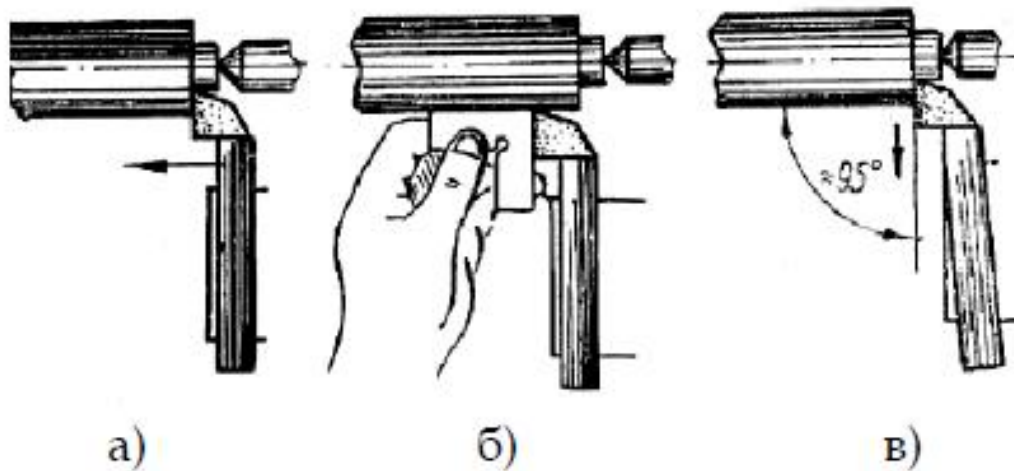


Рис. 2.30. Установка різця

Послідовність обробки деталей із ступінчастими поверхнями може мати кілька варіантів — залежно від висоти уступів, їх довжини і потрібної точності. Найраціональніше знімати припуск з кожного уступу за один прохід, бо тоді різець не матиме холостих ходів. Проте це не завжди можливо. Тому у тих випадках, коли припуск на обробку надто великий або заготовка не досить жорстка, припуск знімають за кілька проходів.

При обробці деталей із ступінчастими поверхнями застосовують різні прийоми залежно від кількості деталей у партії.

При виготовленні одиночних деталей обробку ведуть, користуючись лімбами поперечної і поздовжньої подачі, або розмічають деталь по довжині різцем. Такий спосіб потребує багато часу, тому при наявності партії однакових деталей роботу виконують за допомогою упорів.

На рис. 2.31 показано схему обточування ступінчастого циліндричного валика із застосуванням поздовжнього упора 1 та мірних плиток 2, 3. Упор встановлюють і закріплюють на станині так, щоб у той момент, коли супорт дійде до нього, відстань різця від правого торця заготовки становила  $a_1 + a_2 + a_3$ . Для витримування довжини першого і другого уступів добирають мірні

плитки завдовжки  $a_1$  і  $a_2$ . Спочатку проточують перший уступ доти, поки супорт не дійде до мірної плитки, завдовжки  $a_2$ , як це показано на рисунку. Після цього цю мірну плитку знімають і знову переміщують супорт до упора. Кількість мірних плиток визначається кількістю уступів.

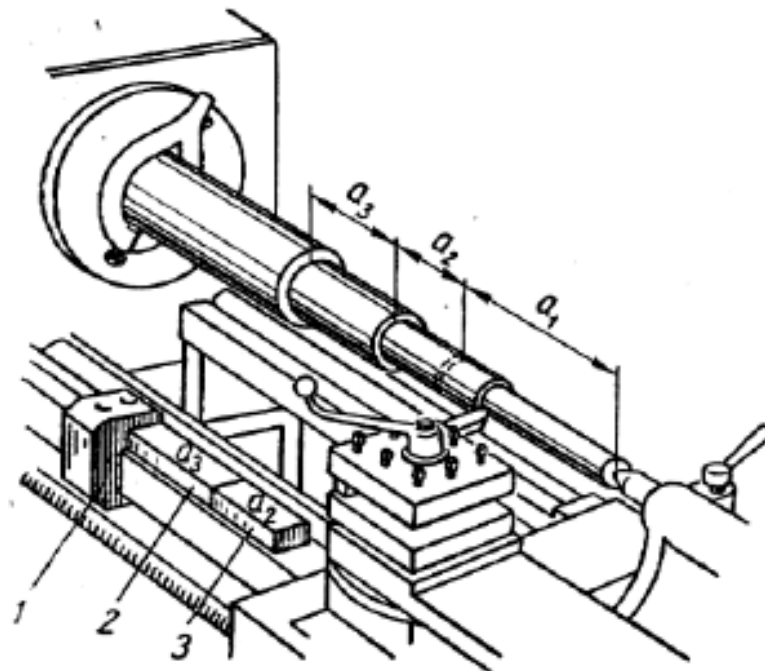


Рис. 2.31 Схема обточування ступінчатого валу 1 – упор; 2, 3 – мірні плитки Використати упори можна тільки тоді, коли всі деталі однієї партії займають однакове положення відносно станини. Цього досягають застосуванням різних пристроїв, як це показано на рис. 2.32. Можна виставляти заготовку до упора, який закріплюється у шпинделі (рис. 2.32, а), або до упора в кулачки (рис. 2.32, б, в).

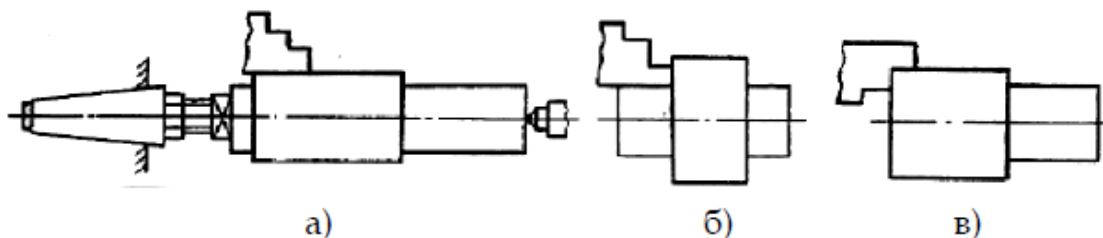


Рис. 2.32. Установка заготовки

При обробці деталей у центрах застосовують так звані плаваючі центри, які забезпечують постійне положення заготовок відносно станини незалежно від довжини центрових отворів.

Плаваючий центр (рис. 2.33) складається з корпусу 2, в якому міститься центр 5. Центр підтискується пружиною 1 до упора 4. Оброблювана заготовка підтискується заднім центром до упора, а передній центр заходить у центровий отвір. Після цього його положення фіксується гвинтом 3. Перед закріпленням наступної заготовки гвинт 3 відпускають.

Під час роботи з упорами треба користуватися механізмами, що запобігають перевантаженню верстата. Якщо такої можливості немає, наприкінці обточування кожної ступені вимикають механічну подачу і підводять супорт до упора, вручну.

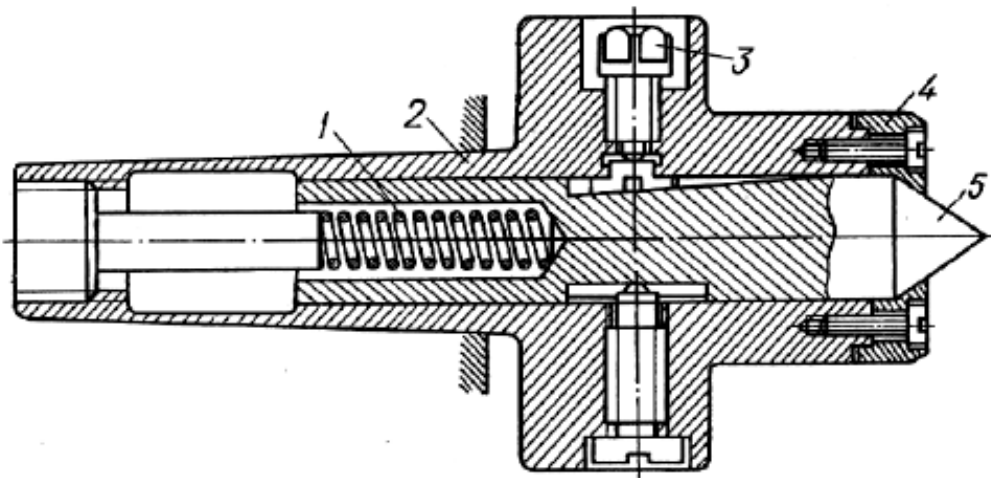


Рис. 2.33. Плаваючий центр: 1 – пружина; 2 – корпус; 3 – гвинт; 4 – упор; 5 - центр

На рис. 2.34 показано упор, що застосовується для поперечного обточування циліндричних деталей із ступінчастими поверхнями. Один упор 1 закріплюють на поздовжньому супорті, інший 4 — на поперечному. Першу деталь виготовляють, користуючись лімбом. Обробивши першу ступінь, виставляють гвинти 2 і 3 так, щоб вони стикались. У процесі обробки інших уступів між гвинтами ставлять мірні плити, які враховують висоту уступів.

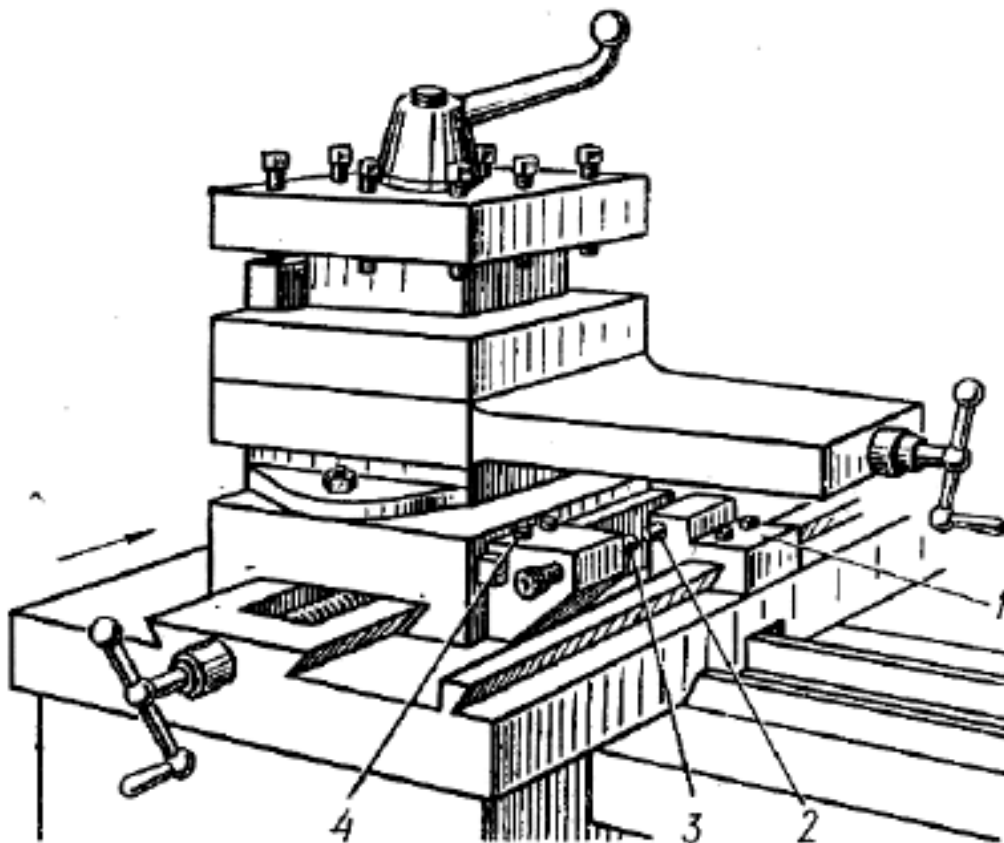


Рис. 2.34. Установка упорів: 1 - упор на повздовжньому супорті; 2, 3 - гвинти; 4 - упор на поперечному супорті

Точність обробки при обточуванні зовнішніх циліндричних поверхонь перевіряють за допомогою лінійки, штангенциркуля і мікрометра.

У процесі обточування зовнішніх циліндричних поверхонь іноді порушуються правила виконання окремих прийомів, що призводить до браку в роботі.

Недостатня перевірка розмірів заготовки та її зовнішнього вигляду призводить до того, що частина поверхні деталі залишається необробленою.

Неправильне виставлення різця на глибину різання, неправильна перевірка розмірів після зняття пробної стружки призводять до того, що розміри готової деталі не відповідають заданим на рисунку. Якщо не перевірити співвісність центрів, може утворитися конусність обточеної поверхні.

Недостатнє кріплення різця і заготовки великий виліт різця і заготовки

знижують чистоту оброблюваної поверхні.

**При обточуванні деталей на токарних верстатах слід дотримуватись таких правил з техніки безпеки:**

- кулачки і пальці патронів, хвостовики хомутиків треба обгороджувати щитками.
- не можна обточувати деталі із спрацьованими центрами, бо деталь може вирвати зусиллям різання;
- центрові отвори повинні мати достатню глибину;
- особливо уважним треба бути при зачищенні обробленої поверхні напилком та шліфувальною шкуркою;
- користуватися можна лише справними ключами відповідних розмірів;
- не можна користуватися випадковими прокладками, треба мати набір пластинок різної товщини, потрібних розмірів, які не мають гострих кромek.

Підрізування торців. Торці підрізають за допомогою підрізних різців (рис. 2.35). Такий різець має головну різальну кромку 1 і допоміжну 2. Підрізні різці виставляють, як і прохідні. Вони зручні тим, що дають змогу обточувати торці деталей, закріплених у центрах. При цьому застосовують напівцентри (рис. 2.36, а) або виготовляють центрові отвори із запобіжним конусом (рис. 2.36, б). Підрізні різці працюють з подачею від периферії до центра.

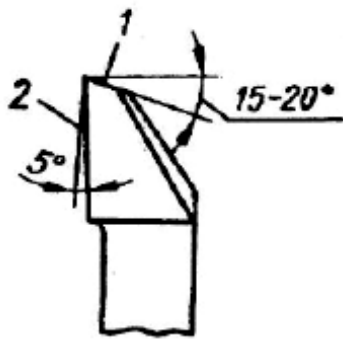


Рис. 2.35. Підрізний різець  
1 – різальна кромка;  
2 – допоміжна кромка

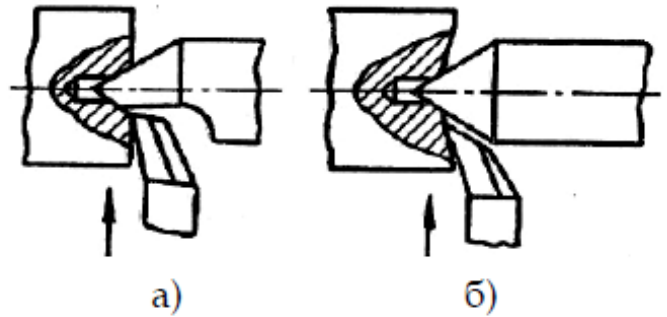


Рис. 2.36. Застосування  
а – напівцентрів;  
б – запобіжних конусів

Поряд з підрізними різцями при підрізуванні торців застосовують прохідні упорні і значно рідше звичайні прохідні різці. Прокідні упорні різці працюють як подачею від периферії до центра, так і навпаки — від центра до периферії. В останньому випадку оброблена поверхня буде чистішою і рівнішою. Прокідні різці при обточуванні торців виставляють перпендикулярно до оброблюваної поверхні.

Підрізування торців виконують за кілька проходів залежно від припуску, чистоти і точності обробки.

Звичайно за технічними умовами доводиться витримувати певну відстань від торцевої поверхні до якоїсь іншої поверхні (іншого торця, уступу). Для цього спочатку знімають пробну стружку, а потім, якщо обробляється партія однакових деталей, застосовують упори.

Вимірюють торці різними прийомами, зокрема так, як показано на рис. 2.37 — лінійкою, нутроміром, штангенглибиноміром, а в тих випадках, коли обробляється значна партія однакових деталей — шаблоном.

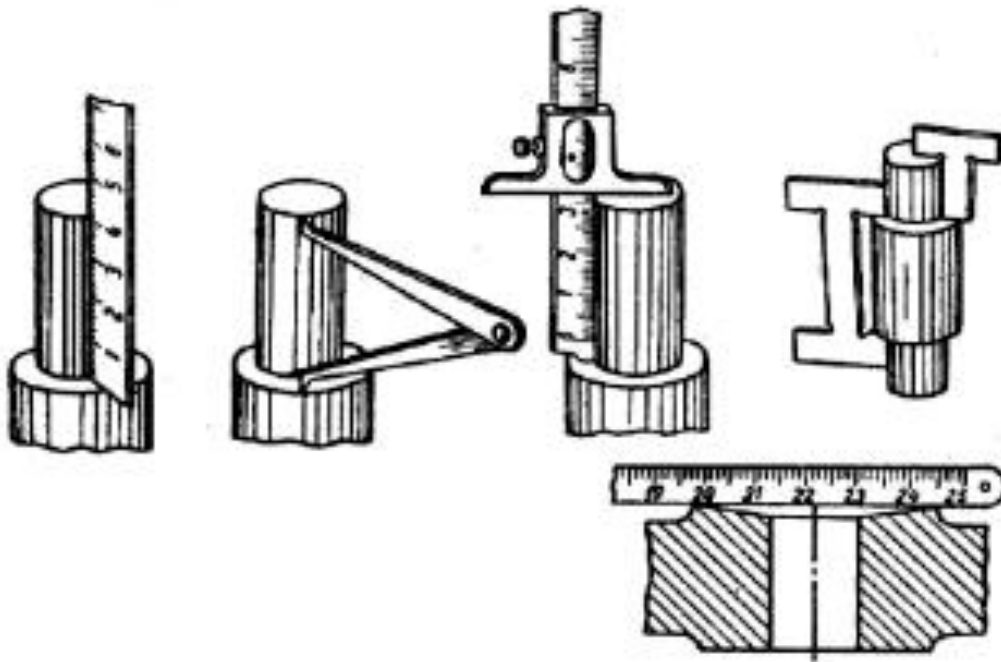


Рис. 2.37. Вимірювання торців

Неправильне виконання трудових прийомів при підрізуванні торців може призводити до браку:

- вибір недостатнього припуску, неправильне закріплення заготовки в патроні призводить до того, що частина торцевої поверхні залишається необробленою;
- неправильне користування лімбом, неточність у вимірюванні порушує правильність положення торця відносно інших поверхонь заготовки;
- надто велика глибина різання та подача, робота негострим різцем, боковий зсув супорта спричинює неплоскостність торця;
- встановлення заготовки в патрон з перекосом приводить до того, що торець стає неперпендикулярним відносно осі.

Проточування зовнішніх канавок. При проточуванні зовнішніх канавок треба, щоб вони мали певні розміри (ширину і глибину), форму, знаходились на заданій відстані від торця або уступу і мали задану чистоту поверхонь.



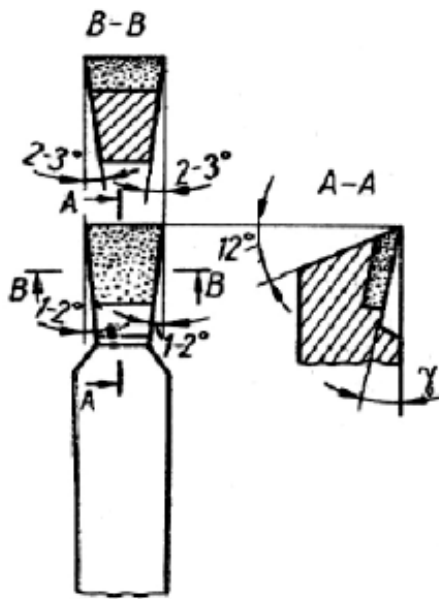


Рис. 2.38 Прорізний різець

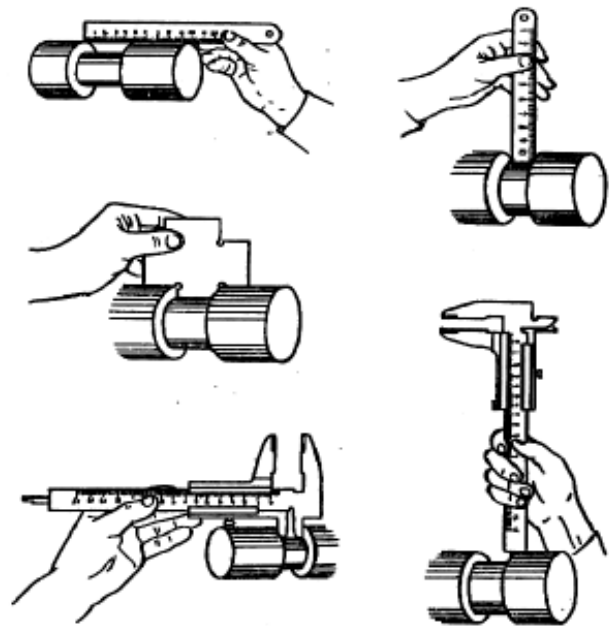


Рис. 2.39 Вимірювання канавок

Канавки проточують канавковим (прорізним) різцем. Такий різець (рис. 2.38) має одну головну і дві допоміжні різальні кромки. Ширина різальної кромки різця дорівнює ширині канавки, якщо канавку прорізають за один прохід. Довжину головки різця беруть на 3—5 мм більшою, ніж глибину канавки. Канавковий різець виставляють так, щоб різальна кромка була точно на висоті центрів і розміщувалася паралельно осі деталі.

Перед початком проточування розмічають межі канавки. Якщо канавку проточують за кілька проходів, то дотримуються такої послідовності: чорнове проточування за кілька проходів (різцю надають поперечної подачі, потім його повертають у вихідне положення, пересувають уздовж канавки, знову надають поперечної подачі і т. д.); чистове проточування, для якого залишають припуск 0,5—1 мм (різець заглиблюють і за один прохід подачею зліва направо проточують канавку начисто).

Вимірюють канавки так, як показано на рис. 2.39.

При прорізуванні канавок можуть порушуватися вимоги, що ставляться при виконанні цієї операції, якщо різець має неправильну форму, розміри або неправильно закріплений; якщо різець та деталь закріплені недосить жорстко або застосовується завищена поперечна подача.

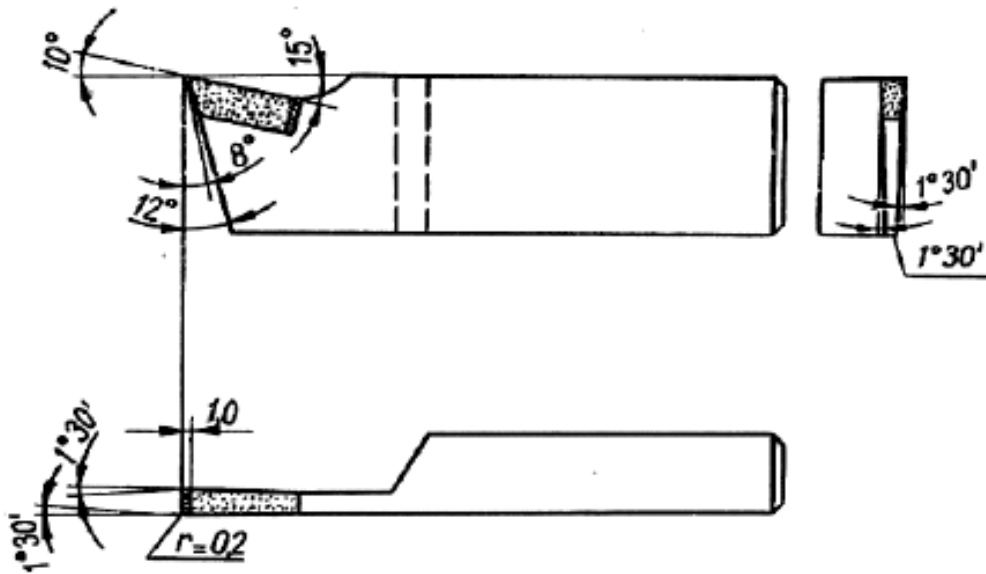


Рис. 2.40. Відрізний різець

**Відрізування.** Відрізування, тобто відокремлення від заготовки певної частини, виконують відрізними різцями (рис. 2.40). Відрізні різці за своєю формою дуже схожі на канавкові. Проте вони мають головку, яка мусить бути на кілька міліметрів довша, ніж радіус оброблюваної деталі. У процесі відрізування частина матеріалу перетворюється в стружку. Стружки тим більше, чим ширша різальна кромка різця. Тому намагаються застосовувати такі різці, ширина різальних кромки яких мінімальна. Відрізні різці працюють у важких умовах, тому, щоб збільшити їх жорсткість, висоту головки роблять у кілька разів більшою за ширину різальної кромки.

Відрізний різець виставляють так, щоб його виліт з різцетримача був найменший, а тіло розміщувалося перпендикулярно до осі деталі. При відрізуванні заготовка найчастіше закріплюється у патроні. Місце прорізу має розміщуватись якомога ближче до кулачків патрона і не повинно відступати від них більше, як на діаметр заготовки.

Відрізають у такій послідовності: різець виставляють на заданий розмір; вмикають обертання шпинделя; різець врізають вручну доти, поки не почне оброблятися уся поверхня; вмикають механічну подачу різця.

Частина заготовки, яку відрізають, часто відламується ще до того, як різець дійде до центра. На торці її залишається бобишка, яку доводиться

підрізати. Щоб цього запобігти, різальну кромку заточують на  $5\text{—}10^\circ$  (рис. 2.41).

При відрізуванні довгих заготовок та заготовок великого діаметра роботу припиняють, коли різець ще не дійшов до центра на  $2\text{—}3$  мм, потім знімають заготовку і відламують деталь. Якщо відрізувати деталь до кінця, різець може защемитися і зламатися.

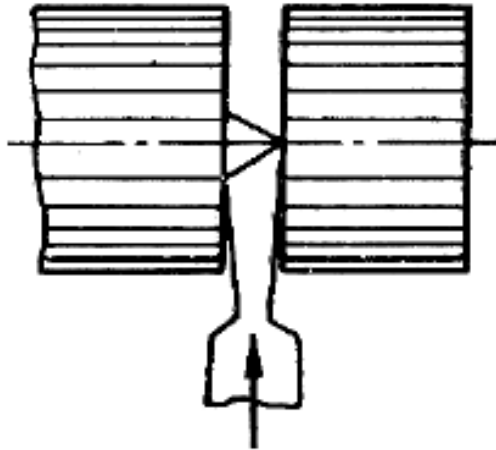


Рис. 2.41. Відрізання заготовки

При розрізуванні заготовок великих діаметрів утруднюється вихід стружки з канавки, тому рекомендується розширювати канавку, працюючи в такій послідовності: заглибити різець на  $10\text{—}15$  мм, відвести його вліво приблизно на півширини, знову заглибити; пересунути назад у вихідне положення і т. д.

### **Обробка циліндричних отворів та центрування**

Циліндричні отвори бувають наскрізні та глухі. За формою розрізняють отвори гладенькі й ступінчасті. Як гладенькі, так і ступінчасті отвори можуть мати канавки.

При виготовленні отворів ставляться такі вимоги: співвісність, концентричність із зовнішніми циліндричними поверхнями, точність розмірів (діаметр і довжина), чистота поверхні.

Для обробки циліндричних отворів на токарних верстатах застосовують

такі інструменти: свердла, зенкери, розвертки, різці.

Застосування зазначених інструментів на токарних верстатах характеризується певною специфікою.

Свердління і розсвердлювання отворів. Свердло закріплюють, звичайно, у задній бабці верстата. Якщо свердло має конічний хвостовик, розміри якого такі самі, як і розміри отвору в пінолі, воно закріплюється безпосередньо в пінолі. Якщо ж розміри менші, то на хвостовик встановлюють одну або дві перехідні втулки. Свердла малих розмірів закріплюють у патронах, які у свою чергу встановлюють у задню бабку. Конусні поверхні пінолі та свердла (хвостовика патрона) протирають сухою ганчіркою, бо наявність пилу може позначитись на точності положення інструмента відносно осі заготовки.

Закріплення заготовки та свердла повинно бути надійним. Виліт пінолі має бути мінімальним.

Торець заготовки, в якому просвердлюватиметься отвір, підрізають, щоб свердло не збочувало. Крім того, якщо довжина отвору більша двох діаметрів, свердло спрямовують, для чого жорстким свердлом меншого діаметра, ніж буде отвір, роблять невелике конусне заглиблення. Якщо коротке свердло має кут при вершині на  $20\text{—}30^\circ$  менший від кута робочого свердла, то в момент врізання перемичка робочого свердла не буде брати участі в різанні і воно не збочуватиме.

Закінчивши підготовчу роботу, підводять задню бабку до деталі, закріплюють її на станині і включають обертання шпинделя. Свердло пересувають, обертаючи маховик задньої бабки. Особливої обережності дотримуються в той момент, коли свердло врізається і коли воно виходить з деталі. У цей момент можливе викришування різальних кромки, тому подачу зменшують. Подача має бути плавною.

Якщо працюють довгим свердлом, то для нього влаштовують опору.

Різець закріплюють так, щоб з різцетримача виступав торець, і підводять його до зіткнення із свердлом біля деталі. Завдяки цьому свердло не збочує.

У процесі свердління утруднюється вихід стружки, особливо, коли обробляють глибокі отвори (довжина більша за діаметр у 5—6 раз). При цьому свердло треба періодично виводити з отвору і чистити від стружки.

При обробці глухих отворів користуються лімбом задньої бабки або роблять на свердлі крейдою риску, до якої слід заглибити інструмент у заготовку.

Для збільшення стійкості свердла застосовують охолодження; Струмину охолодної рідини спрямовують на свердло біля заготовки.

Свердло подають найчастіше вручну, проте на сучасних верстатах є пристрої, які дають змогу застосовувати механічну подачу (рис. 2.42). До задньої бабки 4 і супорта 1 прикріплюють планки 2 і 3, які можуть заходити одна за одну. При цьому супорт може пересувати задню бабку.

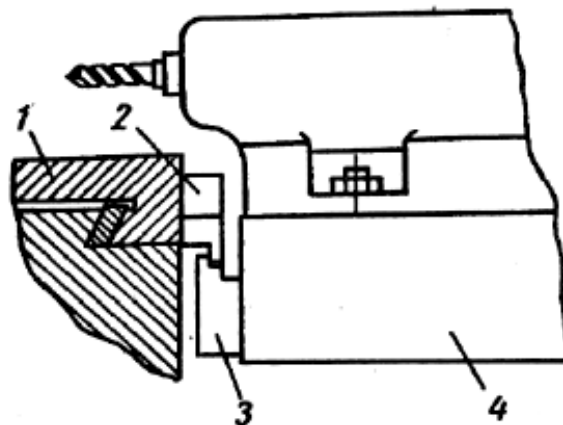


Рис. 2.42. Установка свердла 1 – супорт; 2, 3 – планка; 4 – задня бабка

Розсвердлювання роблять тоді, коли треба виготовляти великі отвори (діаметром більш як 25 мм). Спочатку отвір обробляють свердлом, діаметр якого дорівнює приблизно половині діаметра готового отвору.

Тоді перемичка другого свердла не братиме участі в різанні металу. Завдяки цьому значно знижується зусилля опору різання і величину подачі можна збільшити у 1,5 рази.

Розсвердлюють тільки ті отвори, які одержано свердлінням. Отвори, одержані литтям і штампуванням, розсвердлювати не можна, бо тут не забезпечується рівномірне навантаження на різальні кромки, що може

призвести до поламки інструмента.

Центрування. Обробку деталей у центрах застосовують дуже часто. При цьому центрові отвори використовують як установлювальні бази.

Центрові отвори виготовляють спеціальними центровими свердлами, якщо  $d = 1,5—6$  мм (рис. 2.43, а), або двома інструментами за два проходи (рис. 2.43, б): спочатку засвердлюється отвір коротким жорстким свердлом, а потім отвір розсвердлюється на конус діаметром  $D$  зенкером.

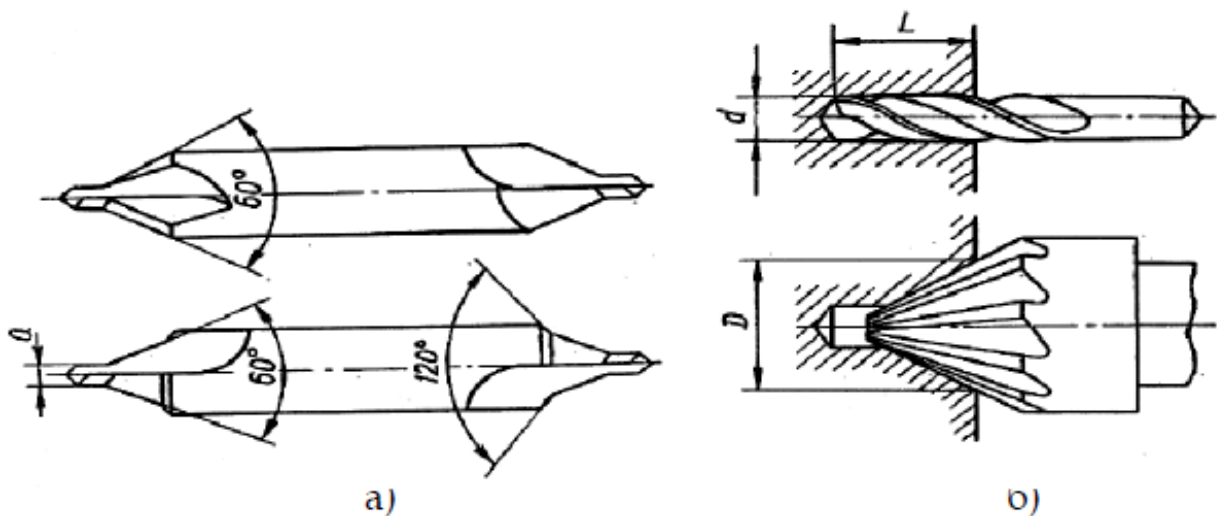


Рис. 2.43. Виготовлення центрального отвору а - центровими свердлами; б - двома інструментами

Центрування виконується так: заготовка закріплюється у патроні, свердло у задній бабці; включається обертання шпинделя, свердло повільно подається вручну на заготовку. Глибина свердління  $L$  визначається за лімбом задньої бабки. У зв'язку з короткочасністю процесу різання, охолодження не застосовується.

Від точності виготовлення центрових отворів залежить точність дальшої обробки деталі, тому до зазначеної операції ставиться ряд вимог: центрові отвори повинні бути співвісними і міститися на осі заготовки, мати однакові розміри на торцях, розміри центрових отворів визначаються залежно від діаметра заготовки.

Зенкерування, розвертання, розточування отворів. Зенкери, як відомо, мають три або чотири різальні кромки, тому забезпечується більш висока

точність спрямування інструмента, ніж при свердлінні, а тому й вища точність обробки.

Застосовуючи зенкерування на токарному верстаті, можна виготовити отвори з точністю 3-4 класів і чистотою 4-5 класів. Зенкерують як просвердлені отвори, так і отвори, одержані литтям або одним із способів обробки металів тиском.

Зенкерування - продуктивніший процес, ніж розточування отворів різцями, бо обробка проводиться за один прохід, установлення інструмента досить просте (таке саме, як і свердла), подачі порівняно із свердлінням зростають у 2-3 рази. Під зенкерування, залежно від діаметра отвору, залишається припуск 1 -3 мм.

Подачу зенкера можна виконувати вручну від маховика пінолі або ж механічним способом з використанням пристрою, про який згадувалося раніше (рис. 2.42).

Розвертання - точна операція, якою завершується обробка отворів на токарному верстаті. При цьому досягається 2-3 класи точності та 6-8 класи чистоти. Розвертання може бути чорновим і чистовим.

Припуск на обробку, який дорівнює в середньому 0,2- 0,4 мм, розподіляється так: 2/3 знімається під час чорнового проходження, 1/3 - під час чистового.

Недоліком розвертання є те, що діаметр інструмента внаслідок заточування поступово зменшується, і він стає непридатним для обробки заданого розміру. У зв'язку з цим на практиці знаходять Широке застосування розвертки із вставними ножами. Конструкцію однієї з таких розверток показано на рис. 2.44. У корпусі 1 прорізано пази, які мають з одного боку рифлення. Відповідні рифлення мають також вставні ножі 2. Рифлення нахилені відносно осі заготовки на 5°. Завдяки цьому можна змінювати діаметр розвертки, пересуваючи ножі вздовж її осі. Положення ножів визначається регулювальними кільцями 3. Ножі закріплюють болтами 4.

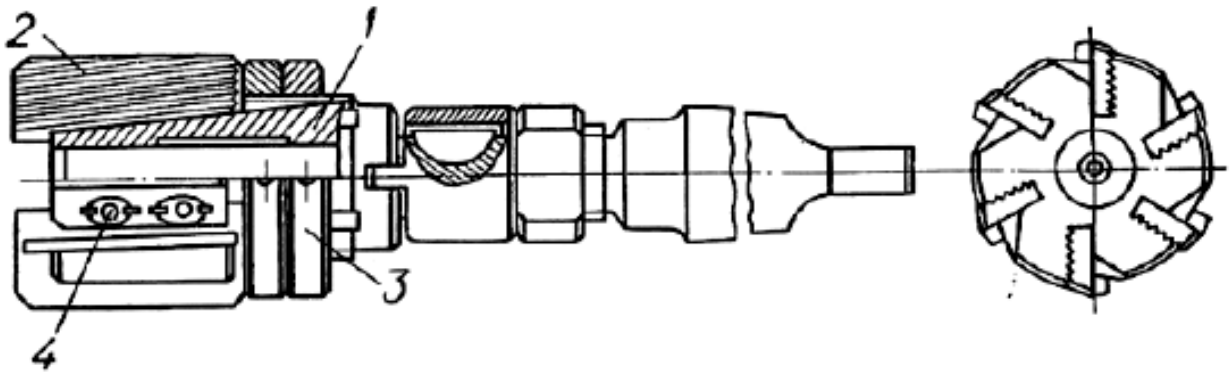


Рис. 2.44. Розвертка 1 – корпус; 2 – вставні ножі; 3 – регулювальні кільця; 4 - болти

Завдяки тому, що розвертка має напрямну частину, вона сама точно виставляється за віссю оброблюваного отвору. Проте вісь задньої бабки може трохи не збігатися з віссю шпинделя, тому рекомендують закріплювати розвертки в спеціальних оправках, які можуть хитатися, тобто застосовувати не жорстке, а шарнірне кріплення.

Подача при розвертанні може бути ручною або механічною (за допомогою пристрою). Від її плавності залежить якість оброблюваної поверхні.

У процесі зенкерування та розвертання особливої уваги потребує правильний вибір розмірів інструмента та його закріплення, бо це позначається на точності обробки. На точність, особливо при розвертанні, можуть впливати навіть механічні властивості оброблюваного матеріалу, гострота інструмента, правильний вибір охолодної рідини.

Охолодна рідина застосовується при розвертанні отворів у сталевих деталях. Вибір охолодної рідини впливає на розмір оброблюваного отвору. Якщо спостерігається зменшення діаметра отвору, слід застосовувати замість емульсії рідину, для якої характерні більш високі властивості змащування.

Розточування отворів має ті переваги, що воно дає змогу обробляти одним різцем різні діаметри отворів. Проте виникають і певні труднощі. По-перше, розміри різця обмежуються розмірами оброблюваного отвору: він має бути в поперечному перерізі значно менший, ніж діаметр отвору, а довжина його повинна бути більша, ніж довжина оброблюваної поверхні. Отже,



жорсткість різця не завжди буває достатньою.

Це необхідно враховувати при визначенні режимів різання. По-друге, при обробці глибоких отворів не можна безпосередньо спостерігати за процесом різання. Тому доводиться стежити за кольором стружки, прислухатися до роботи різця. По-третє, при розточуванні отворів невеликих діаметрів утруднюється вихід стружки і подача охолодної рідини в зону різання.

Розточуванням можна одержати точність отвору до 3 класу і чистоту поверхні 5—7 класів.

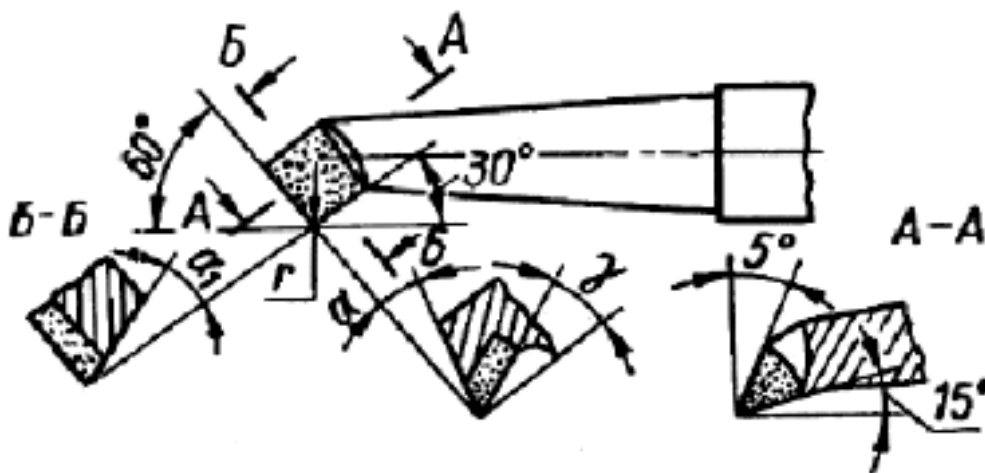


Рис. 2.45. Розточувальний різець

Розточують отвори спеціальними різцями, геометрію яких показано на рис. 2.45. Їх виготовляють з пластинками твердого сплаву, а для обробки отворів невеликих (до 6 мм) — із швидкорізальної сталі.

Різці виготовляють за призначенням для обробки наскрізних отворів (рис. 2.46, а, в) і глухих отворів (рис. 2.46, б, г). Різці можуть бути суцільними і збірними. Останні мають більшу жорсткість і тому застосовуються для обробки глибоких отворів.

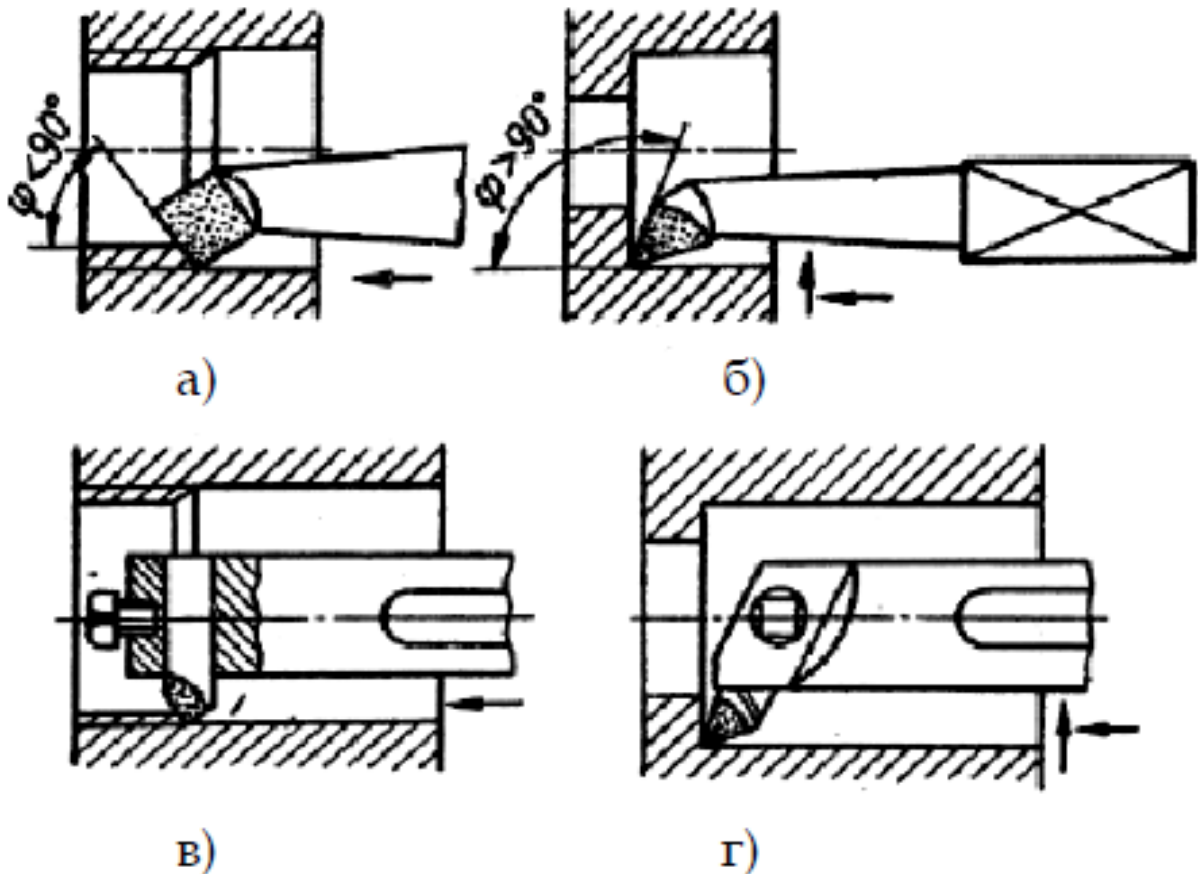


Рис. 2.46. Розточування отворів а, в – наскрізні; б, г - глухі

Прийоми розточування отворів мають багато спільного з прийомами обточування зовнішніх циліндричних поверхонь. Заготовку закріплюють у патроні, різець — у різцетримачі. Виліт різця має бути мінімальний, вершина різця повинна збігатися з лінією центрів верстата. Якщо ж різець недосить жорсткий, майбутній прогин компенсують тим, що різець виставляють трохи вище від лінії центрів. На глибину різання різець виставляють зняттям пробної стружки. Одержавши заданий розмір, лімбову втулку ставлять на нуль і з такого положення обробляють усі деталі партії.

При обробці глухих отворів на державці різця роблять крейдою помітку, до якої слід заглиблювати різець, або користуються поздовжнім лімбом. Так само обробляють ступінчасті отвори, а при наявності партії однакових деталей застосовують упори. Підрізування внутрішніх торців виконують в останню чергу.

Внутрішні канавки виточують канавковими різцями. Зовні вони схожі на

розточувальні різці, але форма і геометрія їх головки така, як і в канавкового різця для проточування зовнішніх канавок. Такими різцями виготовляють вузькі канавки. Для виточування широких канавок застосовують звичайні розточувальні різці для наскрізних отворів. Вихідне положення різця визначають за лімбом поздовжньої подачі або рисою крейди на державці різця. Глибину різання встановлюють за лімбом поперечної подачі.

### Обробка конічних поверхонь

Конічні поверхні можуть бути зовнішніми і внутрішніми. Зовнішні конічні поверхні обробляють такими основними способами: поперечним зміщенням задньої бабки, поворотом верхнього супорта, за допомогою конусної лінійки, широким різцем.

Першим способом обробляють невеликі конуси. Задню бабку пересувають у поперечному напрямі (рис. 2.47) на величину «h», яка визначається за формулою

$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha = L \cdot \frac{D - d}{2l}$$

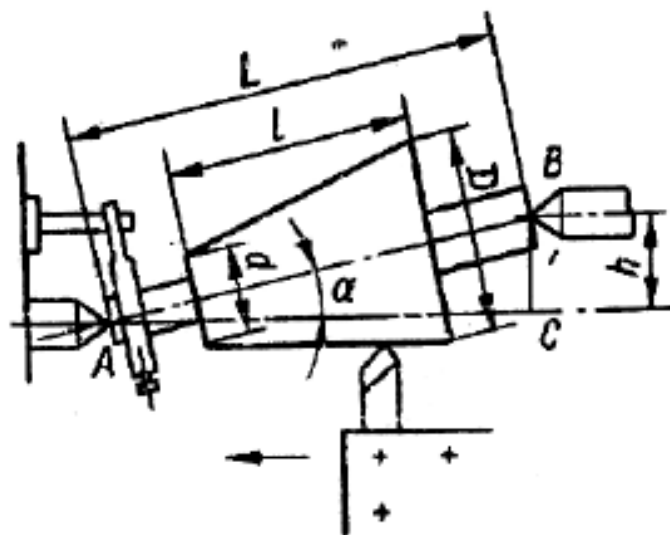


Рис. 2.47. Обробка конічних поверхонь

Тут основне - точно виставити задню бабку. Для цього користуються поділками на корпусі задньої бабки або перевіряють відстань між переднім і

заднім центрами у поперечному напрямі.

Після проточування першої деталі перевіряють точність її розмірів і, якщо треба, корегують положення задньої бабки.

Недоліком цього способу є те, що центри не повністю прилягають до поверхонь центрових отворів. Це передчасно виводить з ладу центри та робить неможливим використання центрових отворів у дальших операціях. У зв'язку з цим рекомендується застосовувати спеціальні центри, які мають вершину у вигляді кульки.

Обробку конічних поверхонь за допомогою верхнього супорта застосовують для коротких конусів з кутом нахилу  $\alpha > 10^\circ$ . Верхній супорт повертають під кутом  $\alpha$ , як це видно з рис. 2.48. Кут знаходять за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}$$

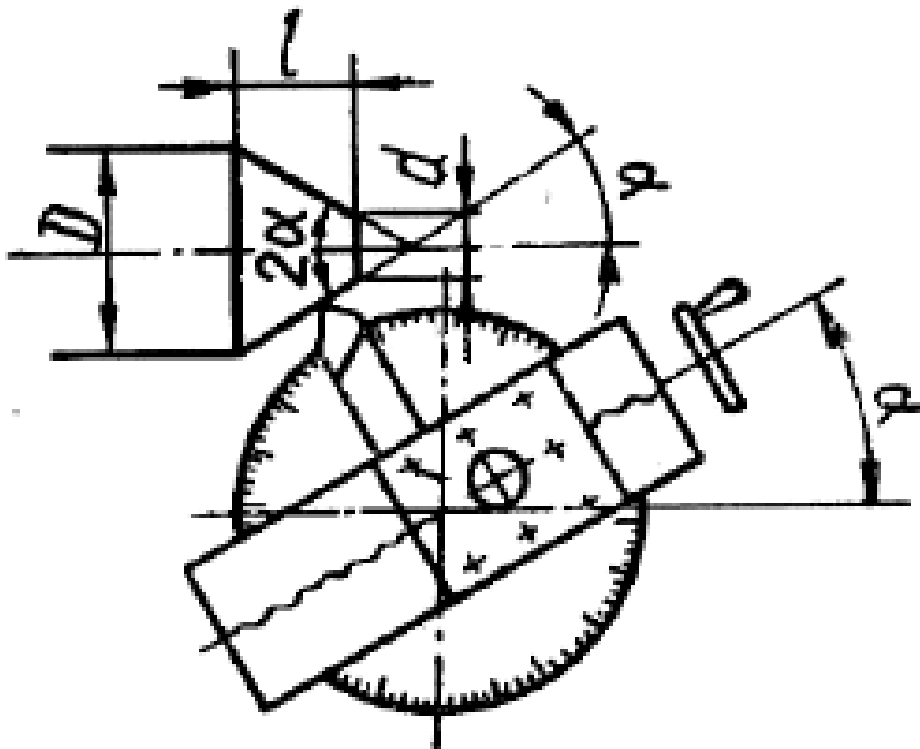


Рис. 2.48. обробка конічних поверхонь

Недоліком цього способу є те, що тут доводиться застосовувати ручну подачу, що позначається на продуктивності роботи та якості обробленої

поверхні.

Для обробки конічних поверхонь широко застосовують спеціальні пристрої — конусні лінійки. На рис. 2.49 показано будову однієї з них.

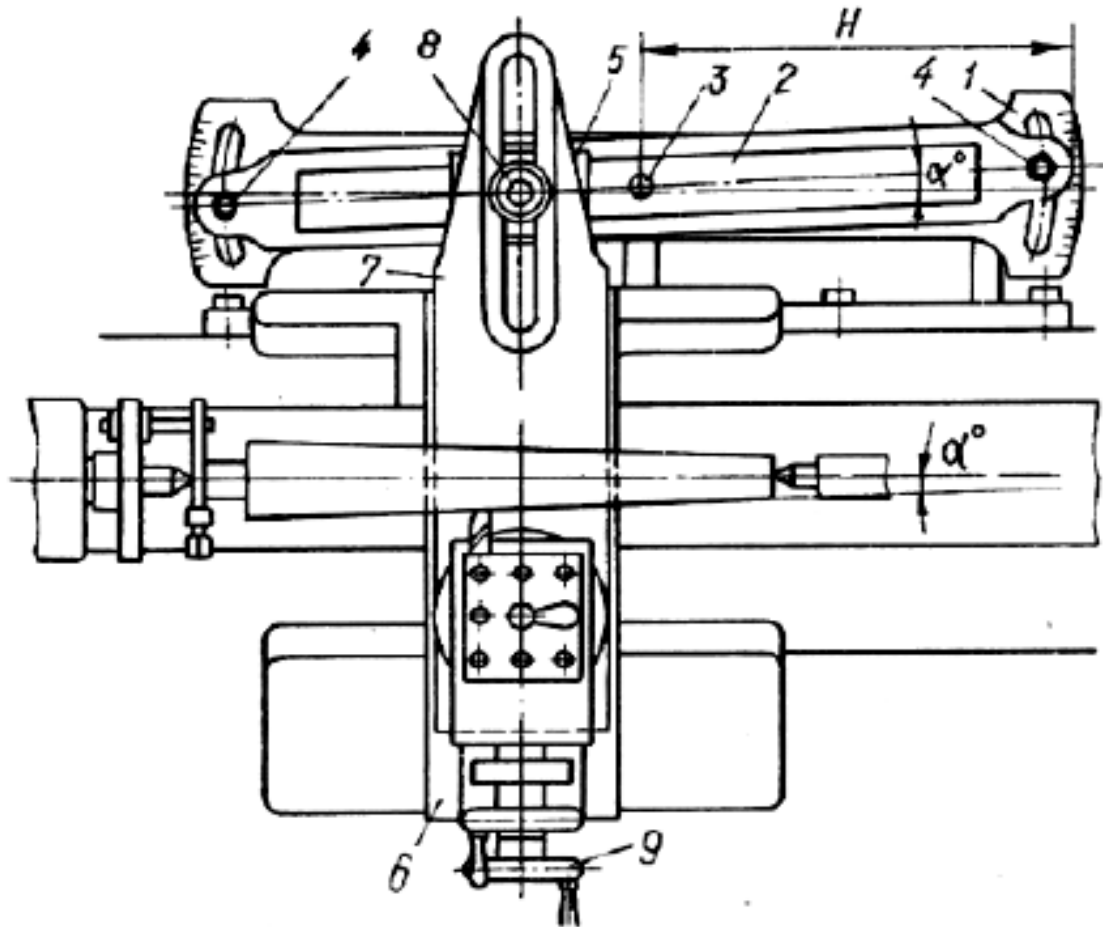


Рис. 2.49. Конусна лінійка: 1 – плита; 2 – лінійка; 3 – палець; 4 – гвинти; 5 – повзун; 6 – супорт; 7 – тяга; 8 – затискач; 9 – рукоятка

До станини верстата прикріплюють плиту 1. З нею за допомогою пальця 3 шарнірно з'єднують лінійку 2. Лінійка може повертатися на кут до 10—12° і фіксуватися у заданому положенні гвинтами 4. Уздовж лінійки прорізано паз, в якому може пересуватися повзун 5. Повзун з'єднаний з поперечним супортом 6 за допомогою тяги 7, затискача 8. Поперечний супорт роз'єднують з гвинтом подачі. Пересуваючись уздовж паза, повзун змінює своє положення у поперечному напрямі. Разом з ним пересувається у поперечному напрямі і поперечний супорт. Лінійку виставляють паралельно твірній конуса за шкалою, нанесеною на плиті 1.

Недоліком цього способу є те, що доводиться витратити час спочатку на роз'єднування поперечного супорта з гвинтом подачі, а потім на з'єднування їх. Проте, використання конусної лінійки забезпечує і ряд переваг: можна застосовувати механічну подачу, лінійка налагоджується досить швидко, можна обробляти довгі конічні поверхні, центрові отвори на заготовці знаходяться в нормальному положенні.

Обробка конічних поверхонь широкими різцями з кутом у плані, що відповідає куту нахилу конуса, не знаходить широкого застосування, бо довжина оброблюваної поверхні при цьому способі досить обмежена (до 20 мм).

Внутрішні конічні поверхні найчастіше обробляють з поворотом верхнього супорта або з застосуванням конусної лінійки.

Якщо конічні отвори виготовляють у суцільному матеріалі, то їх спочатку свердлять, а потім розточують або обробляють конічними зенкерами та розвертками.

Вимірюють конічні поверхні кутомірами, шаблонами або калібрами (втулками і пробками).

### **Нарізування різьби мітчиками та плашками**

Є ряд способів нарізування різьби на токарних верстатах. Серед них нарізування різьби мітчиками та плашками забезпечує найменшу продуктивність і невисоку якість оброблюваної поверхні. Проте цей спосіб найпростіший.

Під час нарізування різьби велике значення має правильність, вибору розміру заготовки. Якщо розміри вибрані неправильно, різьба буде неповною, або доводиться знімати забагато металу і оброблена поверхня виходить нечистою.

Заготовку закріплюють у патроні, з торця її знімають фаску, щоб полегшити вхід інструмента.

При нарізуванні зовнішньої різьби роботу починають вручну. Плашку закріплюють у плашкотримачі притискають її до заготовки, стежачи, щоб не було перекосів, і нарізають 2—3 витки. Після цього спирають ручку плашкотримача у супорт і вмикають обертання шпинделя. Плашка «нагвинчується» на заготовку. Останні 2—3 витки, зупинивши верстат, нарізають вручну.

При нарізуванні внутрішньої різьби мітчик із спеціальним патроном закріплюють у задній бабці верстата. Включивши обертання шпинделя, мітчик за допомогою пінолі подають на заготовку доти, поки не буде нарізано 1—2 витки. Після цього мітчик «загвинчується» у заготовку самозатягуванням.

## **2.6. ОБРОБКА НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ**

### **Будова фрезерного верстата**

За прийнятою системою класифікації фрезерні верстати належать до шостої групи. На фрезерних верстатах виготовляють деталі у вигляді багатограних тіл (призми, паралелепіпеди та ін.), прорізають різноманітні канавки, включаючи спіральні, нарізають зубчасті колеса, розрізають заготовки.

Фрезерні верстати поділяються на такі типи: вертикально-фрезерні консольні, фрезерні безперервної дії, копіювальні та гідравлічні, вертикальні безконсольні, поздовжні, широкоуніверсальні, горизонтальні і консольні.

Для виготовлення деталей малих та середніх розмірів застосовують фрезерні консольні верстати (горизонтальні, універсальні, широкоуніверсальні та вертикальні). Спільним у конструкції цих верстатів є наявність консолі, яка може пересуватись вертикально разом із столом. Крім того, стіл вертикального та горизонтального верстатів має поздовжню і поперечну горизонтальну подачу, а стіл універсального верстата може також повертатися.

Консольні верстати різних типів з однаковими розмірами робочих столів становлять гаму фрезерних консольних верстатів. Це дає можливість

уніфікувати конструкцію верстатів, тобто, крім однакових робочих столів, застосовувати однакові коробки швидкостей, подач та ін. Завдяки цьому створюються сприятливіші умови для виготовлення верстатів, бо зростає кількість, однакових деталей і стає можливим запроваджувати методи серійного та масового виробництва. Крім того, у процесі експлуатації спрощується ремонт та забезпечення запасними деталями.

Фрезерні консольні верстати застосовують для виготовлення деталей різноманітної конструкції. На них зручно фрезерувати торці, скоси, лиски, шліци і пази.

Усі універсальні та горизонтально-фрезерні верстати мають принципово однакову будову і складаються з таких основних частин (рис. 2.50): станини 2, консолі 6, стола 5, коробки швидкостей 1, коробки подач 7, хобота 3, шпинделя 4.

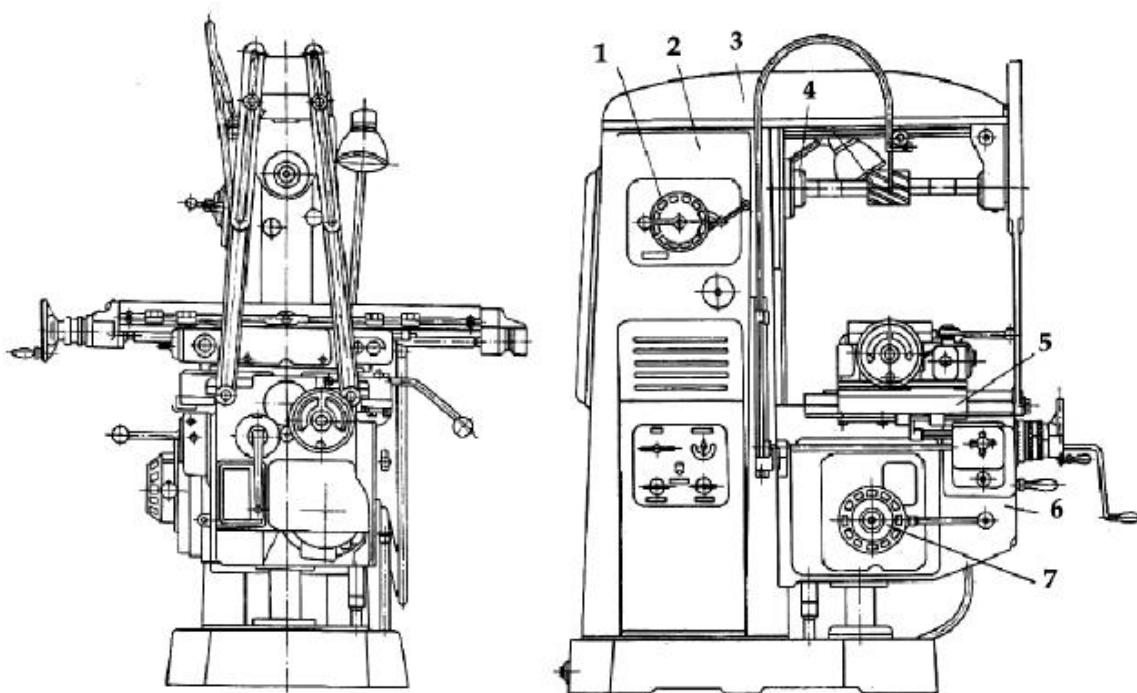


Рис. 2.50. Горизонтально-фрезерний верстат: 1 – коробка швидкостей; 2 – станина; 3 – хобот; 4 – шпиндель; 5 – стол; 6 – консоль; 7 – коробка подач

Під час роботи універсального та горизонтального фрезерних верстатів здійснюються такі рухи: головний — обертання шпинделя; подачі — поступальний рух консолі вертикально та поступальний поздовжній і



поперечний рухи стола горизонтально.

Принципово однаковою є також конструкція усіх вертикально-фрезерних верстатів, які складаються з таких основних частин (рис. 2.51): станини 1, консолі 6, шпindelної головки 3, коробки швидкостей 2, коробки подач 5, стола 4.

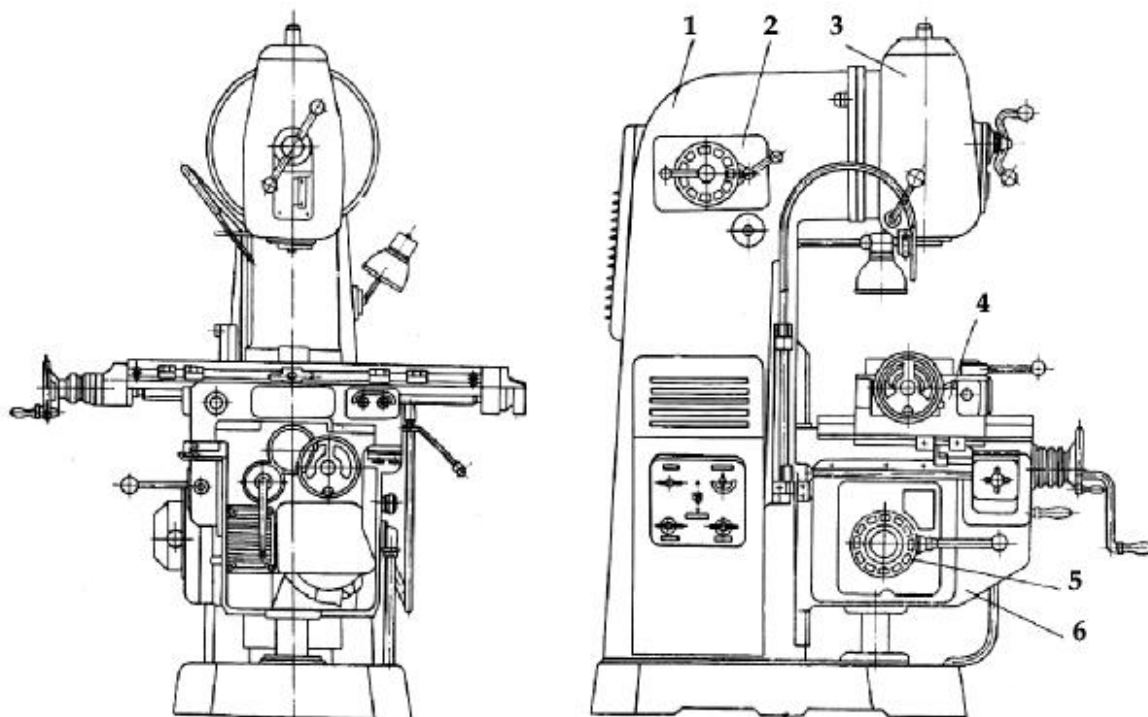


Рис. 2.51. Вертикально-фрезерний верстат: 1 – станина; 2 – коробка швидкостей; 3 – шпindelна головка; 4 – стіл; 5 – коробка подач; 6 - консоль

### **Горизонтально-фрезерний верстат 6М82Г**

Горизонтально-фрезерний верстат 6М82Г (рис. 2.52) складається з таких основних складальних одиниць: станини 4, консолі 11, стола 8, шпинделя 7, коробки швидкостей 3, хобота 6 і коробки подач 9.

Чавунна станина 4 коробчастої форми призначена для кріплення всіх елементів станка. Передня частина станини представляє собою вертикальні напрямні для пересування консолі. Верхня частина – горизонтальні напрямні, по яких рухається хобот. В середині станини розміщені: електродвигун, привід, коробка швидкостей, шпindel. Нижньою частиною станина спирається на

основу 1.

Консоль 11 – жорстка масивна опора столу, що встановлена на вертикальних напрямних станини. На ній закріплений стіл і механізми його пересування в поздовжньому, поперечному та вертикальному напрямках.

Стіл 8 фрезерного верстата призначений для закріплення на ньому і пересування (подачі) заготовки, що обробляється, під час фрезерування. Він складається з поздовжнього (верхнього) стола та полозок поперечного столу. Полозки можуть пересуватися разом з поздовжнім столом по напрямних консолі у поперечному напрямі за допомогою гвинтового механізму. Так відбувається поперечна подача. Поздовжня подача здійснюється за допомогою гвинтового механізму рухом поздовжнього стола по поздовжнім напрямним верхньої частини полозок.

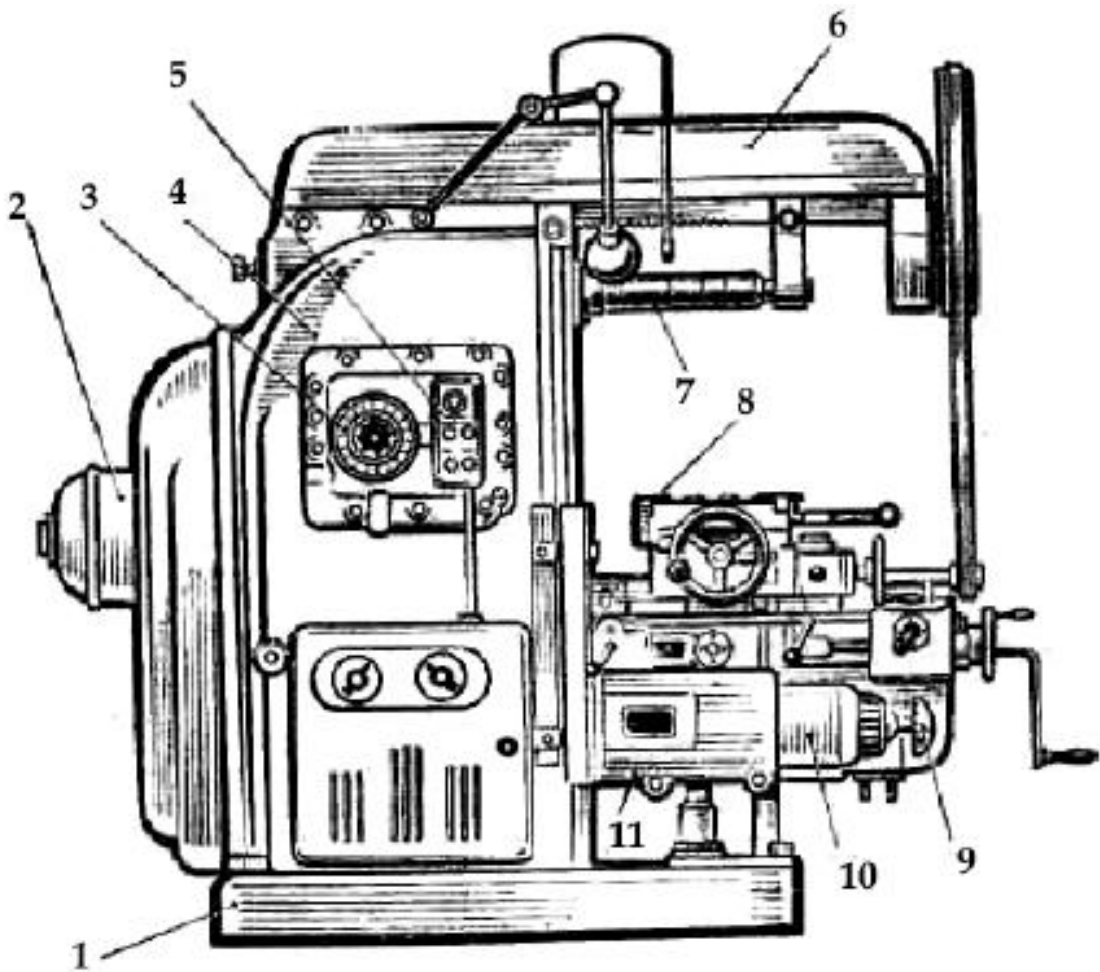


Рис. 2.52. Основні елементи горизонтально-фрезерного станка моделі 6М82Г: 1 – основа; 2 – електродвигун приводу шпинделя; 3 – коробка

швидкостей; 4 – станина; 5 – кнопкова пускова панель; 6 – хобот; 7 – шпindel; 8 – стіл; 9 – коробка подач; 10 – електродвигун приводу подач; 11 – консоль

Для пересування вверх або вниз заготовки, що закріплена на столі, тобто для здійснення вертикальної подачі, використовують гвинтовий механізм, за допомогою якого вся консоль пересувається по вертикальних напрямних станини.

Шпindel 7 фрезерного верстата – порожнистий сталевий вал, призначений для закріплення фрезерної оправки з фрезою (або безпосередньо фрези) та надання їй обертального руху (руху різання). У передній частині отвір шпинделя має конічну форму, щоб у нього щільно входила конічна частина фрезерної оправки або конус хвостовика ріжучого інструменту. Оправка або ріжучий інструмент закріплюються у конусі шпинделя за допомогою затяжного гвинта.

Коробка швидкостей 3 дозволяє змінювати частоту обертання шпинделя при постійній швидкості обертання вала електродвигуна. Її будова аналогічна будові коробки швидкостей токарного верстата. Змінюючи положення рукояток (у відповідності до таблиці на верстаті), встановлюють різну частоту обертання шпинделя.

Хобот 6 разом з підвіскою призначений для підтримки кінця фрезерної оправки, що закріплена у шпинделі. Щоб закріпити оправку на потрібній відстані від шпинделя, хобот має бути пересунутий по горизонтальних напрямних станини і закріплений у потрібному положенні.

Для збільшення більшої жорсткості станка під час фрезерування зі значними силами різання хобот скріплюють з консоллю за допомогою металевий пластин.

Коробка подач 9 призначена для передачі руху від електродвигуна (або коробки швидкостей у менш сучасних фрезерних верстатах) до механізмів подач столу в усіх трьох напрямках і змін швидкості цього руху. Вона складається з циліндричних і конічних зубастих передач і кулачкових муфт

зчеплення та пересувається в консолі верстата.

Комбінуючи положення рукояток, що управляють роботою коробки подач, можна отримувати різні величини повздовжньої, поперечної і вертикальної подач столу. Включення механічних подач столу відбувається за рахунок кулачкових муфт. При вимкнених механічних подах стіл можна пересувати вручну за допомогою рукояток і маховичків.

Горизонтально-фрезерний станок моделі 6М82Г має такі основні технічні характеристики:

- найбільша та найменша відстані від осі шпинделя до стола 410 і 30 мм;
- відстань від осі шпинделя до хобота 155 мм;
- розмір внутрішнього конуса шпинделя – конус Морзе №3;
- частота обертання шпинделя 32 ...1600 об/хв.;
- розмір робочої поверхні стола 320x1250 мм;
- найбільше пересування стола: поздовжнє 700 мм; поперечне 240 мм, вертикальне 420 мм;
- найбільша та найменша подачі стола: поздовжня 25...1250 мм/хв., поперечна 25...1250 мм /хв., вертикальна 8,3...400 мм/хв.

#### **Настільний горизонтально-фрезерний верстат моделі НГФ-110Ш4**

Основа 1 настільного горизонтально-фрезерного верстату (рис. 2.53) є фундаментом станка та опорою для станини 3 і консолі 14.

Станина 3 – це базовий елемент, на якому монтують інші частини та механізми верстата. Вона має коробчасту форму та розділена на два відсіки. Верхній відсік – коробка швидкостей, у нижньому відсіку розміщений електродвигун. Передня частина станини – вертикальні напрямні, по яких пересувається консоль 14, верхня – горизонтальні напрямні, призначені для пересування хобота 7.

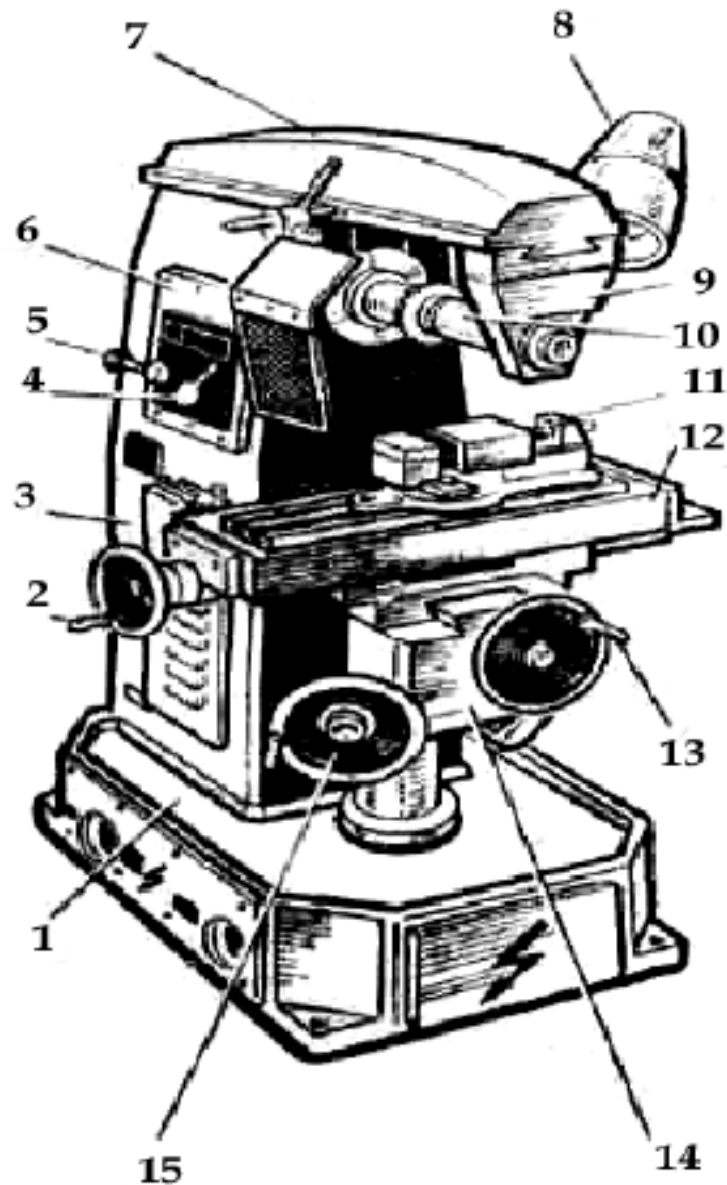


Рис. 2.53 Загальний вигляд настільного горизонтально-фрезерного верстата моделі НГФ-110Ш4 1 – основа; 2 – маховик поздовжньої подачі; 3 – станина; 4, 5 – рукоятки переключення частот обертання шпинделя; 6 – коробка швидкостей; 7 – хобот; 8 – світильник; 9 – серга; 10 – оправка з фрезою; 11 – машинні тиски; 12 – стіл для установки тисків з деталлю; 13 – маховик поперечної подачі; 14 – консоль; 15 – маховик вертикальної подачі

Коробка швидкостей 6 передає головний обертальний рух шпинделю з оправкою 10 і фрезі, яка на ній закріплена. Вона забезпечує необхідну частоту обертання шпинделя (а разом з ним й оправці з фрезою), яку встановлюють за допомогою рукояток 4 і 5. Хобот 7 з сергою 9 необхідні для підтримки

переднього кінця оправки 10. Хобот може вручну пересуватися по верхніх напрямних станини та кріпитися в потрібному положенні. Серга може пересуватися по напрямних хобота і також кріпитися в потрібному положенні. Це забезпечує жорсткість установки оправки з фрезою. Один кінець оправки закріплюється в конусному отворі шпинделя, а інший спирається на підшипник серги.

Консоль 14 є опорою для стола 12. На ній змонтовані механізми пересування стола у вертикальному, поперечному і повздовжньому напрямках.

Стіл 12 призначений для установки та закріплення заготовок, що обробляються, у тисках або без них. Управління рухами стола здійснюється маховиками 2, 13, 15. За допомогою маховика 15 стіл пересувають у вертикальному напрямі, тобто здійснюють вертикальну подачу; маховиком 13 – поперечно; маховиком 2 – повздовжню.

У процесі роботи на фрезерних верстатах використовують різні пристосування для закріплення заготовок. Багато з них (машинні тиски, прихвати, упори, прокладки тощо) аналогічні тим, що використовуються на свердлильних та інших верстатах.

Настільний горизонтально-фрезерний станок моделі НГФ-110ША має такі основні технічні характеристики:

- найбільша та найменша відстані від осі шпинделя до стола 200 і 30 мм;
- максимальна відстань від торця шпинделя до підшипника серги 230 мм;
- відстань від осі шпинделя до хобота 85 мм;
- розмір внутрішнього конуса шпинделя – конус Морзе №3;
- частота обертання шпинделя 125 ... 1250 об/хв.;
- найбільший діаметр фрез 110 мм;
- розмір робочої поверхні стола 400x100 мм;
- найбільше пересування стола: поздовжнє 250 мм;

поперечне 85 мм, вертикальне 170 мм;

- ціна однієї поділки лімбів: поздовжньої та поперечної подач 0,05 мм, вертикальної 0,25 мм.

Догляд за фрезерним верстатом. Від дбайливого догляду за фрезерним верстатом значною мірою залежить строк його служби та продуктивність. Насамперед треба стежити, щоб верстат був чистий. Для цього, закінчивши роботу, верстат очищають від стружки, застосовуючи щітки, а в незручних місцях, наприклад пазах стола, гачки. Пил, краплини емульсії витирають ганчірками, змоченими в гасі.

Великої уваги потребує змащення верстата. Тонким шаром масла вкривають усі поверхні, не захищені від корозії. Крім того, відповідно до вимог паспорта верстата змащують різні вузли та деталі. Наприклад, один раз на зміну змащують підшипники ходового гвинта поздовжньої подачі, три-чотири рази на рік замінюють масло у резервуарі станини та ін.

Робочу поверхню стола слід оберігати від ударів, на неї не можна класти предмети, які можуть залишити подряпини.

Організація робочого місця фрезерувальника. На рис. 2.54. показано один з можливих варіантів робочого місця фрезерувальника. Верстат 3 міститься недалеко від вікон. Верстат забезпечений лампою місцевого освітлення 4 та захисним екраном 5, який захищає верстатника від стружки. Поруч з верстатом є інструментальна шафа 7. Тут складають на поличках весь різальний та вимірювальний інструмент. Верхня площина 6 шафи пристосована для розміщення робочих креслень та іншої технічної документації. Зліва від верстата стоїть ящик для заготовок 2 і ящик для деталей 1. Верстатник стоїть на помості 8. Про його призначення вже розповідалось.

Організовуючи робоче місце фрезерувальника, дотримуються тих самих правил, що й при організації робочого місця токаря.

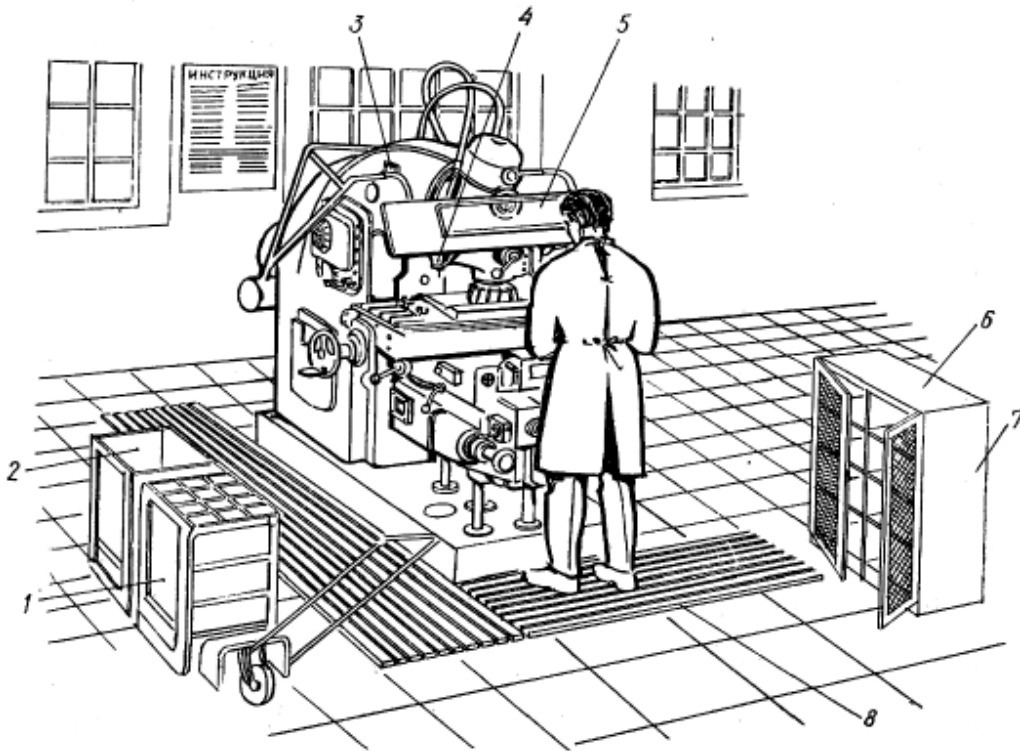


Рис. 2.54. Робоче місце фрезерувальника: 1 – ящик для деталей; 2 – ящик для заготовок; 3 – верстат; 4 – лампа місцевого освітлення; 5 – захисний екран; 6 – верхня площина шафи для розміщення робочих креслень; 7 – інструментальна шафа; 8 – поміст

### **Техніка безпеки під час роботи на фрезерному верстаті**

Умови роботи на фрезерному верстаті багато чим подібні до умов роботи на токарному верстаті, а тому слід дотримуватись тих самих правил техніки безпеки. До них слід додати таке:

- головка затяжного гвинта у горизонтально- та універсально-фрезерних верстатах виходить за межі стояка станини. Обертаючись, вона може захопити одяг верстатника, якщо він проходить надто близько біля верстата;
- під час роботи на фрезерному верстаті на його столі доводиться встановлювати досить важкі пристрої: круглий стіл, ділильну головку та ін.; треба правильно розраховувати свої сили; якщо самому важко виконати цю роботу — попросити допомоги.

Під час обробки крихких матеріалів торцевими фрезами стружка



розлітається віялом, а це небезпечно, тому обов'язково треба користуватися захисними пристроями.

### Різальні та вимірювальні інструменти

Типи фрез. Фрези (рис. 2.55) поділяються на кілька типів: циліндричні (рис. 2.55, а) і торцеві (рис. 2.55, б). Фрези застосовують для обробки площин; дисковими фрезами (рис. 2.55, в, г) обробляють вузькі поверхні і прорізають пази; за допомогою прорізних і відрізних фрез (рис. 2.55, д) заготовку розділяють на частини; кінцеві фрези (рис. 2.55, е, є) прорізають шпонкові канавки, а також обробляють неширокі поверхні; кутові фрези (рис. 2.55, ж) дають змогу обробляти поверхні, розташовані під певним кутом.

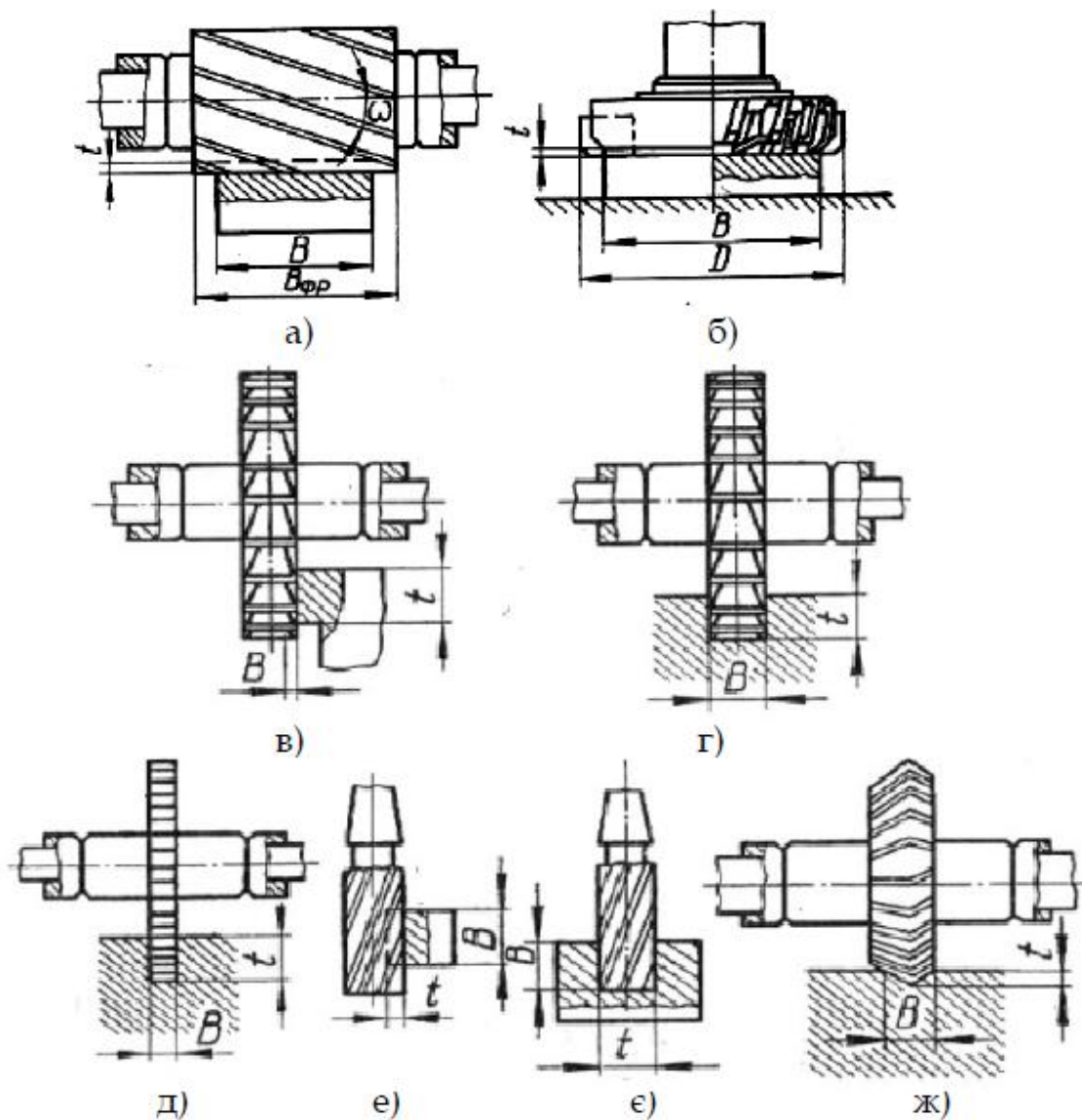


Рис. 2.55. Типи фрез: а – циліндричні; б – торцеві; в, г – дискові; д –

відрізні; е, є – кінцеві; ж – кутові

Крім того, є фасонні фрези, призначені для обробки поверхні певного профілю.

Фрези можуть бути суцільними і збірними; з різальною частиною із швидкорізальних сталей або з пластинками твердих сплавів. Застосування різців, оснащених твердими сплавами, дає можливість значно підвищити режим різання, а отже й продуктивність праці та якість оброблюваної поверхні.

Застосування збірних фрез має економічне значення, бо корпус виготовляється з дешевих конструкційних сталей. На рис. 2.56, а показано збірну циліндричну фрезу з вставними зубами із швидкорізальної сталі та торцеву фрезу з вставними зубами, оснащеними твердим сплавом (рис. 2.56, б).

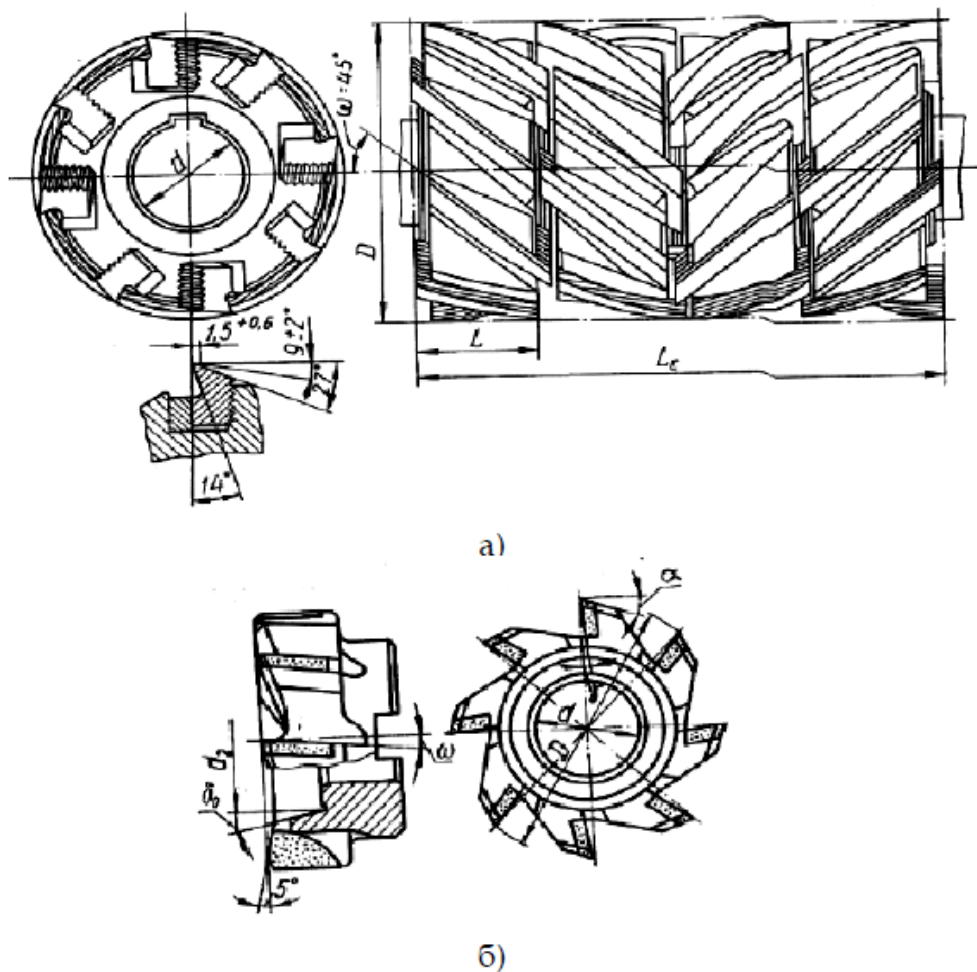


Рис. 2.56. Збірні фрези: а - вставні зуби з швидкорізальної сталі; б - вставні зуби оснащені твердим сплавом

За величиною зубів фрези поділяються на великозубі та дрібнозубі. Великозубі мають незначну кількість зубів і великі проміжки між ними. Вони застосовуються для зняття великих припусків. Дрібнозубі фрези мають багато зубів і малі проміжки між ними. Застосовують їх для чистової обробки.

За способом кріплення фрези поділяються на насадні та кінцеві або хвостові.

Насадні фрези мають циліндричний отвір, яким їх надівають на фрезерну оправку. Кінцеві фрези мають хвостовик, яким закріплюються у шпинделі.

Як уже зазначалося, фреза - багатолезовий інструмент. Вона складається з певної кількості різців, які можуть бути навіть виготовлені окремо і закріплені у корпусі фрези. Якщо розглянути один різець окремо, то неважко пересвідчитися що геометрична форма його схожа на геометричну форму токарного різця, у якого є передній і задній кути, кут загострення і кут різання. Те саме можна сказати і про елементи фрези. Як видно з рис. 2.57, передня поверхня 4 зуба фрези 3 утворює з вертикальною площиною 2 передній кут  $\gamma$ ; задня поверхня 5 зуба утворює з оброблюваною поверхнею 6 задній кут  $\alpha$ ; передня поверхня 4 зуба утворює з задньою поверхнею 5 зуба кут загострення  $\beta$ . Кут різання  $\delta$  утворюється передньою поверхнею 4 зуба з оброблюваною поверхнею 6. Кожний зуб має різальну кромку 1, яка утворюється від перетину передньої і задньої поверхонь.

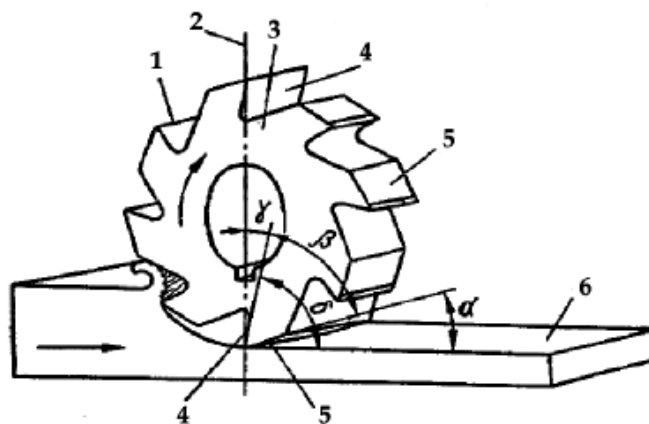


Рис. 2.57. Геометрія фрези: 1 - різальна кромка; 2 - вертикальна площина; 3 - фреза; 4 – зуб фрези; 5 - задня поверхня зуба; 6 - оброблювана поверхня; а–

задній кут;  $\beta$  - кут загострення;  $\delta$  - кут різання;  $\gamma$  - передній кут

Будова циліндричної фрези. На рис. 2.58 показано елементи та геометрію циліндричної фрези з гвинтовими зубами. Такі фрези знаходять широке застосування на практиці, бо гвинтові зуби порівняно з прямими забезпечують більшу плавність процесу різання, чистішу обробку поверхні.

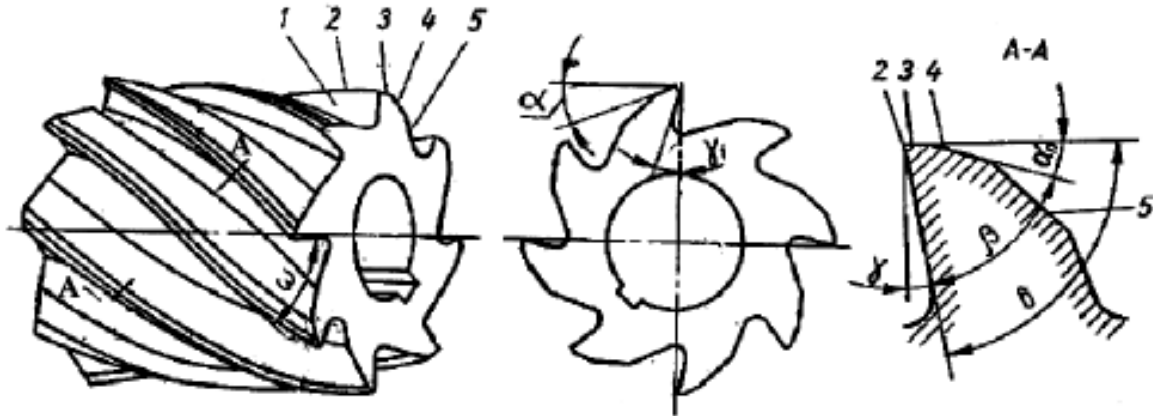


Рис. 2.58. Циліндрична фреза: 1 - передня поверхня зуба; 2 - різальна кромка; 3 - фаска; 4 – задня поверхня зуба; 5 - затилкова поверхня; а - задній кут;  $\alpha_n$  – нормальний задній кут;  $\beta$  - кут загострення;  $\omega$  - кут нахилу гвинтової канавки;  $\gamma$  - передній кут;  $\gamma_1$  - поперечний передній кут

Зуб фрези має передню поверхню 1 і задню 4. Тут розрізняють також фаску (стрічку) 3, затилкову поверхню (спинку) 5 і різальну кромку 2, яка йде по гвинтовій лінії (спіралі). Кут, який утворюють різальна кромка з віссю фрези, називають кутом нахилу гвинтової канавки, або кутом нахилу спіралі, і позначають  $\omega$  (омега).

Задній кут  $\alpha$  вимірюється у площині торця фрези. Крім того, є нормальний задній кут  $\alpha_n$ , який вимірюється в площині, перпендикулярній до різальної кромки. Величина заднього кута впливає на величину тертя між задньою поверхнею фрези і заготовкою. Із збільшенням заднього кута зменшується тертя, завдяки чому підвищується якість обробленої поверхні і збільшується строк роботи фрези. Але при цьому зменшується кут загострення  $\beta$ , отже, ослаблюється зуб. Тому задній кут не виходить звичайно за межі 12-30°.

Передній кут  $\gamma$  вимірюється в площині, перпендикулярній до різальної кромки. У площині, перпендикулярній до осі фрези, вимірюється поперечний передній кут  $\gamma_1$ . Передній кут впливає на зусилля різання та якість оброблюваної поверхні. Залежно від оброблюваного матеріалу та матеріалу різця він може змінюватися від  $-10^\circ$  до  $+20^\circ$ , тобто передній кут може мати як додатне, так і від'ємне значення.

Кут заострення  $\beta$  утворюється передньою і задньою поверхнями. Чим він більший, тим міцніший зуб фрези. Але при цьому зростає потрібна потужність фрезерування, що утруднює процес різання.

Кут нахилу  $\omega$  гвинтової різальної кромки змінюється в межах  $10-55^\circ$  залежно від типу фрези.

Будова торцевої фрези. На відміну від циліндричної фрези, торцева (рис. 2.59) має не одну, а дві різальні кромки. Та, що знаходиться на циліндричній поверхні, називається головною 1, а розташована на торцевій поверхні - допоміжною 2.

З рисунка видно, що елементи та геометрія зуба подібні до елементів і геометрії циліндричної фрези.

На рисунку показано геометрію зуба. Переднім кутом тут є кут нахилу гвинтової різальної кромки, який називають поздовжнім переднім кутом. Задній кут  $\alpha$  вимірюється у перерізі ББ. Цей кут називають торцевим заднім кутом.

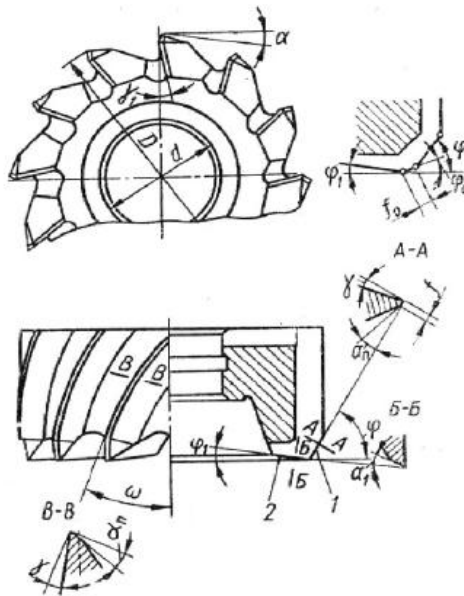


Рис. 2.59. Торцева фреза 1 - головна різальна кромка; 2 -допоміжна різальна кромка;  $\alpha$  -торцевий задній кут;  $\alpha_n$  -нормальний задній кут;  $f_0$ —ширина кромки;  $\varphi$  - головний кут у плані;  $\varphi_1$  - допоміжний кут у плані;  $\varphi_0$  -головний кут у плані перехідної кромки;  $\beta$  - кут загострення;  $\omega$  - кут нахилу гвинтової канавки;  $\gamma$  -передній кут;  $\gamma_1$  - поперечний передній кут

Різальні кромки зуба торцевої фрези утворюють кути в плані. Головна різальна кромка утворює головний кут у плані  $\varphi$ , а допоміжна -допоміжний кут у плані— $\varphi_1$ . Для згладжування гострого кута, який утворюється при спряженні головної та допоміжної різальних кромки, роблять допоміжну перехідну кромку завширшки  $f_0$ . При цьому утворюється  $\varphi_0$ , який називають головним кутом у плані перехідної кромки.

Конструкції зубів фрези. За конструкцією зубів фрези поділяються на такі, що мають гострокінцеві та затиловані зуби.

Фрези з гострокінцевими зубами прості у виготовленні. Проте вони мають один істотний недолік. Заточують зуби по задній поверхні. Тому в міру переточування висота зубів поступово зменшується. У зв'язку з цим зменшується проміжок між зубами, тобто рекомендується для циліндричних та кінцевих фрез. Він найскладніший у виготовленні, проте забезпечує найбільшу міцність зуба.

Найчастіше застосовують такі профілі гострокінцевих зубів (рис. 2.60): звичайний — (рис. 2.60, а), з ламаною спинкою — (рис. 2.60, б) і криволінійний — (рис. 2.60, в).

Звичайний профіль застосовують для фрез, які працюють з незначними зусиллями. Профіль зуба з ламаною спинкою, навпаки, беруть для фрезерування з великими зусиллями, наприклад, для чорнового фрезерування. Профіль зуба з криволінійною спинкою



Рис. 2.60. Профілі зубів фрези а – звичайний; б - з ламаною спинкою; в – криволінійний

Затиловані фрези мають зуби, задня поверхня яких оброблена по спіралі Архімеда (рис. 2.61). Заточують їх по передній поверхні. При цьому профіль зуба не змінюється, а проміжок між сусідніми зубами зростає.

Фрези із затилованими зубами виготовляють на спеціальних верстатах, тому вони значно дорожчі, ніж фрези з гострокінцевими зубами. Внаслідок цього застосування їх обмежується виконанням спеціальних фрезерних робіт, наприклад, фрезеруванням зубчастих коліс.

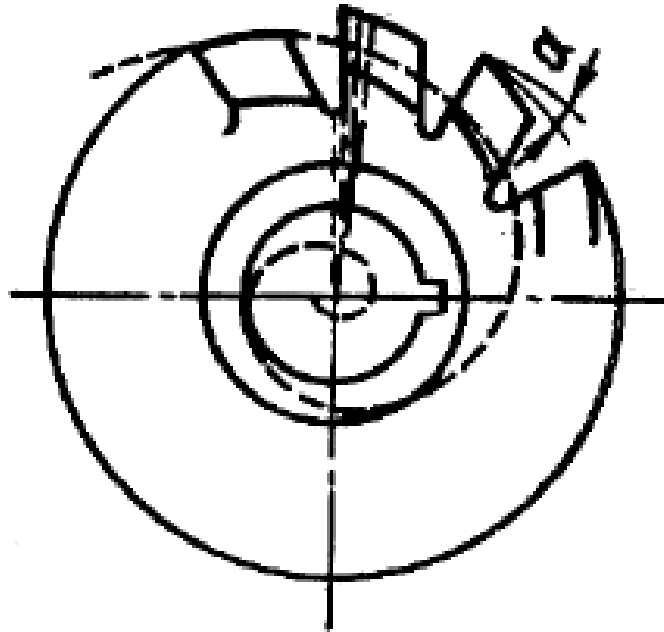


Рис. 2.61. Затилована фреза

Ширше застосовують фрези з гвинтовими зубами. Під час роботи цими фрезами одночасно працює якнайменше два зуба, завдяки чому забезпечується плавність різання. Крім того, гвинтові канавки спрямовують стружку, полегшують вихід її із зони різання. Якщо ж працюють фрезами із прямими зубами, то кожний зуб вривається по всій довжині різальної кромки у метал заготовки, а потім виходить з контакту з нею. Це призводить при малій глибині різання до ударів і вібрації.

### **Вимірювальні інструменти**

Для перевірки розмірів готової деталі, обробленої на фрезерному верстаті, застосовуються штангенциркуль, мікрометр та інші інструменти, характерні для слюсарних і токарних операцій.

Особливістю роботи на фрезерних верстатах є те, що тут доводиться виставляти заготовку на столі та перевіряти на биття фрези. У зв'язку з цим застосовуються такі вимірювальні інструменти, як індикатор, рейсмус та штангенрейсмус.

Роботу з індикатором показано на рис. 2.62.



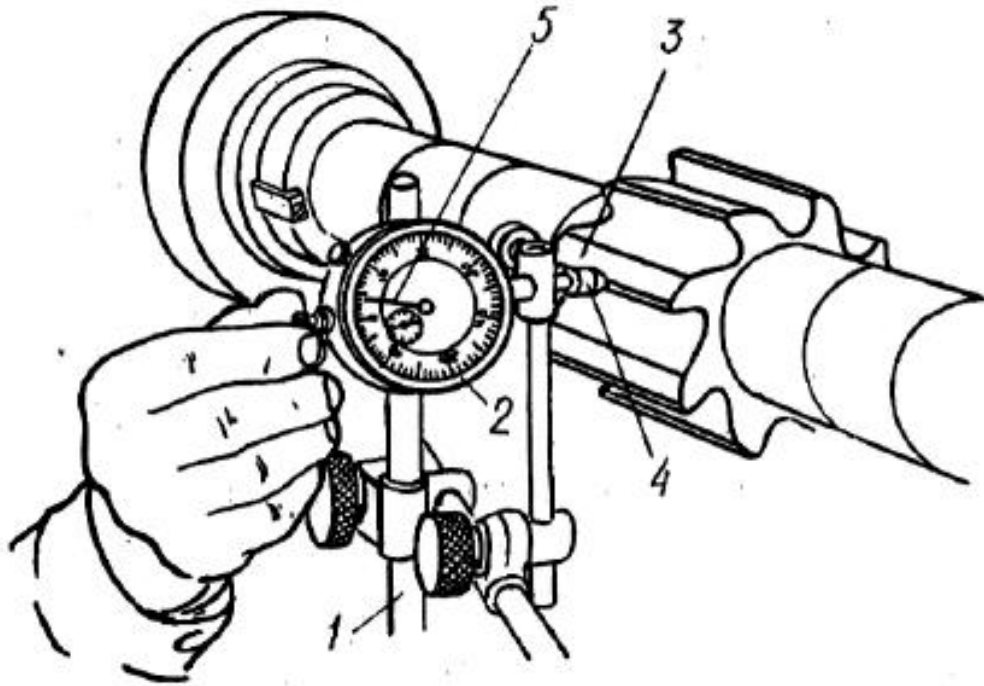


Рис. 2.62. Установка фрезы 1 - штатив; 2 - индикатор; 3 - зуб фрезы; 4 - голка; 5 - стрелка

Індикатор 2 закріплюють на штативі 1 і ставлять на стіл верстата так, щоб його голка 4 притискалась з невеликим натягом до зуба фрези 3. Величину натягу покаже стрілка 5 на шкалі з ціною поділки 0,01 мм. Запам'ятавши величину натягу, або сумістивши нуль із стрілкою, голку відтягують трохи назад, повертають фрезу разом з оправкою приблизно на 180° і знову відпускають голку. Якщо фреза зовсім не має биття, положення стрілки не зміниться. Якщо ж биття є, стрілка займе інше положення. Знаючи, на скільки поділок змінилось положення стрілки, можна визначити величину биття фрези. Звичайно припускаються биття циліндричної фрези не більш як 0,05 мм.

### **Способи закріплення фрез на верстатах**

Є кілька способів закріплення фрез залежно від їх конструкції, розмірів і характеру роботи.

Закріплення фрез на центрових оправках. На рис. 2.63 показано фрезерну оправку, що має конічний хвостовик і фланець з пазами. Шпиндель 1 верстата має конічний отвір, а з торця до нього прикріплено поводки 5. Оправка

вставляється у шпindel так, щоб поводки зайшли у пази. Отже, крутний момент передається із шпинделя на фрезу через конічну поверхню та поводки. На оправці закріплено установочні кільця 2, за допомогою яких можна закріпити фрезу на оправці у бажаному місці, тобто так, щоб вона розміщувалася над оброблюваною поверхнею. До верстата додається набір установочних кілець від 1 до 50 мм (1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2; 3; 5; 8; 10; 15; 20; 30; 40; 50). Виставивши фрезу, загвинчують гайку 6. Цього достатньо для того, щоб фреза не прокручувалась на оправці, якщо виконується чистова обробка. При чорновій обробці фрезу і установочні кільця встановлюють на шпонці 3. Центрова оправка має для цього по всій довжині шпонковий паз. Із шпонковим пазом виготовляють також фрези та установочні кільця. Центрова оправка і торці кілець не повинні мати задирок, бо це позначається на точності установлення фрези. Фрезу закріплюють завжди якомога ближче до шпинделя, щоб зменшити її виліт і збільшити жорсткість. З цією ж метою другий кінець оправки закріплюють у підвісці 4. Якщо цього недостатньо, то між шпинделем і фрезою може бути встановлена друга підвіска. Оправку затягують гвинтом 7.

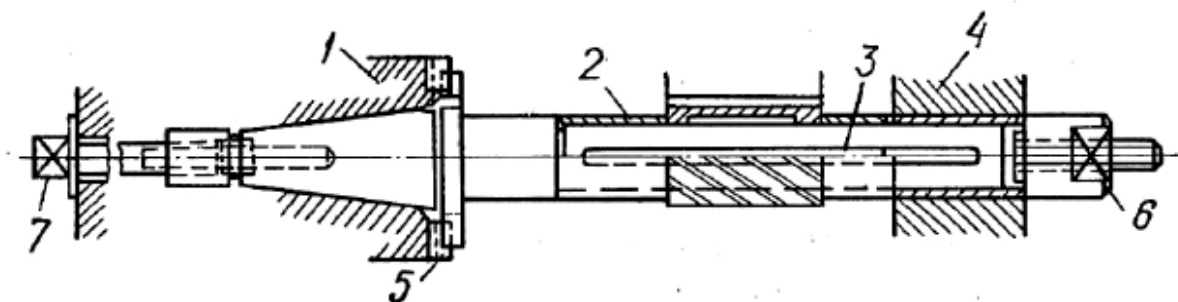


Рис. 2.63. Закріплення фрези на центрових оправках: 1 – шпindel; 2 – установочні кільця; 3 – шпонка; 4 – підвіска; 5 – поводки; 6 – гайка; 7 - гвинт

Закріплення фрез на кінцевих оправках. Кінцеву оправку показано на рис. 2.64. Вона має конічний хвостовик 1, який закріплюється у шпинделі верстата. Фрезу встановлюють на циліндричному виступі і затягують гвинтом 3. Шпонка 2 не дає фрезі прокручуватись відносно оправки.

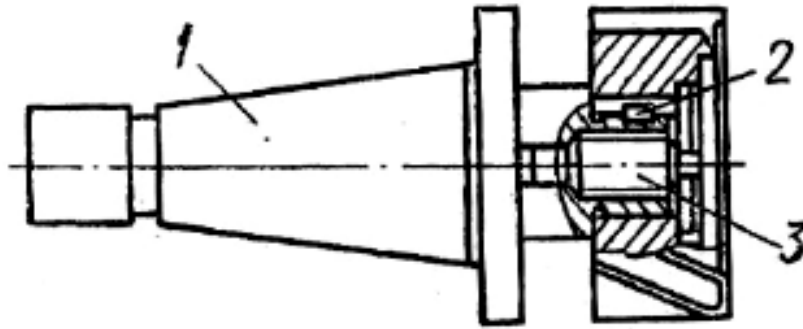


Рис. 2.64 Закріплення фрез на кінцевих оправках 1 – хвостовик; 2 – шпонка; 3 - гвинт

Закріплення фрез з конічними та циліндричними хвостовиками. Якщо розміри конічного хвостовика фрези і отвору шпинделя однакові, фрезу ставлять на місце і затягують гвинтом (шомполом). Якщо розмір конуса хвостовика фрези менший за розмір отвору шпинделя, використовують перехідну втулку. Для фрез із циліндричним хвостовиком такою втулкою є патрон. Фреза закріплюється як свердло в патроні, а сам патрон — у шпинделі верстата.

Закріплення насадних фрез. Торцеві фрези діаметром 125 мм і більше виготовляють насадними. Посадочні отвори у таких фрез можуть бути циліндричними або конічними.

Фрези з конічними отворами насаджують на кінцеві оправки, фрези з циліндричними отворами закріплюють безпосередньо на шпинделі за допомогою чотирьох болтів (на торцевій поверхні шпинделя зроблено відповідні отвори).

### **Способи закріплення заготовок**

Від точності та надійності закріплення заготовки залежить точність деталі та безпека верстатника. Залежно від форми, розмірів заготовки і точності обробки на фрезерних верстатах можуть застосовуватись різні способи закріплення заготовки.

Закріплення заготовки на столі верстата. Цей спосіб найпростіший. Виконується він за допомогою прихватів. Схему закріплення показано на рис. 2.65. Заготовка 5 притискається до стола прихватом 2. Другим кінцем прихват спирається на підкладку 1. Прихват фіксується болтом 3, який заходить у Т-подібний паз стола 6. Під гайку підкладають шайбу 4. Конструкція прихватів може бути різною, бо різними бувають конструкції оброблюваних деталей.

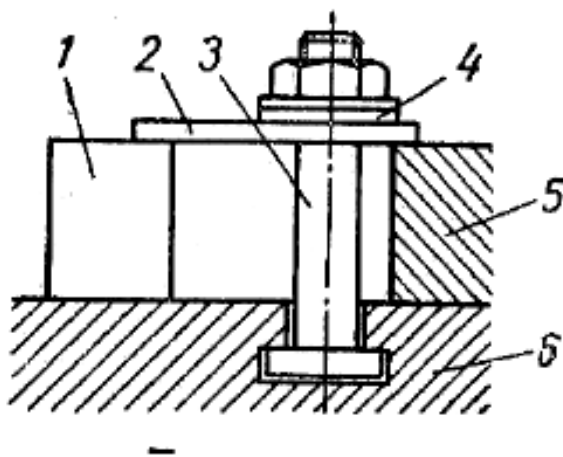


Рис. 2.65. Закріплення заготовки на столі верстата: 1 – підкладка; 2 – прихват; 3 – болт; 4 – шайба; 5 – заготовка; 6 – Т-подібний паз стола

Користуючись прихватами, треба дотримуватись певних правил, а саме:

- болт треба розміщувати якомога ближче до заготовки;
- прихват повинен займати горизонтальне положення;
- прихват можна спирати лише на ту частину заготовки, яка щільно прилягає до поверхні стола;
- переходячи від чорнового фрезерування до чистового, треба трохи ослабити гайки затискних болтів.

Закріплення заготовок на кутових плитах і призмах. Кутові плити використовують для обробки поверхонь деталі, які утворюють певний кут. Звичайна кутова плита (рис. 2.66, а) дає змогу обробляти поверхні, розташовані під кутом  $90^\circ$ . Плита закріплюється на столі верстата. До неї за допомогою прихватів або струбцин прикріплюють заготовку. Кутова плита, показана на рис. 2.66, б, складається з двох поличок, які можна повертати навколо

горизонтальної осі та встановлювати під певним кутом. Ще більші можливості забезпечує універсальна кутова плита (рис. 2.66, в), яка дає можливість повертати заготовку у вертикальній та горизонтальній площинах.

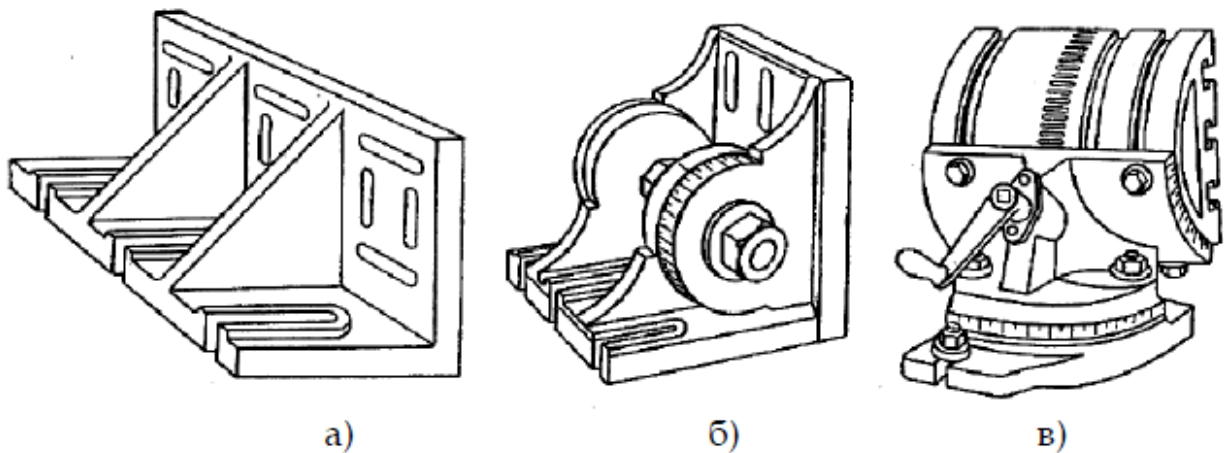


Рис. 2.66. Закріплення заготовок на кутових плитах і призмах

Правильність установки кутової плити на столі перевіряють так, як це показано на рис. 2.67. Спочатку виконують попередню перевірку, вимірюючи відстань від плити до паза стола у двох місцях. Відстань має бути однаковою. Після цього на фрезерній оправці закріплюють загострену дротину, підводять за допомогою поперечної подачі плиту майже до зіткнення з дротиною і надають столу поздовжньої подачі. Стежачи за зазором між кінцем дротини і плитою, перевіряють остаточно правильність її установки.

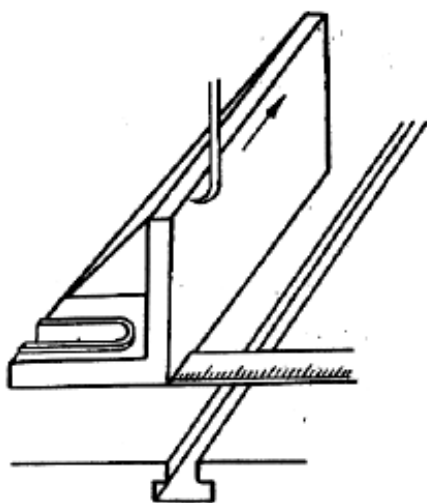


Рис. 2.67. Правильність установки кутової плити

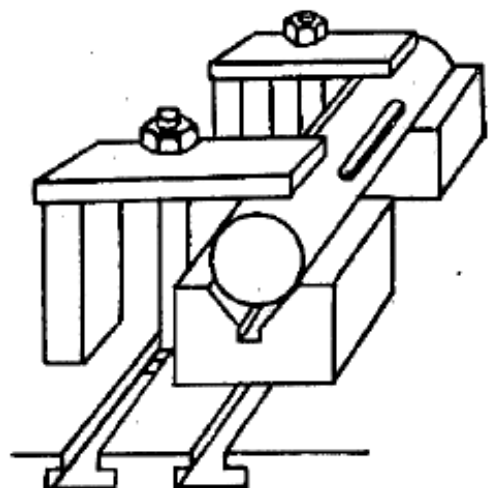


Рис. 2.68. Закріплення круглих заготовок

Круглі заготовки для фрезерування шпонкових канавок, пазів і лисок закріплюють у призмах (рис. 2.68). Призми виставляють на столі за допомогою шипів, які заходять у Т-подібний паз. Залежно від довжини вала може бути одна або дві призми. Вал притискається до призм прихватами.

Закріплення заготовки у лещатах. Машинні лещата за будовою подібні до слюсарних лещат.

Вони бувають поворотними і неповоротними. На рис. 2.69 показано поворотні лещата. До плити 1 кріпиться поворотний корпус 2. Кут повороту визначається за шкалою 3. Поворотний корпус фіксується болтом 4.

Лещата встановлюють на столі верстата у міру потреби. Заготовку закріплюють у лещатах так, щоб оброблювана поверхня виступала над губками на 10—15 мм. Опорна поверхня заготовки повинна щільно прилягати до лещат. Для цього її осаджують ударами мідного або латунного молотка. Якщо розмір заготовки малий і вона не виступає над губками лещат, під неї підкладають підкладки, які повинні бути обробленими й мати паралельні протилежні поверхні.

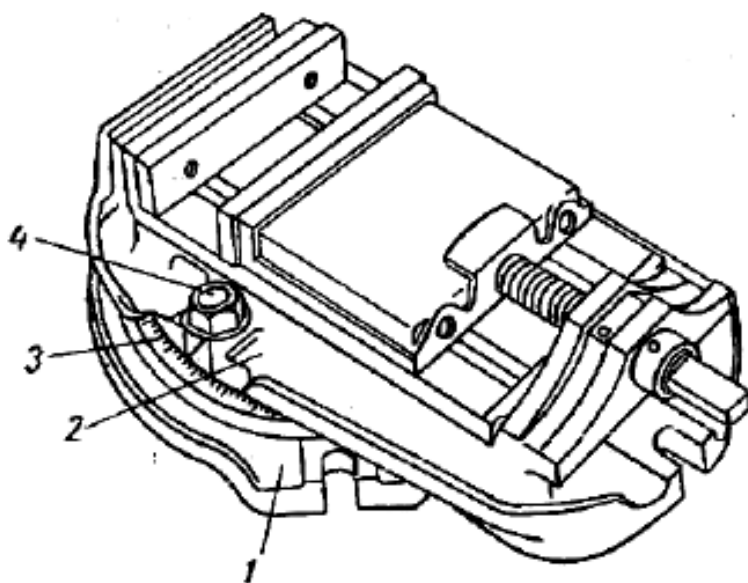


Рис. 2.69. Поворотні лещата: 1 – плита; 2 – поворотний корпус; 3 – шкала; 4 – болт

## Фрезерування площини

Під час виготовлення деталей на фрезерних верстатах дуже часто доводиться обробляти поверхні у вигляді площин. Така робота може виконуватись як на горизонтально-, так і на вертикально-фрезерному верстаті. При цьому застосовують циліндричні або торцеві фрези.

Фрезерування площини циліндричною фрезою може відбуватись проти подачі (рис. 2.70, а) або за подачею (рис. 2.70, б).

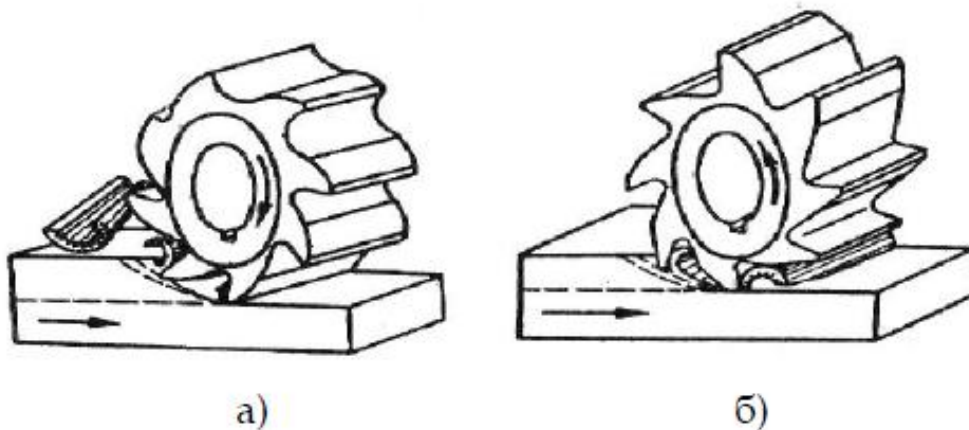


Рис. 2.70. Фрезерування площини циліндричною фрезою: а – проти подачі; б – за подачею

При фрезеруванні проти подачі товщина стружки, яку знімає кожний зуб, змінюється теоретично від нуля до максимуму. Практично виходить так, що кожний зуб фрези спочатку трохи ковзає по оброблюваній поверхні, а потім починає різати. Це позначається на якості поверхні, а також інтенсивно спрацьовується задня поверхня фрези. При фрезеруванні за подачею товщина стружки змінюється від максимуму до нуля, тому зазначених недоліків немає. Фрезерування за подачею вважається прогресивнішим, проте застосувати його можна лише тоді, коли із заготовки попередньо знято кірку, бо, працюючи по кірці, зубці фрези передчасно затуплюються. Крім того, треба жорсткіше закріплювати заготовку, а в механізмі подачі не повинно бути зазорів.

Застосування торцевої фрези забезпечує ряд переваг порівняно з циліндричною фрезою. Товщина стружки тут не змінюється, у роботі весь час

перебуває більша кількість зубів. Завдяки цьому процес різання відбувається плавніше, менше виникає вібрацій. Дуже важливим є й те, що зуби торцевих фрез мають дві кромки. Кромки, розміщені на циліндричній поверхні фрези, виконують основну роботу, пов'язану з різанням, а кромки, розміщені на торцевій поверхні фрези, зачищають оброблену поверхню, надають їй високої якості.

Фрезерування площини циліндричною фрезою. До початку роботи встановлюють і закріплюють фрезу та заготовку у такій послідовності:

- відпускають гвинти і пересувають хобот у крайнє переднє положення;
- відпускають гвинт і знімають сергу;
- протирають ганчір'ям конічні поверхні оправки та отвору шпинделя;
- ставлять на місце оправку й затягують її гвинтом;
- вибирають установочні кільця для оправки з таким розрахунком, щоб фреза містилася над оброблюваною поверхнею і разом з тим якомога ближче до станини верстата (для зменшення вильоту фрези); напрям зубів фрези має збігатися з напрямом обертання шпинделя;
- хобот пересувається на довжину оправки, серга встановлюється на хоботі так, щоб кінець оправки зайшов у підшипник;
- закріплюють фрезу і сергу;
- закріплюють хобот і змащують підшипник серги.

Фрезу перевіряють на биття, яке може бути наслідком того, що її посаджено на оправку із зазором, або фрезу неправильно загострено, або тому, що биття має сама оправка.

Виставивши і надійно закріпивши заготовку, вмикають обертання шпинделя та підводять заготовку вручну до зіткнення з фрезою у вертикальній площині. Після цього, пересуваючи поздовжній стіл, виводять заготовку з-під фрези і виставляють її на глибину різання, користуючись лімбом. Заготовку



знову підводять до фрези, і, коли до неї залишається кілька міліметрів, вмикають механічну подачу. Одночасно вмикають насос охолодної рідини. Перед початком фрезерування фіксують консоль. Закінчивши робочий хід, вимикають подачу, охолодження, дещо опускають стіл і повертають заготовку у вихідне положення. При цьому користуються прискореною подачею.

Під час обробки не слід припиняти подачу, бо на оброблюваній поверхні утворюються нерівності в тому місці, де зупиняється фреза.

Фрезерування площини торцевою фрезою. Фрезерування площини торцевою фрезою можна виконувати як на вертикально-фрезерному, так і на горизонтально-фрезерному верстаті. Виконують цю роботу на вертикально-фрезерному верстаті у такій самій послідовності, як і циліндричною фрезою. Відмінним є те, що фрезу на горизонтально-фрезерному верстаті закріплюють у вертикальному шпинделі або насаджують на нього (залежно від конструкції фрези).

Послідовність прийомів роботи при фрезеруванні площини торцевою фрезою на горизонтально-фрезерному верстаті така:

- знімають сергу, пересувають хобот у крайнє ліве положення та закріплюють його;
- протирають місця посадки і встановлюють фрезу;
- встановлюють лещата та закріплюють заготовку; правильність положення заготовки перевіряють за допомогою рейсмуса;
- налагоджують верстат на режим фрезерування;
- вмикають обертання шпинделя і, користуючись рукоятками вертикальної, поздовжньої та поперечної подачі, підводять заготовку до фрези так, щоб вони легко зіткнулись;
- за допомогою поздовжньої подачі виводять заготовку з контакту з фрезою і, користуючись лімбами, виставляють її на задану глибину різання;
- фіксують положення консолі та ползків поперечної подачі;
- підводять заготовку до фрези на відстань у кілька міліметрів, після

чого вмикають механічну подачу;

- після закінчення проходу вимикають верстат, відводять заготовку в поперечному напрямі та за допомогою прискореної подачі повертають її у вихідне положення;
- знімають напилком задирки і перевіряють якість обробленої поверхні.

### **Фрезерування спряжених поверхонь**

Прийоми обробки плоских спряжених поверхонь не відрізняються від тих, що були щойно розглянуті. Новим тут є встановлення заготовки; від точності встановлення залежить точність виробу. Точність виробу залежить також від точності взаємного розміщення лещат і фрезерної оправки, взаємної паралельності губок лещат і їх перпендикулярності до основи лещат та ін. Якщо деталі та їх поверхні, які визначають положення заготовки та інструмента, виставлені неточно, то це позначиться на розмірах готової деталі.

Обробляючи спряжені поверхні, одну з них беруть за основну, яка й буде установочною базою. На рис. 2.71 показано послідовність фрезерування граней бруска. Якщо оброблювані поверхні мають неоднакові розміри, за першу установочну базу рекомендується брати найбільшу поверхню. Такою є поверхня 1. Підклавши під заготовку дві підкладки однакового розміру, її закріплюють у лещатах (рис. 2.71, а). Оброблювана поверхня має виступати над поверхнею губок так, щоб фреза не торкалась лещат. Далі обробляють поверхню 2. Вона повинна бути перпендикулярною до поверхні 1 (рис. 2.71, б). Цього можна досягти за умови, що поверхня 1 щільно прилягатиме до поверхні нерухомої губки. Тому рекомендується закласти між поверхнею 4 і рухомою губкою круглий пруток. Це роблять тому, що поверхня 4 необроблена і рухома губка не може до неї щільно прилягати, а намагатиметься перекосити заготовку. Якщо ж закладено пруток, зусилля передається через малу площу контакту і забезпечується щільність прилягання поверхні 1 до нерухомої губки.

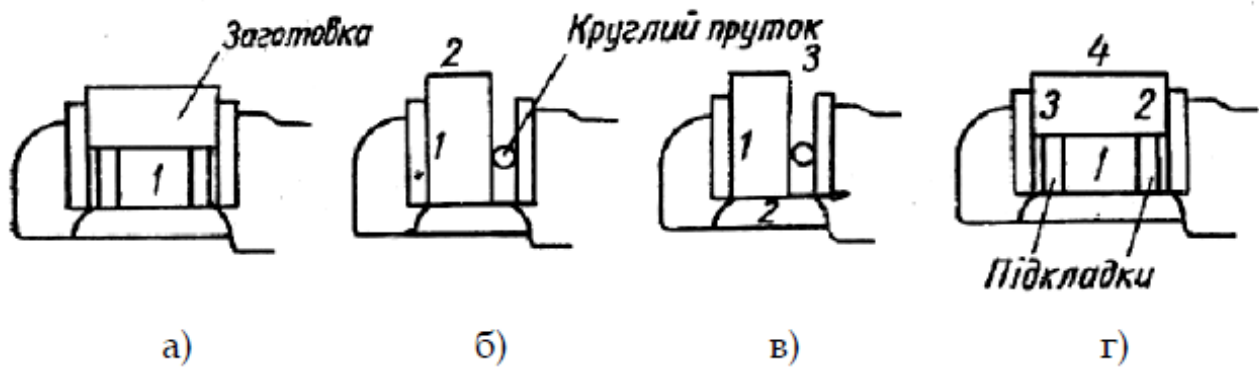


Рис. 2.71. Закріплення заготовок 1, 2, 3, 4 - поверхні Після поверхні 2 обробляють поверхню 3 (рис. 2.71, в) і, нарешті, поверхню 4 (рис. 2.71, г).

Обробляючи поверхні 1 і 2, знімають шар металу мінімальної товщини, щоб одержати задану чистоту поверхні. Остаточних розмірів досягають зняттям з поверхонь 3 і 4 потрібного шару металу.

Торцеві поверхні обробляють, закріпивши заготовку в лещатах за поверхні 1 і 3. Спочатку обробляють один торець, знімаючи мінімально потрібний шар металу, а потім — другий, витримуючи заданий розмір.

### **Фрезерування похилих площин і скосів**

На практиці застосовують кілька варіантів фрезерування похилих площин і скосів.

Фрезерування з поворотом заготовки. Суть цього прийому в тому, що заготовці за допомогою пристроїв надають такого положення, при якому оброблювана поверхня стає горизонтальною. Як пристрої використовуються універсальні лещата (рис. 2.72, а) та універсальні плити (рис. 2.72, б). Ці пристрої зручні тим, що швидко переналагоджуються і дають змогу обробляти деталі різних розмірів та конфігурацій, а це дуже важливо, якщо оброблювані деталі весь час змінюються.

Фрезерування з поворотом шпинделя верстата. Широкоуніверсальні верстати та деякі моделі вертикально-фрезерних верстатів мають шпиндель, який може повертатись у вертикальній площині навколо горизонтальної осі. Горизонтально-фрезерний верстат може також мати накладну вертикальну

головку, яка прикріплюється до станини, з'єднується із шпинделем і може повертатися навколо горизонтальної осі. Використовуючи поворотну головку шпинделя, інструменту надають потрібного положення. При цьому заготовку закріплюють у звичайних лещатах.

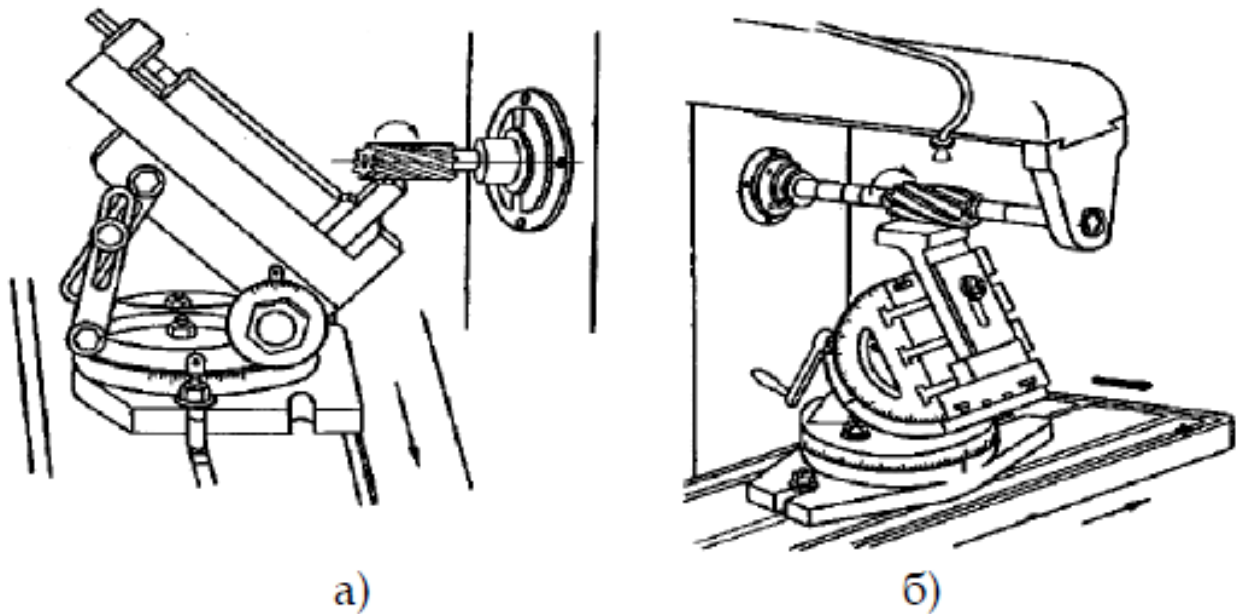


Рис. 2.72. Фрезерування з поворотом заготовки

Фрезерування похилих площин кутовими фрезами. Кутовими фрезами обробляють поверхні невеликих розмірів. Профіль обробленої поверхні визначається профілем фрези. Фрези бувають одно- і двокутовими (рис. 2.73, а і б). У свою чергу двокутові фрези поділяються на симетричні та несиметричні (рис. 2.73, в). Роботу ведуть на горизонтально-фрезерних верстатах із застосуванням прийомів, характерних для обробки площин циліндричними фрезами.

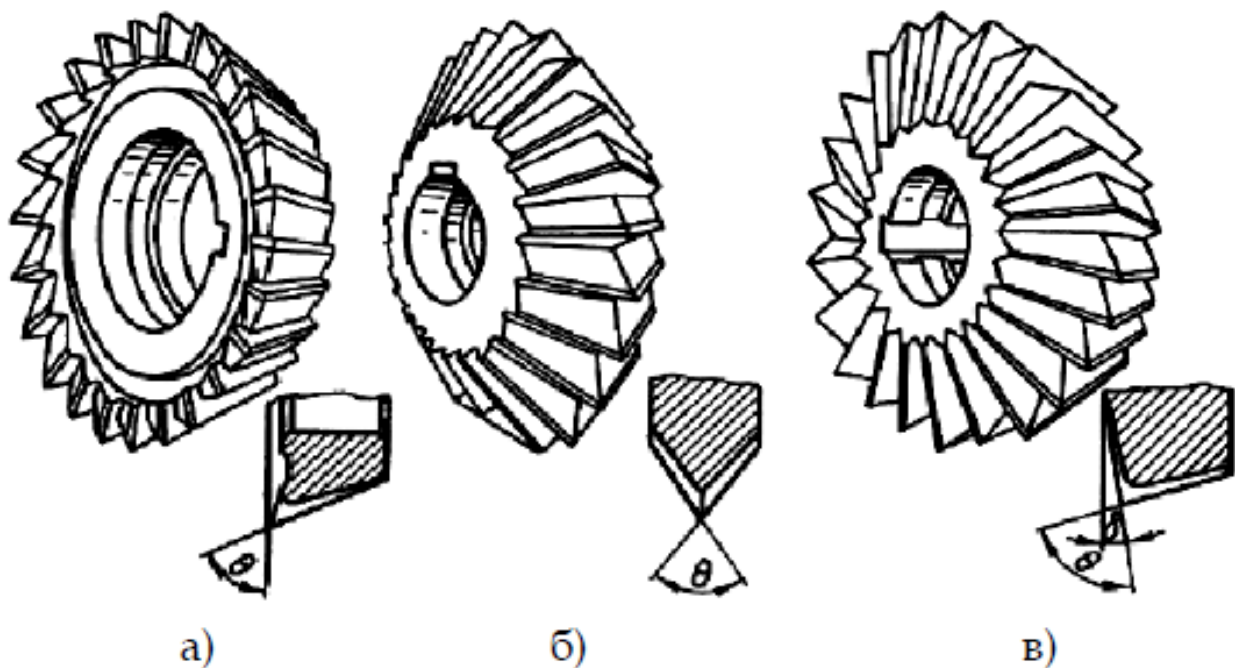


Рис. 2.73. Фрезерування похилих площин кутовими фрезами

### Фрезерування уступів і пазів

Уступи фрезерують дисковими і кінцевими фрезами. Дисковими називаються неширокі циліндричні фрези. Вони можуть бути з гострокінцевими і затилованими зубцями.

Дискові фрези можуть мати також зуби на одній або двох торцевих поверхнях, у такому разі вони називаються відповідно дво-або тристоронніми дисковими фрезами. Для того щоб підвищити продуктивність праці, застосовують тристоронні дискові фрези з різнонапрямленими зубами. Такі фрези мають на торцевих поверхнях різальні кромки через один зуб. Вони схожі на розведені пилки для обробки деревини.

Залежно від розміру кінцеві фрези можуть мати циліндричний або конічний хвостовик.

Фрезерування уступів дисковою фрезою. На рис. 2.74. показано схему виготовлення ступінчастої шпонки, яка має два уступи.

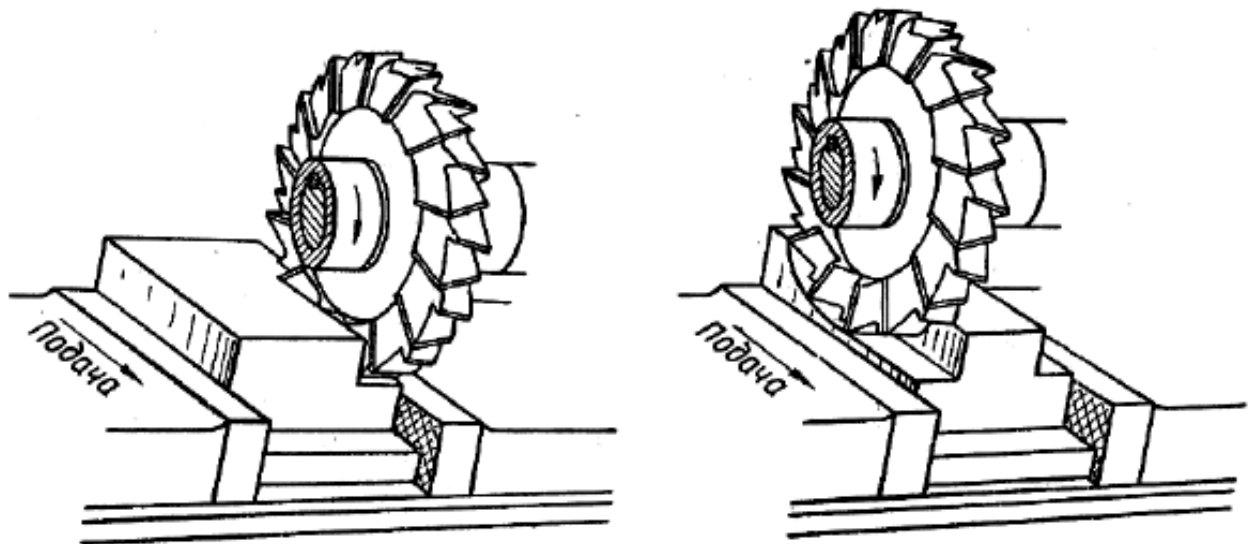


Рис. 2.74. Фрезерування уступів дисковою фрезею

Прийоми закріплення заготовки і фрези не відрізняються від тих, які було розглянуто. Обробку ведуть у такій послідовності:

- вмикають верстат, підводять заготовку до легкого зіткнення бічною поверхнею з фрезею;
- опускають консоль так, щоб заготовка опинилась під фрезею, і за допомогою лімба поперечної подачі пересувають стіл на задану глибину різання;
- піднімають стіл до легкого зіткнення заготовки з фрезею;
- пересувають стіл у поздовжньому напрямі доти, поки заготовка не вийде з під фрези;
- за допомогою лімба консолі піднімають стіл на задану глибину різання;
- закріплюють консоль і поперечний стіл;
- підводять стіл на 5—7 мм до фрези вручну і вмикають механічну подачу;
- обробивши перший уступ, пересувають стіл у поперечному напрямі так, щоб фреза зайняла правильне вихідне положення для обробки другого паза, і вмикають механічну подачу;
- закінчивши обробку, зачищають задирки на оброблюваних поверхнях і перевіряють точність розмірів.

Фрезерування уступів кінцевою фрезею. Обробку такої самої шпонки

можна виконати кінцевою фрезою на вертикально-фрезерному верстаті. Заготовку закріплюють у звичайних лещатах, а фрезу — у шпинделі за допомогою патрона.

Фрезерування наскрізних прямокутних пазів. Для цього використовують тристоронні дискові фрези та кінцеві фрези. Прийоми роботи не відрізняються від тих, які застосовуються для обробки уступів.

При виготовленні пазів слід мати на увазі, що ширина паза точно відповідатиме ширині дискової фрези або діаметру кінцевої фрези тільки тоді, коли фрези не мають биття.

Фрезерування закритих пазів. Закриті пази виготовляють кінцевими фрезами на вертикально- або на горизонтально-фрезерних верстатах, які мають накладні вертикальні головки. На рис. 2.75 показано схему виготовлення закритого паза. Заготовка закріплюється у лещатах і може не виступати вище губок. Підкладки повинні мати такі розміри, щоб фреза, пройшовши крізь заготовку, не зачепила їх. Обробку ведуть після розмічання в такій послідовності:

- фрезу відповідного розміру закріплюють за допомогою патрона у шпинделі;
- заготовку, закріплену в лещатах, виставляють за допомогою горизонтальної, вертикальної та вмикають обертання шпинделя і вручну виставляють заготовку на глибину різання, тобто піднімають стіл так, щоб фреза заглибилась на 4-5 мм;
- вмикають механічну поздовжню подачу;
- після закінчення робочого проходу фрезу повертають у вихідне положення, знову повторюють вертикальну подачу і так до закінчення обробки.

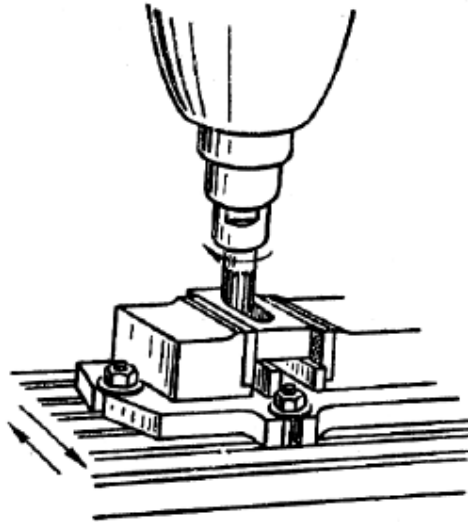


Рис. 2.75. Фрезерування закритих пазів

Фрезерування шпонкових канавок на валах. Шпонкові канавки бувають наскрізними, якщо вони проходять по довжині всього вала, закритими, якщо вони не виходять до торців вала, і напівзакритими, якщо шпонкова канавка виходить однією стороною на торець вала. Відкриті шпонкові канавки виготовляють на горизонтально-фрезерних верстатах, закриті і напівзакриті - на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах. При цьому застосовуються спеціальні кінцеві фрези - шпонкові.

Фрезерування відкритої шпонкової канавки. Характерним для виготовлення шпонкової канавки на горизонтально-фрезерному верстаті є те, що тут особливе значення має точність установлення лещат, бо від цього залежить, чи буде шпонкова канавка паралельна осі вала. Тому встановлення лещат потребує великої уваги. Треба також точно виставити фрезу. Для цього заготовку закріплюють у лещатах так, щоб вона виступала з них одним кінцем. Потім виставляють фрезу над центром заготовки на око. До заготовки підводять кутник (рис. 2.76). Однією площиною він спирається на стіл верстата, а другою притискається до заготовки. Відстань  $A$ , якщо заготовку виставлено правильно, повинна дорівнювати:



$$A = T + \frac{d}{2} + \frac{B}{2}$$

де Т - ширина полицки кутника, А - діаметр заготовки, В - ширина фрези. Якщо фактичне значення розміру А відрізняється від того, що має бути, заготовку переміщують на потрібну величину поперечною подачею. Точність розмірів шпонкової канавки перевіряють штангенциркулем.

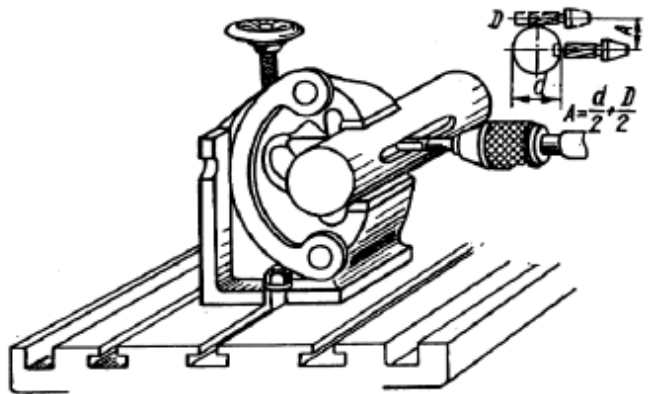
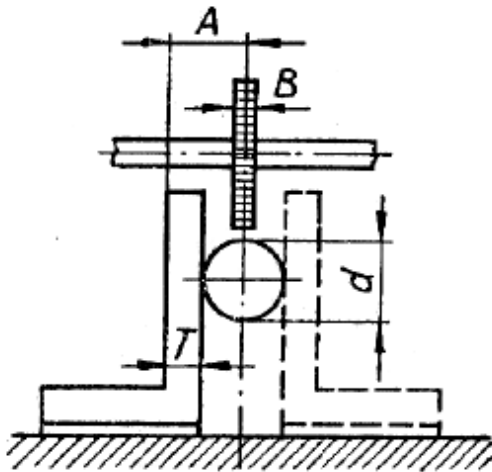


Рис. 2.76. Фрезерування відкритої шпонкової канавки

Рис. 2.77. Фрезерування закритої шпонкової канавки

Фрезерування закритої і напівзакритої шпонкової канавки. Робота може виконуватись на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах. Прийоми роботи в обох випадках однакові. На рис. 2.77 показано схему фрезерування шпонкової канавки на горизонтально-фрезерному верстаті. Лещата, які показано тут, можуть бути використані також для роботи на вертикально-фрезерному верстаті, до цього досить повернути їх на 90°. Фрезу виставляють так: застосовуючи ручну подачу, заготовку підводять до зіткнення з фрезою. Потім заготовку відводять і піднімають на величину

$$A = \frac{d}{2} + \frac{D}{2}$$

де d - діаметр заготовки, D - діаметр фрези.

Фрезерування можна виконувати двома способами: 1) поступово

заглиблюючи фрезу за кілька поздовжніх проходів, 2) заглибивши фрезу вручну на всю глибину різання за один поздовжній прохід. Другий спосіб застосовують для досить жорстких фрез ( $D > 10$  мм).

Відрізні роботи. Відрізування ведуть спеціальними вузькими фрезами, які називаються відрізними. Характерним для них є те, що вони мають зубці лише на циліндричній поверхні.

Заготовку закріплюють у лещатах, а фрезу - на оправці.

Відрізування можна виконувати за і проти подачі. При розрізуванні проти подачі сила фрезерування притискає заготовку до лещат, отже, положення її буде надійнішим.

### **Фрезерування криволінійних контурів і фасонних поверхонь**

Багато деталей, що зустрічаються на практиці, мають складні криволінійні контури і фасонні поверхні. Тому є спеціальні способи виготовлення таких деталей.

Фрезерування криволінійного контуру комбінуванням ручних подач. Суть цього способу полягає в тому, що деталь, контур якої розмічено, обробляють, одночасно застосовуючи ручну подачу у поздовжньому і поперечному напрямках. Така робота вимагає певного досвіду і не забезпечує високої точності. Проте застосовувати цей спосіб вигідно навіть для того, щоб забезпечити чорнову обробку.

Фрезерування криволінійних контурів із застосуванням круглого поворотного стола. Таким способом обробляють деталі, контур яких має заокруглення.

Поворотний стіл закріплюють на столі верстата. Будову його показано на рис. 2.78. Він складається з плити 1, яка має пази для гвинтів, якими стіл закріплюється на верстаті. Поворотна частина стола 2 обертається від маховика 4 через вал 3. Кут повороту визначається за шкалою, нанесеною на корпусі стола.

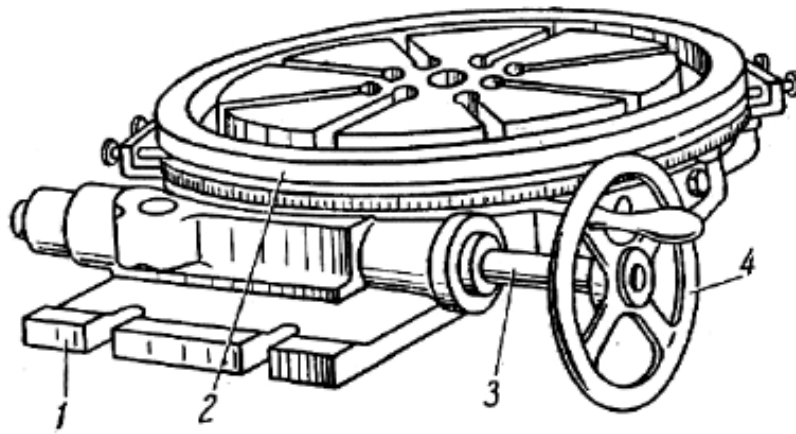


Рис. 2.78. Поворотний стіл: 1 – плита; 2 – поворотна частина стола; 3 – вал; 4 - маховик

Суть способу полягає в тому, що заготовку треба виставити так, щоб центр дуги збігався з віссю обертання стола. Після цього заготовку підводять до фрези і починають знімати стружку. Подачу виконують вручну. Для обробки ділянки контуру з іншим радіусом дуги кола заготовку треба виставити заново.

Фрезерування фасонних поверхонь. Фасонна поверхня може мати криволінійний профіль в одній або у двох площинах. У першому випадку її можна обробляти спеціальними фасонними фрезами на звичайних верстатах (рис. 2.79, а). У другому випадку потрібні спеціальні верстати.

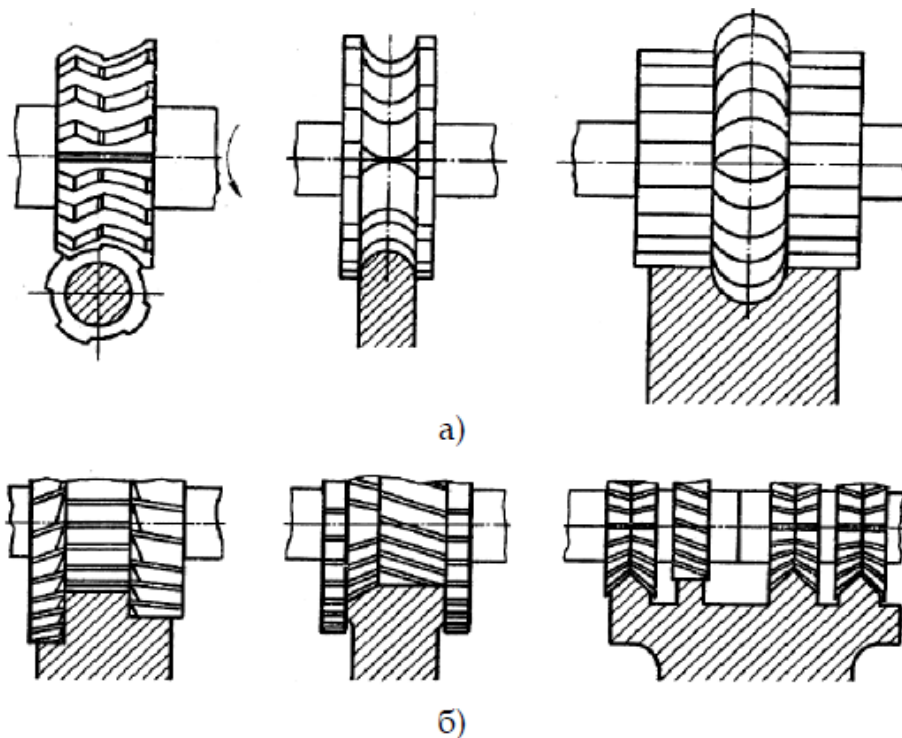


Рис. 2.79. Фрезерування фасонних поверхонь

Залежно від розмірів оброблюваної поверхні та її профілю можна застосовувати одночасно одну або кілька фрез (набір фрез). На рис. 2.79, б показано фрезерування фасонних поверхонь набором фрез на горизонтально-фрезерному верстаті.

Фрезерні роботи із застосуванням ділильної головки. При виконанні фрезерної обробки деталей доводиться досить часто повертати заготовку на заданий кут. Це потрібно, наприклад, при фрезеруванні граней на деталях типу гайок, болтів, при нарізуванні зубів зубчастого колеса тощо.

У цих випадках поворот деталі на заданий кут забезпечується ділильною головкою. Ділильні головки поділяються на спрощені та універсальні. В умовах одиночного виробництва застосовуються універсальні головки, які дають змогу повертати оброблювану заготовку на будь-який кут. На рис. 2.80 показано універсальну ділильну головку. Головка має шпиндель з внутрішнім конічним отвором, в якому може закріплюватись центр 2. На кінці шпинделя нарізано зовнішню різьбу, за допомогою якої шпиндель можна з'єднати з трикулачковим патроном. Шпиндель закріплено у колодці 5, яка може повертатись від горизонталі вниз на  $10^\circ$  і вгору до  $100^\circ$ .

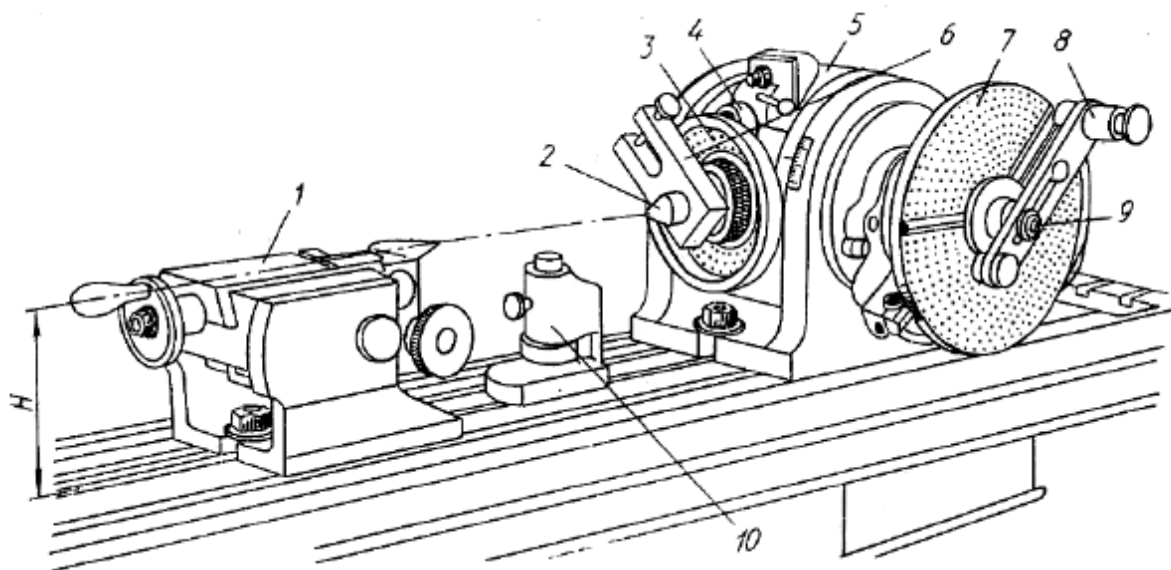


Рис. 2.80. Універсальна ділильна головка: 1 - задня бабка; 2 - центр; 3 - лобовий диск; 4 - фіксатор; 5 - колодка; 6 - поводок; 7 - ділильний диск; 8 -

рукоятка; 9 - гайка; 10 - домкратик

Ділення кола заготовки за допомогою ділильної головки може бути безпосереднім, простим і диференційованим.

Безпосереднє ділення виконують з використанням лобового ділильного диска, закріпленого на шпинделі головки.

Лобовий диск 3 має отвори, розміщені по колу або по кількох колах. Отворів в одному колі може бути 24, 30, 36. Оскільки лобовий диск посаджено на шпindel, кут його повороту відповідає куту повороту шпинделя. Якщо фіксатор 4 заходить у якийсь отвір, то, знаючи скільки всього отворів розміщується на колі, можна підрахувати, скільки проміжків між ними треба пропустити, обертаючи шпindel повз фіксатор, щоб забезпечити задане ділення. Якщо через  $a$  позначити кількість отворів кола лобового диска, через  $z$  - задане число поділок, то можна записати:  $a = \frac{z}{n}$ , де  $n$  – кількість проміжків між отворами, які треба пропустити повз фіксатор.

Лобовий диск може бути також градуйований на  $360^\circ$  з ціною поділки в  $1^\circ$ . У такому разі заданий кут повороту треба перевести у градуси.

Просте ділення виконують за допомогою бокового ділильного диска 7. На поверхні диска є отвори, які розміщуються по колах. Для повороту шпинделя треба повертати рукоятку 8. Зв'язок між рукояткою і шпинделем видно з рис. 2.81. Рукоятку 1 посаджено на вал 2, на якому нарізано черв'як. Черв'як перебуває в зачепленні з черв'ячним колесом 3, посадженим на шпindel 4. Черв'як звичайно роблять однозахідним; колесо має 40 зубів. Отже, при повороті рукоятки на  $360^\circ$  колесо повернеться на один зуб. Для того щоб шпindel зробив один оберт, рукоятку треба повернути 40 разів.

Цей зв'язок можна записати у вигляді формули так:  $h = \frac{z}{n}$ , де  $h$  -

число обертів рукоятки;  $N$  - характеристика ділильної головки (число обертів рукоятки, яке треба зробити, щоб шпindel повернувся на один оберт);  $z$  - число ділень оброблюваної заготовки. Число  $h$  не завжди буває цілим.

Наприклад, треба поділити заготовку на шість частин

(фрезерування шестигранника). Тоді  $B = - = 6$  - Отже, треба повернути рукоятку шість раз повністю та ще на  $\frac{1}{4}$  частини кола. Тоді вибирають на ділильному диску таке коло, в якому кількість отворів кратна знаменнику. Наприклад 24 отвори. Для цього кола кут повороту буде визначений як  $\frac{1}{4}$ . Отже, для правильного ділення заготовки треба повертати рукоятку на  $6 \frac{1}{4}$  оберти, встановивши фіксатор рукоятки на коло з 24 отворами. Для цього відпускають гайку 9 і пересувають рукоятку 8 (рис. 2.80). Для більшої зручності повороту рукоятки на частину кола застосовують розсувний сектор 5 (рис. 2.81.), ніжки якого можна розсунути так, щоб між ними знаходилась потрібна кількість отворів.

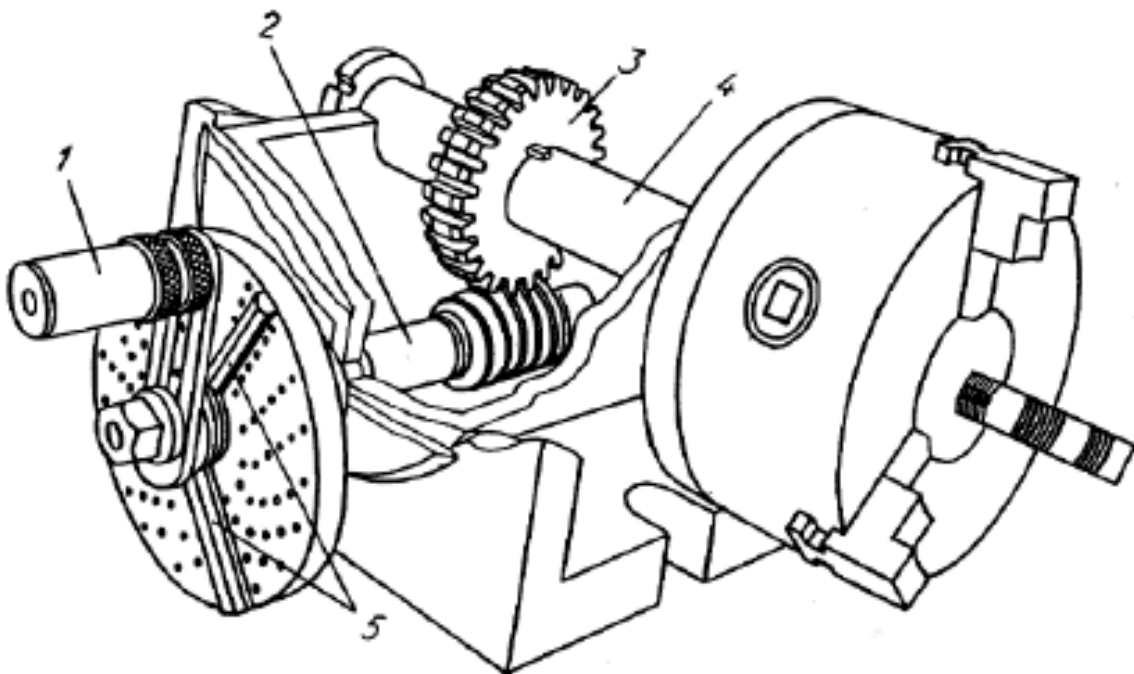


Рис. 2.81 1 – рукоятка; 2 – вал; 3 – черв’ячне колесо; 4 – шпиндель; 5 – розсувний сектор 165

Як бачимо, заготовку можна закріплювати у ділильній головці в патроні або в центрах. У другому випадку ставлять поводок 6 (рис. 2.80), який передає обертання від шпинделя на заготовку, та задню бабку 1. Ділильну головку і задню бабку встановлюють на столі верстата і закріплюють гвинтами. Точність їх положення відносно шпинделя верстата забезпечується шпонками, закріпленими в основі, які заходять у паз стола верстата. Піноль задньої бабки

має осьову подачу від маховика. Вона може також повертатися навколо горизонтальної осі у вертикальній площині. При обробці порівняно довгих деталей малого діаметра для збільшення жорсткості їх застосовують домкратик 10, який створює додаткову точку опори (рис. 2.80). Крім згаданих пристроїв, застосовують також оправки, на яких закріплюють заготовки з внутрішніми отворами. Оправки можуть бути кінцевими і центровими. Кінцеві оправки закріплюють у шпинделі ділильної головки, центрові — у центрах ділильної головки і задньої бабки. На рис. 2.82. показані деякі можливі конструкції оправок. Заготовка закріплюється на оправці або за рахунок тертя — оправку проточено на конус—(рис. 2.82, а), або затисненням гайкою (рис. 2.82., б і в).

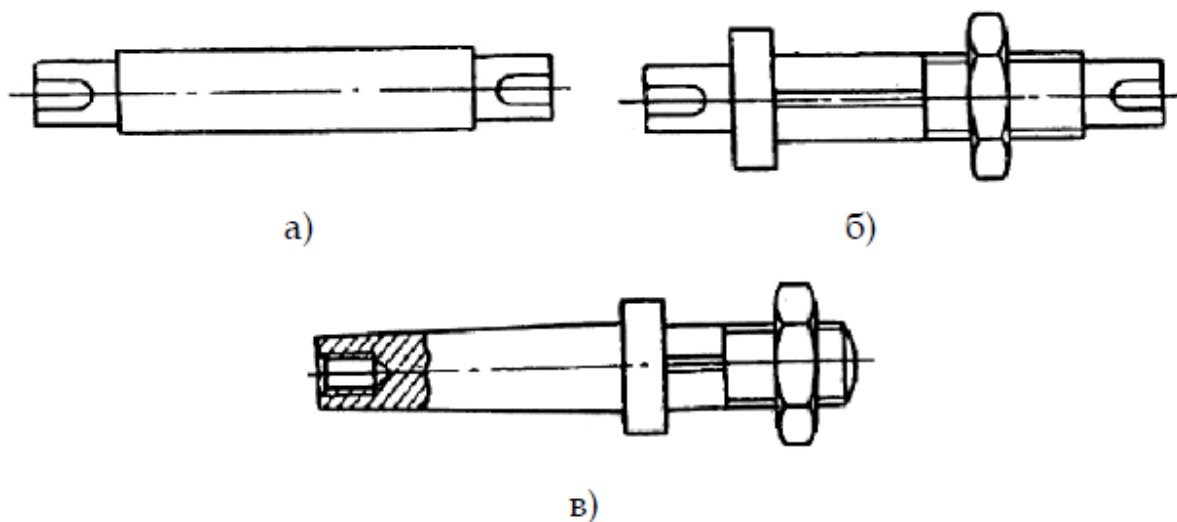


Рис. 2.82. Оправки

Фрезерування методом безпосереднього ділення. Методом безпосереднього ділення фрезерують звичайно багатогранники, торцеві пази на шліці в умовах одиничного виробництва.

Фрезерування граней можна виконувати різними інструментами:

1. Фрезерування граней набором фрез (рис. 2.83). Точність виробу залежить тут від точності відстані між фрезами. Тому установці інструментів приділяється велика увага. Точність положення фрез досягається правильним добором установочних кілець, чистотою їх поверхонь.

2. Фрезерування квадрата кінцевою фрезою (рис. 2.84). Заготовка закріплюється між центрами, фреза — у шпинделі верстата. Профрезерувавши

одну грань, заготовку повертають на  $180^\circ$  і фрезерують другу грань. Перевіривши точність розміру, у такій самій послідовності фрезерують третю і четверту грані.

3. Цю саму роботу можна виконати на вертикально-фрезерному верстаті, застосовуючи торцеву фрезу.

4. Фрезерування шестигранника циліндричною фрезою. Заготовка закріплюється у центрах або безпосередньо, або, якщо має отвір, на оправці. Фреза закріплюється на шпindelній оправці. Фрезерування проводять, застосовуючи вже відомі прийоми.

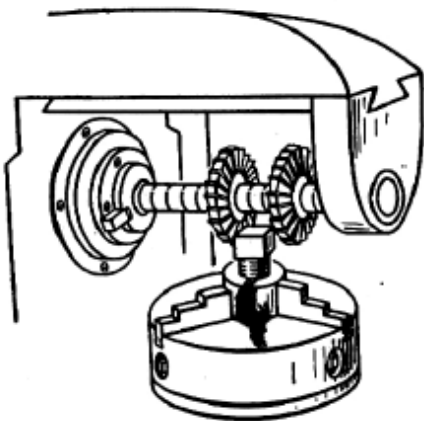


Рис. 2.83 Фрезерування граней набором фрез

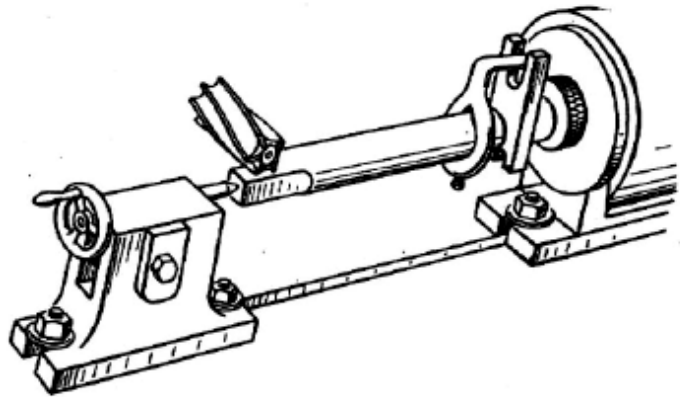


Рис. 2.84 Фрезерування квадрата кінцевою фрезою

Фрезерування торцевих пазів та шліців виконують дисковими фрезами. Заготовку закріплюють у патроні ділильної головки. Роботу ведуть на горизонтально-фрезерному верстаті. Фрезу виставляють по центру заготовки так, як це показано на рис. 2.76.

Фрезерування методом простого ділення. До таких фрезерувальних робіт належить, зокрема, нарізування зубчастих коліс.

Схему установки для нарізування зубчастих коліс зуборізними дисковими фрезами на горизонтально-фрезерному верстаті показано на рис. 2.85.



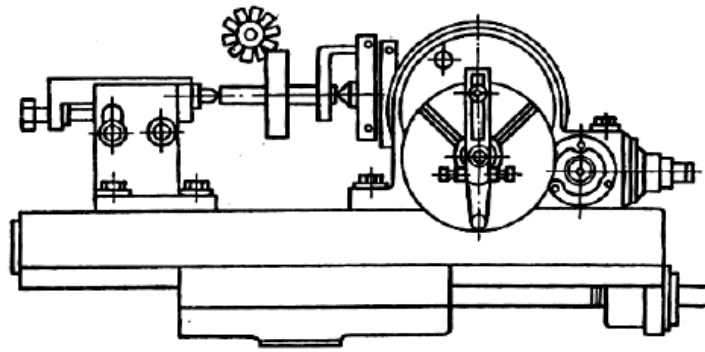


Рис. 4.95. Схема установки для нарізування зубчастих коліс

Роботу ведуть у такій послідовності:

- поверхню стола верстата, пази очищають від стружки і змащують тонким шаром масла;
- ділильну головку і задню бабку ставлять на столі так, щоб напрямні шпонки зайшли в середній паз стола, після чого закріплюють болтами;
- перевіряють співвісність ділильної головки та задньої бабки; для цього в центрах закріплюють точну контрольну оправку; до її поверхні підводять індикатор, закріплений на штативі; індикатор пересувають уздовж контрольного валика; стрілка показує точність установки;
- задню бабку виставляють на столі з урахуванням довжини заготовки; заготовку закріплюють на оправці і встановлюють у центрах;
- вивіряють положення фрези відносно центральної лінії ділильної головки; вмикають обертання шпинделя;
- заготовку підводять до легкого зіткнення з фрезою, стіл відводять у поздовжньому напрямі, заготовку виставляють на глибину різання, консоль фіксується;
- стіл підводять до фрези, вмикають охолодження, заготовку подають на врізання вручну, після чого вмикають механічну подачу;
- після прорізування першої западини відпускають стіл, опускають його і повертають у вихідне положення; потім виконують ділення, фіксують шпиндель ділильної головки, заготовку виставляють на глибину різання і все повторюють, поки не буде нарізано всі зуби.

Перед початком різання іноді перевіряють правильність розрахунків,

пов'язаних з діленням. Для цього виставляють заготовку так, щоб фреза залишала на її поверхні малопомітну риску і в такому положенні розмічають майбутні заглибини. Якщо ділення виконано правильно, на заготовці буде розмічено задану кількість заглибин.

### **ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ**

1. Що таке технологічний процес?
2. З яких елементів складається технологічний процес?
3. Які види виробництва Ви знаєте?
4. Які типи металоріжучих верстатів Ви знаєте?
5. Які види операцій обробки металів Ви знаєте? Яким ріжучим інструментом вони виконуються?
6. Які рухи інструменту та заготовки потрібні для виконання процесу різання на токарно-гвинторізному верстаті?
7. З яких частин складається токарно-гвинторізний верстат?
8. Як побудована і для чого призначена станина токарно-гвинторізного верстата?
9. Як побудована і для чого призначена передня бабка токарно-гвинторізного верстата?
10. Як побудована і для чого призначена задня бабка токарно-гвинторізного верстата?
11. Для чого призначений супорт токарного верстата?
12. За допомогою яких механізмів здійснюється подача на токарно-гвинторізному верстаті?
13. Для чого призначений фартух токарного верстата?
14. З яких частин складається різець?
15. Чим характеризуються режими різання під час точіння?
16. Які різці використовують для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь?

17. Які координатні площини вводять при розглядання геометрії різця?
18. Як встановлюються різці у різцетримачі?
19. Якими способами закріплюють заготовки при їх обробці на токарному верстаті?
20. Як виконується відрізання заготовок на токарному верстаті?
21. Який принцип дії мікрометра?
22. Назвіть кути різця, які розглядаються в основній площині, головній пересічній площині, та поясніть, як вони утворюються?
23. Яку операцію називають фрезеруванням?
24. Які типи фрез Ви знаєте?
25. Яку будову має циліндрична фреза?
26. Яких вимог техніки безпеки необхідно дотримуватися при роботі на фрезерному верстаті?
27. З яких основних частин складається горизонтально-фрезерний верстат?
28. Яке призначенні хобота та підвіски горизонтально-фрезерного верстата?
29. У чому полягає особливості будови фрезерного верстата шкільного типу?
30. Які пристосування для закріплення заготовки використовуються під час роботи на фрезерних верстатах?
31. Як здійснюється фрезерування площин?
32. Як здійснити фрезерування пазів і відрізання на фрезерному верстаті?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонов Л. П. Практикум в учебных мастерских: учеб. пособ. для студентов пед. ин-тов по специальности «Общетехнические дисциплины и труд» / Антонов Л. П. – М.: Просвещение, 1976. – 400 с.
2. Барабашов Ф. А. Фрезерна справа / Барабашов Ф. А. – М.: Вища школа, 1973. – 280 с.
3. Башкин В. И. Справочник слесаря-инструментальщика: справочное издание / Башкин В. И. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000. – 208 с.
4. Бергер И. И. Фрезерное дело: учеб. пособ. / И. И. Бергер, А. П. Комлев - Минск : Выща шк., 1981. – 305 с.
5. Боровков Ю. О. Технічний довідник вчителя праці / Боровков Ю. О., Лагорнев С. П., Черепашенець Б. А. – К.: Рад. шк., 1985. – 198 с.
6. Гапонкин В. А. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки / Гапонкин В. А., Лукашев Л. К., Суворова Т. Г. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
7. Громов Г. А. Деревообработка: навч. посіб. для учнів 10 – 11 кл. серед. шк. / Громов Г. А., Солодовников Г. М., Черепашенець Б. А. – 2-ге вид. – К.: Рад. шк., 1991. – 176 с.
8. Гушулей Й. М. Основи деревообробки: пробний навч. посіб. для учнів 8-9 кл. серед. загальноосвіт. шк. / Гушулей Й. М. – К.: Освіта, 1996. – 144с.
9. Дітленко С. М. Довідник учителя трудового навчання та креслення в запитаннях та відповідях / Дітленко С. М., Терещук Б. М., Лосіна Н. Б. – Х.: Веста: Видавництво «Ранок», 2006. – 608 с.
10. Крейдлин Л. Н. Столярные работы: учеб. для средних проф.-техн. Училищ / Крейдлин Л. Н. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк., 1978. – 224 с.
11. Левадний В. С. Обработка дерева на станках / В. С. Левадний, Ю. А. Черный – М.: Аделант, 2005. – 384 с.

12. Макієнко М. І. Загальний курс слюсарної справи: підруч. / Макієнко М. І. – К.: Вища шк., 1994. – 311 с.
13. Манжос Ф. М. Дереворежущие станки / Манжос Ф. М. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 454 с.
14. Муравьёв Е. М., Молодцов М.П. Практикум в учебных мастерских. Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. № 2120 «Общетехн. дисциплины и труд» и учащихся пед. уч-щ по спец. № 2008 «Преподавание труда и черчения в неполной сред. шк.» В 2 ч. Ч. 1. Обработка древесины и пластмасс / Под ред. Е.М. Муравьёва. – М.: Просвещение, 1987. – 240 с.: ил.
15. Муравьёв Е.М., Молодцов М.П. Практикум в учебных мастерских. Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. № 2120 «Общетехн. дисциплины и труд» и учащихся пед. уч-щ по спец. № 2008 «Преподавание труда и черчения в неполной сред. шк.» В 2 ч. Ч. 2. Обработка древесины и пластмасс/Под ред. Е. М. Муравьёва. – М.: Просвещение, 1987. – 240 с.: ил.
16. Навчально-методичний комплекс професійно-орієнтованих дисциплін напряму підготовки 6.010103. Технологічна освіта: Навчальний посібник / Під ред. В.І. Амелькін. – Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2008. – 385 с.
17. Оглоблін А. М. Основи токарної справи / Оглоблін А. М. – Ленінград: «Машинобудівництво», – 1975. – 398 с.
18. Пивоваров Л. О. Основи обробки деревини і пластмас / Пивоваров Л.О., Степенко В.П., Задніпровський О.Я.; за ред. Л. О. Пивоварова. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Рад. школа, 1979. – 215 с.
19. Ревнівцев М.П. Режимы різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М. П. Ревнівцев, Н. П. Паршина – К.: А.С.К., 2006. – 416 с.
20. Селезнев О. И. Слесарное дело. Приемы и навыки: практ. руководство / Селезнев О. И., Ульяницкий В. Н., Вишневский Д. О. – Алчевск: Донбасск. гос. техн. ун-т., 2006. – 348 с.

21. Стискін Г. М. Технологія токарної обробки / Стискін Г. М., Ревнівцев М. П., Мелещик В. А. – Київ: «Либідь», 1998. – 176 с.
22. Хрупов П. М. Плотничные и столярные работы: справ. рабочего / Хрупов П. М., Мищерин В. И., Качанов В. Х. – К.: Будівельник, 1986. – 160 с.
23. Чумак М.Г. Фрезерна справа / Чумак М. Г., Мохорт А. В., Мохорт В. А. – Київ: «Либідь», 2004. – 440 с.
24. Швырев Ф. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента / Швырев Ф. А. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 248 с.