

2020

Олександр БАЗЬ  
Ганна ЗАХАРЕНКО

Частина 1

ТОКАРНА СПРАВА

# ТОКАРНА СПРАВА



Олександр БАЗЬ  
Ганна ЗАХАРЕНКО

Частина 1

Олександр БАЗЬ  
Ганна ЗАХАРЕНКО



# ТОКАРНА СПРАВА

Частина 1

Навчальний посібник

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

Чернівці  
«Букрек»  
2020

УДК 621.941(075.8)  
Б 17

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(наказ Міністерства освіти і науки України від 26.05.2020 № 697)*

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

**Науковий консультант:**

**Паржницький О. В.**, кандидат педагогічних наук, директор Науково-методичного центру професійно-технічної освіти у Запорізькій області.

**Технічні консультанти:**

**Нікітенко Л. О.**, викладач професійно-теоретичної підготовки Державного навчального закладу «Вище професійне училище №17», м. Дніпро;

**Тилик Л. Д.**, викладач спецтехнології верстатних професій Державного навчального закладу «Запорізький професійний ліцей залізничного транспорту».

**Базь О.С., Захаренко Г.С.**

Б 17 Токарна справа. Частина 1: навчальний посібник. Чернівці: Букрек, 2020.  
232 с.: іл.

ISBN 978-617-7770-93-9

У навчальному посібнику описано обладнання, інструменти, пристрої та прийоми виконання токарних операцій, якими повинен володіти спеціаліст II-III розрядів.

Подано відомості про основні типи токарної обробки, а також види, причини виникнення і способи запобігання браку, організацію робочого місця і безпеку роботи під час виконання різноманітних токарних робіт.

Посібник «Токарна справа» призначений для підготовки за професією «Токар» II-III розряду у закладах професійної (професійно-технічної) освіти.

**УДК 621.941(075.8)**

# ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ І. ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ 3 (2-3 РОЗРЯДУ)</b>	
<b>1 БУДОВА, ПРИНЦИП РОБОТИ І ПРИЗНАЧЕННЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ</b> .....	7
1.1. Класифікація токарних верстатів .....	7
1.2. Основні вузли токарних верстатів.....	13
1.3. Види рухів на токарному верстаті.....	17
1.4. Основні роботи, які виконують на токарних верстатах.....	17
1.5. Організація робочого місця токаря .....	19
1.6. Охорона праці під час виконання токарних робіт .....	20
<b>2 ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРАВИЛА ЗАСТОСУВАННЯ НАЙБІЛЬШ РОЗПОВСЮДЖЕНИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ПРИСТОСУВАНЬ, РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ</b> .....	24
2.1. Призначення і правила застосування найбільш розповсюджених універсальних і спеціальних пристосувань .....	24
2.2. Призначення і правила застосування різальних інструментів.....	32
2.3. Елементарні відомості з теорії різання металів .....	39
2.4. Стійкість інструментів .....	44
<b>3 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ЗОВНІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТА ПЛОСКИХ ТОРЦЕВИХ ПОВЕРХОНЬ</b> .....	46
3.1. Вимоги до якості обробки зовнішніх циліндричних поверхонь.....	46
3.2. Інструмент для обробки циліндричних поверхонь .....	49
3.3. Інструмент для контролю циліндричних поверхонь .....	51
3.4. Підрізання торців, уступів, виточування канавок, відрізання заготовок.....	60
3.5. Використання упорів при точінні.....	63
3.6. Режими різання при точінні.....	65
<b>4 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОТВОРІВ</b> .....	69
4.1. Загальні відомості про деталі з отворами .....	70
4.2. Центрування та свердління отворів.....	70
4.3. Розточування отворів .....	75
4.4. Зенкерування та зенкування отворів.....	76
4.5. Розгортання отворів.....	78
4.6. Перевірка якості циліндричних отворів .....	80
<b>5 ВИКОНАННЯ НАРІЗАННЯ КРІПильНОЇ РІЗЬБИ</b> .....	85
5.1. Класифікація різьби та елементи різьбової поверхні.....	86
5.2. Контроль різьби .....	88
5.3. Основні системи різьб.....	91
5.4. Умовні позначення різьбової поверхні .....	93
5.5. Нарізання зовнішньої різьби плашкою .....	97
5.6. Нарізання внутрішньої різьби мітчиками .....	98

<b>6</b>	<b>ОБРОБКА КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ</b> .....	101
	6.1. Основні елементи конусних поверхонь.....	101
	6.2. Контроль конічних поверхонь .....	103
	6.3. Способи обробки конусів .....	104
	6.4. Дефекти конічних поверхонь. Заходи щодо їх попередження.....	112
<b>7</b>	<b>ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ</b> .....	113
	7.1. Обробка фасонних поверхонь поєднанням поперечної та подовжньої подач .....	114
	7.2. Обробка фасонних поверхонь фасонними різцями.....	114
	7.3. Обробка фасонних поверхонь з використанням пристосувань і копіювальних пристроїв .....	117
<b>8</b>	<b>ВИКОНАННЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ</b> .....	119
	8.1. Виконання операції полірування .....	119
	8.2. Виконання операції притирання .....	119
	8.3. Виконання операції накатування рифлень .....	120
<b>9</b>	<b>ВИКОНАННЯ НАРІЗАННЯ РІЗЬБ РІЗЦЯМИ</b> .....	122
	9.1. Підготовка поверхні заготовки під нарізання різьби різцями.....	123
	9.2. Налаштування токарного верстата на нарізання різьби.....	124
	9.3. Нарізання прямокутної та трапецевидної різьби.....	129
	9.4. Швидкісне (вихрове) нарізання різьби.....	130
	9.5. Брак під час нарізання різьби .....	131
<b>10</b>	<b>ОСВОЄННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ</b> .....	132
	10.1. Види виробництва та виробничий процес.....	132
	10.2. Основні елементи технологічного процесу.....	135
	10.3. Основні відомості про базування.....	137
	10.4. Основні документи технологічного процесу .....	144
	10.5. Види заготовок для деталей.....	149
<b>11</b>	<b>ОБРОБКА ТОНКОЛИСТОВОЇ СТАЛІ І ТОНКОСТІННОЇ ДЕТАЛІ</b> .....	152
	11.1. Обробка тонколистової сталі пакетом .....	152
	11.2. Обробка тонкостінної деталі з товщиною до 1 мм і довжиною до 200 мм .....	154

## РОЗДІЛ II. ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

<b>1</b>	<b>ПАСПОРТ, КЕРІВНИЦТВО З ЕКСПЛУАТАЦІЇ, КІНЕМАТИЧНІ СХЕМИ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУКЦІЇ</b> .....	157
<b>2</b>	<b>ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</b> .....	166
<b>3</b>	<b>ПЕРЕВІРКА ВЕРСТАТІВ НА ТОЧНІСТЬ</b> .....	169

## РОЗДІЛ III. КОНТРОЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ І ПРИЛАДІВ 3 (2-3 РОЗРЯДУ)

<b>1</b>	<b>КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ НЕСКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОХИБКИ НЕ МЕНШЕ 0,05 ММ, І КАЛІБРІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОХИБКИ НЕ МЕНШЕ 0,01 ММ</b> .....	172
	1.1. Вимірювальні інструменти, які забезпечують похибки не менше 0,05 мм .....	172
	1.2. Контроль параметрів складних деталей за допомогою калібрів, які забезпечують похибки не менше 0,01 мм .....	175
<b>2</b>	<b>КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ НЕСКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОХИБКИ НЕ МЕНШЕ 0,1 ММ, І КАЛІБРІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОХИБКИ НЕ МЕНШЕ 0,02 ММ</b> .....	177
	2.1. Контроль параметрів складних деталей за допомогою вимірювального інструмента, які забезпечують похибки не менше 0,1 мм .....	177
	2.2. Контроль параметрів складних деталей за допомогою калібрів, які забезпечують похибки не менше 0,02 мм .....	180

## ДОДАТКИ

<b>Додаток 1</b>	<b>Дидактичні матеріали для самостійної роботи</b> .....	183
<b>Додаток 2</b>	<b>Матеріал для створення пазлів</b> .....	203
<b>Додаток 3</b>	<b>Шорсткість поверхонь</b> .....	204
<b>Додаток 4</b>	<b>Структура позначення шорсткості по (ГОСТ 2.309.73) (ISO 3166)</b> .....	205
<b>Додаток 5</b>	<b>Припуски на обточування та відрізання</b> .....	208
<b>Додаток 6</b>	<b>Позначення параметрів шорсткості за ГОСТ 2. 309-73 та з урахуванням змін № 3 до ГОСТ 2.309–73 від 2005-07-01</b> .....	210
<b>Додаток 7</b>	<b>Сучасні верстати токарної групи</b> .....	215
<b>Додаток 8</b>	<b>Сучасні матеріали для виготовлення токарних різців</b> .....	223
	<b>Перелік умовних скорочень</b> .....	230
	<b>Список рекомендованої літератури</b> .....	230

## Вступ

---

Політичні, економічні та соціальні зміни в нашому суспільстві, швидкий розвиток ринкових відносин вимагають від сучасних фахівців високого рівня теоретичних знань та практичних умінь. Це накладає особливу відповідальність на систему освіти, в тому числі професійно-технічну. Вона повинна задовольняти потреби членів суспільства у великих знаннях, уміннях і навичках, відповідних сучасним досягненням науки і техніки, а також розвивати у людей прагнення до постійної самоосвіти.

Головне завдання сучасної освіти в Україні полягає в інтенсивному впровадженні інноваційних технологій навчання як найважливішого інструмента, за допомогою якого нова освітня парадигма може бути впроваджена у життя.

Держава вимагає належної підготовки висококваліфікованих спеціалістів за різними робітничими професіями в різноманітних напрямках промисловості, яка сьогодні оснащена високомодернізованим обладнанням та має у своєму розпорядженні високі технології.

Роботодавці очікують від здобувачів професійно-технічної освіти ініціативності та спрямованості на результат. Отже, наші випускники повинні:

- бути конкурентоспроможними та компетентними;
- бути ініціативними, націленими на результат;
- бути відповідальними;
- вміти працювати в команді;
- вміти працювати самостійно;
- володіти хорошою теоретичною і практичною базою;
- мати цілісне уявлення про майбутню професію;
- бути готовими отримувати при необхідності додаткову освіту;
- мати сертифікати про додаткову освіту (експрес-курси, іноземна мова).

Модульно-навчальна система, що сприяє якісному засвоєнню навчального матеріалу, є найпрогресивнішою сучасною формою та способом соціалізації особистості, яка передбачає оволодіння певною системою знань, норм і цінностей. Навчальний посібник містить елементи, що відповідають вимогам Державного стандарту професійно-технічної освіти за спеціальністю «Токар».

Зокрема у виданні подана інформація про класифікацію токарного обладнання, правила маркування токарних верстатів. Наведені методи раціональної токарної обробки, раціональні режими різання, умовні позначення різьбових поверхонь.

Посібник висвітлює комплекс питань щодо основних відомостей про технологічний процес токарної обробки деталей та організації контролю якості готової продукції.

Навчальний матеріал супроводжується численними схемами, рисунками. Приведені основні формули для виконання самостійних учбових завдань.

Безумовно, це розвиватиме зацікавлення учнів на заняттях і під час самостійного вивчення тем, сприятиме їх активності, ініціативності та самостійному досягненню певного рівня підготовки.

## РОЗДІЛ I.

# ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ 3 (2-3 РОЗРЯДУ)

**1**

## БУДОВА, ПРИНЦИП РОБОТИ І ПРИЗНАЧЕННЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ

### 1.1. Класифікація токарних верстатів

---

У машинобудуванні верстати токарної групи становлять 30-40 % від загальної кількості металорізальних верстатів. Залежно від масштабу виробництва, конфігурації, розмірів і маси деталей їхня обробка здійснюється на токарних верстатах різних типів.

Металообробні верстати класифікують залежно від виду обробки, який визначається застосовуваними інструментами і схемою обробки. У практиці верстатобудування прийнято надавати шифр (позначення) у вигляді сполучення певних цифр, букв або цифр з буквами. Такі позначення наводять у каталогах і паспортах верстатів. Експериментальний науково-дослідний інститут металорізальних верстатів (ЕНІМВ) запропонував нумерацію універсальних металорізальних верстатів, якою користуються верстатобудівні заводи.

Перша цифра нумерації ЕНІМВ вказує групу верстатів:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <b>1</b> – токарні,                     | <b>6</b> – фрезерні,             |
| <b>2</b> – свердлильні й розточувальні, | <b>7</b> – стругальні, протяжні, |
| <b>3</b> – шліфувальні та полірувальні, | <b>8</b> – розрізні,             |
| <b>4</b> – комбіновані,                 | <b>9</b> – різні.                |
| <b>5</b> – зубо- та різьбонарізні,      |                                  |

Згідно з нумерацією ЕНІМВ, токарні верстати належать до 1 групи. Друга цифра вказує на підгрупу верстатів. Так, група токарних верстатів поділяється на 9 підгруп (типів):

1. Автомати і напівавтомати одношпиндельні.
2. Автомати і напівавтомати багатшпиндельні.
3. Револьверні.
4. Центрувальні-відрізні.
5. Карусельні.
6. Токарні й лобові.
7. Багаторізцеві.
8. Спеціалізовані.
9. Різні.



**Приклад: 1К62**

1 – верстат токарної групи  
 К – модернізація базової моделі верстата  
 6 – підгрупа токарних верстатів  
 2 – характерний розмір токарного верстата (200 мм – найбільший діаметр заготовки, який можна встановити на певній моделі токарного верстата)

Букви визначають характерні ознаки та рівень модернізації базових моделей токарних верстатів кожної групи. Токарні верстати з програмним керуванням залежно від ступеня автоматизації й типу системи числового програмного управління (ЧПУ) мають у шифрі літеру  $\Phi$  з цифрою, що означає систему керування:

$\Phi 1$  – з цифровою індексацією та попереднім набором координат;

$\Phi 2$  – з позиційними системами;

$\Phi 3$  – з контурними системами;

$\Phi 4$  – з універсальними системами для позиційної та контурної обробки.

**Точність** – основний показник, що характеризує якість і технічний рівень металорізального обладнання.

**Квалітет** – це міра (ступінь точності), сукупність допусків, що відповідають одному рівню точності для всіх номінальних розмірів.

➤ **За точністю верстати поділяють на 5 класів:**

**Н** – нормальної точності, забезпечують обробку деталей за 8-7 квалітетами точності;

**П** – підвищеної точності, виготовлені переважно на базі верстатів класу **Н**, але з більш високими вимогами до точності базових деталей (шпиндель та його опори, напрямні й інші);

**В** – високої точності, яка забезпечується завдяки спеціальній конструкції окремих елементів, більш високій якості їх виготовлення та експлуатації верстата у спеціальних умовах.

**А** – особливо високої точності, виготовляються з більш суворими допусками, ніж верстати класу **В**.

**С** – надточні; спеціальні майстер-верстати, призначені для виготовлення прецизійних деталей верстатів, машин і приладів, від точності яких залежать характеристики виробів (ділильні та еталонні колеса, вимірювальні гвинти, тощо).

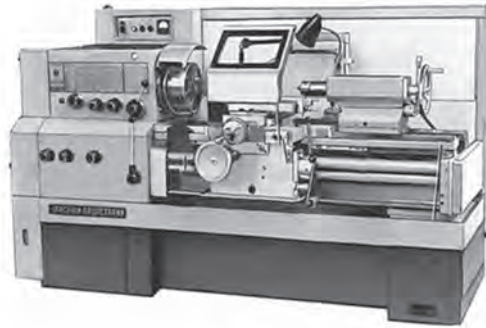
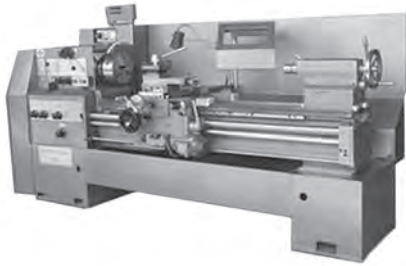
Токарно-гвинторізні верстати призначені для виконання всіх основних видів токарних робіт в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва.



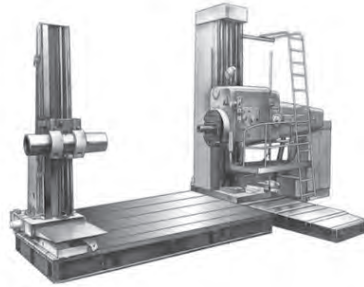
**Рис. 1.1.**  
Зразки деталей, отриманих токарною обробкою

## ГРУПИ МЕТАЛОБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

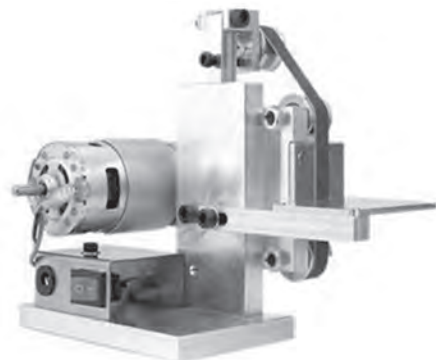
### 1. ТОКАРНІ



### 2. СВЕРДЛИЛЬНІ ТА РОЗТОЧУВАЛЬНІ

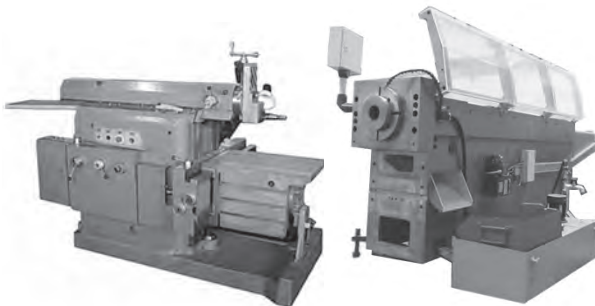


### 3. ШЛІФУВАЛЬНІ ТА ПОЛІРУВАЛЬНІ

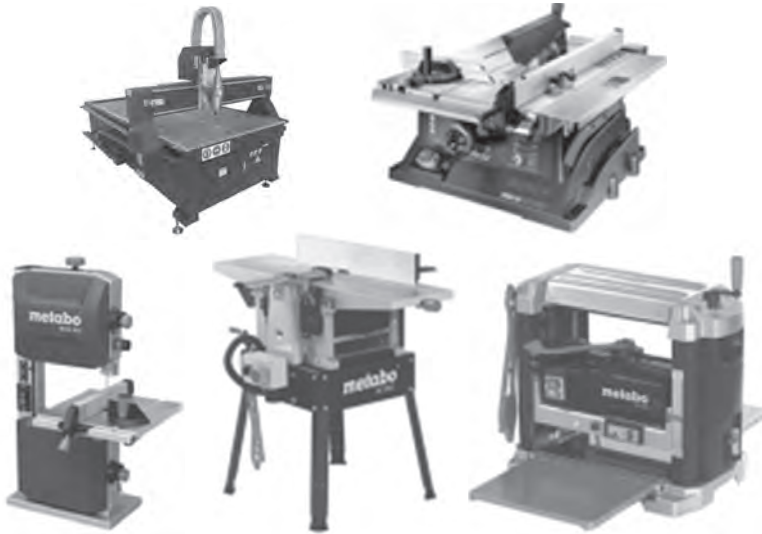


**4. КОМБІНОВАНІ ВЕРСТАТИ**

Токарно-фрезерний верстат

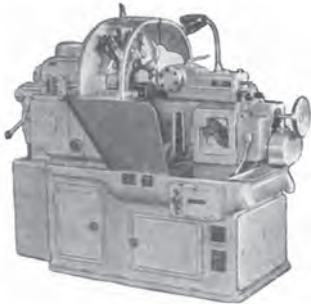
**5. ЗУБО- ТА РІЗЬБОНАРИЗНІ**Різьбонарізна машина  
моделі ZPM-50**6. ФРЕЗЕРНІ ВЕРСТАТИ****7. СТРУГАЛЬНІ, ПРОТЯЖНІ****8. РОЗРІЗНІ**

## 9. РІЗНІ ВЕРСТАТИ



## ВЕРСТАТИ ТОКАРНОЇ ГРУПИ

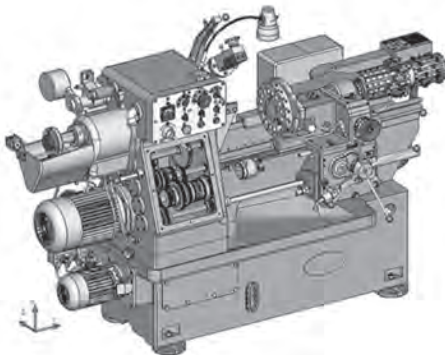
### 1. АВТОМАТИ І НАПІВАВТОМАТИ ОДНОСПИНДЕЛЬНІ



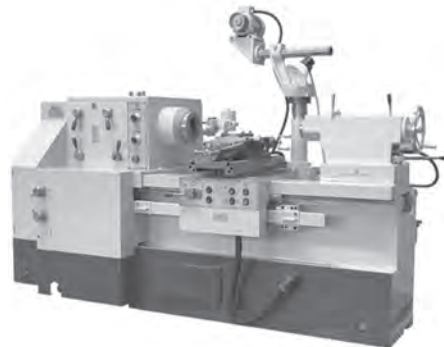
### 2. АВТОМАТИ І НАПІВАВТОМАТИ БАГАТОСПИНДЕЛЬНІ

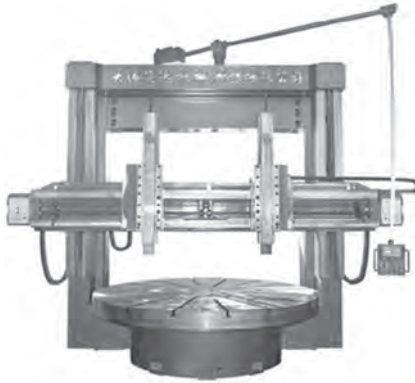
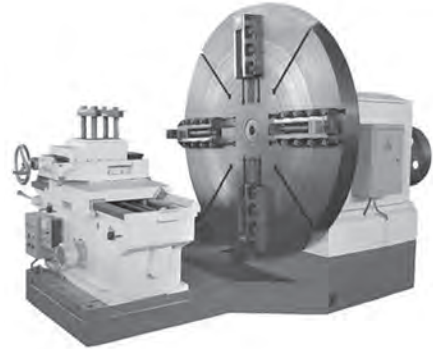
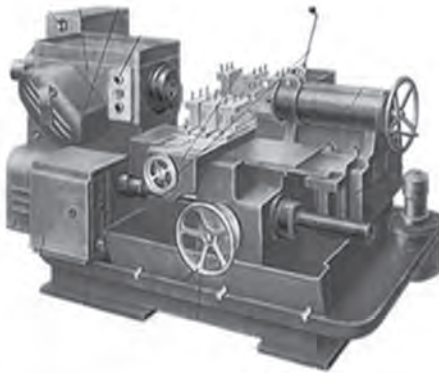
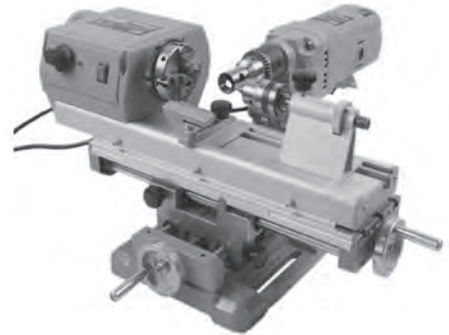
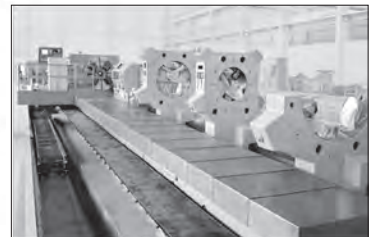
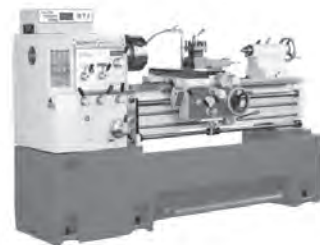
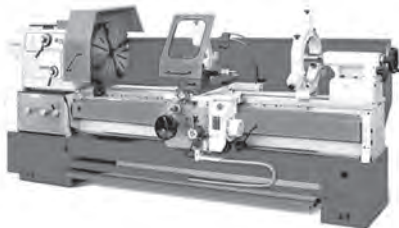


### 3. РЕВОЛЬВЕРНІ



### 4. ЦЕНТРУВАЛЬНО-ВІДРІЗНІ

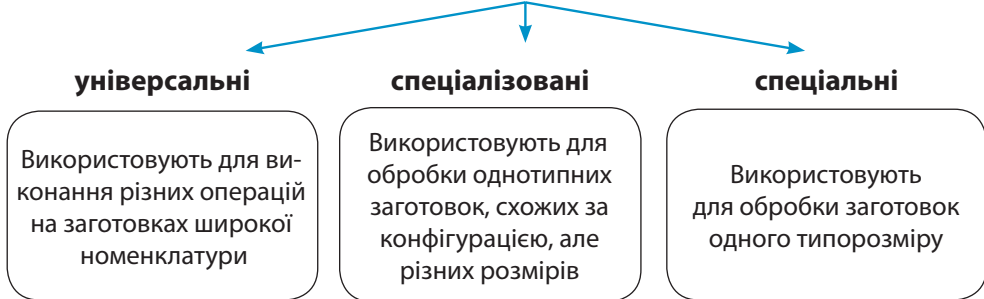


**5. КАРУСЕЛЬНІ****6. ТОКАРНІ ТА ЛОБОВІ****7. БАГАТОРІЗЦЕВІ****8. СПЕЦІАЛІЗОВАНІ****9. РІЗНІ ТОКАРНІ ВЕРСТАТИ**

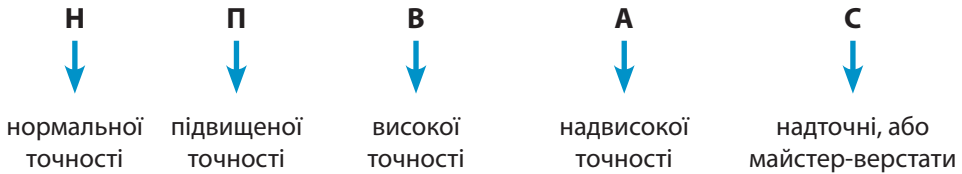


## КЛАСИФІКАЦІЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ ЗА РІЗНИМИ ОЗНАКАМИ

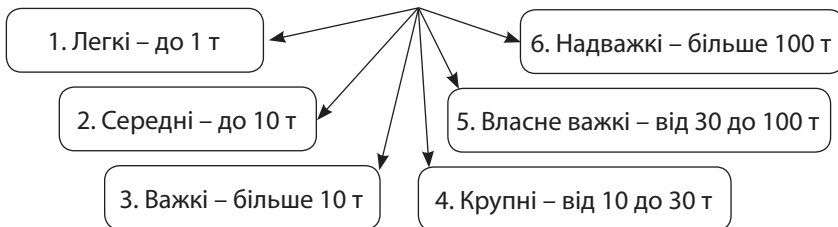
### 1. ЗА СТУПЕНЕМ УНІВЕРСАЛЬНОСТІ



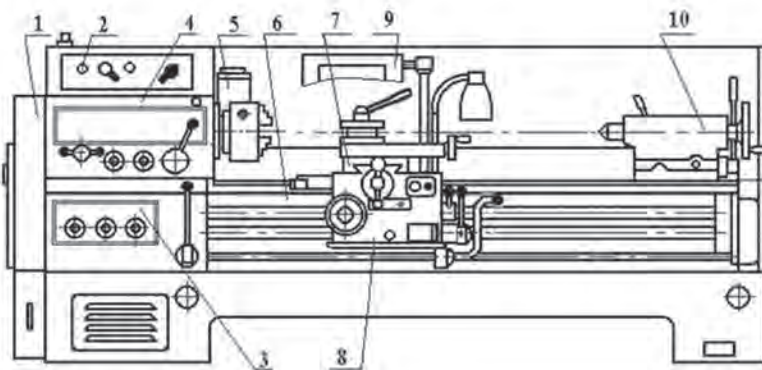
### 2. ЗА СТУПЕНЕМ ТОЧНОСТІ



### 3. ЗА МАСОЮ



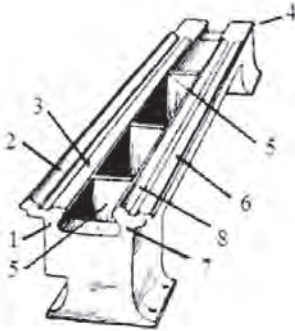
## 1.2. Основні вузли токарних верстатів



- 1 – коробка швидкостей;
- 2 – електрошафа;
- 3 – коробка подач;
- 4 – передня бабка;
- 5 – огороження патрону;
- 6 – станина;
- 7 – супортна група;
- 8 – фартух;
- 9 – захисний екран;
- 10 – задня бабка

Рис. 1.2. Основні вузли сучасного токарно-гвинторізного верстата моделі 16В20

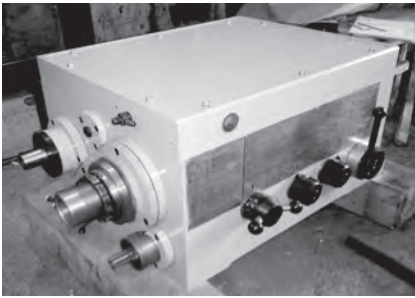
**Станина** – це основа верстата, на якій монтується його основні вузли. Вона має дві напрямні для пересування каретки супорта та задньої бабки.



**Рис.1.3.** Станина

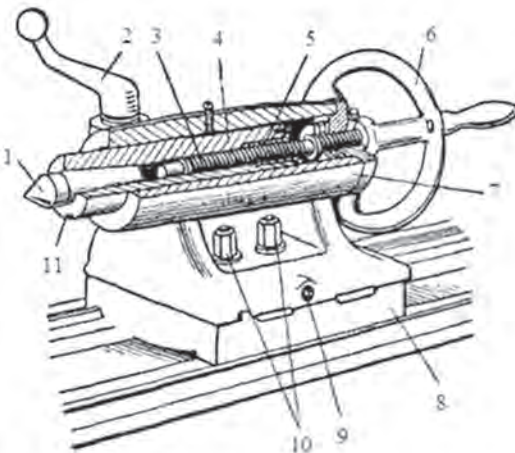
- 1 – подовжня стінка;
- 2 – призматична спрямовуюча;
- 3 – плоска спрямовуюча;
- 4 – край станини;
- 5 – ребра жорсткості;
- 6 – плоска спрямовуюча;
- 7 – подовжня стінка;
- 8 – призматична спрямовуюча

**Передня бабка** – для закріплення заготовок. У ній розташовані коробка швидкостей і коробка подач.



**Рис. 1.4.** Передня бабка

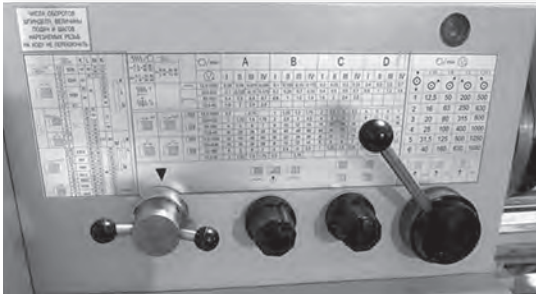
**Задня бабка** – для підтримки вільних кінців довгих заготовок. Задня бабка складається з основних трьох частин: корпусу, пінолі та плити. У конічний отвір пінолі можна встановити центр або інструмент для обробки отворів. За необхідності корпус задньої бабки зміщують у поперечному напрямку для обробки конусних поверхонь.



**Рис. 1.5.** Задня бабка:

- 1 – токарний центр;
- 2 – рукоятка;
- 3 – гвинт;
- 4 – піноль;
- 5 – гайка;
- 6 – маховик;
- 7 – корпус;
- 8 – плита;
- 9 – затискний гвинт;
- 10 – затискні болти;
- 11 – шпонковий паз.

**Коробка швидкостей** призначена для задання швидкості обертального руху.



**Рис. 1.6.** Коробка швидкостей токарно-гвинторізного верстата моделі 16K20

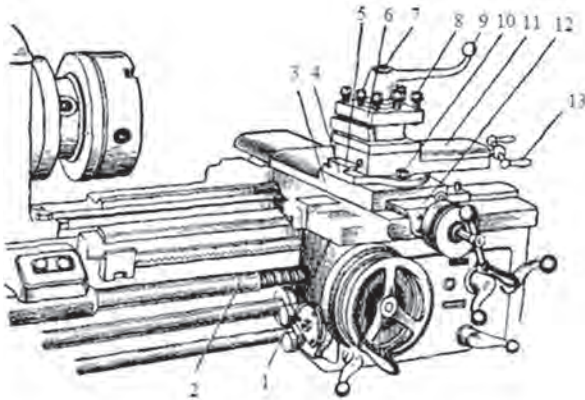
**Коробка подач** передає обертання на ходовий гвинт або ходовий вал. Її конструкція дає змогу налаштувати верстат на необхідну подачу чи крок нарізання різьби.

D	A				B				C				D				V/min			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	1:20	1:8	1:2	1:25:1
SW	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	12.5	50	200	500
WV	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	12.5	50	200	500
WV	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	12.5	50	200	500
WV	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	12.5	50	200	500

**Рис. 1.7.** Таблиця різьб і подач токарно-гвинторізного верстата моделі 16K20:

- 1 – рукоятка встановлення ряду чисел обертів шпинделя;
- 2 – рукоятка встановлення обертів шпинделя;
- 3 – рукоятка встановлення нормального та збільшеного кроку різьби;
- 4 – рукоятка встановлення правої та лівої різьби

**Супорт** – для кріплення різців у різцетримачі й переміщення їх у подовжньому та поперечному напрямках відносно оброблюваної заготовки вручну або механічно.



**Рис. 1.8.** Супорт:

- 1 – нижня плита супорта;
- 2 – ходовий гвинт;
- 3 – поперечні полозки;
- 4 – напрямна «ластівчин хвіст»;
- 5 – напрямні;
- 6 – різцетримач;
- 7 – гвинт;
- 8 – гвинти;
- 9 – рукоятка;
- 10 – гвинт;
- 11 – верхні полозки супорта;
- 12 – поперечні напрямні;
- 13 – рукоятка.



**Гітара** призначена для передачі обертання від коробки швидкостей до коробки подач і для налаштування верстата на різні кроки нарізаної різьби.

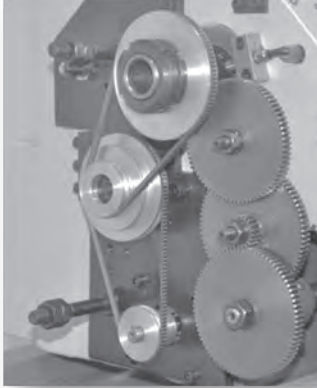


Рис. 1.9. Гітара змінних коліс

**Клинопасова передача** призначена для передачі обертального руху від електродвигуна на вал коробки швидкостей.

**Фартух** – для виконання ручної подовжньої подачі супорта, а також механічної подовжньої подачі від ходового вала і ходового гвинта.

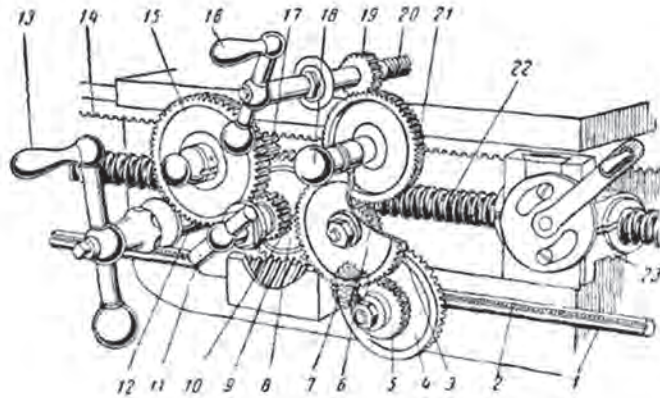


Рис. 1.10. Кінематична схема фартуха

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 – ходовий вал;        | 13 – рукоятка;           |
| 2 – шпонкова канавка;   | 14 – нерухома рейка;     |
| 3 – циліндричне колесо; | 15 – колесо;             |
| 4 – конічне колесо;     | 16 – рукоятка;           |
| 5 – циліндричне колесо; | 17 – рейкове колесо;     |
| 6 – циліндричне колесо; | 18 – рукоятка;           |
| 7 – колесо;             | 19 – колесо;             |
| 8 – черв'ячне колесо;   | 20 – гвинт;              |
| 9 – черв'як;            | 21 – циліндричне колесо; |
| 10 – черв'ячне колесо;  | 22 – ходовий гвинт;      |
| 11 – рукоятка;          | 23 – рознімна гайка.     |
| 12 – колесо;            |                          |

### 1.3. Види рухів на токарному верстаті

Робота на токарних верстатах здійснюється шляхом поєднання основних рухів: **головного руху** та **руху подачі**.

Завдяки характерним видам рухів токарних верстатів на них можна з високою точністю виготовити зубчасті колеса, вали, шківні, кільця, втулки, муфти і багато інших деталей обертання.

Послідовність обробки поверхонь залежить від багатьох факторів, головним з яких є кількість деталей, які потрібно виготовити.

Точність обробки на звичайних токарних верстатах досягає 8-го квалітету, а на прецизійних (підвищеної точності) верстатах – 6-го квалітету.

#### ВИДИ РУХІВ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

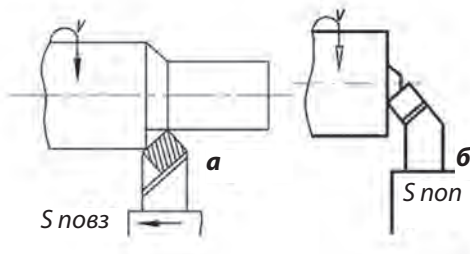


Рис. 1.11. Схеми робочих рухів під час токарної обробки:

**а** – з подовжньою подачею;

**б** – з поперечною подачею.

**Головний рух:** обертання шпинделя з заготовкою.

**Рух подачі:** подовжнє й поперечне переміщення супорта з різцем.

**Допоміжні рухи:** швидке переміщення супорта в подовжньому і поперечному напрямках; ручні переміщення супорта і задньої бабки; поворот різцетримача.

### 1.4. Основні роботи, які виконують на токарних верстатах

**Обробка металів різанням** є одним з найбільш поширених виробничих процесів. Суть обробки різанням полягає у знятті з заготовки шару матеріалу (припуску) з метою отримання з неї деталі потрібної форми, необхідних розмірів і якості поверхні.

**ЗАГОТОВКА**

Предмет виробництва, з якого при подальшій обробці шляхом зміни форми, розмірів, властивостей поверхні та матеріалу отримують готову деталь

**ПРИПУСК**

Зайвий шар матеріалу, який зрізають під час обробки

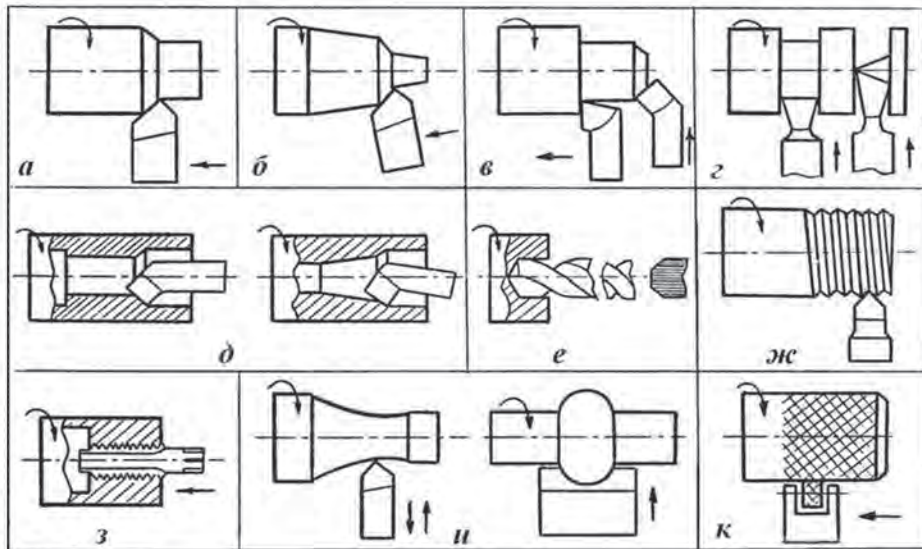
**Припуск призначений для:**

- отримання точних геометричних розмірів деталі
- отримання заданої шорсткості

На токарних верстатах виконують різноманітні види робіт: зовнішнє точіння, відрізання, свердління та розточування отворів, підрізку торців, нарізання різьби, обробку фасонних і конічних поверхонь, накатування рифлень. Основним видом робіт, який виконують на токарних верстатах, є **точіння**.

**Точіння** – це високопродуктивний технологічний метод обробки токарними різцями на токарних верстатах переважно поверхонь обертання різної форми (циліндричних, конічних, фасонних), а також плоских (торцевих) поверхонь.

Кількість операцій під час токарної обробки та їх послідовність залежать від конфігурації, точності, а також якості поверхонь оброблюваних деталей.



**Рис. 1.12.** Зразки токарних робіт:

- |  |  |
|--|--|
| <b>а</b> – точіння циліндричної поверхні;                | <b>е</b> – свердління отворів;           |
| <b>б</b> – точіння конічної поверхні;                    | <b>ж</b> – нарізання зовнішньої різьби;  |
| <b>в</b> – підрізку уступу і точіння фаски та торця;     | <b>з</b> – нарізання внутрішньої різьби; |
| <b>г</b> – точіння канавки та відрізання;                | <b>и</b> – точіння фасонних поверхонь;   |
| <b>д</b> – розточування циліндричних і конічних отворів; | <b>к</b> – накатування рифлень           |

Таблиця 1.1

### ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ЗОВНІШНІХ І ВНУТРІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

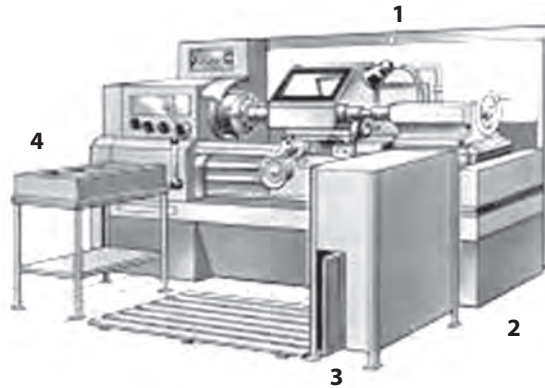
Вид обробки	Квалітет точності розмірів	Параметр шорсткості, мкм	
		Ra	Rz
<b>Обточування:</b>			
• чорнове	13–12	80	–
• напівчистове	11–9	40–20	–
• чистове	8–7	–	2,5
• тонке	7–6	–	1,25–0,63
<b>Свердління</b>	12–11	40–20	–
<b>Зенкерування:</b>			
• чорнове	12–11	–	–
• напівчистове	11	–	–
• чистове	9–8	–	2,5
<b>Розгортання:</b>			
• чорнове	9–8	–	2,5–1,25
• чистове	7–6	–	0,63–0,32
• тонке	6	–	0,16
<b>Розточування:</b>			
• чорнове	13–12	80–40	–
• напівчистове	11–10	40–20	–
• чистове	9–7	–	2,5–0,63
• тонке	6–5	–	0,32–0,08
<b>Підрізання торця різцем:</b>			
• чорнове	12	40	–
• чистове	11	20	–
• тонке	8–7	–	2,5–1,25

## 1.5. Організація робочого місця токаря

Робоче місце – первинна й основна ланка виробництва. Його раціональна організація має найважливіше значення в усьому комплексі питань наукової організації праці. Саме на робочому місці відбувається поєднання елементів виробничого процесу – засобів праці, предметів праці та самої праці. На робочому місці досягається головна мета праці – якісне, економне і своєчасне виготовлення продукції або виконання встановленого обсягу роботи.

**Робоче місце токаря** – ділянка виробничої площі, яка призначена для виконання токарної роботи і закріплена за певним робітником.

Робоче місце оснащується відповідно до характеру виконуваних робіт на токарному верстаті, застосовуваних пристроїв, різального і вимірювального інструмента.



**Рис.1.13.** Організація робочого місця токаря:

1 – лампа місцевого освітлення; 2 – шафа для інструментів;  
3 – решітка; 4 – тара для заготовок

Оснащення і планування робочих місць – основа їхньої організації. Елементи оснащення робочих місць – це основне і допоміжне обладнання, технологічна і організаційна оснастка.

#### ➤ **Метою раціоналізації робочих місць є:**

- зменшення витрат робочого часу на його обслуговування;
- забезпечення нормальних умов праці та зменшення втомлюваності й напруження працівників;
- найбільш економне використання площі й підвищення продуктивності праці персоналу.

Не допускається захаращування робочого місця понаднормативними запасами деталей і заготовок. Усі оброблювані деталі заготовки повинні зберігатися на робочому місці в спеціальній тарі.

Зовнішнє оформлення робочих місць і виробничих приміщень мусить відповідати вимогам технічної естетики.

## 1.6. Охорона праці під час виконання токарних робіт

Визначення поняття охорони праці дається в ст. 1 Закону України від 27.12.2019 р. «Про охорону праці».

**Охорона праці** – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Інструкція з охорони праці є документом, що містить обов'язкові для токаря вимоги з охорони праці, яких працівник повинен дотримуватися при виконанні робіт, визначених його функціональними обов'язками.

Інструкція з охорони праці розробляється для кожної професії та складається з певних розділів. Зазвичай це:

- загальні положення;
- вимоги безпеки перед початком роботи;
- вимоги безпеки під час роботи;
- вимоги безпеки після закінчення роботи;
- вимоги безпеки в аварійних ситуаціях;

#### ➤ **Вимоги безпеки перед початком роботи:**

- упорядкувати робочий одяг, застібнути гудзики на рукавах, заправити халат (комбінезон), прибрати волосся під головний убір. Варто пам'ятати: недбалість в одязі може призвести до травми;
- переконатись у справності верстата;
- перевірити надійність заземлення електродвигуна, шафи керування й станіни;
- навести лад на робочому місці;
- про несправність верстата чи його електроустаткування негайно повідомити майстра або чергового слюсаря (електрика), і до усунення несправності роботу не починати.

#### ➤ **Вимоги безпеки під час роботи:**

- захищати очі від стружки захисним екраном чи окулярами або прикривати патрон запобіжним щитком (у деяких верстатах при відкинутому щитку шпindel не вмикається);
- не працювати на верстаті в рукавичках; якщо палець забинтовано – поверх бинта надіти гумовий чохлик; витирати руки чистим ганчір'ям, не користуватися для цього матеріалом для протирання верстата; стежити, щоб охолоджувальна рідина чи мастило не потрапила на решітку або підлогу в зоні робочого місця; при виявленні витікання мастила з картерів верстата негайно викликати слюсаря; не спиратися на верстат під час його роботи;
- під час роботи з жорстким заднім центром своєчасно заповнювати мастилом центрові отвори заготовок; періодично перевіряти, чи не відходить задній центр; не розсувати кулачки патрона до виходу їх із корпусу; у кулачковому патроні без підтримки центром задньої бабки закріплювати лише короткі заготовки, довгі ж – підтримувати центром задньої бабки;
- міцно закріплювати оброблювані заготовки на верстаті (у патроні, центрах чи на оправці); не наросувати рукоятки ключа для закріплення заготовок у патроні (для цього у патроні користуватися «самовідхідним» ключем);
- не застосовувати підкладок між зівом ключа і гранями гайки; правильно й надійно закріплювати інструмент;

- при встановленні різця застосовувати мінімальну кількість підкладок;
- не прибирати стружку від працюючого верстата, а лише після його зупинки видаляти гачком і щіткою;
- не відрізати пруток при великому вильоті зі шпинделя; виступаючий кінець прутка огорожувати трубчастим кожухом з неробочого боку шпинделя;
- не виконувати ніяких вимірювань універсальним вимірювальним інструментом чи калібрами на ходу верстата.

➤ **Вимоги безпеки після закінчення роботи:**

- вимкнути електродвигун верстата;
- навести лад на робочому місці;
- очистити й змастити верстат;
- акуратно скласти на робочому місці заготовки та деталі.

➤ **Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:**

**Аварійна ситуація.** Існуюче законодавство про охорону праці визначає її як стан потенційно небезпечного об'єкта, який, хоч і не перейшов в аварію, але характеризується порушенням меж та / або умов безпечної експлуатації. Усі несприятливі впливи джерел небезпеки на персонал, населення та навколишнє середовище утримуються у прийнятних межах з допомогою відповідних технічних засобів, передбачених проектом.

**Аварія** – раптова подія, така як потужний викид небезпечних речовин, пожежа або вибух, унаслідок порушення експлуатації підприємства (об'єкта), яка спричиняє до негайної та / або наступної загрози для життя і здоров'я людей, довкілля, матеріальних цінностей на території підприємства та / або за його межами.

➤ **Під час роботи на токарному верстаті можуть бути такі аварійні ситуації:**

- виривання деталі з патрона (планшайби), центрів;
- поломки різців;
- виривання різців з різцетримачів та інші.

У разі виникнення аварії або ситуацій, що можуть призвести до аварії, нещасного випадку, необхідно негайно зупинити верстат, відключивши його від електромережі; повідомити про те, що сталося, керівника робіт; не допускати сторонніх осіб у небезпечну зону.

Якщо є потерпілі, надати їм першу медичну допомогу, а в разі потреби – викликати швидку медичну допомогу.



## ГІГІЕНА ПРАЦІ, ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ, ПРОФІЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМУ

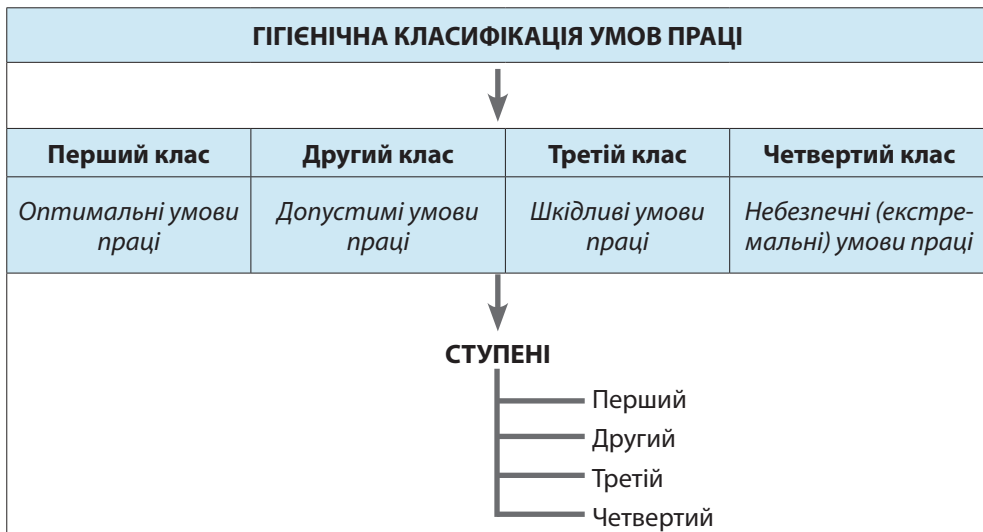
В Україні гігієна праці спрямована на вивчення впливу на організм людини виробничих чинників з метою наукового обґрунтування гігієнічних нормативів і засобів профілактики професійних захворювань та інших несприятливих наслідків впливу трудового процесу й умов праці на працівників.

**Виробнича санітарія** – це система організаційних, гігієнічних, санітарно-технічних заходів і засобів, спрямованих на запобігання виробничій небезпеці, спричиненій шкідливими чинниками.

Міжнародна організація праці розглядає професійну гігієну як діяльність, спрямовану на запобігання виробничому травматизмові та професійним захворюванням, а також на поліпшення умов праці й виробничого середовища.

Гігієна праці та виробнича санітарія в системі охорони праці нашої країни забезпечують головну мету професійної гігієни. Спільний комітет Міжнародної організації праці та Всесвітня організація охорони здоров'я визначили її як сприяння та підтримку найвищого рівня фізичного, психічного і соціального благополуччя працівників у всіх видах трудової діяльності, захист працівників у їхній професійній діяльності від ризиків, пов'язаних з несприятливими для здоров'я чинниками.

Вирішення питань виробничої санітарії та професійної гігієни забезпечує Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», який регулює суспільні відносини, що виникають у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя, визначає відповідні права й обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій і порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби та державного санітарно-епідеміологічного нагляду.







### Контрольні запитання

1. За яким принципом класифікують токарні верстати?
2. Скільки груп і підгруп токарних верстатів існує в сучасному машинобудуванні?
3. З чого складається маркування металообробних верстатів?
4. Що означає перша цифра в маркуванні верстатів?
5. Яке значення має друга цифра в маркуванні верстатів?
6. Що означає літера в маркуванні верстатів?
7. Розшифруйте марки верстатів: 16K20, 1A616, 1M61, 16K25, 1Д63.
8. Назвіть основні вузли токарного верстата, їх призначення.
9. Які види рухів виконують на токарних верстатах?
10. Що таке заготовка, припуск?
11. Які основні правила організації робочого місця токаря?
12. Назвіть основні вимоги безпеки праці під час виконання токарних робіт.

## 2

## ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРАВИЛА ЗАСТОСУВАННЯ НАЙБІЛЬШ РОЗПОВСЮДЖЕНИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ПРИСТОСУВАНЬ, РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Невід'ємною частиною металообробки є токарні роботи. Їх виконують з використанням спеціального обладнання, різальних і контрольно-вимірвальних інструментів, які дозволяють досягти точної відповідності кожної деталі, кожного вузла заздалегідь розробленому кресленню.



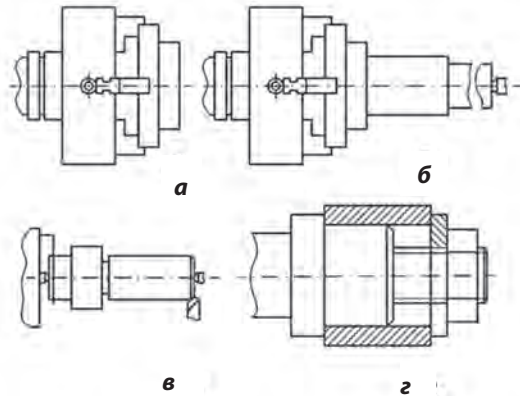
### 2.1. Призначення і правила застосування найбільш розповсюджених універсальних і спеціальних пристосувань

**Верстатні пристосування** – це механізми, які слугують для розширення технологічних можливостей верстатів. Вони розташовуються на токарному верстаті та призначені для установки й закріплення оброблюваних заготовок або різальних інструментів.

**Допоміжний інструмент** – це пристосування для установки та закріплення різального інструмента.

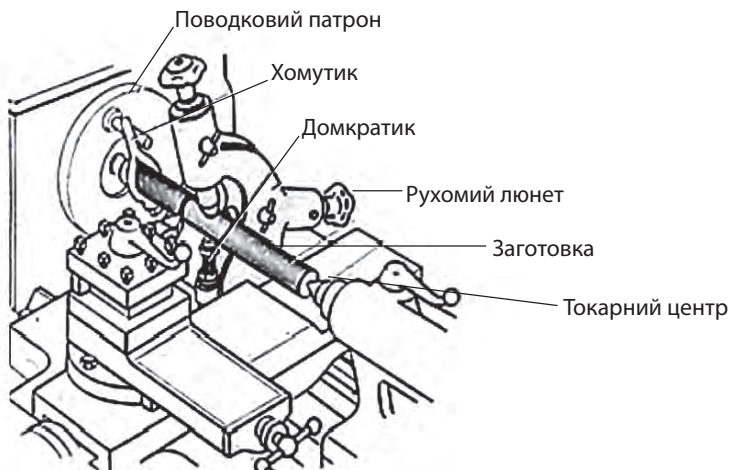
➤ **Усі пристосування можна розділити на три основні групи:**

- універсальні,
- спеціалізовані,
- спеціальні.



**Рис. 2.1.** Способи закріплення заготовок на токарно-гвинторізних верстатах: **а** – у патроні – консольно-короткі, жорсткі заготовки; **б** – у патроні й центрі – довгі нежорсткі заготовки; **в** – у центрах – довгі заготовки валів й певні типи оправок, які мають підготовлені центрові отвори; **г** – з передаванням крутного моменту через поводкові патрони, хомутики тощо; на оправках – заготовки, базовою поверхнею яких є оброблені отвори

**Універсальні пристосування** – пристосування загального призначення, що не потребують налаштування і застосовуються для обробки різних деталей. До них належать патрони, люнети, центри, повідкові пристрої.



**Рис. 2.2.** Універсальні пристосування для токарних робіт

**Спеціалізовані пристосування** – це універсальні пристрої, що вимагають переналаштування для обробки різних за формою і розмірами деталей.

Універсальні та спеціалізовані переналагоджувані пристосування зазвичай нормалізуються. У зв'язку з цим переналаштувані пристосування поділяються на *універсально-налагоджувальні* й *універсально-збірні*.

В універсально-налагоджувальних пристроях переналаштування проводять за допомогою додаткових або змінних елементів, наприклад, змінних кулачків патронів, поворотних стійок та ін. Універсально-складальні пристосування повністю складаються з нормалізованих вузлів і деталей.

### ЦАНГОВІ ТОКАРНІ ПАТРОНИ

Цангові патрони застосовують переважно для закріплення холоднотягнутого прутка або для повторного затискування заготовок на попередньо обробленій поверхні.

За конструкцією розрізняють патрони із *втяжною*, *висувною* та *нерухомою цангами*.

Цангові токарні патрони використовуються за необхідності швидкого кріплення заготовок циліндричної форми різних діаметрів. Принцип роботи цанги полягає в збільшенні зчеплення з заготовкою, коли при звуженні прорізів при входженні конічної частини пелюсток входить у патрон.



**Рис. 2.3.** Змінні цанги

Основним робочим елементом патрона виступає втулка, що має кілька подовжніх прорізів, які поділяють її на окремі пелюстки (3, 6 або 9 – залежно від типорозміру патрона). Призначення пелюсток аналогічне функції кулачків у звичайних патронах – вони фіксують заготовку в патроні для обробки різальним інструментом.

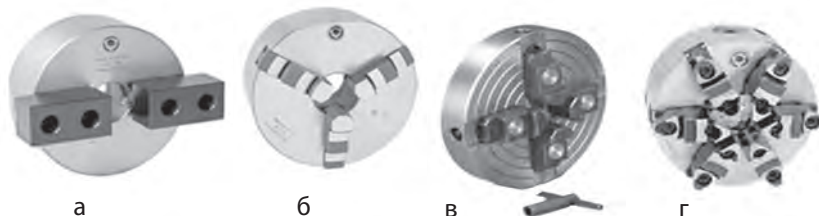
### ТОКАРНІ КУЛАЧКОВІ ПАТРОНИ

Токарні патрони призначені для установки на токарних універсальних і спеціальних верстатах і служать для кріплення штучних заготовок в умовах серійного і масового виробництва.

Існують дво-, три-, чотири- і шестикулачкові патрони. Також поділ відбувається за класом точності. Найбільш поширені у виробництві трикулачкові самоцентрувальні патрони з підвищеним класом точності.

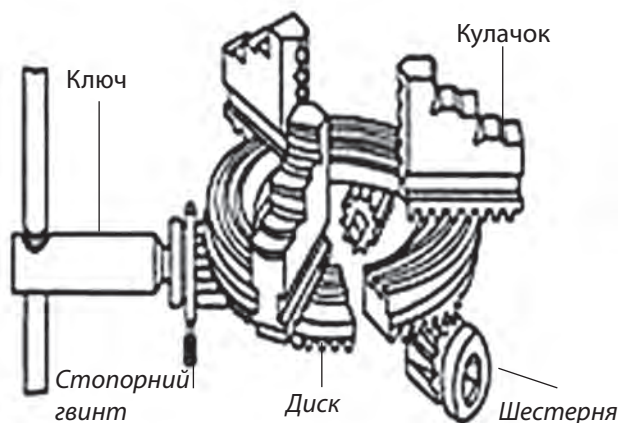
**Патрон токарний** – одна з найбільш важливих частин верстата. Без нього неможлива обробка деталей.

Передача великих затискних зусиль при значно меншому моменті на затискному ключі здійснюється завдяки його конструкції. Тому найголовніше у виборі патронів – висока зносостійкість.



**Рис. 2.4.** Різновиди токарних патронів:

**а** – 2-кулачковий токарний патрон; **б** – 3-кулачковий токарний патрон; **в** – 4-кулачковий токарний патрон; **г** – 6-кулачковий токарний патрон



**Рис. 2.5.** Будова токарного трикулачкового патрону

Для кріплення токарних патронів широко використовують фланці та планшайби, які розташовані на шпинделі.



**Рис. 2.5.1.** Планшайби з наскрізними пазами

Планшайба для токарного патрона також застосовується під час робіт з великими діаметрами та при проточуванні поверхонь нециліндричних виробів.

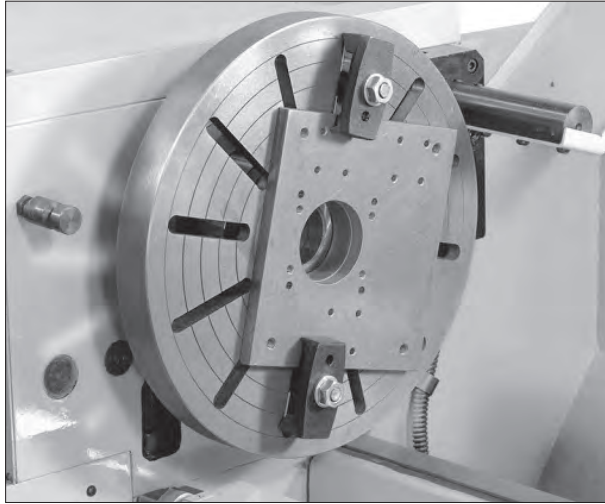


Рис. 2.5.2. Кріплення деталі на планшайбі

**Спеціальні пристосування** – це пристосування, призначені для однієї певної операції з обробки даної деталі. Їх виготовляють одиницями (один, рідко – два примірники), а також і широко застосовують у масовому виробництві.

➤ **Застосування пристосувань у токарній обробці сприяє:**

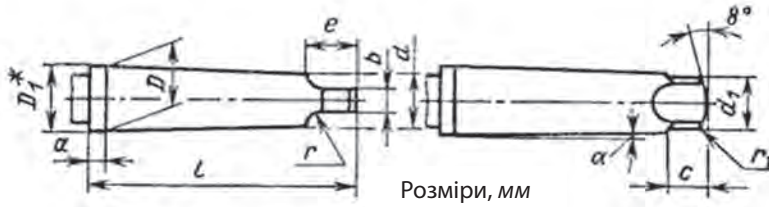
- підвищенню точності обробки завдяки правильній орієнтації деталі й різального інструмента;
- зростанню продуктивності праці завдяки скороченню допоміжного часу;
- полегшенню праці токаря;
- розширенню технологічних можливостей обладнання;
- скороченню витрат часу на контроль деталей.

## ТОКАРНІ ЦЕНТРИ

Токарні центри призначені для установки й закріплення на верстаті заготовок валів, довжина яких перевищує діаметр в 5 і більше разів. Торці валів для установки їх в центрах повинні мати центрові отвори.

Токарний центр має робочий конус з кутом від 60 до 90 градусів, а також хвостовик, який виготовляється за стандартним конусом Морзе.

**Конус Морзе** – конічний хвостовик інструмента (свердла, зенкера, розгортки, затискних патронів). Був запропонований у 1863 року американським інженером, винахідником спірального свердла Стівеном Морзе.



Розміри, мм

Конус Морзе	$D$	$D_1^*$	$a$	$d$	$d_1$	$l$	$b$	$e$	$c$	$r$	$r_1$	
0	9,045	9,2	1°29'27''	6,1	6,0	59,5	3,0	3,9	10,5	6,5	4	1,0
1	12,065	12,2	1°25'43''	9,0	8,7	65,5	3,5	5,2	13,5	8,5	5	1,2
2	17,780	18,0	1°25'50''	14,0	13,5	80,0	5,0	6,3	16,0	10,0	6	1,6
3	23,825	24,1	1°26'16''	19,1	18,5	99,0	5,0	7,9	20,0	13,0	7	2,0
4	31,267	31,6	1°29'15''	25,2	24,5	124,0	6,5	11,9	24,0	16,0	8	2,5
5	44,399	44,7	1°30'26''	36,5	35,7	156,0	6,5	15,9	29,0	19,0	10	3,5
6	63,348	63,8	1°29'36''	52,4	51,0	218,0	8,0	19,0	40,0	27,0	13	4,0

Рис. 2.6. Зовнішні конуси Морзе з лапкою

Центр токарний обертовий використовують для встановлення заготовок типу тіл обертання під час виконання точної роботи на металообробних станках з ручним і програмним керуванням.

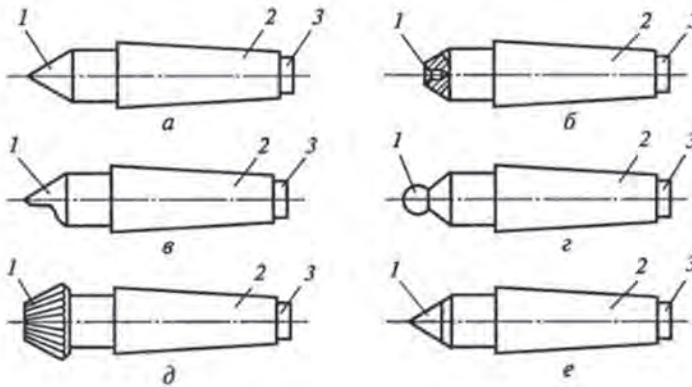


Рис. 2.7. Різновиди токарних центрів:

- а** – упорний; **б** – зворотний; **в** – напівцентр упорний; **г** – зі сферичною робочою частиною; **д** – з рифленою поверхнею робочого конуса; **е** – з твердосплавним наконечником.  
**1** – робоча частина; **2** – хвостова частина; **3** – опорна частина.

Токарні обертові центри забезпечують можливість затиску заготовки максимального діаметра та габаритів для обробки різанням на максимальній швидкості обертання при мінімальному пошкодженні.

### ТОКАРНИЙ ЦЕНТР З ДАТЧИКОМ ТИСКУ

При затиску центр на датчиків тиску обчислює тиск і вирівнює його за допомогою дискових пружин, вбудованих у токарний центр.



**Рис. 2.8.** Токарний центр з датчиком тиску

Центр використовують для підтримки порожніх деталей.



**Рис. 2.9.** Центр обертовий грибковий

### НЕРУХОМИЙ ТВЕРДОСПЛАВНИЙ ТОКАРНИЙ ЦЕНТР

Нерухомий твердосплавний токарний центр  $60^\circ$  з різьбленням під віджимну гайку призначений для високоточної обробки. Вершина центру – з твердосплавних матеріалів для використання в умовах підвищеного зносу.



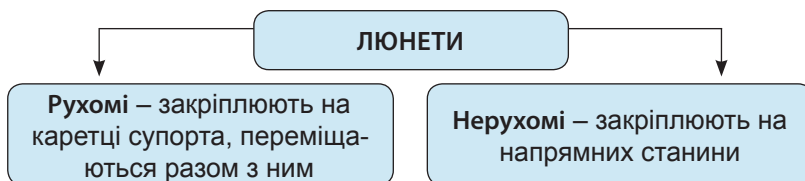
**Рис. 2.10.** Нерухомий твердосплавний токарний центр

### ЛЮНЕТИ ДЛЯ ТОКАРНИХ РОБІТ

**Нежорсткими** вважають вали, довжина яких більше діаметра у 8 разів.

Обробка таких валів без спеціальних пристосувань може спричинити порушення елементів системи жорсткості **ВПІД** (верстат – пристосування – інструмент – деталь). Додаткову підтримку для нежорстких валів надають люнети.

**Люнети** застосовують як надійну опору для довгих заготовок і обертових оброблюваних деталей. Вони запобігають деформації металу під дією тиску різально-го інструмента. Від якості люнета залежить точність обробки.





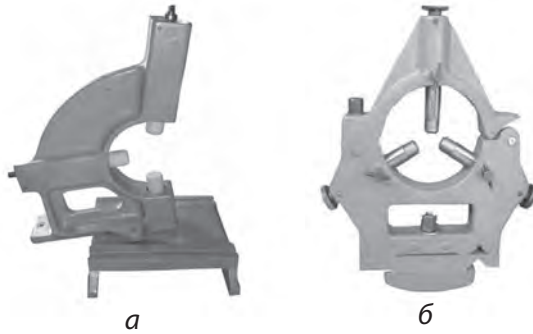


Рис. 2.11. Види токарних люнетів: **а** – рухомий люнет; **б** – нерухомий люнет

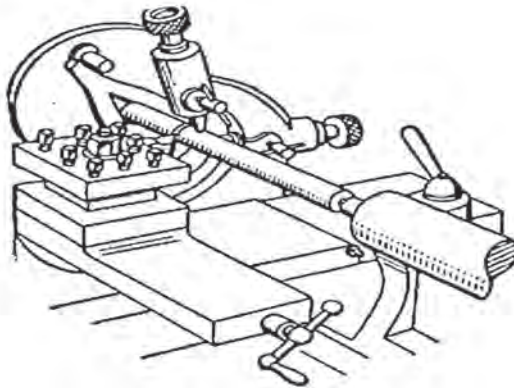


Рис. 2.12. Обточування деталі з використанням рухомого люнета

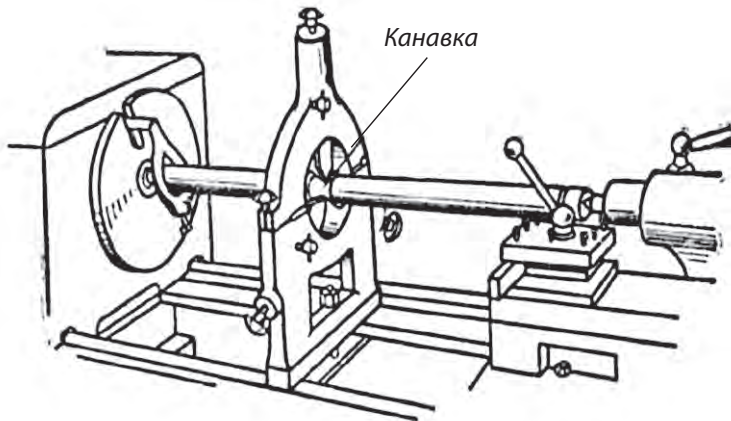


Рис. 2.13. Обточування деталі з використанням нерухомого люнета

Люнети мають бронзові кулачки, що притиснуті до заготовки й перешкоджають її відтискуванню у процесі різання. Кулачки періодично змащують. Запам'ятайте: щоб робота була безпечною, забороняється надмірно затискувати кулачки люнета на валу.



## 2.2. Призначення і правила застосування різальних інструментів

**Токарні різці** – основний робочий інструмент металообробних верстатів, з допомогою якого оброблюваним заготовкам надають необхідну форму і розміри. Різці закріплюють у різцетримачі супорта. Усього в різцетримачі можна закріпити 4 різці.

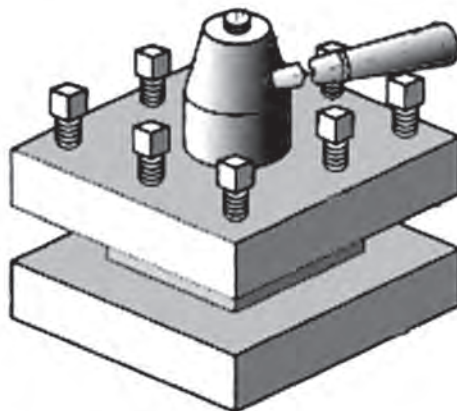


Рис. 2.14. Різцетримач

Токарний різець складається з двох частин:

- стержень;
- різальна частина.

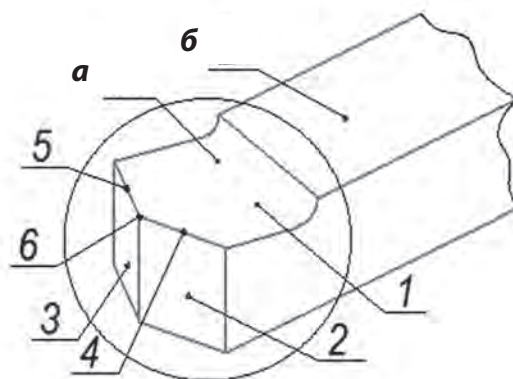


Рис. 2.15. Елементи голівки токарного різця:

**а** – різальна частина; **б** – стержень.

1 – передня поверхня; 2 – головна задня поверхня; 3 – допоміжна задня поверхня;  
4 – головна різальна кромка; 5 – допоміжна різальна кромка; 6 – вершина різця.

## КЛАСИФІКАЦІЯ РІЗЦІВ



## ЗА ВИДОМ ВИКОНУВАНОЇ РОБОТИ



## ЗА СПОСОБОМ КРІПЛЕННЯ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ



Рис. 2.16. Класифікація токарних різців

## ГЕОМЕТРІЯ ТОКАРНОГО РІЗЦЯ

Для того щоб вивчити елементи і геометричні параметри різців, спочатку треба визначити основні елементи й характеристики процесу різання.

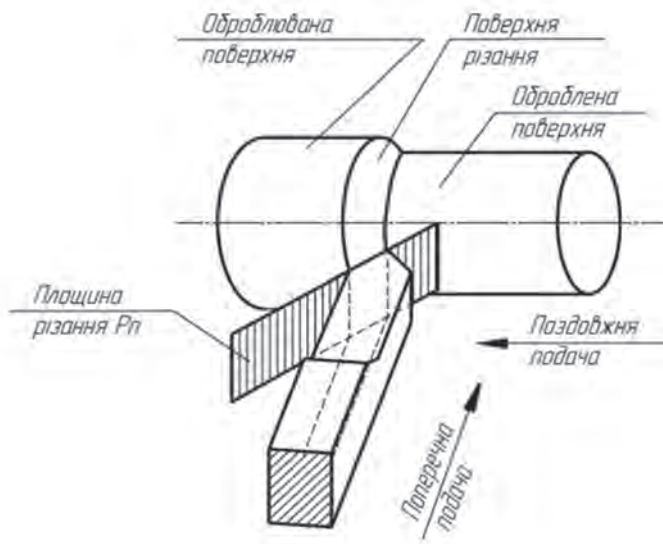


Рис. 2.17. Види поверхонь на оброблюваній заготовці

➤ **На заготовці, що обробляється різанням при точінні, розрізняють три види поверхонь:**

- **оброблювана** – поверхня, що підлягає дії в процесі обробки (тобто це поверхня, з якої зрізується шар металу);
- **оброблена** – поверхня, отримана в результаті обробки;
- **поверхня різання** – поверхня, що утворюється безпосередньо різальною кромкою інструмента у процесі різання (вона є перехідною між оброблюваною й обробленою поверхнями).

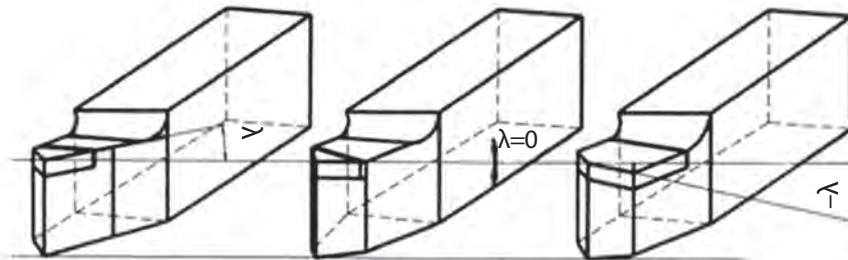
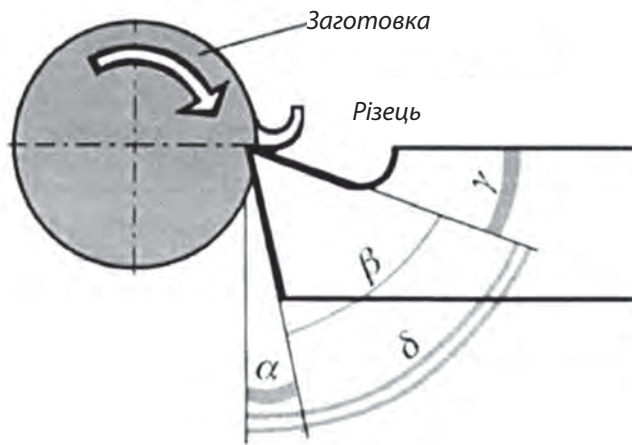


Рис. 2.18. Кути нахилу головного леза різця

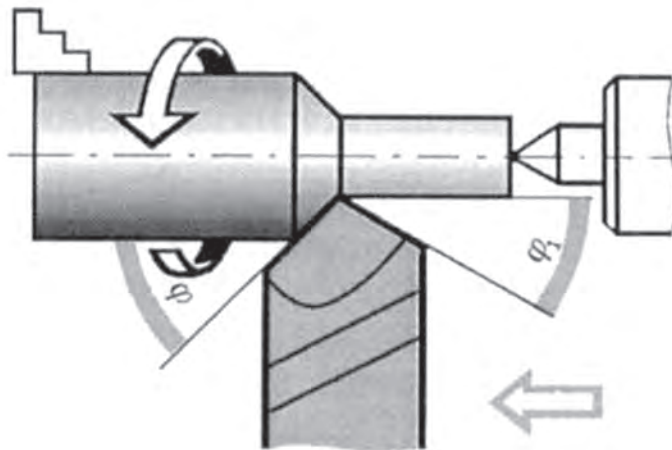
$\lambda$  – кут нахилу головної різальної кромки – кут між головною різальною кромкою і лінією, проведеною через вершину різця паралельно основній площині. Кут  $\lambda$  – додатний, якщо вершина різця є найнижчою точкою головної різальної кромки, або від’ємний, якщо вершина різця займає найвище положення на кромці. Від  $\lambda$  залежить напрям відведення стружки.



**Рис. 2.19.** Головні кути токарного різця

Сума головних кутів різця дорівнює  $90^\circ$ .

$$\Sigma = \alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$



**Рис. 2.20.** Кути токарного різця в плані

Сума кутів різця в плані дорівнює  $180^\circ$ .

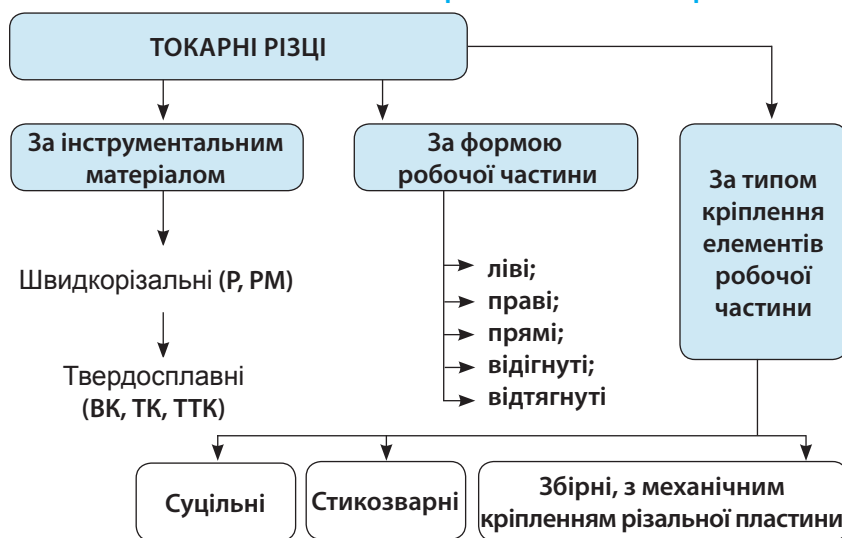
$$\Sigma = \varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ$$

Таблиця 2.1

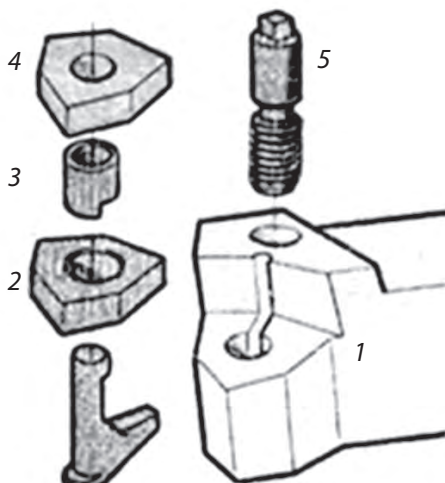
## ЗНАЧЕННЯ КУТІВ РІЗЦЯ ПІД ЧАС ОБРОБКИ РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ

Різці	Оброблюваний матеріал	Передній кут	Задній кут
А. Твердосплавні	Сталь, ковкий чавун, бронза	10	8-12
	Високоміцні сталі, $G_B = 1600-2300$ МПа	0-(-5)	6-8
	Чавун HB 220, латунь	10	6-8
	Тверда марганцевиста сталь (12 % МП)	0-5	8-12
	Чавун вибілений, сталь загартована	10	8
	Чавун м'який, м'яка нержавіюча сталь	15	8-12
	Мідь, алюмінієві, магнієві сплави, латунь	25	8-15
Б. Швидкорізальні сталі	Сталь і сталеве литво: GB=400 МПа	30	8-12
	GB=400-500 МПа	25	8-10
	GB=700-800 МПа	10	6-8
	GB=900-1000 МПа	5	5-7
	Хромонікелева сталь GB=700-800МПа	15	5-7
	Хромовая сталь GB=700-800 МПа	5	5-7
	Чавун сірий: HB160-180	12	6-8
	HB220-205	6	6-8
	Чавун ковкий: HB140-160	15	6-8
	HB170-190	12	6-8
	Мідь, алюміній, бабіт	25-30	8-12
	Бронза і латунь середньої твердості	10	8
	Бронза тверда	5	6
Вольфрам	20	15	
Ніобій	20-25	12-15	
Молибденові сплави	30	10-12	

### КЛАСИФІКАЦІЯ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ



Конструкція стикозварних і збірних різців забезпечує економію інструментальних та конструкційних матеріалів.



**Рис. 2.21.** Конструкція різця з механічним кріпленням різальної твердосплавної пластини:

1 – різець; 2 – опорна пластина; 3 – втулка; 4 – пластина з твердого матеріалу; 5 – гвинт

### СИЛИ РІЗАННЯ ПРИ ТОЧІННІ

**Сили різання** – це важливий параметр процесу різання. Від їх величини залежить потужність, необхідна для здійснення різання. Вони впливають на спрацювання інструмента та вібрації, отже – і на якість обробленої поверхні. Сили

різання є вихідними даними для розрахунків на міцність і жорсткість різальних інструментів, елементів оснащення, вузлів деталей металорізальних верстатів.

При практичному вивченні сил різання під час подовжного точіння рівнодіючу силу  $R$ , яка діє на різальний інструмент, розкладають у трьох напрямках, на три складові.

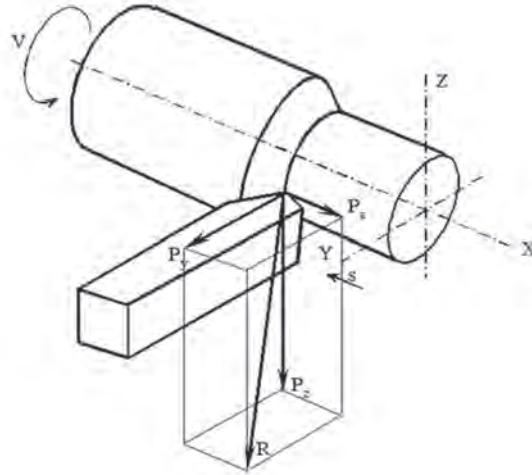
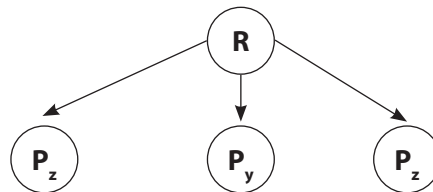


Рис. 2.22. Схема розкладання сили різання при точінні



$$P_z : P_y : P_z = 1 : (,25...0,5 : (0,10...0,25.$$

Сила різання  $R$  – це геометрична сила трьох складових:

$$R = \sqrt{P_z^2 + P_x^2 + P_y^2}$$

**Сила опору різанню  $R$**  складається з сили опору металу розриву в момент сколювання, сили опору стружки й сили тертя на робочих поверхнях різця. Вона спрямована перпендикулярно до передньої поверхні різця.

Роозташування передньої поверхні різця у просторі залежить від поєднання переднього кута і кута нахилу різальної кромки (кількість поєднань необмежена), тому напрямок дії вектора сили опору різанню невизначений.

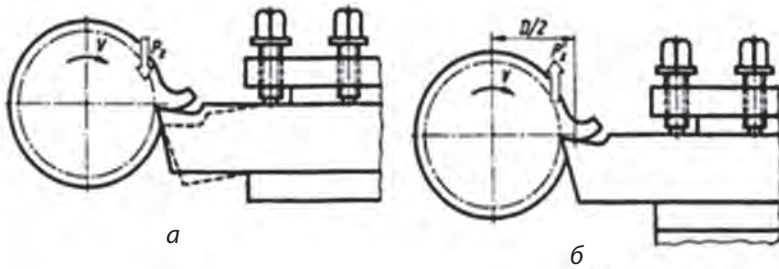


Рис. 2.23. Дія сил: **а** – прогинання різця; **б** – утворення крутного моменту різця

**Вертикальна складова**, або **сила різання  $P_z$**  спрямована вертикально вниз, тобто лежить у площині різання (її вектор збігається з вектором швидкості різання). Сила різання  $P_z$  намагається зігнути, зламати різець тому розрахунок різця на міцність виконують за силою  $P_z$ .

**Горизонтальна складова**, або **сила подачі  $P_x$**  – осьова сила, спрямована в бік, протилежний напрямку подачі, що перешкоджає рухові подачі. За цією силою розраховують механізм подачі верстата.

**Друга горизонтальна складова**, або **радіальна сила  $P_y$** , що спрямована вздовж осі різця, намагається відтиснути різець від заготовки. Вона сприймається болтами різцетримача.

## 2.3. Елементарні відомості з теорії різання металів

Під час обробки різанням у різних умовах залежно від геометрії інструмента, режиму обробки, матеріалу заготовок тощо утворюються різні види стружок. Стружка виникає у результаті сильних деформацій шару металу, який зрізається.

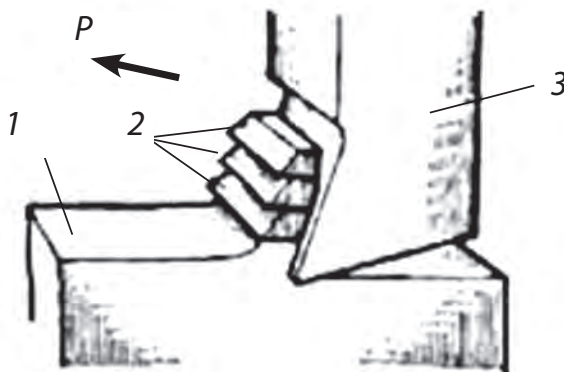


Рис. 2.24. Процес утворення стружки:

1 – заготовка; 2 – стружка; 3 – різець



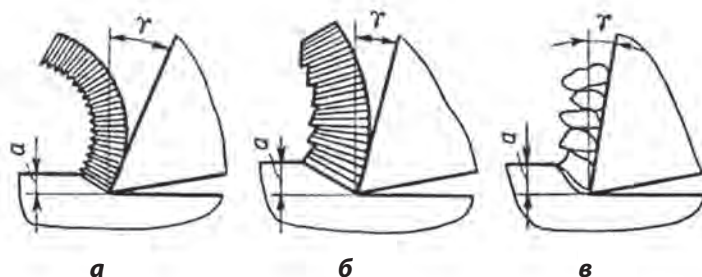


Рис. 2.25. Види стружки:

**а** – зливна; **б** – сколювання; **в** – надлому

**Зливна стружка** (гладенька з того боку, що прилягає до передньої поверхні різального клина, і ребриста з протилежного боку) утворюється при обробці пластичних матеріалів (наприклад, сталей) невисокою твердості при різанні з малою товщиною зрізаного шару великим переднім кутом.

Зливна стружка утворюється у процесі обробки матеріалів на високих швидкостях різання і малих подачах за температури 400-500° С. Ця стружка мало деформована і має велику міцність.

Під час різання в'язких сталей зливна стружка обплутує оброблювану заготовку й інструмент, закриває зону обробки, дряпає поверхні деталі та може стати причиною травми робітника. Тому варто застосовувати пристрої для її дроблення й відведення.

**Стружка сколювання** утворюється при збільшенні твердості й міцності оброблюваної сталі.

Вона складається з елементів «відколів», зміщених один відносно іншого за площинами зсуву. Ці елементи чітко видно на бічних сторонах і внутрішній поверхні стружки, які досить міцно з'єднані між собою. Матеріал стружки сколювання більш деформований, а її міцність нижча, ніж у зливної.

**Стружка надлому**, що складається з окремих, не пов'язаних одне з одним елементів, утворюється під час різання крихких матеріалів (наприклад, чавунів, бронзи).

## УТВОРЕННЯ НАРОСТУ

Під час різання пластичних металів, таких як сталь, латунь та інші, відбувається явище, яке називається **наростоутворенням**.

**Наростоутворення** – це процес, який полягає в тому, що внаслідок адгезійної взаємодії, великого тертя між поверхнями металу та різальної частини інструмента на передній поверхні різця затримується і міцно закріплюється шар металу.

Наріст періодично руйнується, виноситься стружкою та утворюється знову. Його твердість удвічі-утричі перевищує твердість оброблюваного металу.

➤ **Наріст сприятливо впливає на процес різання під час чорнової обробки:**

- зменшується кут різання, завдяки чому знижуються витрати на потужність різання;
- вершина різця і різальна кромка захищені від передчасного спрацювання;
- поліпшується відведення теплоти з зони різання.

Під час чистової обробки, коли важлива якість поверхні, треба уникати утворення наросту.

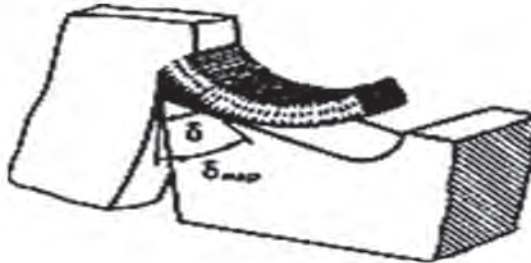


Рис. 2.26. Утворення наросту

### УТВОРЕННЯ НАКЛЕПУ

**Наклепування металу** – це підвищення твердості його верхнього шару на певну глибину.

Якщо твердість металу заготовки прийняти за 100 %, то під обробленою поверхнею після обробки різанням вона може становити 150-200 % твердості металу, а твердість стружки – 200-300 %. У деяких випадках твердість може бути більшою або меншою від зазначених величин.

Зі збільшенням глибини різання, подачі, кута різання різця й радіуса закруглення різального леза різця ступінь і глибина наклепу збільшуються. На величину наклепу найбільше з перелічених факторів впливає подача. Зі збільшенням швидкості різання величина наклепу зменшується. При швидкостях різання  $V > 100$  м/хв явище наклепу виявляється незначною мірою.

М'які пластичні метали піддаються під час обробки більшому зміцненню, ніж крихкі. У крихких металів (тверді сталі) величина зміцнення й глибина його поширення значно менші, ніж у пластичних за умови інших постійних факторів процесу різання.

Залежно від параметрів процесу різання глибина наклепаного шару становить від 2-3 мм (за грубої обдирної обробки) до сотих і тисячних часток міліметра (за кінцевої чистової обробки).

Наклеп обробленої поверхні може бути шкідливий або корисний. Внутрішні напруження, які виникають у поверхневому шарі обробленої поверхні, можуть бути розтягуючими або стискаючими. Внутрішні напруження

розтягнення є шкідливими, тому що вони знижують опір втоми. Напруження стискання навпаки – підвищують межу втоми матеріалу заготовки.

Отже, кінцеву обробку поверхонь деталі варто проводити в таких умовах, щоб отримати напруження стискання. Експериментально встановлено, що під час обробки сталей напруження стискання виникають за швидкостей різання, які більші 300-500 м/хв, а різальний інструмент має негативний передній кут.

Явище наклепу небажане, якщо наклеп, отриманий за чорнової обробки, шкідливо впливає на процес різання під час чистової обробки (при зрізанні тонких стружок) – розгортання, протягування і т. д. У цьому випадку інструмент швидко затуплюється, а чистота обробленої поверхні погіршується.



Схема утворення наклепу  
в момент різання

Рис. 2.27. Схема утворення наклепу

### КРИТЕРІЙ ЗАТУПЛЕННЯ ТА СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТА

У процесі різання металів унаслідок тертя стружки по передній поверхні леза і задніх поверхонь леза по поверхні заготовки відбувається зношування різця.

**Зношування** – стирання і видалення мікрочастинок поверхонь, а також мікросколювання (викришування) різальної кромки.

Знос інструментальних матеріалів відбувається й у вигляді пластичного деформування під дією сил різання частини матеріалу, яка утворює різальну кромку.

Знос інструмента безпосередньо впливає на точність і продуктивність обробки. Унаслідок зносу відбувається затуплення різальної кромки інструмента, що знижує його різальні властивості. При затупленні порушуються умови стружкоутворення, зростають сили різання, погіршуються точність обробки і якість обробленої поверхні, знижується продуктивність.

**Критерій затуплення** – це гранично допустима величина зношування, за якої інструмент втрачає нормальну працездатність

Основні види зношування токарних різців відбуваються на поверхнях: на передній, на задній та на передній і задній одночасно.

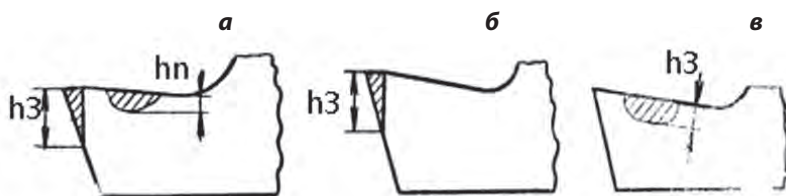


Рис. 2.28. Схема зносу токарних різців:

**а** – на передній та задній поверхнях; **б** – на задній поверхні; **в** – на передній поверхні

➤ **Величину зносу позначають літерою «h». Для різних матеріалів вона має своє значення:**

- різці зі швидкорізальної сталі:  $h = 0,5-2,0$  мм;
- різці з пластинками з твердих сплавів:  $h = 0,8-1,0$  мм;
- різці з мінералокерамічними пластинками:  $h = 0,5-0,8$  мм.

➤ **За механізмом затуплення різальної кромки умовно виділяють такі види зношування інструмента:**

- абразивно-механічний;
- абразивно-хімічний;
- адгезійний;
- дифузний.

**Абразивно-механічний знос** інструмента обумовлений мікродряпанням і руйнуванням передньої та задньої поверхонь інструмента твердими компонентами оброблюваного матеріалу (карбідами, нітридами, оксидами) і дрібними частинками наросту, який періодично руйнується. Абразивному зношуванню піддається інструмент з вуглецевих, легованих, інструментальних, а також швидкорізальних сталей.

**Абразивно-хімічний знос** інструмента відбувається, коли в складі мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) містяться хімічно активні речовини, що ослаблюють поверхневий натяг інструментального матеріалу. Як наслідок – полегшується процес абразивного руйнування матеріалу при мікродряпанні.

Під час нагрівання твердих сплавів до  $600-800^{\circ}\text{C}$  відбувається поверхнєве окислення кобальтової фази, карбідів вольфраму і титану з утворенням поверхневих плівок, твердість яких у 40-50 разів менша від твердості вихідного матеріалу. Це створює умови для більш інтенсивного абразивно-хімічного зношування.

**Адгезійний знос інструменту** є результатом схоплювання інструментального й оброблюваного матеріалу з подальшим вириванням частинок інструментального матеріалу.

Періодично повторювані схоплювання і руйнування адгезійних зв'язків спричиняють циклічне навантаження контактних ділянок інструментального матеріалу, що призводить до його втоми.

Розвиток процесів утоми зумовлює подальше руйнування металу, що виявляється у викришуванні та відколах. У цих умовах інструментальний матеріал, який має високі значення циклічної міцності та ударної в'язкості, краще опирається адгезійному зношуванню.

**Дифузійний знос інструмента** відбувається за таких умов різання, коли між оброблюваними й інструментальними матеріалами встановлюються стійкі адгезійні зв'язки, при температурах вище 850 °С відбувається взаємна дифузія інструментального й оброблюваного матеріалів.

Цей вид зносу більш характерний при обробці інструментом з твердих сплавів, металокераміки й алмазним інструментом. При високотемпературній контактній взаємодії відбуваються такі процеси: дисоціація карбідів і подальша дифузія їх елементів (C, W, Ti) в оброблюваний матеріал, тобто пряме дифузійне розчинення; зустрічна дифузія металевих елементів оброблюваного матеріалу в сполучну фазу твердих сплавів, що знижує її механічні властивості.

## 2.4. Стійкість інструментів

**Надійність** – це властивість інструмента виконувати обробку різанням, зберігаючи експлуатаційні показники відповідно до заданих на операцію вимог протягом визначеного терміну.

Надійність інструмента, продуктивність обробки і якість виготовлених деталей є взаємно пов'язаними поняттями. Зі збільшенням продуктивності, як правило, зменшується надійність інструмента, а часто – і якість виробів.

Таблиця 2.2

### СЕРЕДНІ ЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ШВИДКОСТІ РІЗАННЯ ДЛЯ РІЗНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Інструменти	Стійкість $T_{ек}$ , хв	Швидкість різання $V_{ек}$ , м/хв
Різці прохідні, P6M5	30...60	15...50
Різці прохідні, T15K6	60...90	120...350
Свердла P6M5 для обробки сталі	10...110	10...55
Свердла BK6 для обробки чавуну	40...80	50...100
Зенкери P6M5	30...100	10...40
Розвертки P6M5 для обробки сталі	40...120	2...15

**Стійкість інструмента  $T$  (хв)** – машинний час роботи інструментом від переточування до переточування (або до визначеної величини зносу).

Експериментально встановлено, що між швидкістю різання і стійкістю різального інструмента з інструментальних вуглецевих і швидкорізальних сталей існує залежність: що вища швидкість різання, то менша стійкість різця.

Швидкорізальні різці:	T = 60 хв.
Твердосплавні різці:	T = 90 хв.
Різці, оснащені мінералокерамікою:	T = 30-40 хв.

➤ **Існує декілька критеріїв зносу різців:**

- **критерій блискучої смужки.** Різець вважається зношеним і його необхідно переточити, якщо під час обробки сталі на поверхні різання з'явиться блискуча смужка, а під час обробки чавуну – темні плями. На той момент окремі точки різальної кромки вже починають викришуватись, в цих місцях різець зминає поверхню різання і наче полірує її;
- **силовий критерій (критерій Шлезінгера).** Різець вважається затупленим, коли починається різке збільшення сил, особливо  $P_y$  і  $P_x$ . Недолік методу – необхідність мати на верстаті спеціальні прилади для вимірювання сил;
- **критерій оптимального зносу.** Оптимальним зносом вважається такий, при якому загальний термін служби інструмента виходить найбільшим.

Таблиця 2.3

**ДОПУСТИМЕ РОЗМІРНЕ СПРАЦЮВАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРОБЦІ ПАРТІЇ ЗАГОТОВОК, мкм**

Розмір, який отримується, мм	ВИД ОБРОБКИ		
	чорнова	чистова	тонка
До 30	30...80	15	2
Більше 30 до 80	45...120	20	3
Більше 80 до 180	60...150	30	6
Більше 180 до 3600	75...200	40	10



**Контрольні запитання**

1. Як закріплюють заготовки на токарно-гвинторізних верстатах?
2. Які пристосування належать до універсальних?
3. У чому полягає технологічне призначення універсальних пристосувань?
4. Які види токарних патронів ви знаєте?
5. Назвіть різновиди токарних центрів, розкажіть про їх призначення.
6. У яких випадках застосовують токарні люнети? Які їх різновиди?
7. З яких елементів складається токарний різець?
8. Назвіть види токарних різців.
9. Які види стружки утворюються під час обробки різноманітних матеріалів?
10. Що таке наріст і які способи його попередження?
11. Що таке наклеп? Назвіть способи його попередження.

## 3

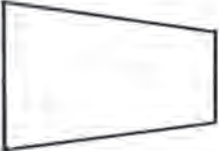
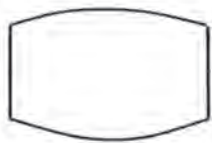


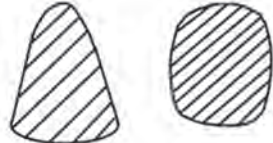
**ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ЗОВНІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТА ПЛОСКИХ ТОРЦЕВИХ ПОВЕРХОНЬ****3.1. Вимоги до якості зовнішніх циліндричних поверхонь**

**Циліндричною** називають поверхню, створена обертанням прямої навколо паралельної до неї осі.

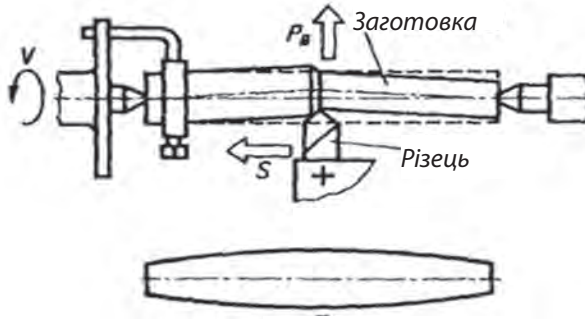
➤ **Технічні вимоги до обробки циліндричних поверхонь:**

- витримування розмірів (діаметр, довжина);
- точна геометрична форма;
- задана шорсткість поверхні.

**ОСНОВНІ ПОХИБКИ ФОРМИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ**

конусоподібність	
бочкоподібність	
сідлоподібність	
овальність	
огранка	





**Рис. 3.1.** Утворення бочкоподібності зовнішньої поверхні вала після обточування в центрах

### КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ДЕТАЛЕЙ

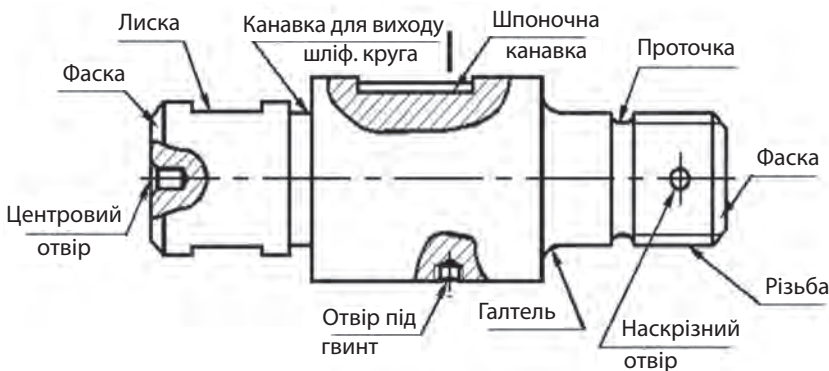
**Конструктивний елемент** – це відособлена частина деталі, призначена для виконання певної функції в механізмі.

Під час виконання ескізів і робочих креслень часто доводиться стикатися з необхідністю розпізнавання та правильного викреслювання різних конструктивних елементів.

Частини деталей, які мають відповідне функціональне призначення і зумовлені відповідною технологією виготовлення, називають **типovими** (які зустрічаються дуже часто) **конструктивними елементами деталей**.

Їх можна умовно розділити на елементи, які виконуються на деталях незалежно від способів з'єднання з іншими деталями, і на елементи, призначені для конкретних видів з'єднань.

**Конструктивні елементи деталі** – це місцеві зміни форми або поверхні деталі для надання їй додаткових властивостей під час виготовлення, складання та експлуатації. Розміри конструктивних елементів відносно форми та поверхні деталі невеликі і загалом не змінюють їх.



**Рис. 3.2.** Конструктивні елементи деталі



**Торець** – крайні частини деталі.

**Фаска** – скошена частина деталі. Фаски полегшують з'єднання деталей. Частіше зріз виконується під кутом  $45^\circ$ . У такому випадку в позначення фаски входить розмір катета зрізу з зазначенням кута.

**Канавка** – конструкційне або технологічне занурення різного профілю на деталях.

**Канавки мають два призначення:**

- **технологічне** – для виходу різального інструмента (різьбового різця, плашки, шліфувального круга тощо);
- **конструкторське** – для установки пружин, сальників, вилок перемикачів.

Канавки призначені для відокремлення поверхонь із різною характеристикою обробки, для виходу різального інструмента при виготовленні деталі або для забезпечення певних вимог під час складання та експлуатації.

Канавки використовують для приводу, розподілу й утримання мастил, а також для фіксації ущільнювачів різної форми. Траєкторія канавки може бути різною: по прямій, по колу, по гвинтовій лінії тощо.

**Уступ** – перехід від однієї поверхні до іншої під кутом  $90^\circ$ .

**Галтель** – уступ напівкруглої форми.

### ОБТОЧУВАННЯ ЗОВНІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Зовнішні циліндричні поверхні обточують прямими або відігнутими прохідними різцями з подовжньою подачею; гладкі вали – при установці заготовки на центрах. Спочатку один кінець заготовки обточують на необхідну для установки й закріплення хомутика довжину, а потім повертають її на  $180^\circ$  й обточують іншу частину.

Ступінчасті вали обточують за двома схемами: поділ припуску на частини або поділ довжини заготовки на частини.

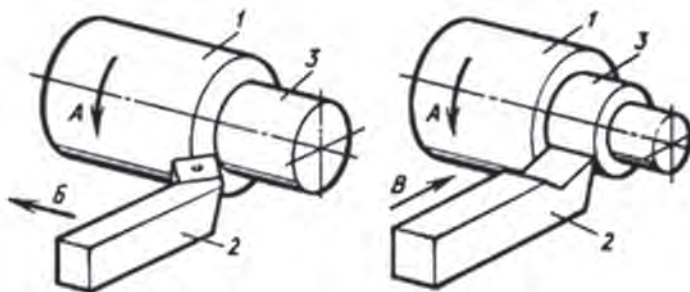
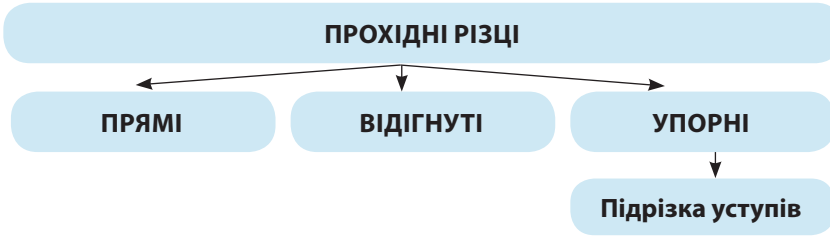


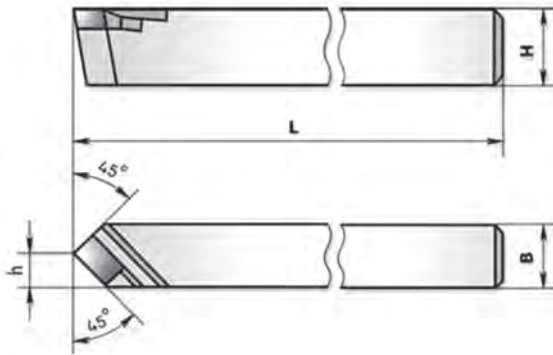
Рис. 3.3. Точіння зовнішніх циліндричних поверхонь

## 3.2. Інструмент для обробки циліндричних поверхонь



### 1. Прохідні прямі токарні різці

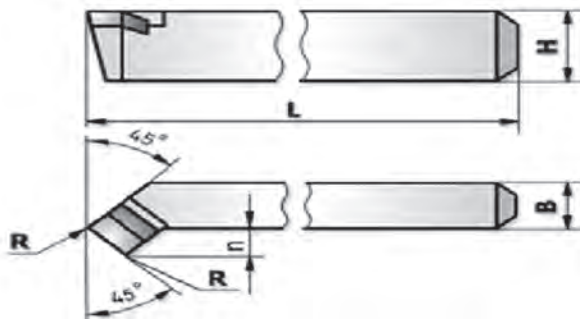
Різці токарні прохідні прямі з пластинами з твердого сплаву виготовляють за ГОСТ 18878-73. Марки застосовуваних пластин з твердого сплаву – ВК8, Т15К6, Т5К10.



#### Прохідні прямі токарні різці призначені:

- для проточування заготовок уздовж осі їх обертання;
- для чистової обробки і підрізування деталей.

### 2. Прохідні відігнуті токарні різці

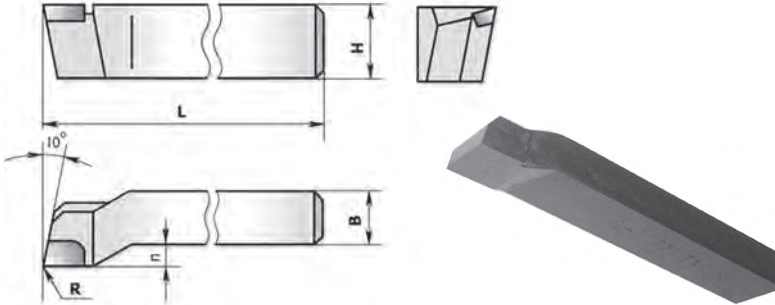


#### Різці цього типу призначені для:

- чорнової та чистової обробки заготовок за подовжньої або поперечної подачі;
- точіння ступінчастих деталей;

- підрізання буртиків і торців;
- точіння деталей з великим відношенням довжини до діаметра.

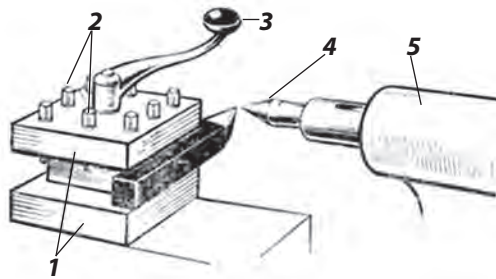
### 3. Прохідні упорні токарні різці



Упорний різець застосовують у тих випадках, коли заплановані роботи з точіння виробів, яким властива мала жорсткість. Його особливість полягає у тому, що може виконувати роботу на подовжній і поперечній передачі. Область його застосування на прогресивних металообробних підприємствах – уривок буртиків, обточування ступінчастих поверхонь, уступів.

#### ➤ **Правила встановлення різців на токарному верстаті:**

- різці повинні бути встановлені в різцетримачі супорта та надійно закріплені;
- різці встановлюють на рівні осі центрів (рис. 3.4).

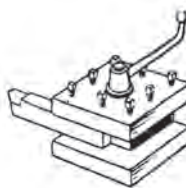


**Рис. 3.4.** Встановлення різця на рівні осі центрів:

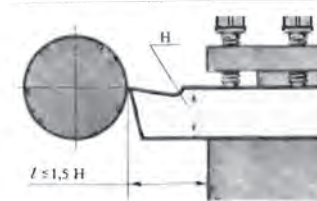
1 – різцетримач; 2 – гвинти; 3 – рукоятка; 4 – токарний центр; 5 – задня бабка



Правильно



Неправильно



**Рис. 3.5.** Виліт різця з різцетримача

- Висота встановлення різців регулюється стальними підкладками, але не більше 2-3.
- Пластини під різці повинні бути розташовані на всій опорній площині.

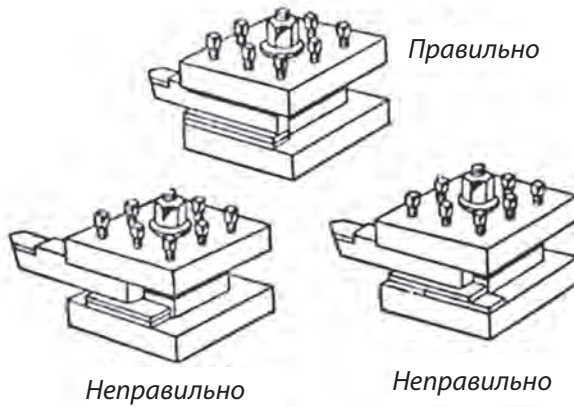
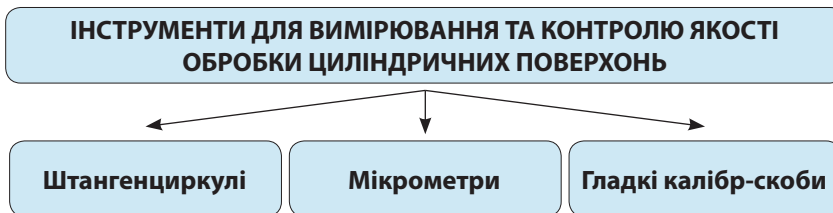


Рис. 3.6. Встановлення різця з допомогою прокладок

### 3.3. Інструменти для контролю циліндричних поверхонь



#### ШТАНГЕНЦИРКУЛІ

**Універсальний штангенциркуль** – це мірний інструмент, призначений для внутрішніх і зовнішніх вимірів довжини, діаметра і глибини.

Універсальний штангенциркуль складається з напрямної штанги, виконаної як одне ціле з губкою, що має дві опорні поверхні (нижню – для зовнішніх і верхню – для внутрішніх вимірів), повзуни, які становлять одне ціле з нижньою рухливою губкою для зовнішніх вимірів і верхньою рухливою губкою, – для внутрішніх вимірів, затискної рамки і рейки глибиноміра, що висувається. На напрямній штанзі нанесені міліметрові поділкі. На нижній частині повзуна позначені поділкі ноніуса.

Штангенциркулі односторонні та двосторонні відрізняються від штангенциркуля універсальної конструкцією. Діапазон вимірів штангенциркулів різних розмірів – від 0 до 2000 мм.

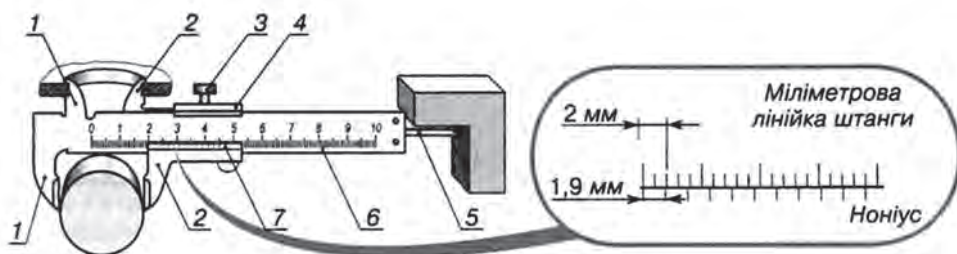
**Ноніус** – це поділки, позначені на нижній частині повзуна штангенциркуля.

При відліку з допомогою ноніуса до числа цілих поділок штанги, розташованих нижче нуля шкали ноніуса, потрібно додати число десятих або сотих доль міліметра, яке відповідає числу інтервалів на шкалі ноніуса до штриха цієї шкали, що збігаються з одним зі штрихів шкали штанги. Залежно від градуювання ноніуса, штангенциркулем можна визначити розміри з точністю до 0,1; 0,05 або 0,02 мм.

➤ **Штангенциркулі бувають кількох видів.**

● **Штангенциркуль ШЦ-I**

Штангенциркуль ШЦ-I застосовують для визначення розмірів у межах 0...125 мм з точністю вимірювання до 0,1 мм.



**Рис. 3.7.** Будова ШЦ-I:

- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| 1 – нерухомі губки; | 5 – лінійка глибиноміра; |
| 2 – рухомі губки;   | 6 – основна шкала;       |
| 3 – мікрогвинт;     | 7 – ноніус               |
| 4 – рамка;          |                          |

Під час вимірювання рамку рухають на штанзі доти, поки робочі поверхні губок щільно не торкатимуться деталі. Переконавшись, що губки інструмента розташовані без перекосів, гвинтом закріплюють рухому рамку і читають показ вимірюваного розміру. При цьому погляд має бути скерований прямо. Неправильний напрямок погляду зумовлює до зчитування неправильних розмірів.



**Рис. 3.8.** Зчитування показів: **а** – правильне; **б** – неправильне

Таблиця 3.1.

**ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТАНГЕНЦИРКУЛІВ ШЦ-I**

Межа вимірювання, мм	Клас точності	Значення відліку за ноніусом		Маса, кг
		нижній, мм	верхній, дюйми	
125	1	0.1	1/128	0.125
125	2	0.1	1/128	0.125
125	-	0.05	1/128	0.125
125	1	0.1	-	0.125
125	2	0.1	-	0.125
125	-	0.05	-	0.125
150	1	0.1	1/128	0.150
150	2	0.1	1/128	0.150
150	-	0.05	1/128	0.150
150	1	0.1	-	0.150
150	2	0.1	-	0.150
150	-	0.05	-	0.150

## ● Штангенциркуль ШЦ-II

Штангенциркуль ШЦ-II призначений для визначення розмірів з точністю до 0,05 мм.

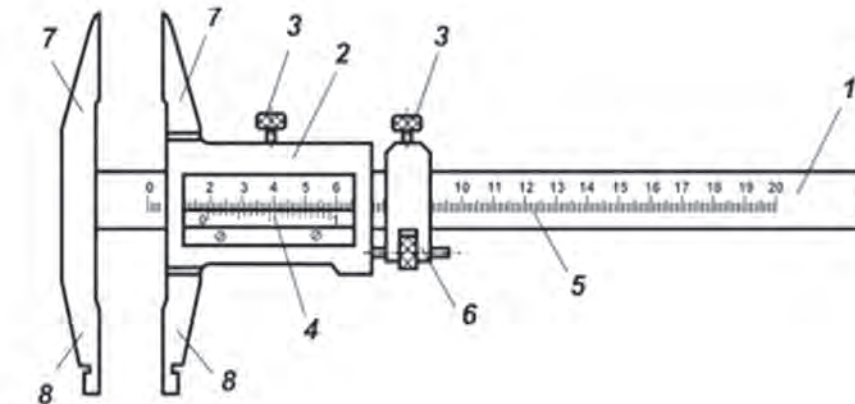


Рис. 3.9. Будова ШЦ-II:

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1 – штанга;          | 5 – шкала штанги;                             |
| 2 – рамка;           | 6 – механізм мікроподачі;                     |
| 3 – стопорний гвинт; | 7 – розмічальні губки;                        |
| 4 – ноніус;          | 8 – губки для вимірювання внутрішніх розмірів |

- Штангенциркуль ШЦ-III

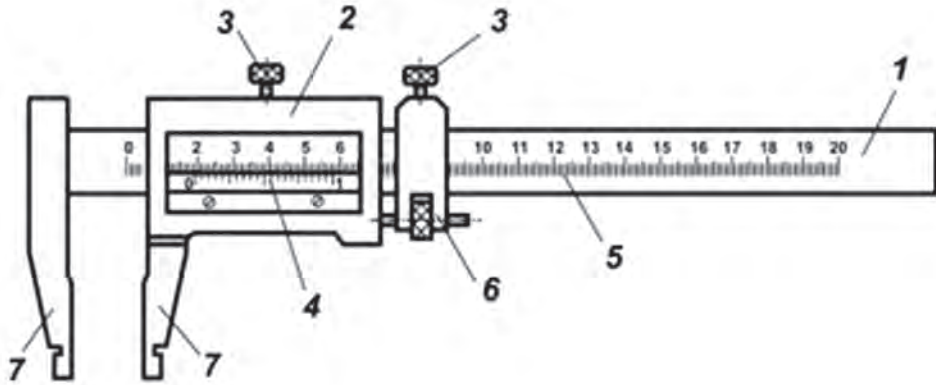


Рис. 3.10. Будова ШЦ-III:

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1 – штанга;          | 5 – шкала штанги;   |
| 2 – рамка;           | 6 – механізм мікроподачі;                                 |
| 3 – стопорний гвинт; | 7 – губки для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів |
| 4 – ноніус;          |   |

### ОСОБЛИВОСТІ ЧИТАННЯ ПОКАЗІВ ВНУТРІШНІХ РОЗМІРІВ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯМИ ШЦ-II ТА ШЦ-III

Під час читання показів внутрішніх розмірів штангенциркулями ШЦ-II та ШЦ-III до основного розміру додають розмір, який вказаний на губках для внутрішніх замірів.

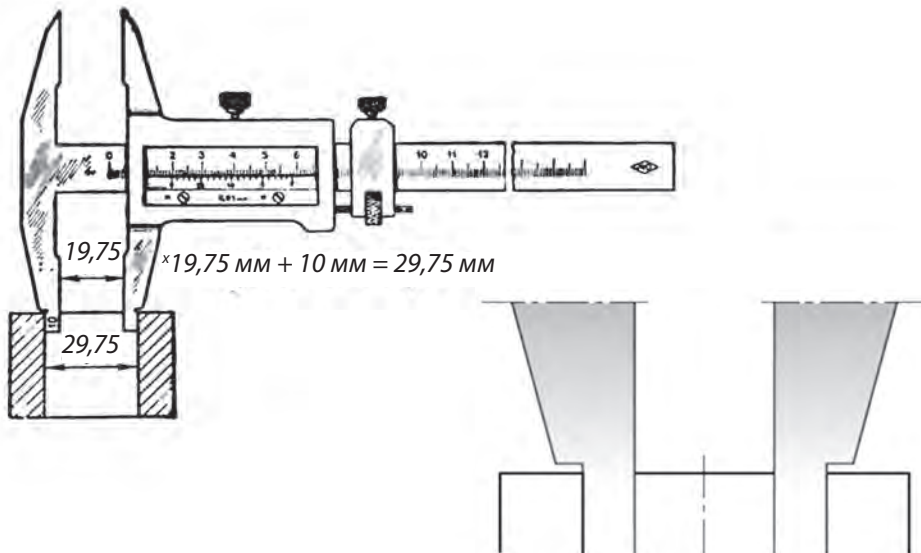


Рис.3.11. Читання показів внутрішніх розмірів ШЦ-II і ШЦ-III



## МІКРОМЕТРИ

**Мікрометр** – це універсальний інструмент (прилад), призначений для вимірювань лінійних розмірів абсолютним контактним методом в області малих розмірів з високою точністю (до 1 мкм). Його перетворюючим механізмом є мікропара «гвинт – гайка».

Мікрометри призначені для абсолютних вимірів і засновані на використанні точної гвинтової пари для перетворення обертального руху мікрометричного гвинта в поступальний. Ціна поділки мікрометра – 0,01 мм.

Для відліку показів мікрометра на шкалі стебла визначають ціле число (нижня шкала) і половини (верхня шкала) міліметрів. Для обчислення сотих часток міліметра користуються поділками на барабані.

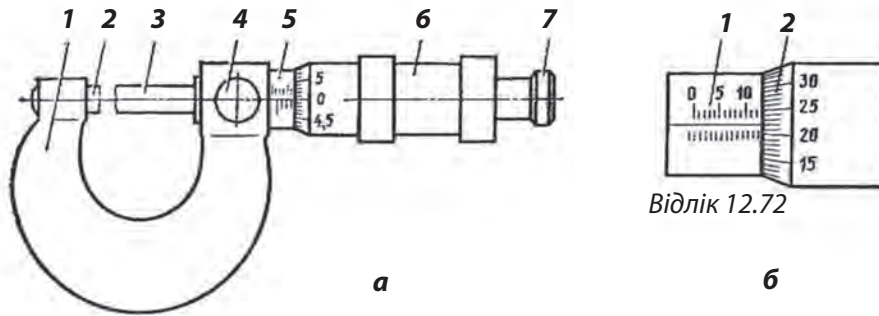


Рис. 3.12. Будова мікрометра:

**а**

- 1 – скоба;
- 2 – нерухома п'ята;
- 3 – рухома п'ята;
- 4 – стопор;
- 5 – стебло;
- 6 – барабан;
- 7 – тріскачка

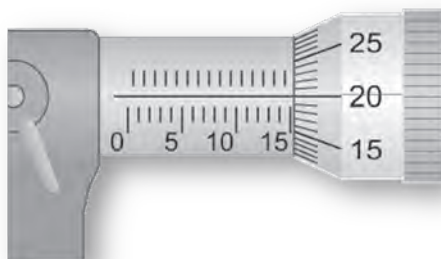
**б**

- 1 – основна шкала;
- 2 – допоміжна кругова шкала

При щільному зіткненні вимірювальних поверхонь мікрометра з поверхнею вимірюваної деталі тріскачка прокручується з легким тріском. При цьому обмежується вимірювальне зусилля мікрометра. Результат визначення розміру за допомогою мікрометра вираховують як суму відліків за шкалою стебла (5) і барабана (6). Треба пам'ятати, що ціна поділки шкали стебла становить 0,5 мм, а шкали барабана – 0,01 мм. Крок різі мікропари (мікрогвинт і мікрогайка)  $P = 0,5$  мм.

Кількість поділок барабана – 50. Якщо зрушити барабан на одну поділку його шкали, то торець мікрогвинта переміститься відносно п'ятки на 0,01 мм, оскільки  $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм}$ .

Показання за шкалами гладкого мікрометра відлічують у такому порядку: спочатку за шкалою стебла (5) читають значення штриха, найближчого до торця скосу барабана (6) (на рис. 3.13 – це число 15,00 мм). Далі за шкалою барабана читають значення штриха, найближчого до подовжнього штриха стебла (на рис. 3.13 – це число 0,20 мм). Додавши обидва значення, отримують показання мікрометра (на рис. 3.13 – це значення 15,20 мм).



**Рис. 3.13.** Відлік показань за шкалами гладкого мікрометра

Діапазони вимірювання гладкого мікрометра: від 0...25 мм; 25...50 мм тощо до 275...300 мм, далі 300...400; 400...500 і 500...600 мм.

Для установки «на нуль» усі мікрометри, крім мікрометра з діапазоном 0 ... 25 мм, забезпечені кінцевими мірами, розмір яких дорівнює нижній межі вимірювання певного мікрометра.

#### ➤ **Правила встановлення мікрометра «на нуль»**

- Перед початком вимірювань мікрометричними інструментами проводять їх перевірку й установку «на нуль».
- Установку мікрометрів на нуль проводять на початковій поділці шкали. Для мікрометрів з межею вимірювань 0...25 мм – на нульовій поділці, для мікрометрів з межами вимірювань 25...50 мм – на поділці 25 мм і т. д.
- Обережно обертаючи мікрометричний гвинт за тріскачку, зводять до доторкання вимірювальні поверхні гвинта й п'яти.
- У випадку діапазонів вимірювання 25...50, 50...75 мм і т. д. гвинт і п'яту з'єднують між собою через блок кінцевих мір довжини розміром 25, 50 мм і т. д. При цьому скошений край барабана мікрометра повинен встановитися так, щоб штрих початкової поділки основної шкали (нуль або 25, 50 мм і т. д.) було повністю видно, а нульова поділка кругової шкали барабана збігалася з подовжньою горизонтальною лінією на стеблі.
- Якщо такого збігу немає, то стопором слід зафіксувати мікрометричний гвинт і, притримуючи барабан за накатаний виступ, послабити накидну гайку. Потім, повертаючи звільнений корпус барабана, забезпечують збіг поділки на барабані з горизонтальною лінією на стеблі мікрометра і, так само притримуючи корпус барабана за накатаний виступ, знову закріплюють барабан гайкою.

Найбільш точні вимірювання здійснюють за допомогою цифрових і ричагових мікрометрів.



Рис. 3.14. Мікрометр цифровий



Рис. 3.15. Мікрометр ричаговий

### ГЛАДКІ КАЛІБР-СКОБИ

**Калібри** – це безшкальні засоби вимірювання, призначені для контролю розмірів, форми та розташування поверхонь деталей.

На відміну від штангенінструментів, мікрометрів та інших універсальних засобів вимірювання, калібрами не можна вимірювати фактичні розміри деталей і визначати їх числові значення.

Калібри служать тільки для перевірки граничних розмірів деталей і визначення придатності як розмірів деталей, так і самої деталі.

За допомогою калібрів з'ясовують, виходить чи не виходить розмір, що перевіряється, за нижню або верхню межу розміру, тобто чи перебуває певний розмір у полі допуску.

Граничні калібри бувають *однораничними* і *двограничними*.

**Двограничний калібр** – калібр, робочі поверхні якого мають геометричні параметри, які відповідають прохідній та непрохідній межах. Двограничні калібри за розміщенням робочих поверхонь бувають *односторонніми* і *двосторонніми*.

**Однораничний калібр** – калібр, робочі поверхні якого мають геометричні параметри, які відповідають прохідній або непрохідній межі.

Придатність деталі перевіряють послідовним сполученням прохідного і непрохідного калібрів з деталлю.

Деталь вважають *придатною*, якщо прохідний калібр під дією власної ваги або зусилля проходить, а непрохідний не проходить по контрольованій поверхні деталі. У цьому випадку фактичний розмір деталі перебуває між заданими граничними розмірами.

Якщо прохідний калібр не проходить, деталь можна поправити. Якщо ж проходить непрохідний, деталь є непоправним браком, тому що розмір такого вала менший за найменший граничний розмір, а розмір такого отвору більший від найбільшого допустимого граничного розміру.

➤ **За сферою використання калібри поділяють на:**

- робочі, які застосовують для контролю виробів під час їх виготовлення на робочому місці;
- приймальні, з якими працюють працівники відділу технічного контролю (ВТК) під час прийому виробів;
- контрольні, які використовують для контролю робочих калібрів і регульованих калібр-скоб;
- установчі, які використовують для установки на певний розмір регульованих калібрів і вимірювальних засобів.

### ВИДИ ГЛАДКИХ КАЛІБР-СКОБ

- **однобічні гладкі калібр-скоби**

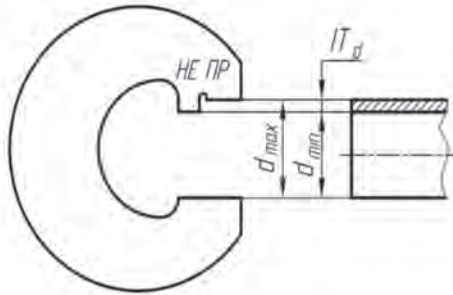


Рис. 3.16. Контроль вала калібр-скобою

- **двобічні гладкі калібр-скоби**



- **однобічні регульовані калібр-скоби**



Регульовані калібр-скоби застосовують на виробництві для контролю розмірів валів. На відміну від звичайних скоб, регульовану можна налаштувати на необхідний розмір усередині певного діапазону.

Таким чином, одна скоба може замінити кілька калібрів різних розмірів. Відстань між вимірювальними поверхнями можна виставляти за кінцевими мірами довжини. Регульована скоба є двограничним калібром, де зовнішня вимірювальна поверхня є прохідною, а внутрішня – непрохідною.

- **індикаторні калібр-скоби**

Індикаторні скоби призначені для швидкої оцінки ПР / НЕ діаметрів циліндрів і валів при серійному і масовому виробництві.

➤ **Переваги:**

- широкі плоскі п'яти з твердого сплаву;
- хід п'яти – 2 мм;
- діапазон вимірювань регулюється настановною гайкою.



Принцип дії індикаторної скоби базується на вимірюванні різниці показань відлікового пристрою між початковим (нульовим) показанням і показанням при установці вимірюваної деталі.

Початковий (нульовий) відлік здійснюється за плоскопаралельними кінцевими мірами довжини, які встановлюють між вимірювальними поверхнями скоби.

Скоба індикаторна складається з корпусу, в який зліва встановлюється переставна п'ята. У правій частині корпусу є рухома п'ята з *аретиром* (відводкою) і відліковий пристрій. На корпусі скоби встановлені теплоізолюючі накладки.

Скоби з верхньою межею вимірювань до 200 мм забезпечені упором.

Як відліковий пристрій використовується індикатор годинникового типу ИЧ 10, з межами вимірювань від 0 до 10 мм за ГОСТ 577-68.

Скоби індикаторні випускаються в таких модифікаціях – CI 50, CI 100, CI 200, CI 300, CI 400, CI 500, CI 600, CI 700, CI 850, CI 1000, які відрізняються один від одного діапазонами вимірювань, межами допустимої похибки, габаритними розмірами і масою.

Як уже зазначалося, калібр-скоби мають дві сторони: прохідну, яку позначають **ПР**, та непрохідну – **НЕ**. Деталь вважається годною, якщо сторона **ПР** проходить, а сторона **НЕ** – не проходить. Під час обробки зовнішніх діаметрів можливі два види браку: виправний та невиправний.

Якщо дві сторони калібр-скоби не проходять, то брак – виправний. Якщо дві сторони калібр-скоби проходять, то брак – невиправний.

#### ➤ **Матеріали для виготовлення калібрів:**

- інструментальна легована сталь ХВГ, ШХ6, ШХ15;
- інструментальна вуглецева сталь У8.

З метою підвищення зносостійкості калібрів до 5 разів їх хромують або, у випадку скоб, оснащують вставками з твердих сплавів.

### 3.4. Підрізання торців, уступів, виточування канавок, відрізка заготовок

Зазвичай перед обточуванням зовнішніх поверхонь заготовки підрізають один або обидва її торці. Це роблять підрізними різцями з поперечною подачею до центра або від центра заготовки.

Торцеві поверхні й уступи повинні бути плоскими й перпендикулярними до осі обертання деталі та паралельними одне до одного.

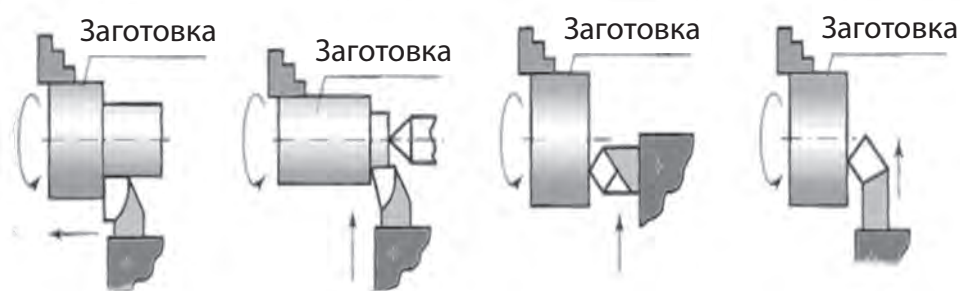


Рис. 3.17. Підрізання уступів і торців

Деталі під час підрізання торців та уступів встановлюють так само, як і під час обробки циліндричних поверхонь. Невисокі уступи підрізують прохідним упорним різцем за подовжньої подачі, причому підрізання уступу зазвичай поєднують з обточуванням зовнішньої поверхні. Різальна кромка різця в цьому разі має бути перпендикулярною до осі обертання деталі.

Високі уступи підрізують підрізним різцем за допомогою поперечної подачі. Підрізування торців можна виконувати прохідними різцями, підрізними та прохідним упорним, але у цьому разі довгу різальну кромку різця виставляють не перпендикулярно до осі обертання, а з відхиленням на  $5^\circ$ . Підрізування торців виконують тільки поперечною подачею.

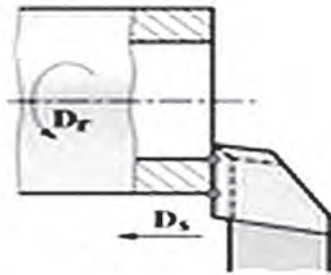


Рис. 3.18. Підрізування торця підрізним різцем

### ОБТОЧУВАННЯ ГАЛТЕЛЕЙ

Цю операцію виконують прохідними різцями з закругленням за відповідним радіусом між різальними лезами з подовжньою подачею або спеціальними галтельними різцями з поперечною подачею.

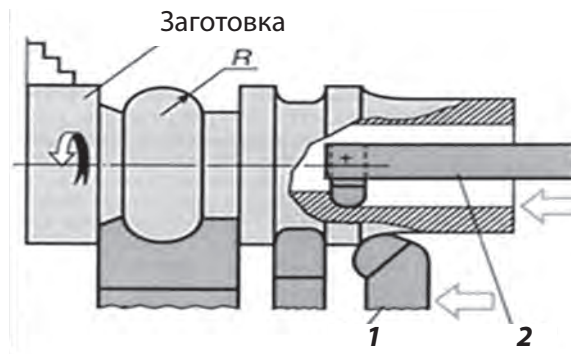


Рис. 3.19. Обточування галтелей:

1 – зовнішній галтельний різець; 2 – внутрішній галтельний різець

### ВИТОЧУВАННЯ КАНАВОК, ВІДРІЗАННЯ ЗАГОТОВОК

**Канавковими**, або **прорізними** називають різці, якими виточують канавки.

**Відрізні** – це такі різці, за допомогою яких виконують відрізання. Вони відрізняються від канавкових довшою відтягнутою головкою.



Вузькі канавки проточують за один робочий хід поперечною подачею, орієнтуючись за **лімбом**. Широку канавку виточують поперечною подачею з подовжнім пересуванням різця в обидва боки.

Широкі канавки виточують за декілька проходів: при чорнових проходах канавку прорізають не на повну глибину, залишаючи припуск 0,5-0,6 мм, а в кінці останнього проходу зрізують подовжньою подачею.

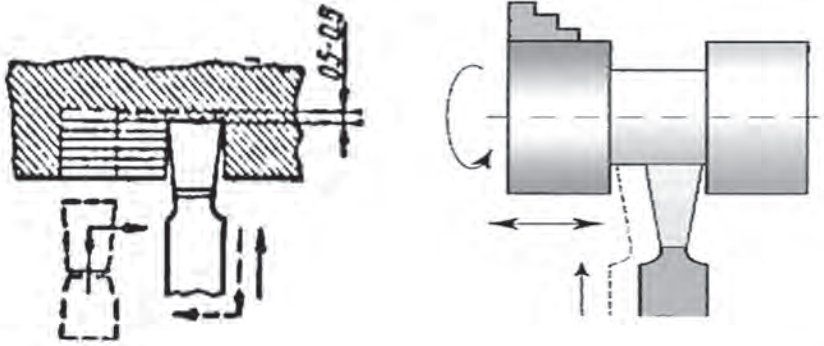


Рис. 3.20. Точіння широкої канавки

Розміри канавки контролюють штангенциркулем або шаблоном.

Ширина різальної кромки відрізного різця залежить від діаметра оброблюваної заготовки і становить 2...8 мм.

Для виточування канавок і відрізання деталі різці встановлюють точно за віссю обертання деталі та під прямим кутом до цієї осі. Встановлюють невелику частоту обертання (180-250 об/хв). Різець повинен бути добре загостреним.

Якщо при відрізанні деталі застосовують відрізний різець, різальна кромка якого заточена паралельно до осі обертання, деталь може відламатися ще тоді, коли різець не дійшов до осі обертання.

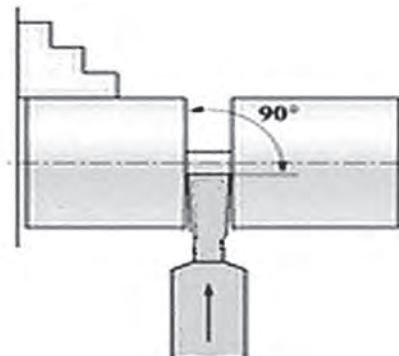


Рис. 3.21. Точіння канавки різцем, ширина різальної кромки якого дорівнює ширині канавки

При цьому і на заготовці, й на відрізаній деталі залишаться виступи, які потім необхідно буде зрізувати.

Якщо для відрізання використовувати відрізний різець, різальна кромка якого має ухил під кутом  $5... 10^\circ$  відносно осі обертання заготовки, то прорізування буде проходити до самої осі обертання. Конічний виступ, який залишається на торці заготовки, видаляють, продовжуючи поперечну подачу різця.

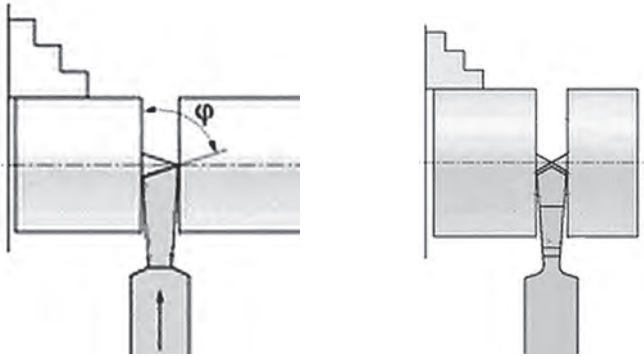


Рис. 3.22. Прийоми точіння канавок

Канавки проточують із поперечною подачею прорізними різцями, у яких довжина головного різального леза дорівнює ширині проточуваної канавки. Широкі канавки проточують тими ж різцями – спочатку з поперечною, а потім з подовжньою подачею.

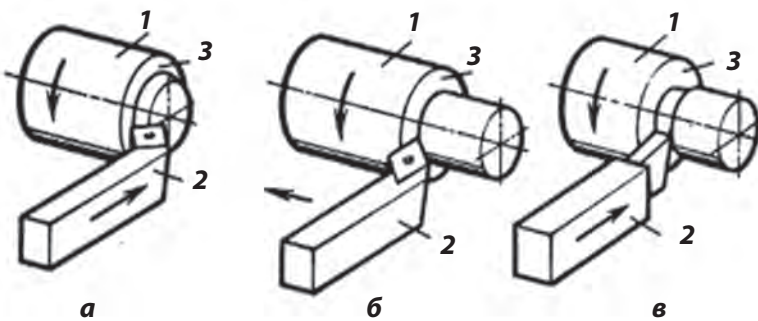
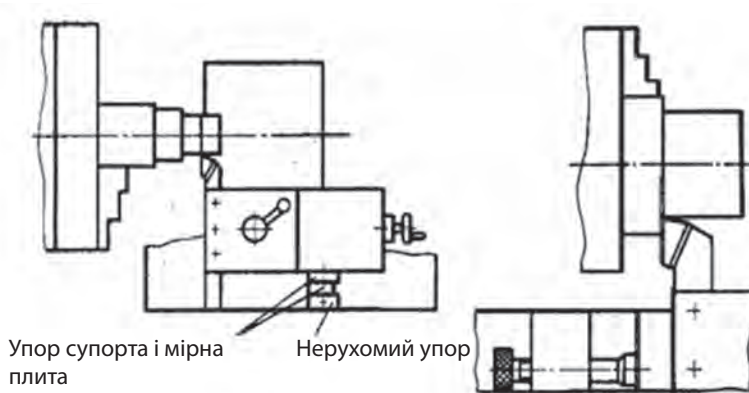


Рис. 3.23. Послідовність точіння канавки:

**а** – точіння торця; **б** – точіння зовнішнього діаметра; **в** – точіння канавки

### 3.5. Використання упорів при точінні

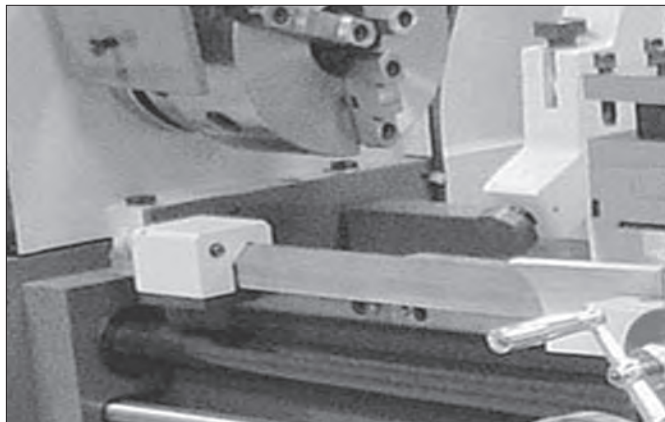
Під час обробки на токарних верстатах партії деталей ступінчастої форми (*ступінчасті валики*), довжини окремих ступенів яких мають бути постійними, для скорочення часу на вимірювання довжини застосовують упори, що обмежують переміщення різця.



**Рис. 3.24.** Схеми обробки заготовок з використанням упорів

На практиці використовують поздовжні та поперечні упори.

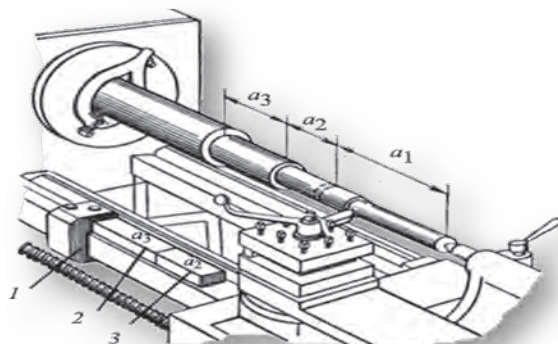
**Використання подовжнього упора.** Поздовжній упор закріплюють болтами на передній напрямній станини; місце закріплення упора залежить від довжини обточуваної ділянки деталі.



**Рис. 3.25.** Використання подовжнього упора

За наявності на верстаті подовжнього упора можна обробляти циліндричні поверхні з уступами без попереднього розмічування. Наприклад, ступінчасті валики обточують за одне установлення значно швидше, ніж без упора. Досягають це укладанням між упором та супортом обмежувача довжини (так званої мірної плитки), відповідного за довжиною ступеню валика.

Приклад обточування ступінчастого валика за допомогою упора (1) та мірних плиток (2) і (3) показано на рис. 3.26. Виступ  $a_1$  обточують доти, доки супорт не упреться в мірну плитку (3). Знявши цю плитку, можна обточувати наступний виступ валика завдовжки  $a_2$  до моменту, коли супорт упреться в плитку (2), і, нарешті, знявши плитку її, проточують виступ  $a_3$ . Коли супорт дійде до упора, виключають подовжню подачу.

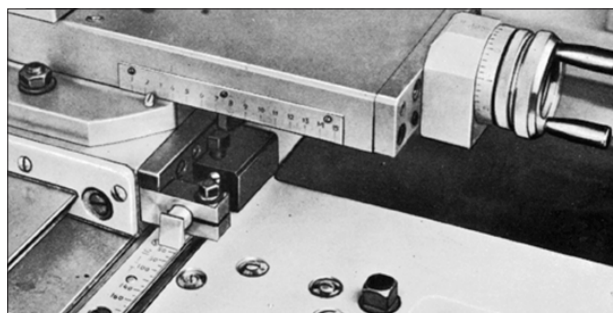


**Рис. 3.26.** Обточування циліндричних поверхонь з уступами за допомогою подовжнього упора

Застосовувати жорсткі упори можна тільки на верстатах з автоматичним вимкненням подачі у разі перевантаження. Якщо верстат не має такого пристрою, то обточувати за допомогою упора можна тільки за умови завчасного вимкнення механічної подачі та доведення супорта до упора вручну, інакше верстат неминуче вийде з ладу.

**Використання поперечного упора.** Точні за розміром діаметрів деталі можна обточувати за допомогою лімба гвинта поперечної подачі та штангенциркуля. Оскільки такий спосіб обробки потребує багато часу для встановлення різця на потрібний розмір, для точного вимірювання діаметрів, його можна застосовувати тільки для виготовлення невеликої кількості деталей.

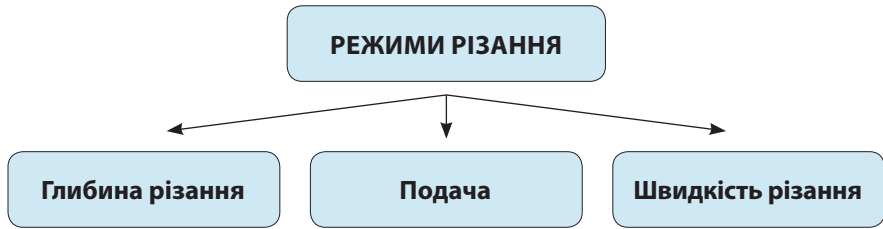
Для скорочення часу, що витрачається на вимірювання діаметрів під час обробки партії деталей, на деяких токарних верстатах використовують поперечні упори.



**Рис. 3.27.** Використання поперечного упора

### 3.6. Режими різання при точінні

Для обробки деталі токарний верстат налаштовують на певний режим різання, при якому беруть до уваги глибину різання, подачу та швидкість різання.



Відповідно до певних умов роботи обирають найвигідніший режим різання. Спочатку призначають глибину різання  $t$ , потім подачу  $S$ , після цього – швидкість різання  $V$ .

Глибину різання обирають залежно від припуску на обробку, жорсткості деталі та різця, точності обробки.

За відповідних умов весь припуск зрізують за один прохід. При чорновому точінні обирають глибину 2-5 мм; при чистовому – 0,5-1 мм.

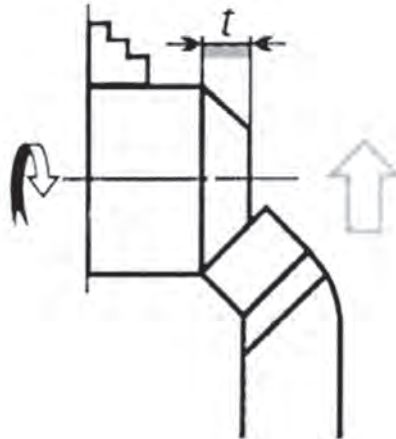


Рис. 3.28. Глибина різання при точінні торця

Подачу обирають залежно від шорсткості поверхні. При чорновому точінні 0,5-1,2 мм/об, при чистовому – 0,2-0,4 мм/об.

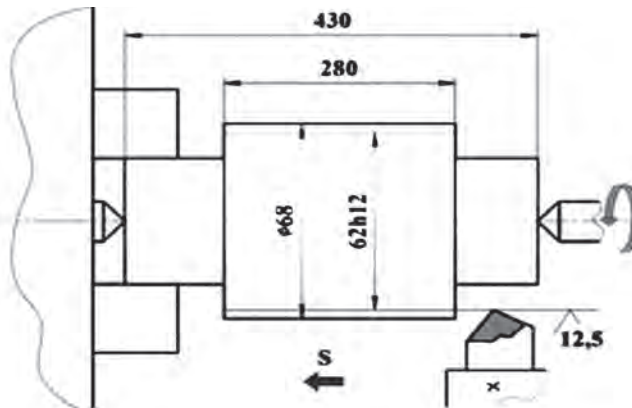
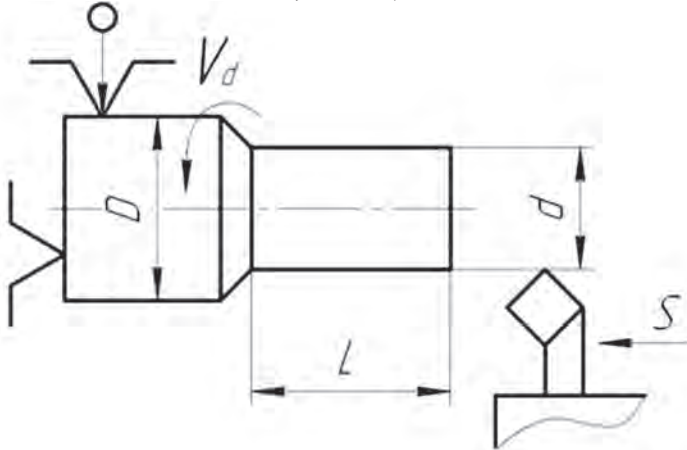


Рис. 3.29. Подача при зовнішньому точінні

Визначення режиму різання полягає у виборі за заданими умовами обробки такого найвигіднішого поєднання глибини, подачі та швидкості різання, які забезпечило б найменшу трудомісткість і собівартість виконання операції.

Обробка заготовки точінням здійснюється при взаємодії двох рухів: рівномірного обертального руху деталі – **рух різання** (або **головний рух**) і рівномірного поступального руху різця уздовж або впоперек осі деталі – **рух подачі**.

Залежно від напрямку руху різця відносно осі обертання заготовки розрізняють **подовжню** і **поперечну** подачу.



**Рис.3.30.** Елементи режимів різання під час токарної обробки:

$V$  – швидкість різання;  $D$  – діаметр оброблювальної поверхні (заготовки), мм;  
 $d$  – діаметр обробленої поверхні, мм;  $S$  – подача;  $L$  – довжина обробленої поверхні

**Глибина різання  $t$**  – товщина шару металу, що зрізається металу за один прохід різця. Це величина зрізаного шару, заміряна в перпендикулярному до обробленої поверхні напрямі (тобто перпендикулярному напрямі подачі). Під час чорнової обробки, як правило, глибину різання має дорівнювати всьому припуску, тобто припуску зрізаного за один прохід.

$$t = \frac{D - d}{2} = \text{мм}$$

$t$  – глибина різання, мм.

$D$  – діаметр оброблювальної поверхні (заготовки), мм;

$d$  – діаметр обробленої поверхні, мм.

**Подача  $S$**  – величина переміщення різця за один оборот заготовки. Вона вимірюється в міліметрах на оборот (мм/об) –  $S$ , мм/об.

Під час чорнової обробки визначають максимально можливу подачу виходячи з жорсткості та міцності системи *верстат – пристосування – інстру-*

мент – деталь (ВПІД), міцності пластинки, потужності приводу верстата. Для чистової обробки беруть до уваги необхідний ступінь точності й шорсткості обробленої поверхні.

**Швидкість різання  $v$**  – шлях, який різальна кромка різця проходить відносно оброблюваної заготовки в напрямку головного руху за одиницю часу. Швидкість різання залежить від різальних властивостей інструмента. Її можна визначити під час точіння за таблицями нормативів або відповідно до емпіричної формули:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв}$$

де 1000 – коефіцієнт переведення міліметрів у метри. Якщо скоротити числа  $\pi$  і 1000, то отримаємо спрощену формулу швидкості різання:

$$V = \frac{D n}{320}, \text{ м/хв}$$

**Раціональний режим різання** – це такий режим обробки, при якому найефективніше використовують потужність верстата і стійкість різального інструмента, а також досягають найвищої якості обробки та дотримуються безпечних умов праці.

➤ **Вибір раціонального режиму різання залежить від різних факторів:**

- виду оброблюваного матеріалу;
- від матеріалу різця;
- припуску на обробку;
- від заданої шорсткості поверхні деталі;
- жорсткості заготовки й різця;
- способу закріплення заготовки;
- якості й способу підведення мастильно-охолоджувальної рідини (МОР) та інших факторів.

### ПОСЛІДОВНІСТЬ ПРИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

- Спочатку установлюють глибину різання, намагаючись, за змогою, зрізати весь припуск за один робочий хід.  
Якщо жорсткість заготовки недостатня або необхідна дуже висока точність, то обточування виконують за кілька робочих ходів. Для чорнового робочого ходу глибину різання, як правило, приймають 4...6 мм, для напівчистового – 2...4 мм, для чистового – 0,5...2 мм.
- Обирають подачу, яка залежить переважно від допустимої шорсткості поверхні готової деталі.



Для чорнових робочих ходів обирають подачу в межах 0,5...1,2 мм/об, а для чистових – 0,2...0,4 мм/о. Для обробки твердих сталей подачі зменшують, а для чавунів подачу беруть меншу, ніж для сталі.

- Визначають допустиму швидкість різання, яка залежить від стійкості різця, зокрема його здатності витримувати високу температуру та чинити опір спрацюванню леза, що залежить від матеріалу робочої частини різця.

Середнє значення допустимої швидкості різання сталі для зовнішнього точіння, якщо обробку здійснюють різцями зі швидкорізальної сталі, дорівнює 20...45 м/хв., а якщо різцями, оснащеними твердим сплавом Т15К6, – 100...200 м/хв. Для обточування чавуну різцями, оснащеними твердим сплавом ВК8, швидкість різання становить 60...100 м/хв.

Залежно від конкретних умов обробки (матеріалу заготовки й різця, стану поверхні заготовки) швидкість різання вибирають згідно з довідником.



### Контрольні запитання

1. Назвіть основні вимоги до якості зовнішніх циліндричних поверхонь.
2. Перелічіть основні похибки форми під час обробки циліндричних поверхонь.
3. Які є основні елементи деталей з циліндричними поверхнями?
4. Які види різців застосовують під час обробки циліндричних поверхонь?
5. Назвіть елементи режимів різання при точінні.
6. Які є інструменти для вимірювання і контролю якості циліндричних поверхонь?
7. Сформулюйте правила встановлення різців на токарних верстатах.
8. Розкажіть про прийоми та послідовність точіння канавок.
9. Що таке раціональний режим різання?
10. Які вимоги до охорони праці під час обробки циліндричних поверхонь?

## 4

### ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОТВОРІВ

Для створення певного характеру з'єднання з валом у машинобудуванні виконують необхідні отвори. При цьому враховують певну точність за розмірами, формою, взаємним розташуванням поверхонь і чистоту обробки згідно з технічними вимогами робочого креслення.

Отвори бувають **наскрізні** і **глухі**. Перші обробляють на прохід, другі – на певну глибину.

За формою поверхонь циліндричні отвори бувають **гладкі** і **ступінчасті**. Вони складаються з ділянок різних діаметрів, бувають із канавками.

Отвори, довжина яких перевищує 5-6 діаметрів, називають **глибокими**.

На токарних верстатах отвори обробляють **свердлінням**, **розточуванням**, **зенкеруванням** і **розгортанням**.

## 4.1. Загальні відомості про деталі з отворами

### ➤ Залежно від способу обробки розрізняють такі види отворів:

- **кріпильні отвори**. Точність обробки 11-12 квалітет. Виконують їх, як правило, свердлінням на одно- та багатшпиндельних свердлувальних верстатах;
- **ступінчасті або гладкі отвори** в деталях типу тіл обертання здійснюють на токарних верстатах свердлінням, розточуванням, зенкеруванням і розгортанням;
- **відповідальні отвори** в корпусних деталях. Точність обробки – 7 квалітет і вище. Виконують на різних універсальних або спеціальних верстатах;
- **глибокі отвори** з відношенням довжини до діаметра більше 5, наприклад, отвори шпинделів металорізальних верстатів тощо;
- **конічні та фасонні отвори** здійснюють використовуючи інструмент з конічними або криволінійними різальними кромками або шляхом розточування методом копіювання;
- **профільні отвори** (не круглого перерізу). Здійснюють протягуванням, прошиванням або довбанням.

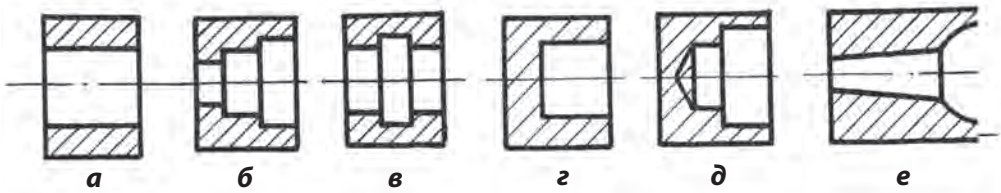


Рис. 4.1. Форма отворів:

**а** – наскрізний отвір; **г** – глухий отвір; **а, б, в, г** – циліндричні отвори;  
**б, в, д** – ступінчасті отвори; **е** – конічні та фасонні отвори

## 4.2. Центрування та свердління отворів

**Центровочні свердла** – це короткі двосторонні свердла з товстим хвостовиком. Вони призначені для обробки центрових отворів у деталях на свердлильних, центровальних і токарних верстатах.

Цей тип свердл мають високу жорсткість, що запобігає будь-якому вигинові при засвердлюванні і дає змогу прикласти до нього високе початкове зусилля.

У момент центрування утворюється отвір невеликого діаметра, який потім розширюють різальними крайками конічної частини свердла. Після центрування отвір, що залишився від тонкої частини центровального свердла, поглиблюють спіральним свердлом потрібного діаметра.

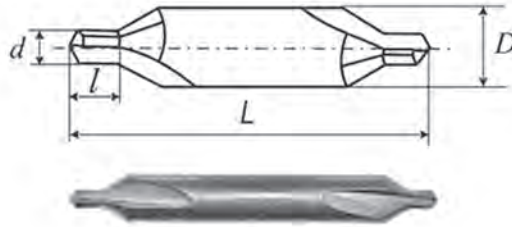


Рис. 4.2. Зовнішній вигляд і параметри центровочного свердла

➤ **Операція центрування проводиться:**

- перед виконанням операції свердління;
- у випадку виконання посадочних місць для встановлення токарних центрів.

Центровочні свердла встановлюють у свердлильні патрони.



Рис. 4.3. Свердлильний патрон

Центровочні отвори виконують без попереднього конуса та з попереднім конусом. Попередній конус грає роль запобіжного, який захищає основну кінчну поверхню від випадкових пошкоджень.

### ВИДИ ЦЕНТРОВОЧНИХ ОТВОРІВ

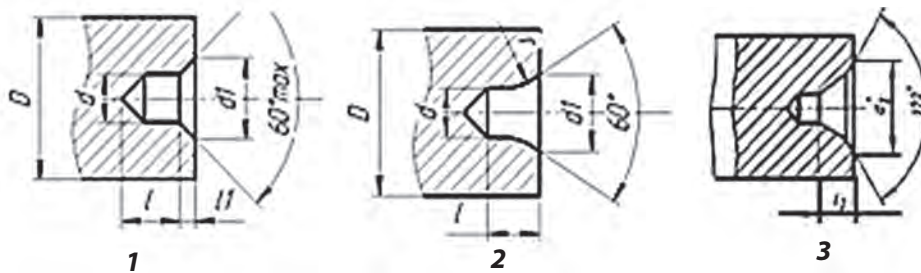


Рис. 4.4. Види центровочних отворів:

- 1 – центровочний отвір з кутом конусу  $60^\circ$ ; 2 – центровочний отвір із дугоподібною твірною; 3 – центровочний отвір з кутом конусу  $120^\circ$

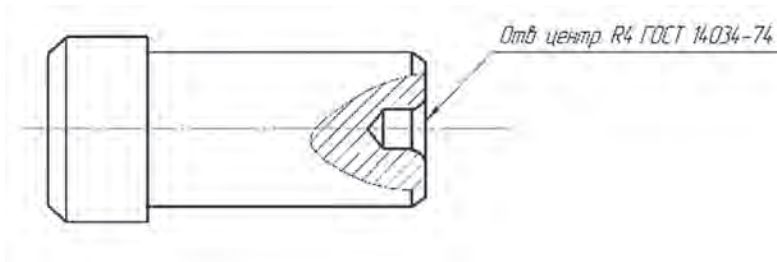


Рис. 4.5. Зразок позначення центровочного отвору

**Свердління** – основний технологічний спосіб утворення отворів у суцільному металі оброблюваної заготовки. Свердлінням можуть бути отримані як наскрізні, так і глухі отвори. Для свердління використовують стандартні свердла, що мають дві різальні кромки.

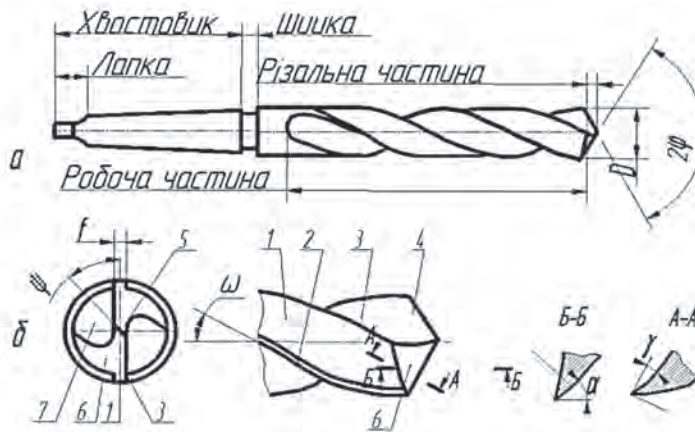


Рис. 4.6. Будова спірального свердла:

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 – спинка зуба;      | 5 – поперечна кромка; |
| 2 – стрічка;          | 6 – задня поверхня;   |
| 3 – передня поверхня; | 7 – серцевина свердла |
| 4 – різальна кромка;  |                       |



Рис. 4.7. Кут заточки свердла

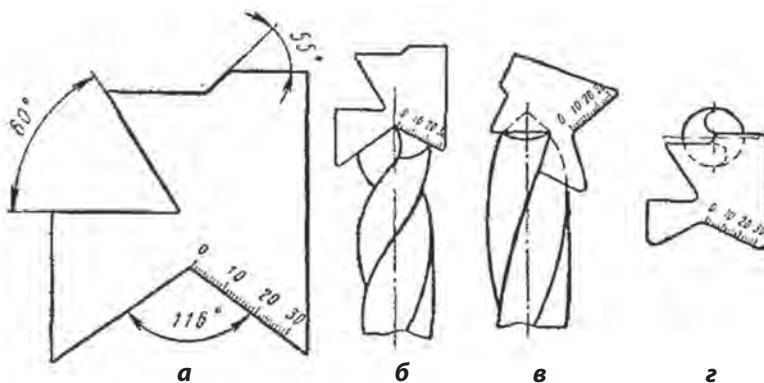


Рис. 4.8. Перевірка заточки свердла шаблоном:

**а** – шаблон для перевірки;

**б** – перевірка кута при вершині та довжини різальних кромки;

**в** – перевірка кута нахилу гвинтової канавки; **г** – перевірка кута нахилу поперечної кромки

Таблиця 4.1.

### КУТИ ЗАТОЧКИ СВЕРДЛА ДЛЯ РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріал для обробки	Кут свердла, град
Сталь, чавун, тверда бронза	116-118
Латунь, м'яка бронза	120-130
Мідь (червона)	125
Алюміній	140
Магнієві сплави	90
Електрон, силумін	90-100
Пластмаси	90-100
Мармур, ебоніт та інші крихкі матеріали	140
Деревина	140

### ПЕРЕХІДНІ ВТУЛКИ

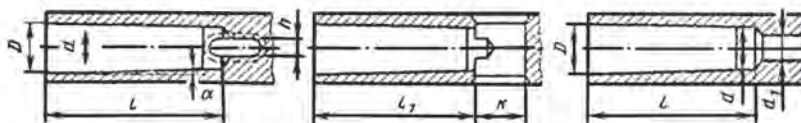
**Перехідні втулки** – це невід'ємна частина комплектації будь-якого верстата, яка дає змогу значно знизити витрати на технологічну підготовку виробництва. Вони служать для установки інструмента з конічним хвостовиком (різними конусами Морзе) в шпindelь верстата, який має отвір більшого розміру, ніж хвостовик інструмента.



Рис. 4.9. Втулки перехідні

➤ **Виготовляють втулки таких типорозмірів:**

- з конусами Морзе (зовнішній / внутрішній): 2/1; 3/1; 4/1; 5/1; 6/1; 4/2; 5/2; 6/2; 4/3; 5/3; 6/3; 6/4; 6/5;
- втулки подовжені;
- втулки перехідні зворотні: 1/2; 2/3; 3/4; 4/5.



Конус Морзе	$D$	$d$	$l$	$l_1$	$k$	$h$	$d_1^*$	$\alpha$
0	9,045	6,7	52	49	15	3,9	–	1°29'27''
1	12,065	9,7	56	52	19	5,2	7,0	1°25'43''
2	17,780	14,9	67	62	22	6,3	11,5	1°25'50''
3	23,825	20,2	84	78	27	7,9	14,0	1°26'16''
4	31,267	26,5	107	98	32	11,9	18,0	1°29'15''
5	44,399	38,2	135	125	38	15,9	23,0	1°30'26''
6	63,348	54,6	188	177	47	19,0	27,0	1°29'36''

\*Розмір  $d_1$  – рекомендований

Рис. 4.10. Внутрішні конуси Морзе токарних верстатів і перехідних втулок

➤ **Конуси Морзе відрізняються:**

- розмірами діаметрів конуса;
- відстанню між діаметрами;
- кутом конусності.

Отвори діаметром до 30 мм свердлять одним свердлом, отвори діаметром від 30 до 80 мм розсвердлюють іншим свердлом. При свердлінні та розсвердлюванні спіральними свердлами досягають точності отворів до IT12 та шорсткості до 6,3 мкм Ra.

Для свердління отворів діаметром понад 80 мм застосовують **свердла кільцевого свердління** або свердлильні головки спеціальних конструкцій.

**Свердла кільцевого свердління** являють собою порожнисту головку, в корпус якої вставляють різці та напрямні шпонки. Ці свердла вирізують у суцільному металі циліндричну поверхню, яка є відходом і може бути використана як заготовка для виготовлення інших деталей.

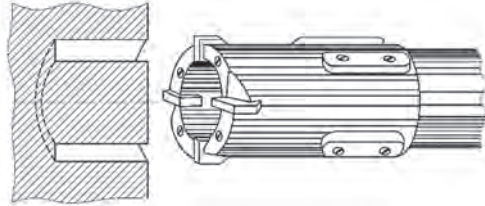


Рис. 4.11. Схема обробки свердлом для кільцевого свердління

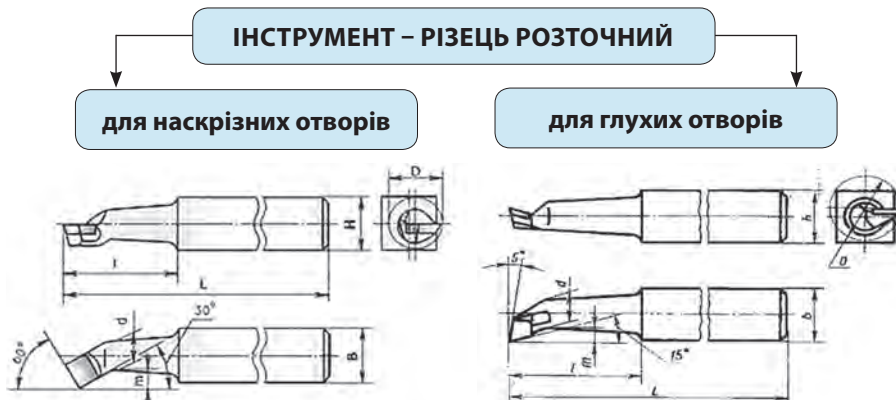
#### ➤ **Варто запам'ятати:**

- свердління сталі здійснюють з охолодженням;
- зі збільшенням та зменшенням твердості (міцності) оброблюваного матеріалу табличні значення швидкості необхідно відповідно зменшити чи збільшити, але не більше ніж на 30 %;
- при глибині отвору більше трьох його діаметрів подачу зменшують на 10...30 %, а швидкість різання – на 20...50 %;
- під час роботи твердосплавними свердлами швидкість різання збільшують удвічі-утричі.

## 4.3. Розточування отворів

**Розточування** – операція металообробки, яка полягає у збільшенні діаметра вже існуючих отворів, отриманих свердлінням, литтям або ковкою.

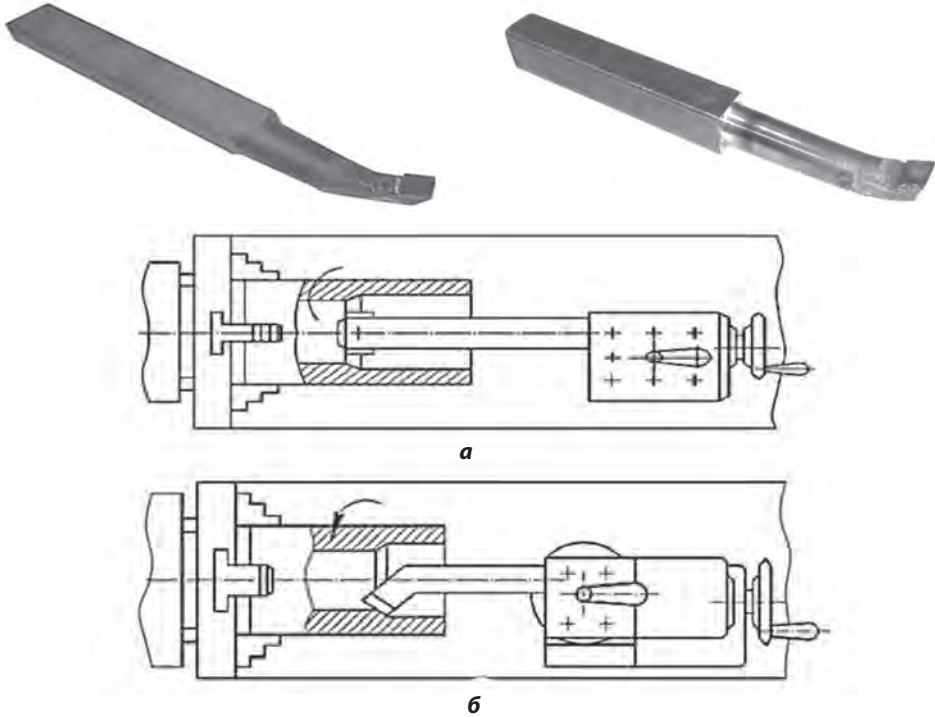
Розточування виконують шляхом **розсвердлювання** (при діаметрах отворів до 80 мм) і власне **розточування** (при діаметрах отворів понад 80 мм).



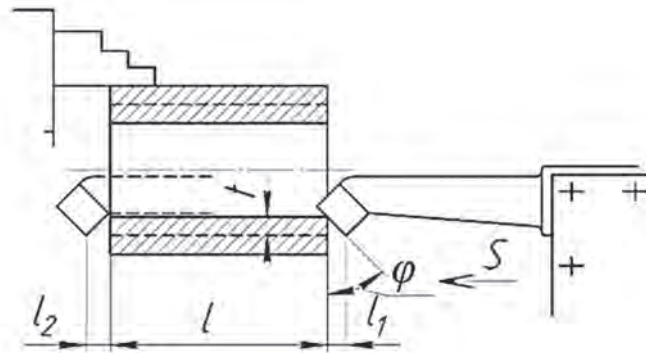


➤ **Розточні різці встановлюють:**

- у різцетримачі, паралельно до вісі заготовки;
- вильот державки при цьому має бути мінімальний.



**Рис. 4.12.** Схеми розточування отворів на токарних верстатах:  
**а** – розточування глухих отворів; **б** – розточування наскрізних отворів



**Рис. 4.13.** Схема розточування отвору на прохід

#### 4.4. Зенкерування та зенкування отворів

**Зенкерування** – технологічний спосіб обробки попередньо просвердлених отворів, а також отворів, виготовлених литтям або штампуванням.

Точність отворів при зенкеруванні повинна бути в межах 10-11-го квалітетів. Зенкерування здійснюється спеціальним інструментом – **зенкером**. Стандартні зенкери мають від трьох до восьми зубів.

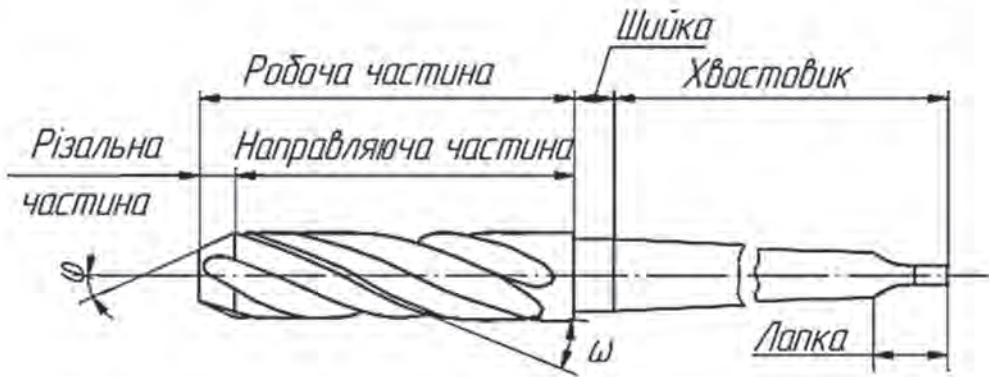


Рис. 4.14. Будова зенкера

**Зенкування** – обробка вхідної або вихідної частини отвору для знімання фасок, задирок, а також утворення заглиблень під головки, болти, гвинти і заклепки.

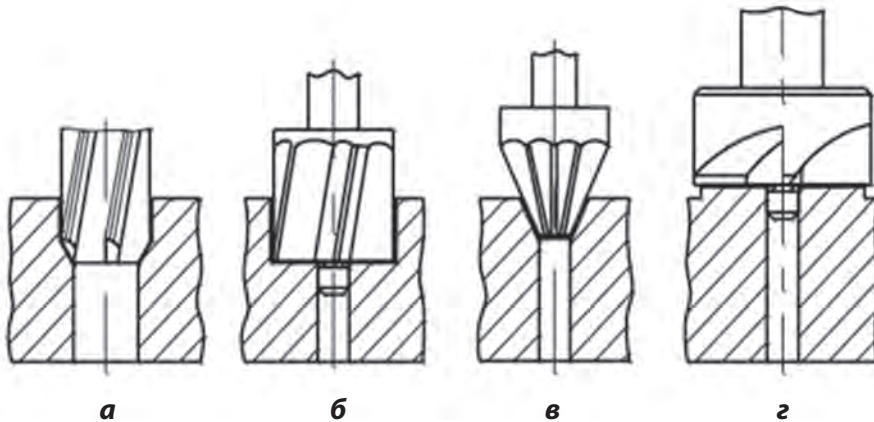


Рис. 4.15. Схеми зенкерування та зенкування отворів:

- а** – зенкерування наскрізного отвору;
- б** – обробка посадкових місць під потайні головки гвинтів і болтів;
- в** – обробка внутрішніх фасок; **г** – обробка бобишок

➤ **Залежно від способу кріплення у верстат зенкери бувають:**

- цільні з невеликим конічним хвостовиком;
- хвостові, оснащені твердосплавними пластинами;
- насадні зі вставними ножами або напаяними пластинами, які виготовлені з твердих сплавів.

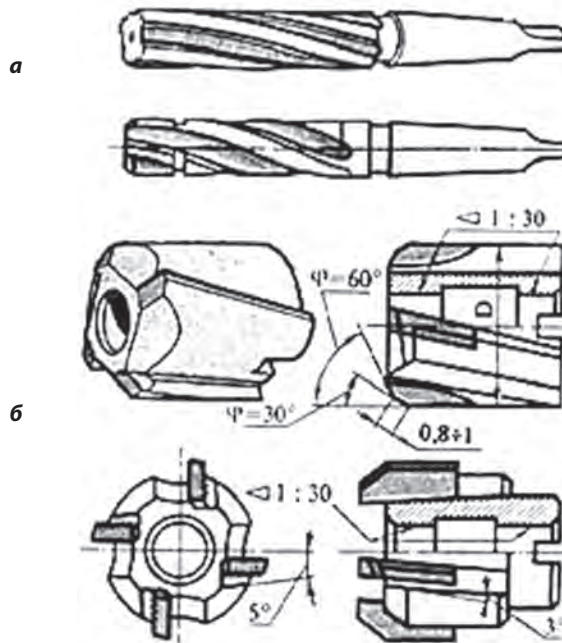


Рис. 4.16. Види зенкерів за способом кріплення: а – цільні; б – насадні

## 4.5. Розгортання отворів

**Розгортання** – технологічний спосіб остаточної обробки просвердлених і зенкерених отворів з метою отримання точних за формою і діаметром циліндричних та конічних отворів з малою шорсткістю.

Для цього технологічного процесу розгортки, що мають парну кількість різальних кромок. Глибина різання при розгортанні дорівнює 0,1-0,4 мм.

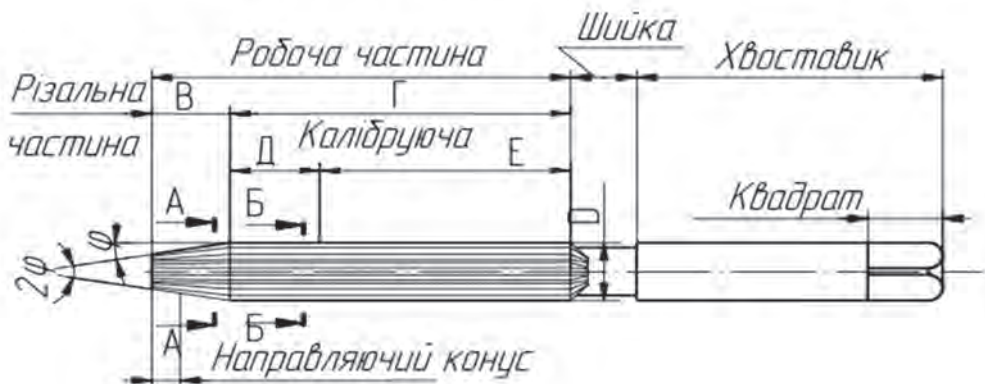


Рис. 4.17. Основні елементи розгортки

### ВИДИ РОЗГОРТКОВ ЗА ФОРМОЮ РОБОЧОЇ ЧАСТИНИ

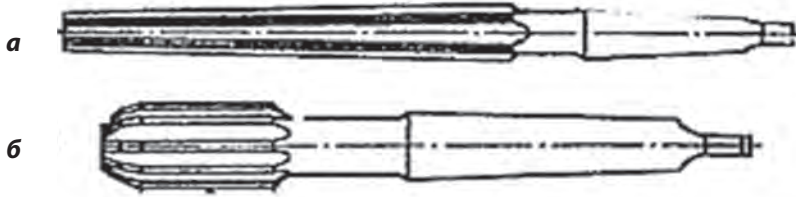


Рис. 4.18. Види розгортков за формою робочої частини: а – конічна; б – циліндрична

Розгортки збірної конструкції проектують і виготовляють з ножами зі швидкорізальної сталі, а також з ножами, оснащеними пластинами з твердого сплаву. Одні й інші роблять кінцевими ( $D$  дорівнює 32...50 мм) і насадними ( $D$  дорівнює 40...10 мм).

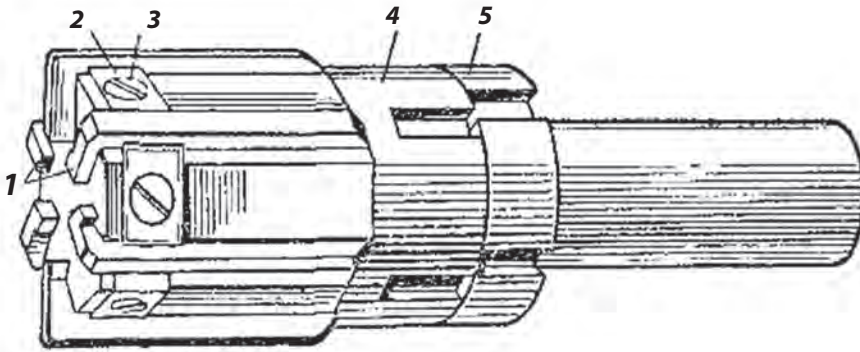


Рис. 4.19. Регульована розгортка зі вставними ножами:  
1 – вставні ножі; 2 – підтримуючі накладки;  
3 – фіксуючі гвинти; 4 – гайка; 5 – контргайка

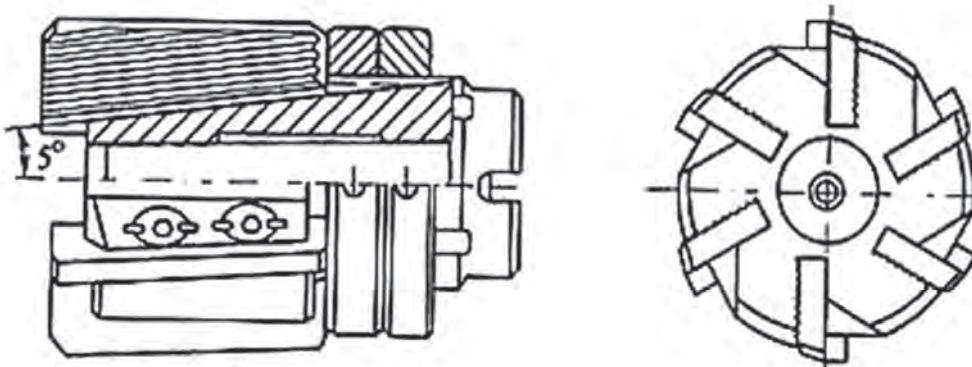


Рис. 4.20. Розгортка насадна, збірна

Таблиця 4.2.

### ЗМАЩУВАЛЬНІ ОХОЛОДЖУВАЛЬНІ РІДИНИ (ЗОР) ПРИ РОЗГОРТАННІ ОТВОРІВ У РІЗНИХ МАТЕРІАЛАХ

Оброблюваний матеріал	Склад ЗОР
Сталь	5 % розчин емульсії Э-2 або ЭТ-2
Твердий чавун	Гас, АВК-2 або ЛЗСОЖ1а
Мідь і сплави на її основі	5 % розчин емульсії Э-2 або ЭТ-2, мастило «Індустріальне 20»
Алюміній	5 % розчин емульсії Э-2 або ЭТ-2, гас 50 %, суміш мастила «Індустріальне 20» (50 %) і гасу (50 %)
Дюралюміній	Гас, суміш мастила «Індустріальне 20» (50 %) і гасу (50 %)
М'який чавун	Без охолодження

## 4.6. Перевірка якості циліндричних отворів

Різні вимірювальні інструменти для перевірки якості циліндричних отворів застосовують залежно від необхідної точності вимірювання і розмірів діаметра отвору.



### ВИМІРЮВАННЯ ОТВОРІВ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯМИ

Отвори деталей вимірюють губками для внутрішніх вимірювань. Під час внутрішніх вимірів до показань шкали на штангенциркулях типу ШЦ-II та ШЦ-III додають зазначену на них ширину губок (зазвичай вона дорівнює 10 мм). Ними не можна виміряти отвори, величина яких менше 10 мм.

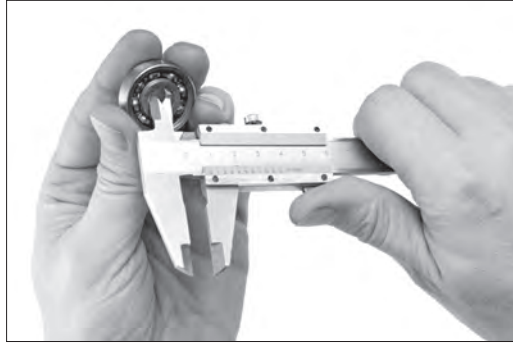


Рис. 4.21. Вимірювання отворів штангенциркулем ШЦ-I

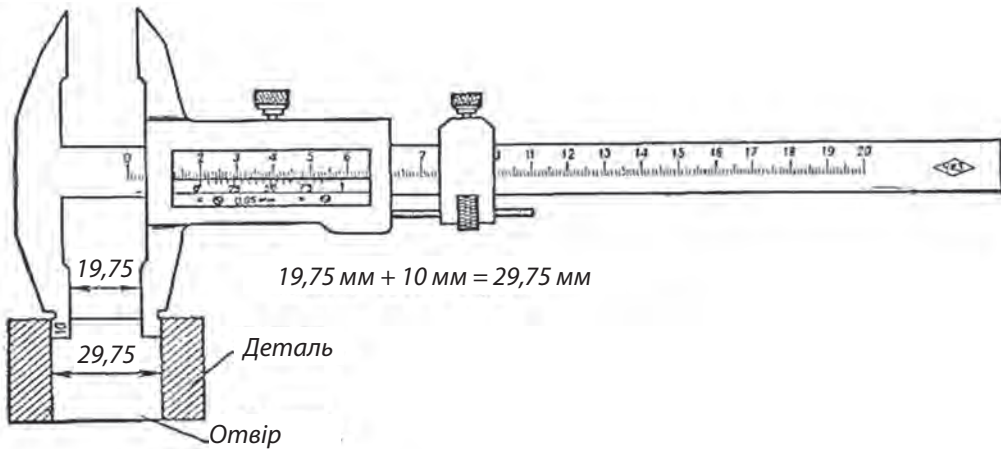


Рис. 4.22. Вимірювання отворів штангенциркулем ШЦ-II

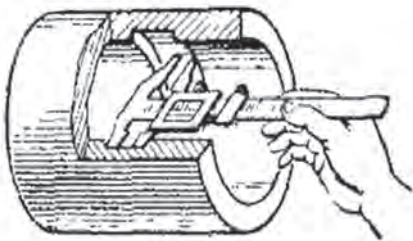


Рис. 4.23. Вимірювання ширини внутрішньої канавки штангенциркулем

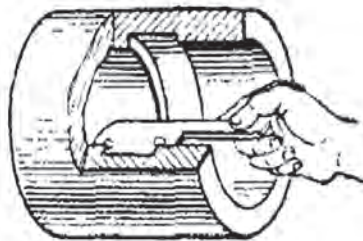


Рис. 4.24. Вимірювання ширини внутрішньої канавки шаблоном



### ВИМІРЮВАННЯ ОТВОРІВ ШТАНГЕНГЛИБИНОМІРАМИ

**Штангенглибиноміри типу ШГ** призначені для вимірювання глибини, висоти виробів і відстаней до виступів. Принцип їх дії – механічний. Штангенглибиномір складається з рамки, в пазу якої рухається штанга зі шкалою. За шкалою проводиться відлік шляхом суміщення штрихів штанги зі штрихами ноніуса, нерухомо закріпленого на рамці штангенглибиноміра. З допомогою гвинта рамку фіксують у межах діапазону вимірювань в будь-якому положенні.

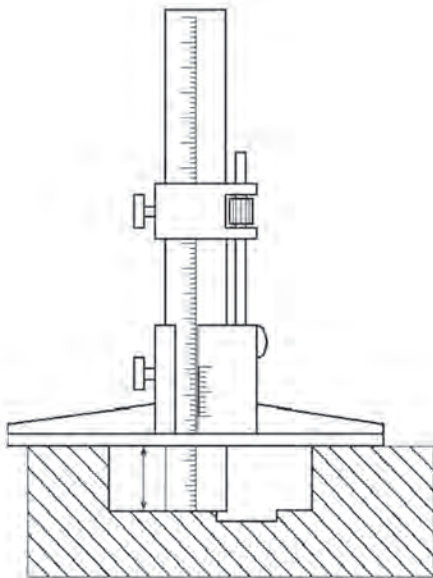


Рис. 4.25. Вимірювання довжини отворів штангенглибиноміром

Таблиця 4.3.

### ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТАНГЕНГЛИБИНОМІРІВ (ШГ)

Модель	ШГ-160	ШГ-200	ШГ-250	ШГ-300	ШГ-400
Діапазон вимірювань, мм	0–160	0–200	0–250	0–300	0–400
Значення відліку по ноніусом	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Габаритні розміри, мм, не більше	120x11x250	120x11x290	120x11x340	120x11x390	120x11x490

Штангенглибиноміри складаються з рамки із загартованою вимірювальною поверхнею та штанги з вимірювальною поверхнею, оснащеною твердим сплавом. Рамка обладнана ноніусом. Штанга виконана з поглибленою шкалою, що не допускає зносу шкали під час руху штанги в рамці.



Шкали штанги і ноніуса мають матове хромове покриття, що запобігає відблискуванню.

### ВИМІРЮВАННЯ ОТВОРІВ МІКРОМЕТРИЧНИМИ ГЛИБИНОМІРАМИ

Для вимірювання внутрішніх розмірів з точністю до 0,01 мм застосовують мікрометричні нутроміри. Їх будова схожа з будовою мікрометра для зовнішніх вимірювань. Під час вимірів мікрометричний нутромір вводять у вимірюваний отвір. Один кінець вводять у поверхню отвору, а протилежний повільно похитують в подовжньому і поперечному напрямках, намагаючись регулюванням мікрометричного гвинта найбільший розмір, а потім роблять відлік.

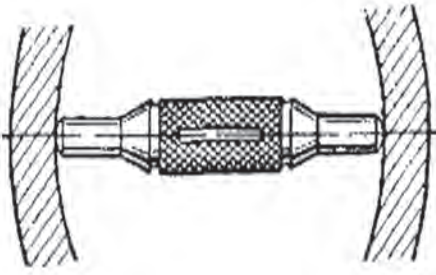


Рис. 4.26. Жорсткий нутромір

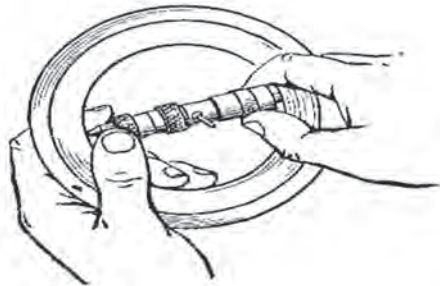


Рис. 4.27. Мікрометричний нутромір

Установка мікрометричного нутроміра на нуль проводиться за спеціальною настановною скобою, яка є в комплекті приладу. Можливе встановлення і за допомогою кінцевих мір довжини.

Притримуючи нутромір за гільзу й обертаючи барабан за накатні кільця, вивертають мікрометричний гвинт до зіткнення вимірювальних наконечників із поверхнями настановної скоби. Потім стопорять мікрогвинт.

Нульовий штрих горизонтальної лінії основної шкали повинно бути видно повністю, скошений край барабана має доторкатися цього штриха, а нульова поділка барабана мусить збігатися з горизонтальною лінією основної шкали.

### КОНТРОЛЬ ОТВОРІВ ГЛАДКИМИ КАЛІБР-ПРОБКАМИ

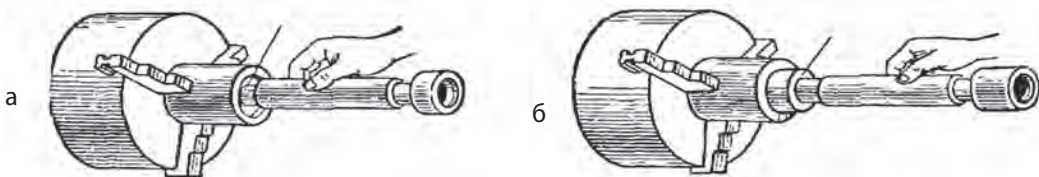


Рис. 4.28. Контроль діаметра отвору за допомогою гладкою калібр-пробки:

**а** – прохідна сторона калібр-пробки; **б** – непрохідна сторона калібр-пробки

Циліндричні калібр-пробки незручні для контролю отворів великих діаметрів через їх велику вагу. У цих випадках користуються більш легкими односторонніми калібр-пробками, з яких одну, прохідну, позначають **ПР**, а другу, непрохідну – **НЕ**.

Деталь вважається придатною, якщо сторона **ПР** проходить, а сторона **НЕ** – не проходить.

При обробці отворів можливі два види браку: виправний та невиправний. Якщо дві сторони не проходять в отвір, то брак – виправний. Якщо дві сторони проходять в отвір, то брак – невиправний.

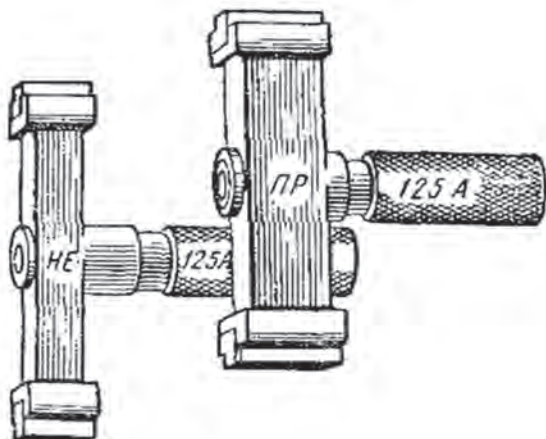


Рис. 4.29. Односторонні калібр-пробки

У машинобудуванні користуються регульованими граничними калібр-пробками, які можна відрегулювати для контролю отворів декількох розмірів. Після зносу вимірювальних поверхонь пробки можна відновити її правильні розміри.

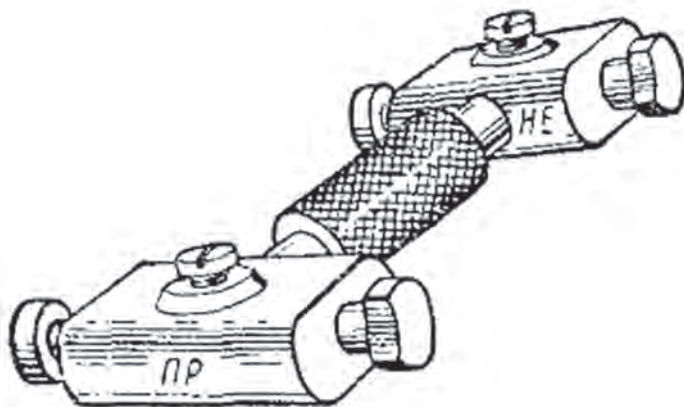


Рис. 4.30. Регульована гранична калібр-пробка

Регульовану калібр-пробку виготовляють зі цільного металевого бруска. На обох кінцях розташовані циліндричні елементи заданого діаметра.



### Контрольні запитання

1. Які види отворів за призначенням ви знаєте?
2. Назвіть види отворів за формою.
3. Розкажіть про призначення та види центровочних свердл.
4. Які основні елементи спірального свердла?
5. Яке призначення перехідних втулок?
6. Розкажіть про призначення операції розточування.
7. Для чого призначені операції зенкерування та зенкування?
8. У чому полягає операція розгортання?
9. Для чого потрібні насадні інструменти?
10. Як контролюють циліндричні отвори?

## 5 ВИКОНАННЯ НАРІЗАННЯ КРІПІЛЬНОЇ РІЗЬБИ

Різьбові з'єднання широко використовують у конструкціях різних механізмів (понад 60 % усіх деталей сучасних машин мають різьбу). Різьбові з'єднання мають свої переваги та недоліки.

### ➤ До переваг різьбових з'єднань належать:

- технологічність;
- взаємозамінність;
- універсальність;
- надійність;
- масовість.

### ➤ Недоліками різьбових з'єднань є:

- самовідгвинчування при змінних навантаженнях, що вимагає застосування спеціальних засобів стопоріння.
- отвори під кріпильні деталі – як різьбові так і гладкі – зумовлюють концентрацію напружень у матеріалі скріплюваних деталей.
- для ущільнення (герметизації) з'єднання необхідно використовувати додаткові технічні рішення.



Рис. 5.1. Деталі з різьбою

## 5.1. Класифікація різьби. Елементи різьбової поверхні

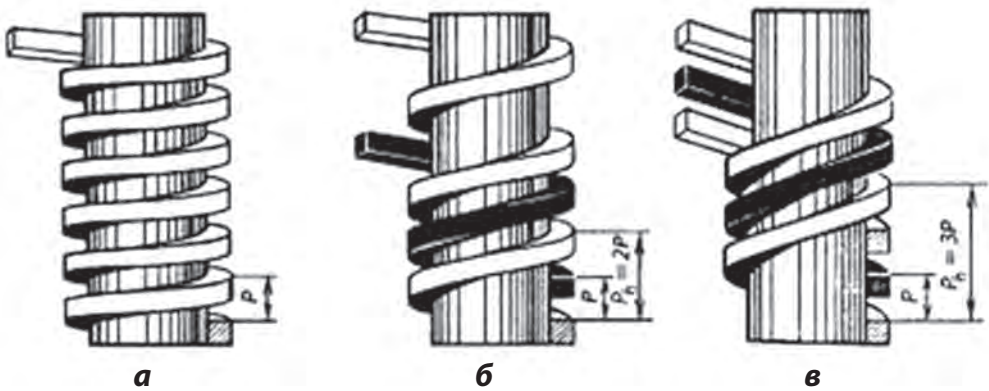
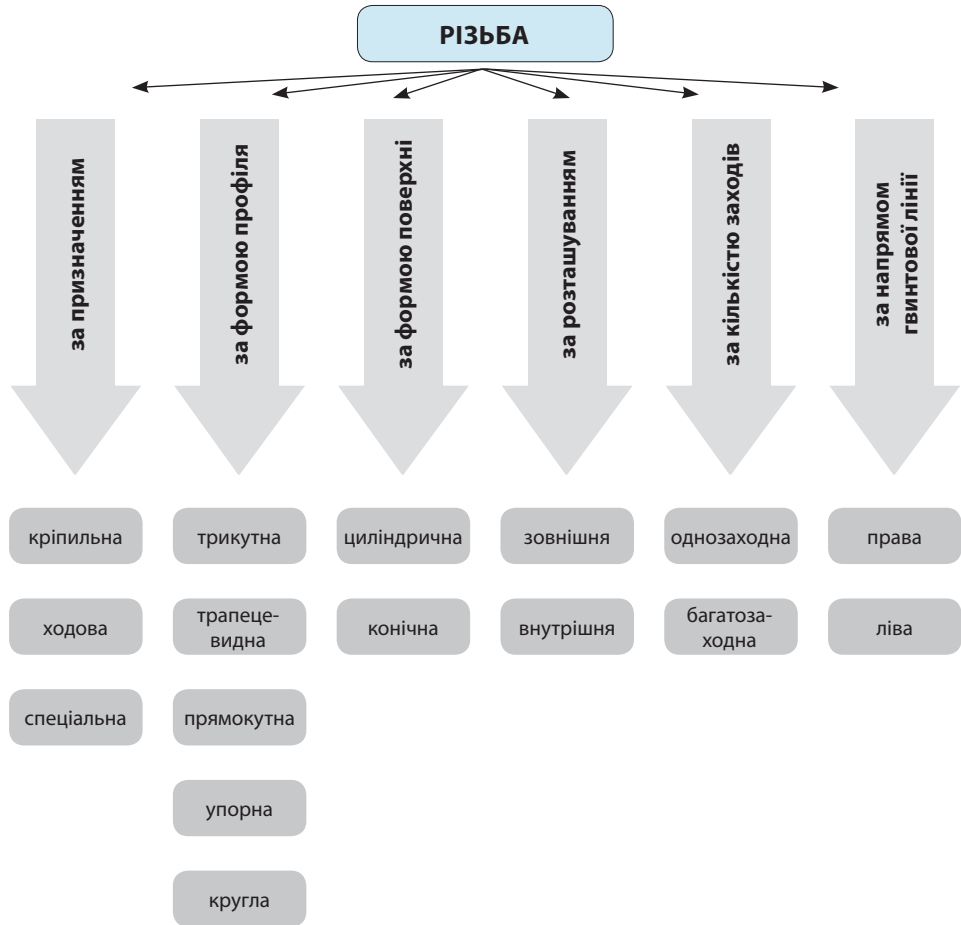


Рис. 5.2. Різьба: **а** – однозаходна; **б** – двозаходна; **в** – тризаходна

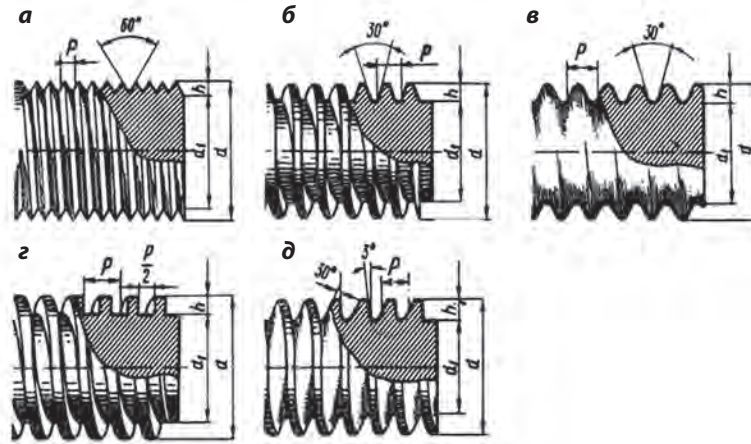


Рис. 5.3. Профілі різьбової поверхні:

**а** – трикутна; **б** – прямокутна; **в** – трапецевидна; **г** – упорна; **д** – кругла

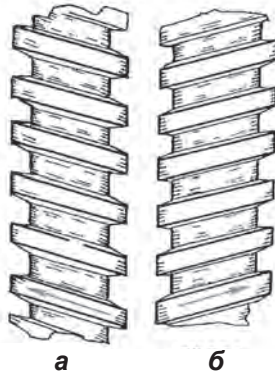


Рис. 5.4. Різьба за напрямком гвинтової лінії: **а** – ліва; **б** – права

**ЕЛЕМЕНТИ РІЗЬБОВОЇ ПОВЕРХНІ**

**Різьба** – це гвинтова канавка певного профілю, яка прорізана на циліндричній або конічній поверхні.

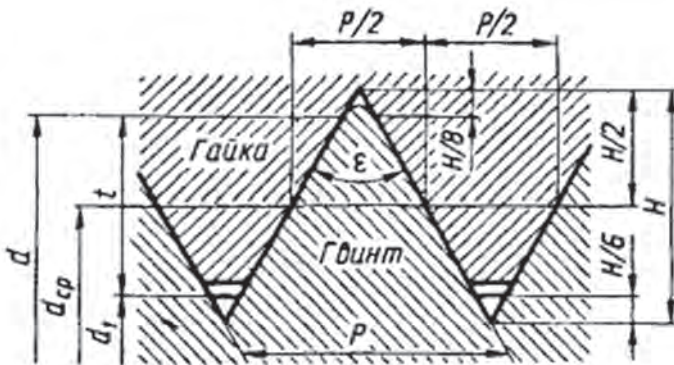


Рис. 5.5. Елементи різьбової поверхні:

- $P$  – крок різьби;
- $H$  – теоретична висота профілю;
- $t$  – фактична висота профілю;
- $d$  – зовнішній діаметр різьби;
- $d_{cp}$  – середній діаметр різьби;
- $d_1$  – внутрішній діаметр різьби;
- $\epsilon$  – кут профілю різьби

## 5.2. Контроль різьби

Параметри різьбової поверхні контролюють двома методами: поелементним і комплексним.

**Поелементний** – це такий вид контролю, при якому окремо перевіряють власне середній діаметр, крок і половину кута профілю. Висновок про придатність дають також за кожним параметром окремо. Використовується цей складний і трудомісткий метод для контролю точних різьб: калібр-пробок, різьбонарізного інструмента і т. п.

**Комплексний** – це такий вид контролю, при якому одночасно контролюють середній діаметр, крок, половину кута профілю, а також внутрішній і зовнішній діаметри різьби. Цього досягають шляхом порівняння дійсного контура різьбової деталі з граничними. Контроль різьб калібрами застосовують не тільки в масовому і великосерійному, але і в малосерійному та індивідуальному виробництві, оскільки диференційований контроль надзвичайно складний.

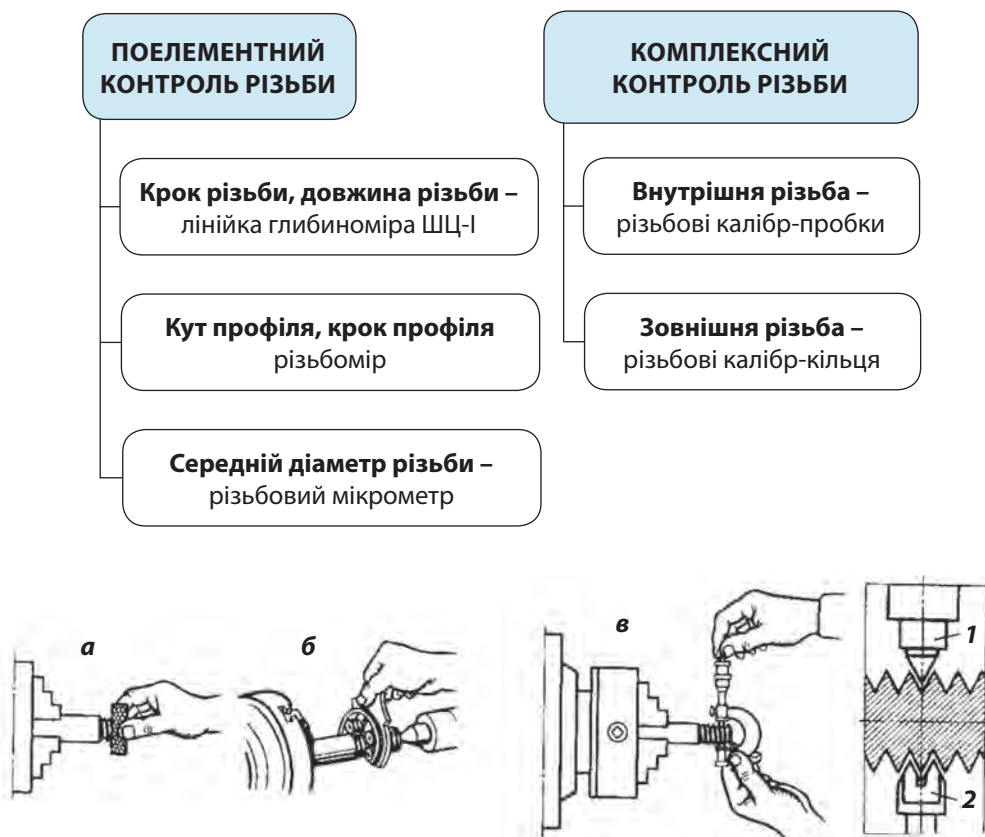


Рис. 5.6. Контроль зовнішньої різьби:

**а** – різьбовими калібр-кільцями; **б** – методом дротиків; **в** – за допомогою різьбового мікрометра: 1 – призматична вставка; 2 – конусна вставка мікрометричного гвинта



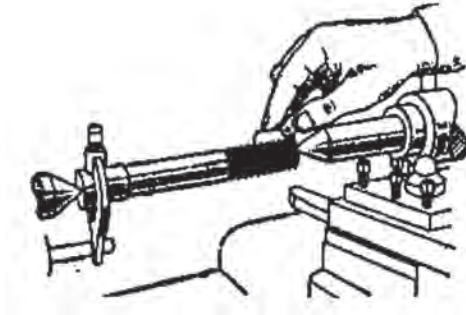


Рис. 5.7. Контроль кроку різьби різьбоміром

### ВИМІРЮВАННЯ СЕРЕДЬНОГО ДІАМЕТРА РІЗЬБИ

#### ● А. За допомогою каліброваних дротиків

Метод трьох дротиків можливий на базі гладкого мікрометра або горизонтального оптиметра для вимірювання з більшою точністю. В обох випадках застосовують спеціальний кронштейн і дротики для вимірювання діаметра.

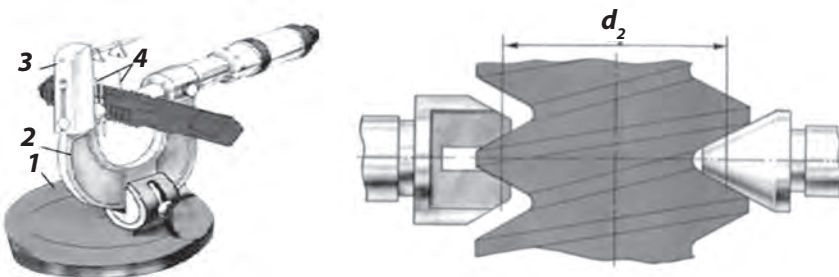


Рис. 5.8. Вимірювання різьби методом трьох дротиків за допомогою мікрометра:

1 – стойка; 2 – мікрометр; 3 – кронштейн; 4 – дротики для вимірювання

Стойка фіксує мікрометр у вертикальній площині. На місці нерухокої п'ятки закріплюють кронштейн з підвіскою дротиків. Мікрометричною головкою вимірюють відстань між зовнішніми сторонами дротиків.

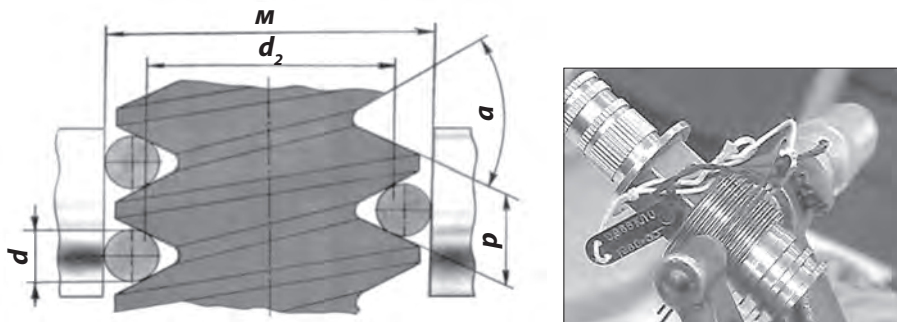


Рис. 5.9. Вимірювання різьби методом трьох дротиків на горизонтальному оптиметрі



➤ **Вимірювання на горизонтальному оптичному мікрометрі проводять таким чином:**

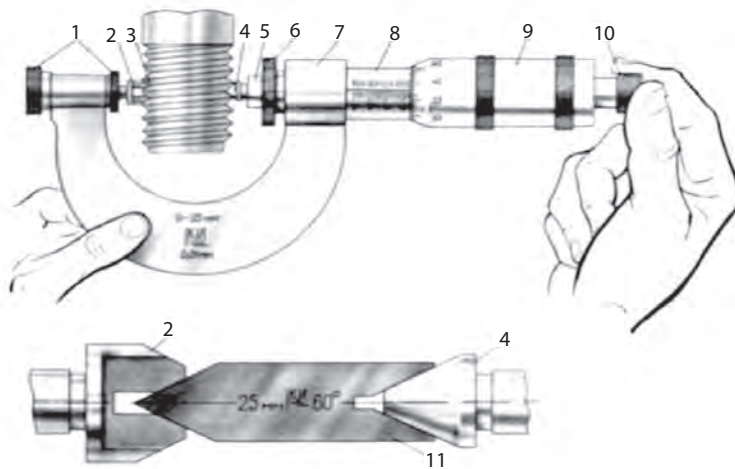
- кронштейн із дротиками для вимірювання діаметра фіксують на трубці оптичного мікрометра. За допомогою аретира дротики підтискають до різьбової поверхні вимірювальними кінцівками, закріпленими на пінолі та трубці оптичного мікрометра;
- шкалою оптичного мікрометра вимірюють відстань між зовнішніми сторонами дротиків ( $M$ ) за схемою на рисунку, а розрахунки середнього діаметра  $d_2$  виконують за відповідними формулами.

Для вимірювання основних параметрів різьби можна використовувати інструментальні мікроскопи таких моделей: великий інструментальний мікроскоп (**ВІМ**), малий інструментальний мікроскоп (**МІМ**), а також універсальний вимірювальний мікроскоп (**УВМ**). Усі вони призначені для вимірювання довжин, кутів і профілів різних виробів.

Перелічені мікроскопи мають багато спільного у конструкції. Відрізняються вони точністю та межами вимірювання. Найбільш доступний і поширений – малий мікроскоп, який вимірює з точністю 0,01 мм.

● **Б. За допомогою різьбового мікрометра**

Різьбовий мікрометр відрізняється від гладкого наявністю двох вставок – призматичної та конічної. Саме завдяки цим вставкам можна виміряти середній діаметр. Вимірювання проводять *контактним, прямим та абсолютним* методами.



**Рис. 5.10.** Вимірювання різьби мікрометром:

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1 – гайка установки п'ятки; | 7 – скоба;            |
| 2 – призматична вставка;    | 8 – стебло;           |
| 3 – вимірювана деталь;      | 9 – барабан;          |
| 4 – конічна вставка;        | 10 – храповик;        |
| 5 – мікрометричний гвинт;   | 11 – установочна міра |
| 6 – топор;                  |                       |

Таблиця 5.1.

**ХАРАКТЕРИСТИКА РІЗЬБОВИХ МІКРОМЕТРІВ**

Границі вимірювання (через 25мм), мм при ціні поділки 0,01 мм	Допустима похибка, мкм
0–50	±15
50–100	±20
100–200	±25
200–350	±35

**5.3. Основні системи різьб**

У машинобудуванні застосовують три типи різьб: метричну, дюймову і трубну.

**Метрична різьба** має трикутний профіль з плоско зрізаними вершинами, кут профілю дорівнює 60 градусів. Її діаметр і крок обчислюють у міліметрах.

Застосовують метричні різьби в основному для кріплення: з великим кроком – при значних навантаженнях (болти, гайки, гвинти), з малим кроком – при малих навантаженнях і тонких регулюваннях.

Хоч у світі практично скрізь поширена метрична система вимірювань, а різьбовий крок прив'язаний до міліметра, вся сучасна сантехніка, насосне, опалювальне обладнання та інші системи з використанням трубопроводів розраховані на систему вимірювання в дюймах ("). Відповідно, дюймову і трубну різьбу вимірюють у дюймах.

Пов'язано це з тим, що неметрична система разом з усім обладнанням прийшла до нас із тих країн світу, де вся промисловість з XV століття була орієнтована на англійський дюйм, що приблизно дорівнює ширині великого пальця – 25,4 мм.

Значно пізніше, у XIX столітті систему з основною розмірною одиницею в 1 метр почала використовувати всюди. Але вона так і не змогла витіснити дюйми з вимірів елементів обладнання, газових і водопровідних магістралей.

Частково це можна пояснити і тим, що різьбові елементи в половину дюйма, три чверті, півтора тощо простіше позначати і обробляти. При виготовленні побутової сантехніки стандартний дюймовий крок становить 1/4", це у шість разів більше міліметра і дає змогу істотно зменшити кількість типорозмірів сполучних патрубків сантехнічної арматури.

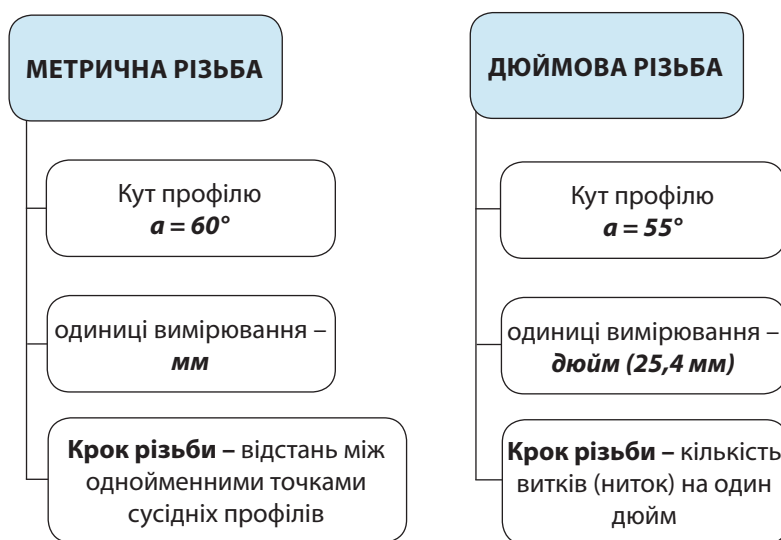
**ТРУБНІ РІЗЬБИ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬ У ПОБУТІ**

Вітчизняні державні стандарти регламентують два основних види трубної різьби: **конічні** та **циліндричні**. Їх головна відмінність полягає у профілі

заготовки. У першому випадку він конічної форми (конусність – від 1 до 16), основою другого типу є циліндрична заготовка.

Також відомі американські різновиди стандартів трубних дюймових накаток NPSM і NPT, головна відмінність яких – профільний кут 60 градусів. Вітчизняний аналог американського стандарту NPT – це ГОСТ 6111-52 на конічну різьбу з кутом конуса вершини в 60 градусів.

### ПОРІВНЯЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТРИЧНОЇ ТА ДЮЙМОВОЇ РІЗЬБИ



### КОНІЧНА ТРУБНА РІЗЬБА ТА ЇЇ УМОВНЕ ПОЗНАЧЕННЯ

Різьбові з'єднання конічного виду призначені для роботи в умовах високого тиску. Їх застосовують у гідравлічних системах мобільного інструмента, що приводять у рух важкі механізми (гідростанції), для підключення гнучких рукавів і муфт, розрахованих на тиск 700 і більше бар.

#### ➤ **Конічна трубна різьба має такі особливості:**

- ГОСТ 6211-81 регламентує не тільки максимальний зовнішній діаметр в 6 ", але і довжину нарізки, яка розбивається на повну довжину і робочу частину;
- ухил конуса має співвідношення 1:16 по всій довжині, різьбовий хід насічки включає чотири позиції та прив'язаний до зовнішнього діаметра.

Умове позначення різьби включає номінальний діаметр різьби в дюймах і тип виробу. Останній позначають латинською буквою *R* з додатковими символами *S* і *P*, що дають змогу зрозуміти, про яку внутрішню різьбу ідеться: конічну чи циліндричну. Напрямок, який вказаний для лівостороннього виконання, має символічне позначення *LH*.

## ЦИЛІНДРИЧНА ТРУБНА РІЗЬБА ТА ЇЇ УМОВНЕ ПОЗНАЧЕННЯ

Дюймові різьби циліндричної форми застосовують для стикування металевих трубопроводів водопровідних і газових систем. Внутрішня накатка узгоджується зі зовнішньою конічною різьбою за ГОСТ 6211-81. При її виготовленні за основу була прийнята дрібна різьблення Вітворта (європейське маркування BSW). Вона сумісна ще з одним євростандартом BSP.

### ➤ Основні параметри циліндричної трубної різьби:

- як і в конічній, максимальний розмір окружності заготовок, на яких нарізують різьбу, становить 6 трубних дюймів;
- крок має 4 типорозміри з кількістю ниток 11, 14, 19, 29 на стандартний дюйм і прив'язаний до зовнішнього діаметра;
- зовнішні діаметри розбиті на два ряди, які при вимірюванні прийнято позначати номерами. Під час вибору розмірів перевагу надають першому ряду. На відміну від конічної, для циліндричної форми довжину не регламентують.

Позначення циліндричної різьби складається з символу G, розміру і класу точності, ліве виконання доповнюють символами LH. У кінці позначення можуть бути наведені дані про довжину згвинчування L у міліметрах. Наприклад, позначення G1 1/2 LH – B – 50 вказує на циліндричну лівобічну нарізку класу точності B діаметром 1/2" і довжиною 50 мм.

## 5.4. Умовні позначення різьбової поверхні

### ● Умовні позначення метричної різьби

**Позначення різьби** – це тип метричної різьби та її основні розміри, які зазначають вказують на кресленнях особливим написом.

У метричній різьби з великим кроком у позначенні не вказують крок. Це пояснюється тим, що при одному і тому ж діаметрі для різьби з великим кроком він єдиний. Для різьб з дрібним кроком стандарт передбачає кілька різних величин кроку, саме тому потрібно вказати, який саме вибрати.

Згідно з ГОСТ 16093-2004 точність метричних різьблень позначають полем допуску, в позначенні якого цифра вказує ступінь точності, а буква – основне відхилення. Наприклад, для різьби на стержні: 4 h; 6 g; 8g, а в отворі: 6H, 7H.

### ➤ Для різьби на стержні існують такі позначення бажаних полів допуску за ГОСТ 16093-81:

- точне – 4 d,
- середнє – 6h; 6 g; 6e; 6 d;
- грубе – 8h; 8g

### ➤ Для різьби в отворі існують такі позначення бажаних полів допуску:

- точне – 4H5H;
- середнє – 5H6H; 6H; 6 G;
- грубе – 7H; 7 G.

### Приклади позначення метричних різьб

#### ***M20-LH-7h6h***

***M*** – умовне позначення зовнішньої метричної різьби  
***20*** – зовнішній діаметр різьби  
**Крок різьби** – крупний  
***LH*** – ліва різьба  
***7h*** – 7 клас точності та «h» – поле допуску середнього діаметра різьби  
***6h*** – 6 клас точності та «h» – поле допуску зовнішнього діаметра різьби

#### ***M30x1,5-LH 5H6H-25***

***M*** – умовне позначення внутрішньої метричної різьби  
***30*** – внутрішній діаметр різьби  
***1,5*** – мілкий крок різьби  
***LH*** – ліва різьба  
***5H*** – 5 клас точності та «H» – поле допуску середнього діаметра різьби  
***6H*** – 6 клас точності та «H» – поле допуску внутрішнього діаметра різьби  
***25*** – довжина різьбової поверхні

#### ***M24-6h-R***

***M*** – умовне позначення зовнішньої метричної різьби  
***24*** – зовнішній діаметр різьби  
**Крок різьби** – крупний  
**Напрямок різьби** – правий  
***6h*** – різьба виконана з 6 класом точності, «h» – поле допуску середнього і зовнішнього діаметра різьби  
***R*** – різьба з обов'язковим закругленням западини

Посадку в різьбовому з'єднанні позначають дробом, у чисельнику якого вказують позначення поля допуску внутрішньої різьби, а в знаменнику – позначення поля допуску зовнішньої різьби.

Розміри трубних і конічних різьб, які вказують в умовних позначеннях, є умовними, оскільки вони в більшості випадків стосуються діаметрів труб, а не зовнішніх діаметрів різьби.

**Наприклад,** якщо в позначенні трубної циліндричної різьби проставлено розмір 2"(2 дюйми), то зовнішній діаметр різьби відповідно до стандарту

#### Приклади:

1. ***M6-6H/6g;***
2. ***M20x2-6H/5g6g;***
3. ***M12x1-6H/6g-LH.***

на розміри трубних різьб буде дорівнювати 59,616 мм, при внутрішньому діаметрі труби – 50 мм.

### Приклади позначення трубних різьб

#### ***G1½-A***

**G** – умовне позначення трубної різьби  
**1½** – діаметр у дюймах  
**A** – клас точності

#### ***G1½-LH A/B-40***

**G** – умовне позначення трубної різьби  
**1½** – діаметр у дюймах  
**A** – клас точності внутрішньої різьби  
**B** – клас точності зовнішньої різьби  
**40** – довжина різьбової поверхні

### Приклади позначення трапецевидних різьб

#### ***Tr40x6LH***

**Tr** – умовне позначення трапецевидної різьби  
**40** – діаметр різьби  
**6** – крок різьби  
**LH** – ліва різьба

### Приклад позначення конічних різьб

#### ***K 3/4''***

**K** – умовне позначення конічної різьби  
**3/4''** – діаметр різьби

## ПОЗНАЧЕННЯ РІЗЬБИ НА КРЕСЛЕННЯХ

Зовнішню та внутрішню різьбу показують спрощено – суцільною тонкою лінією.

У зовнішній різьбі (болти, гвинти, шпильки) суцільну тонку лінію проводять усередині, а межу різьби позначають основною.

Метричні різьби позначають великою літерою **M** з найбільшим діаметром різьби (зовнішній діаметр у зовнішній різьбі та діаметр канавок у внутрішній різьбі). Якщо після позначення різьби стоїть знак "x" і потім число, то це означає, що крок різьби відрізняється від найбільшого (його не позначають).

Наприклад:  $M20 \times 1$

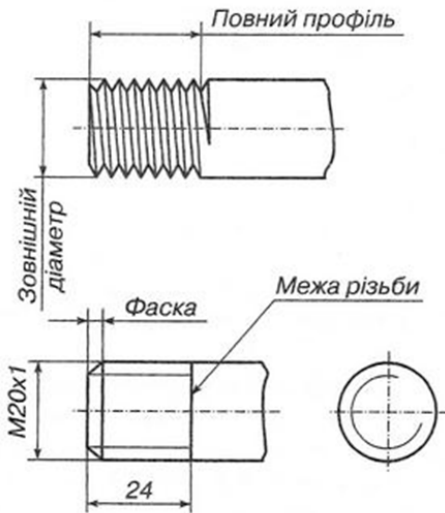


Рис. 5.11. Позначення зовнішньої різьби

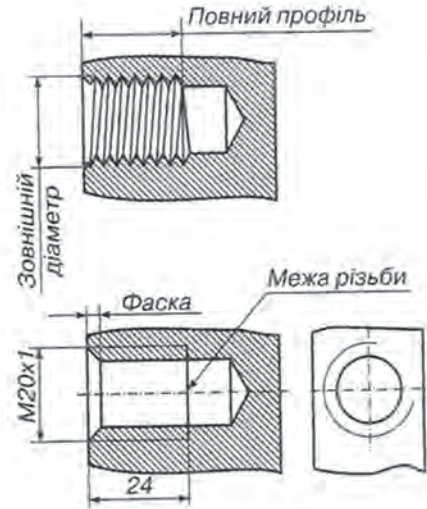


Рис. 5.12. Позначення внутрішньої різьби

Внутрішню різьбу на розрізах позначають суцільною тонкою лінією, яка окреслює найбільший діаметр різьби.

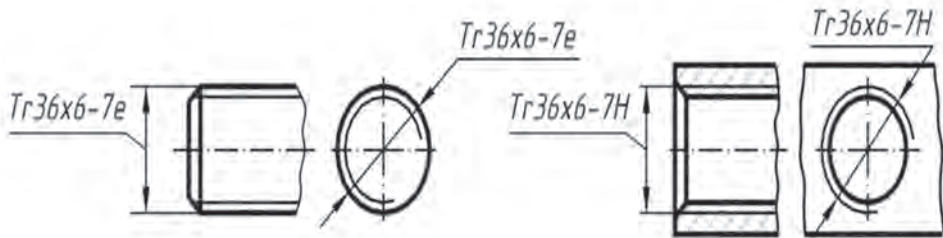


Рис. 5.13. Позначення трапецевидної зовнішньої і внутрішньої різьби

Різьбу в окремих випадках можна показувати без розрізу штриховими лініями.

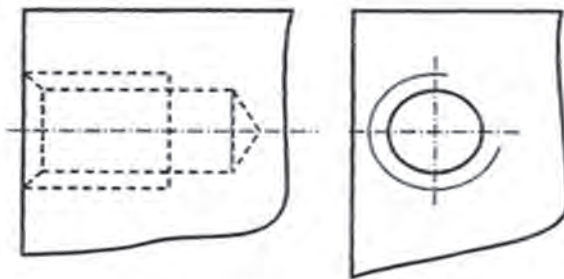


Рис. 5.14. Позначення різьби штриховими лініями



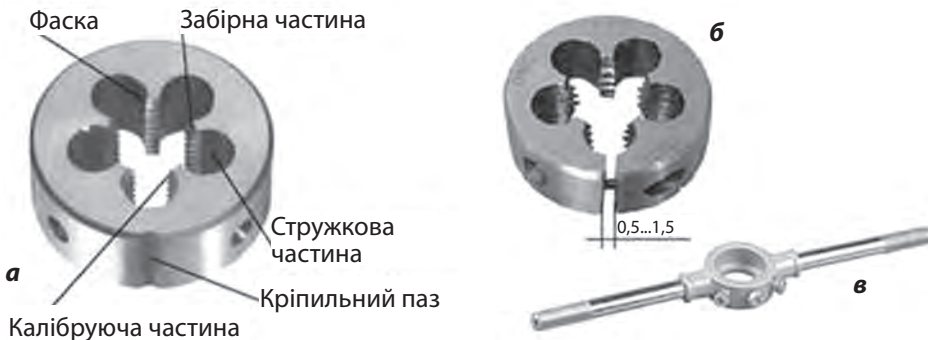
## 5.5. Нарізання зовнішньої різьби плашкою

**Плашка** – це загартована гайка зі стружковими канавками, які утворюють різальні грані.

**Суцільні плашки** застосовують під час нарізання різьби діаметром до 52 мм за один прохід. Вони мають велику жорсткість і забезпечують карбування чистої різьби, але порівняно швидко спрацьовуються.

**Розрізні (пружні) плашки** мають проріз від 0,5 до 1,5 мм.

Перед нарізанням різьби кінець стержня на всю довжину нарізання обточують до потрібного діаметра, а на самому кінці знімають фаску. Стержень під різьбу повинен мати чисту поверхню. Не можна нарізати різьбу на стержнях, покритих окалиною чи іржею, бо в цьому випадку дуже спрацьовуються плашки та погіршується якість різьби.



**Рис. 5.15.** Види плашок: **а** – суцільна; **б** – розрізна; **в** – плашкотримач

Круглі плашки закріплюють у плашкотримачах за допомогою гвинтів, розташованих по колу *воротка*. Цими гвинтами також регулюють розмір діаметра розрізних плашок.

Під час нарізання різьби плашками, як і під час нарізання мітчиками, унаслідок деформації під дією сили різання діаметр заготовки збільшується. При цьому зростає тиск на калібрувальну частину, що може спричинити зрив різьби або поломку плашки.

Щоб запобігти цим явищам і отримати доброякісну різьбу при виготовленні стержня, його діаметр роблять на 0,2...0,4 мм меншим від зовнішнього діаметра різьби. Якщо ж діаметр стержня буде значно меншим від діаметра зовнішньої різьби, то різьба буде неповною.

➤ **Діаметр стержня під нарізання різьби визначають за формулою:**

$$d_{ст.} = d_p - 0,2 (0,3) \text{ мм}$$

де  $d_{ст.}$  – діаметр стержня під нарізання, мм

$d_p$  – діаметр різьби, мм

## 5.6. Нарізання внутрішньої різьби мітчиками



Рис. 5.16. Будова мітчика

**Мітчик** – різальний інструмент у вигляді загартованого гвинта з кількома прорізними на ньому подовжніми прямими або гвинтовими канавками, які утворюють різальні кромки.

Складові частини мітчика зображено на рис. 5.16. Робоча частина мітчика складається з **забірної** і **калібрувальної**.

**Забірна частина** – це передня конусна частина, яка першою входить в отвір і здійснює основну роботу різання.

**Калібрувальна частина** спрямовує мітчик в отвір і остаточно завершує нарізання різьби (калібрує різьбу).

**Хвостова частина (хвостовик)** – це стержень для закріплення мітчика в патроні або воротку; квадрат служить для передачі крутного моменту.

Мітчик працює під час двох одночасних рухів: обертального (мітчика чи заготовки) та поступального (уздовж осі мітчика).

➤ **Діаметр отвору під нарізання різьби визначають за формулою:**

$$D_{\text{отв.}} = d_{\text{р.}} - P, \text{ мм}$$

$D_{\text{отв.}}$  – діаметр отвору під нарізання, мм

$d_{\text{р.}}$  – діаметр різьби, мм

$P$  – крок різьби, мм

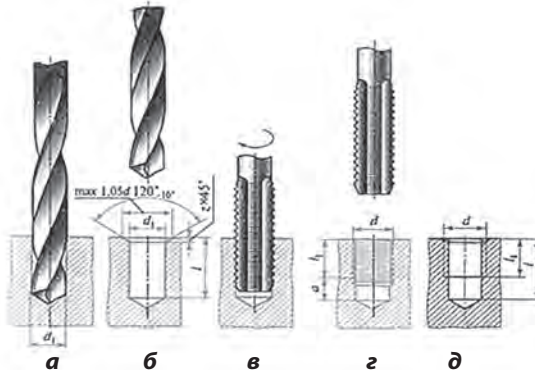


Рис. 5.17. Послідовність отримання різьби в отворах

**а** – свердління отвору (гнізда)

й обробка фаски;

**б** – отвір, готовий для нарізання

різьби;

**в** – нарізання різьби мітчиком;

**г** – різьбове гніздо (розріз);

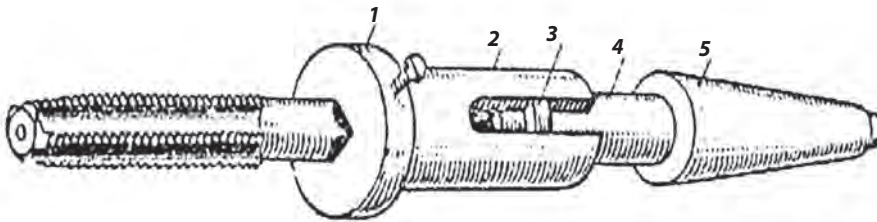
**д** – різьбове гніздо (розріз),

зображуване на кресленні.

Для нарізання різьби мітчиком на токарному верстаті заготовку встановлюють і закріплюють у патроні таким чином, щоб вісь отвору деталі збігалася з віссю обертання шпинделя.

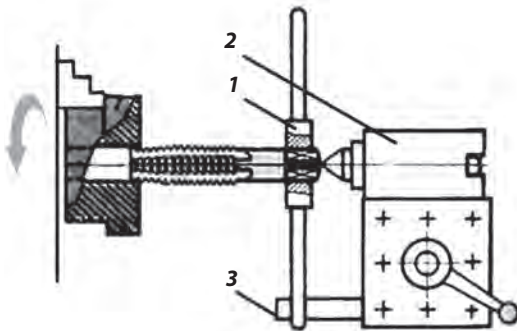
Забірну частину мітчика вводять в отвір, а хвостову частину закріплюють у відповідному пристосуванні.

**Пристосування для закріплення мітчика складається з оправки зі шпонкою і втулки з пазом**, в який входить шпонка (рис. 5.18). Мітчик закріплюють двома болтами в квадратному отворі втулки. Оправка має конічний хвостовик, що вставляється в отвір пінолі задньої бабки.



**Рис. 5.18.** Пристосування для кріплення мітчика на токарному верстаті:

1 – втулка з квадратним отвором; 2 – втулка; 3 – шпонка; 4 – оправка; 5 – перехідна втулка



**Рис. 5.19.** Нарізування різьби мітчиком з подачею супорта

При нарізанні різьби мітчик підводять до отвору деталі за допомогою маховичка, що переміщує піноль; забірну частину мітчика вводять у нарізані отвори. Для нарізання перших витків різьби потрібно обережно і рівномірно натискати на мітчик, обертаючи маховичок задньої бабки.

Коли мітчик вривається в отвір на 1-1,5 витка, його подальший рух буде здійснюватися самозатягуванням завдяки обертанню деталі.

Пристосування дає змогу нарізати різьбу на визначену довжину. Після цього нарізання різьби автоматично

припиниться. Перед тим, як нарізати різьбу в глухих отворах, необхідно видалити звідти стружку.

#### ➤ **Найбільш поширені види браку при нарізанні різьби:**

- поломка мітчика в отворі;
- рвана різьба;
- неповна різьба;
- зрив різьби.

### ПОЛОМКА МІТЧИКА В ОТВОРІ

Поломка мітчика в отворі може бути спричинена неухважністю робітника, роботою тупим мітчиком і забиванням канавок мітчика стружкою.

Поломка мітчика вимагає великої затрати часу на його вилучення, крім того, псує різьбу, а іноді навіть призводить до браку деталі.

Для запобігання поломці необхідно працювати правильно, користуватися справним і гострим мітчиком, частіше виймати його для видалення стружки.

### РВАНА РІЗЬБА

Поломка мітчика в отворі може бути спричинена неухважністю робітника, роботою тупим мітчиком і забиванням канавок мітчика стружкою.

### НЕПОВНА РІЗЬБА

Неповна різьба утворюється тоді, коли діаметр отвору під різьбу більший, ніж це потрібно для певних умов роботи (матеріалу деталі та розміру різьби), а також коли діаметр стержня під різьбу менший, ніж встановлений за кресленням.

При правильно вибраному і виконаному діаметрі отвори для внутрішньої різьби, а також і діаметрі стержня для зовнішньої різьби цей вид браку неможливий.

### ЗРИВ РІЗЬБИ

Зрив різьби відбувається у випадках, коли:

- діаметр просвердленого отвору під різьбу менший за необхідний;
- діаметр стержня під зовнішню різьбу більший, ніж це передбачено;
- застосовують тупий мітчик або тупі плашки, а стружка забивається в канавки.

Для попередження зриву різьби необхідно вибирати правильний діаметр отвору і стержня, застосовувати мітчики і плашки з гострими різальними кромками, частіше очищати їх від стружки.



### Контрольні запитання

1. Які основні переваги та недоліки різьбових з'єднань?
2. Як класифікують різьбу за різними ознаками?
3. Назвіть елементи різьбової поверхні.
4. Опишіть способи контролю різьби.
5. Які є основні системи різьби? Охарактеризуйте їх.
6. Зробіть порівняльну характеристику метричної та дюймової різьби.
7. Які є умовні позначення різьбових поверхонь?
8. Як нарізають різьбу плашками?
9. Як нарізають різьбу мітчиками?
10. Опишіть процес підготовки поверхонь під нарізання різьби плашкою та мітчиком.

## 6 ОБРОБКА КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Разом із циліндричними деталями в машинобудуванні досить широко поширені деталі з конічними поверхнями. Це, наприклад, конуси центрів, хвостовики свердл, зенкери, розгортки. Для кріплення цих інструментів передні ділянки отворів шпинделя і пінолі токарного верстата мають конічну форму.

Сфера використання конусів не обмежується різальними інструментами. Багато деталей машин також мають конічні поверхні.

### ➤ **Переваги, які пояснюють широке використання конічних з'єднань:**

- вони забезпечують високу точність центрування деталей;
- при щільному зіткненні пологих конусів виходить нерухоме з'єднання;
- змінюючи осьове положення деталей конічного з'єднання, можна регулювати величину зазору між ними.

## 6.1. Основні елементи конусних поверхонь

**Конус** – тіло обертання, яке утворюється в результаті обертання прямокутного трикутника навколо його катета.

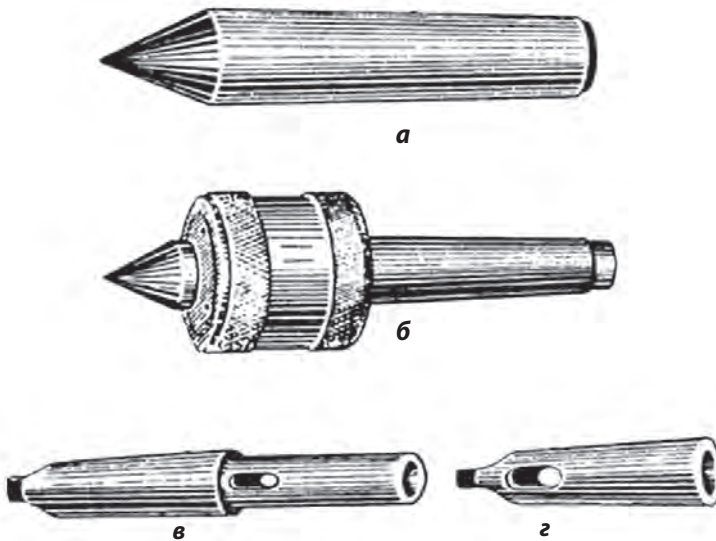


Рис. 6.1. Деталі з конічними поверхнями: **а, б** – токарні центри; **в, г** – перехідні втулки

Розрізняють **повний** та **усічений** конус.

**Усічений конус** – частина конуса, укладена між його основою і деякою площиною, яка паралельна основі та перетинає конус.

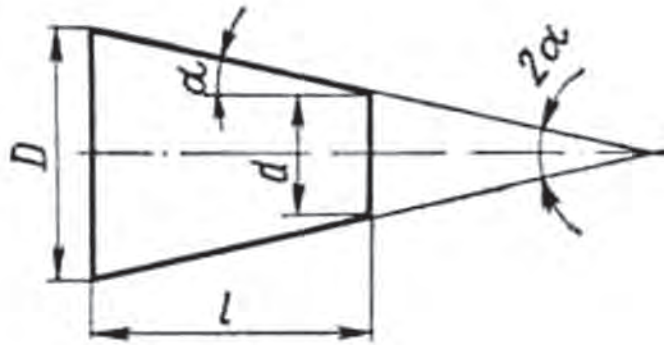


Рис. 6.2. Основні елементи конічної поверхні:

$D$  – діаметр нижньої основи;  $d$  – діаметр верхньої основи;  $L$  – відстань між діаметрами

### ПОНЯТТЯ ПРО КОНУСНІСТЬ ТА УХИЛ

На зображеннях конічних елементів деталей розміри можуть бути різні розміри: діаметри більшої та меншої основ усіченого конуса і його довжина; кут нахилу твірної (або кут конуса), величина конусності й діаметр основи, довжина і т. п.

**Конусність** – відношення різниці діаметрів двох поперечних перерізів конуса до відстані між ними.

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

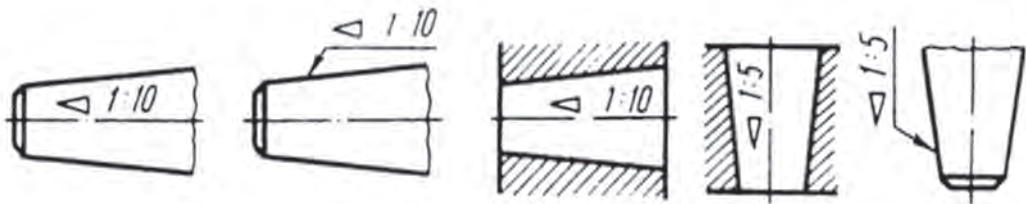


Рис. 6.3. Позначення конусності

Багато деталей мають похилі поверхні. Їх нахил відносно інших поверхонь задають на кресленнях за допомогою величини ухил.

**Ухил** – величина, що характеризує нахил прямої лінії відносно іншої прямої (вертикальної або горизонтальної).

$$y = D - d / 2L$$



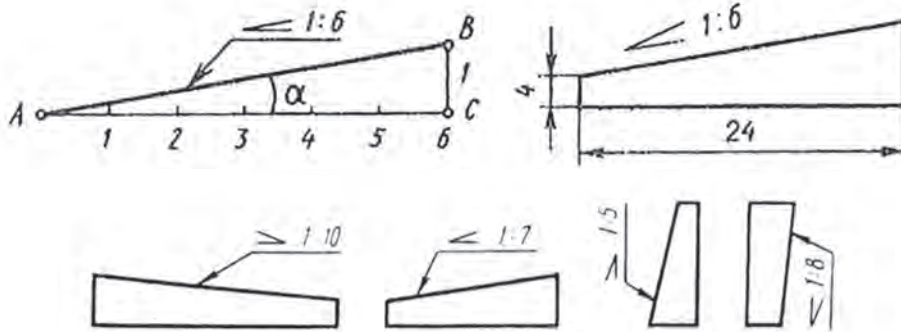


Рис. 6.4. Позначення ухилу

## 6.2. Контроль конічних поверхонь

Для контролю конічних поверхонь застосовують комплексний метод перевірки деталей за допомогою конусних калібрів.

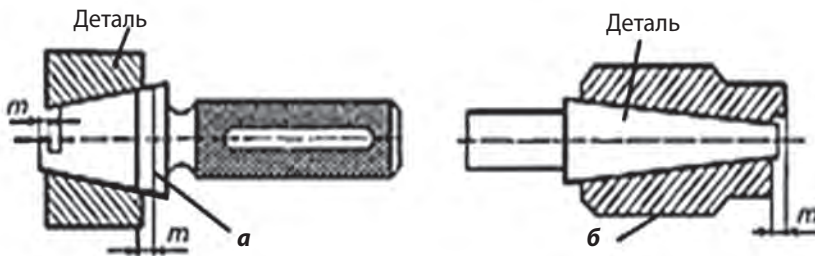


Рис. 6.5. Комплексний контроль конічних поверхонь:  
**а** – конічна калібр-пробка; **б** – конічна калібр-втулка

У масовому виробництві зовнішні конічні поверхні перевіряють нерегульованими або регульованими шаблонами.

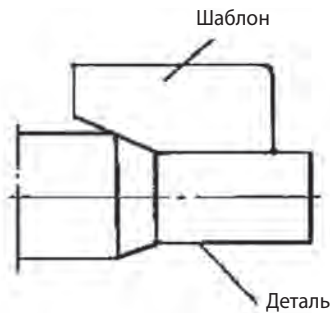


Рис. 6.6. Нерегульований шаблон для перевірки конічних поверхонь

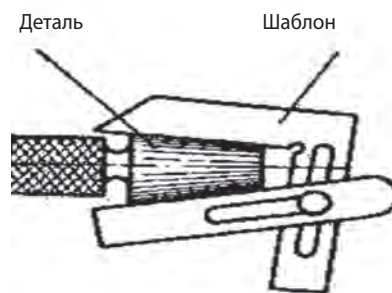


Рис. 6.7. Регульований шаблон для перевірки конічних поверхонь



**ВИМОГИ ДО ОБРОБКИ КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ:**

точність розмірів і розташування відносно інших поверхонь

правильність форми

чистота обробки

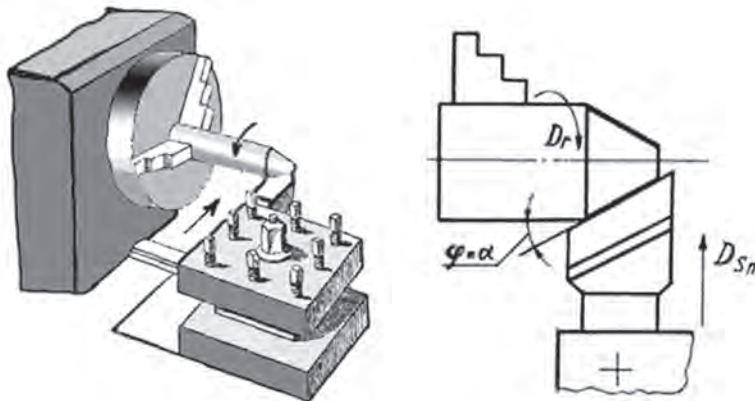
точність форми в подовжньому напрямку

**6.3. Способи обробки конусів****СПОСОБИ ОБРОБКИ КОНУСІВ****1. Широким різцем****2. При повернутих верхніх полозках супорта****3. Зміщенням корпусу задньої бабки****4. За допомогою копіювальної конусної лінійки****5. Конічними розгортками****1. Обробка конічних поверхонь широким різцем.**

Якщо довжина конуса не перевищує 25 мм, то його обробку можна проводити широким різцем. Кут нахилу різальної кромки різця в плані повинен відповідати куту ухилу конуса на оброблюваній деталі. Різець рухається в поперечному або подовжньому напрямку.

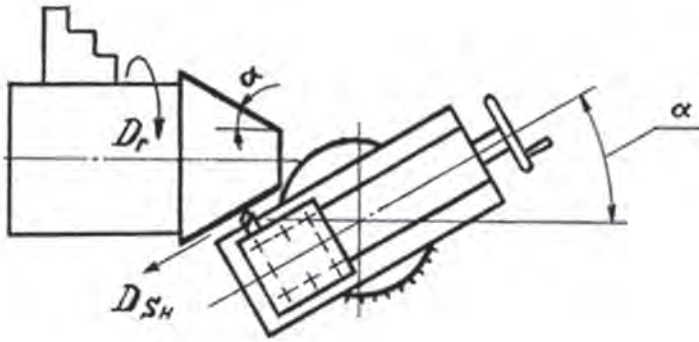
Фаски або невеликі конічні поверхні під кутом  $45^\circ$  виготовляють за допомогою відігнутого правого прохідного різця. Для обробки конічних поверхонь під іншим кутом – відповідно загострюють різець.

Кут нахилу різальної кромки різця в плані повинен відповідати куту нахилу конуса на оброблюваній деталі. Різцю надають подачу в поперечному або подовжньому напрямку.

**Рис. 6.8.** Обробка конічних поверхонь широким різцем

## 2. Обробка конічних поверхонь за повернутих верхніх полозків супорта.

Конічні поверхні з великими ухилами можна обробляти при повороті верхніх полозків супорта з різцетримачем на кут, який дорівнює куту нахилу оброблюваного конуса. Поворотна плита супорта разом з верхніми *полозками* може обертатися щодо поперечних *полозків*, для цього вивільняють гайку гвинтів кріплення плити.



**Рис. 6.9.** Обробка конічних поверхонь за повернутих верхніх полозків супорта

Контроль кута повороту з точністю до одного градуса здійснюється за розподілом поворотної плити. Положення супорта фіксують затискними гайками. Подачу проводять уручну рукояткою переміщення верхніх *полозків*. Зазначеним способом обробляють конічні поверхні, довжина яких співвідносна з довжиною ходу верхніх полозків (до 200 мм).

### ➤ **Переваги методу:**

- простота налаштування.
- незалежність кута ухилу  $\alpha$  від габаритів заготовки;
- обробка конуса з будь-яким кутом нахилу;
- можливість обробки як зовнішніх, так і внутрішніх конічних поверхонь.

### ➤ **Недоліки методу:**

- обмеження довжини конуса;
- ручна подача.

## 3. Обробка конічних поверхонь зміщенням задньої бабки.

Конічні поверхні великої довжини з кутом нахилу  $\alpha = 8 - 10^\circ$  можна обробляти при зміщенні задньої бабки, величину якої визначають таким чином:

$$H = L \sin \alpha$$

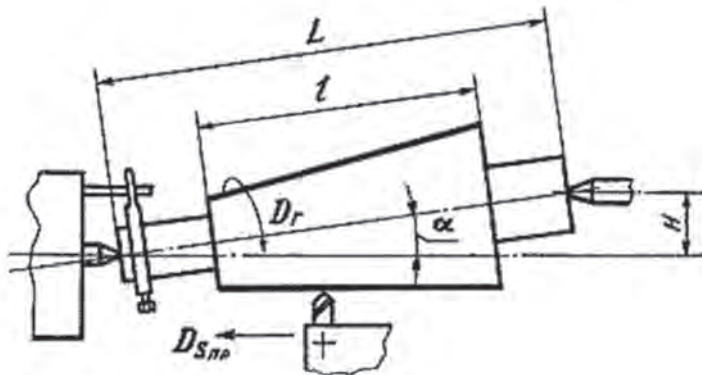
де  $H$  – величина зміщення задньої бабки;

$L$  – відстань між опорними поверхнями центрових отворів.

З тригонометрії відомо, що для малих кутів синус практично дорівнює тангенсу кута. Наприклад, для кута  $7^\circ$  синус дорівнює 0,120, а тангенс – 0,123. Способом зміщення задньої бабки обробляють заготовки з малим кутом ухилу, тому можна вважати, що  $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$  тоді:

$$H = L \times \operatorname{tg} \alpha = L \times (D - d) / 2l.$$

Заготовку встановлюють у центрі. Корпус задньої бабки за допомогою гвинта зміщують у поперечному напрямку так, що заготовка стає «на переки». При включенні подачі каретки супорта різець, рухаючись паралельно до осі шпинделя, буде обточувати конічну поверхню.



**Рис. 6.10.** Обробка конічних поверхонь зміщенням задньої бабки

Величину зміщення задньої бабки визначають за шкалою, нанесеною на торці опорної плити з боку маховика, і риски на торці корпусу задньої бабки. Ціна поділки на шкалі зазвичай становить 1 мм.

У разі відсутності шкали на опорній плиті величину зміщення задньої бабки вираховують відповідно до лінійки на опорній плиті.

Положення задньої бабки для обробки конічної поверхні можна визначити за готовою деталлю. Готову деталь (або зразок) встановлюють у центрах верстата і задню бабку зміщують доти, поки утворена конічна поверхня не розташується паралельно до напрямку подовжнього переміщення супорта.

Для забезпечення однакової конусності партії деталей, оброблюваних цим способом, необхідно, щоб розміри заготовок та їх центрових отворів мали незначні відхилення. Оскільки зміщення центрів верстата викликає знос центрових отворів заготовок, рекомендується попередньо обробити конічні поверхні, потім виправити центрові отвори і після цього провести остаточну чистову обробку.

Для зменшення розбивки центрових отворів доцільно використовувати кулькові центри. Обертання заготовки передається повідковим патроном і хомутиками.

➤ **Переваги методу:**

- можливість автоматичної подачі;
- отримання заготовок, співвідносних за довжиною.

➤ **Недоліки методу:**

- неможливість обробки внутрішніх конічних поверхонь;
- неможливість обробки конусів з великим кутом ( $\alpha > 10^\circ$ ). Допускається зміщення задньої бабки на  $\pm 15$  мм;
- неможливість використання центрових отворів як базових поверхонь.
- залежність кута  $\alpha$  від габаритів заготовки.

#### 4. Відлік величини зміщення задньої бабки.

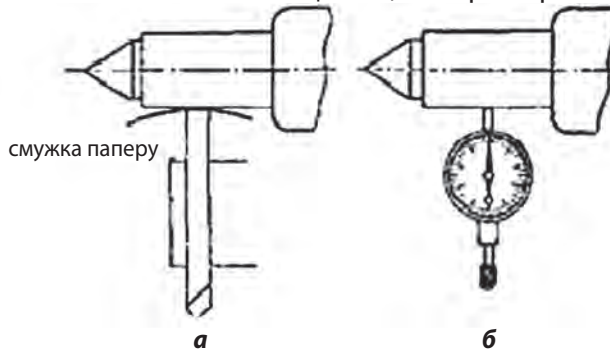
Відлік величини зміщення бабки проводять за невеликою шкалою, яка позначена на опорні плити бабки (з боку маховика). Ціна однієї поділки зазвичай дорівнює 1 мм.

За відсутності шкали з поділками для відліку величини зміщення бабки використовують лімб гвинта поперечної подачі супорта або індикатор.

У першому випадку чинять так: поперечною подачею супорта до встановленої в середнє положення пінолі задньої бабки підводять різець, закріпленний у різцетримачі заднім кінцем вперед.

Різець притискають до пінолі таким чином, щоби смужка паперу між кінцем різця і шпинделем, не випадала, але разом з тим її можна було витягнути не докладаючи великих зусиль.

Після цього відтягають різець назад на величину зміщення задньої бабки, користуючись лімбом гвинта поперечної подачі супорта. Потім рухають бабку у бік токаря настільки, щоби смужка паперу була знову затиснута між різцем і піноллю бабки так само щільно, як і при першому положенні бабки.



**Рис. 6.11.** Відлік величини здвигу задньої бабки:

**а** – за допомогою смужки паперу; **б** – за допомогою індикатора

Якщо необхідно змістити бабку з боку токаря, то притискають різець до пінолі так само, як і в розглянутому вище випадку, а потім зміщують бабку (в бік від токаря) трохи більше, ніж потрібно.

Після цього, перемістивши різець уперед на величину зміщення бабки (по лімбу), пересувають її назад (до себе), поки піноль не торкнеться різця. Щільність прилягання пінолі до різця і в цьому випадку перевіряється смужкою паперу.

Під час налаштування верстата за допомогою індикатора його кнопку підводять до пінолі задньої бабки. Після цього бабка може бути зміщена в бік до токаря або від токаря, причому величину зміщення її покаже стрілка індикатора.

### 5. Обробка конічних поверхонь за допомогою копіювальної конусної лінійки.

Конічні поверхні досить часто обробляють із застосуванням копіювальних пристроїв.

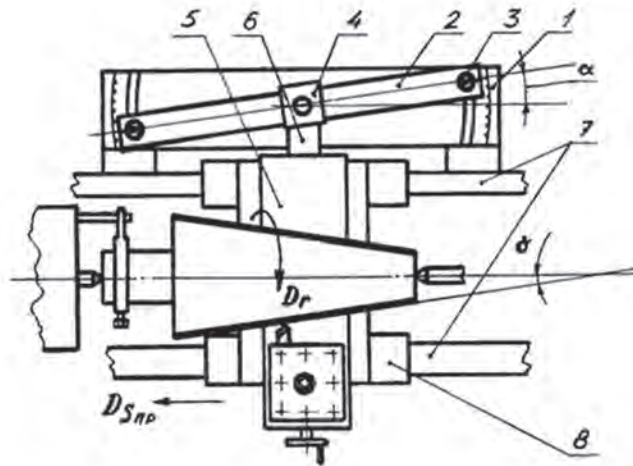


Рис. 6.12. Обробка конічних поверхонь за допомогою копіювальної конусної лінійки:

- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1 – плита;               | 5 – каретка верхнього супорту; |
| 2 – копіювальна лінійка; | 6 – тяга;                      |
| 3 – болт;                | 7 – напрямні станини;          |
| 4 – повзун;              | 8 – подовжній супорт.          |

До станини верстата кріпиться плита з копіювальною лінійкою, по якій рухається повзун, з'єднаний тягою з поперечною кареткою верхнього супорта верстата. Для вільного переміщення супорта в поперечному напрямку необхідно від'єднати гвинт поперечної подачі.

Під час переміщення подовжного супорта напрямними станини різець отримує два рухи: подовжній – від супорта і поперечний – від копіювальної лінійки. Величина поперечного переміщення залежить від кута повороту копіювальної лінійки.

Кут повороту лінійки визначають за поділками на плиті, а фіксують лінійку болтами. Подачу різця на глибину різання здійснюють рукояткою переміщення верхніх полозків супорта.

Цей спосіб забезпечує високопродуктивну й точну обробку зовнішніх і внутрішніх конусів з кутом ухилу до  $20^\circ$ .

➤ **Переваги методу:**

- механічна подача;
- незалежність кута ухилу конуса  $\alpha$  від габаритів заготовки;
- можливість обробки як зовнішніх, так і внутрішніх поверхонь.

➤ **Недоліки методу:**

- обмеження довжини утвореного конуса довжиною конусної лінійки (на верстатах середньої потужності – до 500 мм);
- обмеження кута ухилу шкалою копіювальної лінійки.

Для обробки конусів з великими кутами нахилу поєднують зміщення задньої бабки і налаштування за конусною лінійкою. Для цього лінійку повертають на максимально допустимий кут повороту  $\alpha^\circ$ , а зміщення задньої бабки розраховують як під час обточування конуса, кут ухилу якого дорівнює різниці між заданим кутом  $\alpha$  і кутом повороту лінійки  $\alpha'$ , тобто

$$H = L \times \operatorname{tg}(\alpha - \alpha')$$

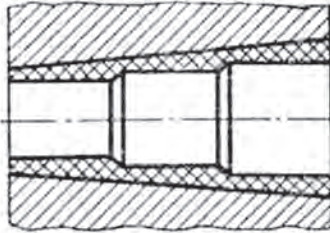


Рис. 6.13. Послідовність свердління деталі під конус

### 6. Обробка внутрішніх конічних поверхонь конічними розгортками.

Конічні отвори з великим кутом при вершині обробляють таким чином: заготовку закріплюють у патроні передньої бабки і для зменшення припуску на розточування отвір обробляють свердлами різного діаметра.

Спочатку заготовку обробляють свердлом меншого діаметра, потім – середнього, а в кінці – свердлом великого діаметра.

Розточують конічні отвори зазвичай шляхом повороту верхньої частини супорта на потрібний кут. Розточний різець встановлюють в різцетримач по центру осі верстата і закріплюють. Поворотну частину супорта разом з різцем розміщують під потрібним кутом до осі центрів верстата і закріплюють.

Після чистового розточування отвору на конус його розгортають конічною розгорткою відповідної конусності. Конічні отвори краще обробляти безпосередньо після свердління набором спеціальних розгорток, що мають однакову конусність.

Застосовують послідовно три розгортки – **чорнову**, **напівчистову** і **чистову**.

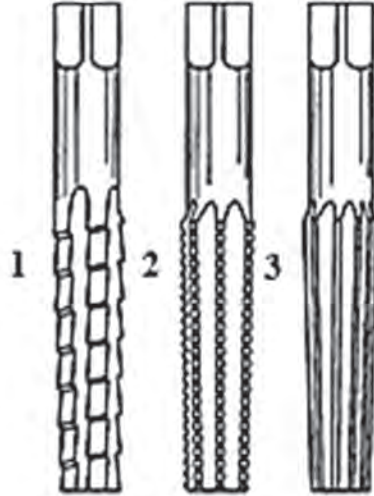


Рис. 6.14. Комплект конічних розгортки: 1 – чорнова; 2 – напівчистова; 3 – чистова

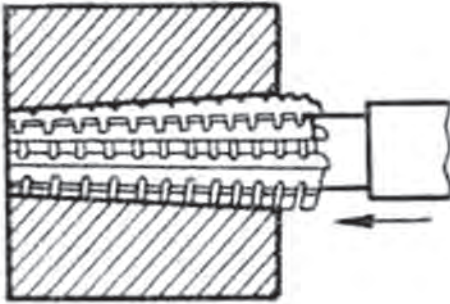


Рис. 6.15. Обробка отвору чорною розгорткою

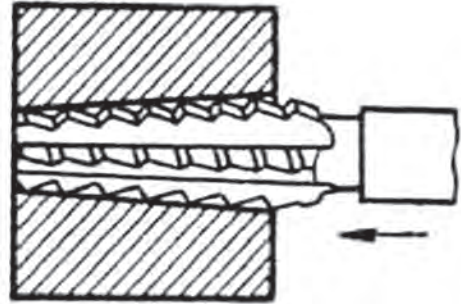


Рис. 6.16. Обробка отвору напівчистою розгорткою

Чорною розгорткою знімають найбільший припуск. Щоб полегшити роботу чорної розгортки, її різальні кромки роблять ступінчастими, з круглими канавками для дроблення стружки. Канавки розташовують за гвинтовою лінією. Оброблена чорною розгорткою поверхня зазвичай груба.

Напівчистова розгортка, на відміну від чорної, має на різальних кромках більш дрібні канавки для дроблення стружки. Завдяки цьому оброблена поверхня виходить більш чистою.

Чистову розгортку виготовляють з цільними прямолінійними різальними кромками. Ними доводять отвір до остаточних розмірів і надають поверхні гладкості.



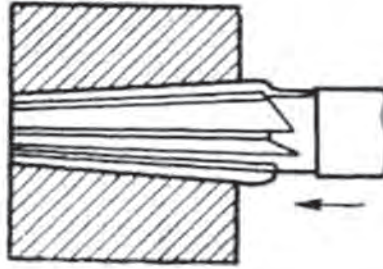


Рис. 6.17. Обробка отвору чистовою розгорткою

### РОЗТОЧУВАННЯ КОНІЧНИХ ОТВОРІВ

Перед розточуванням різцем внутрішньої конічної поверхні заготовку свердлять, а потім розсвердлюють до утворення східчастої поверхні, залишаючи для остаточного розточування конічної поверхні припуск 2...4 мм на бік.

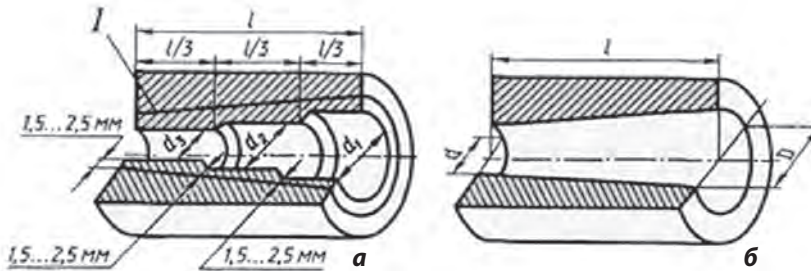


Рис. 6.18. Попередня обробка під розточування конічного отвору:  
**а** – ступінчасте розсвердлювання (розточування): **1** – припуск на розточування;  
**б** – остаточне розточування

Для обробки партії деталей зі супряженими зовнішніми й внутрішніми конічними поверхнями рекомендують постійне налаштування. Обробку внутрішнього конуса в цьому разі виконують перевернутим розточувальним різцем при зворотному обертанні шпинделя.

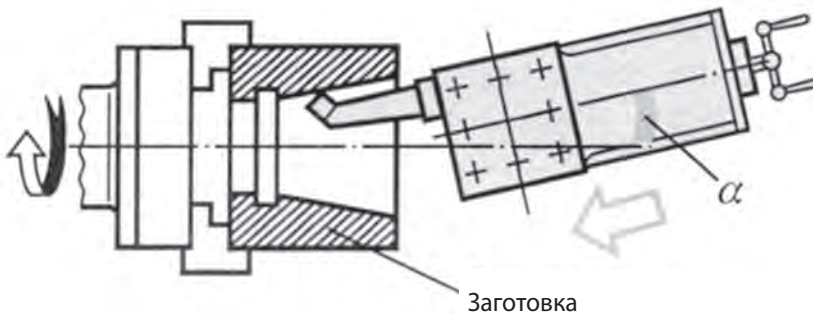


Рис. 6.19. Обробка внутрішнього конуса перевернутим розточувальним різцем

## 6.4. Дефекти кінчних поверхонь. Заходи щодо їх попередження

➤ Під час обробки кінчних поверхонь можливі такі види браку:

- неправильна конусність;
- відхилення у розмірах конуса;
- відхилення у розмірах діаметрів основ при правильній конусності;
- непрямолінійність твірної кінчної поверхні.

Неправильна конусність виникає переважно унаслідок неточного зсуву корпусу задньої бабки, неточного повороту верхньої частини супорта, неправильної заточки або установки широкого різця. Отже, точною установкою корпусу задньої бабки, верхньої частини супорта або конусної лінійки перед початком обробки можна запобігти браку. Цей вид браку можна виправити тільки у тому разі, якщо помилка у всій довжині конуса спрямована в тіло деталі, тобто всі діаметри втулки – менші, а кінчного стержня більші за потрібні.

Неправильний розмір конуса при його правильному куті, тобто неправильна величина діаметрів по всій довжині конуса, виникає, якщо знято недостатньо або дуже багато матеріалу. Запобігти браку можна тільки у разі уважного встановлення глибини різання по лімбу на чистових проходах. Брак виправний, якщо знято недостатньо матеріалу.

Може виявитися, що при правильній конусності і точних розмірах одного кінця конуса діаметр іншого кінця неправильний. Єдиною причиною є недотримання потрібної довжини всієї кінчної ділянки деталі. Брак можна виправити, якщо деталь занадто довга. Щоб запобігти цьому виду браку, треба перед обробкою конуса ретельно перевіряти його довжину.

Непрямолінійність твірної оброблюваного конуса виникає у разі встановлення різця вище (рис. 6.20. б) або нижче (рис. 6.20. в) центру. Таким чином, і цей вид браку є наслідком неуважної роботи токаря.

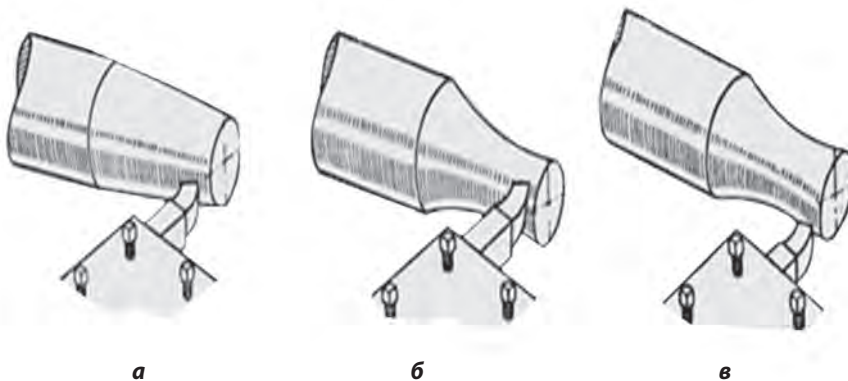


Рис. 6.20. Установка різця при обточуванні кінчної поверхні:

**а** – за висотою центру; **б** – вище центру; **в** – нижче центру



### Контрольні запитання

1. Назвіть основні елементи конічних поверхонь.
2. Що таке конусність та ухил?
3. Як контролюють конічні поверхні?
4. Які є способи обробки конічних поверхонь?
5. Розкажіть про обробку конічних поверхонь широким різцем.
6. Як відбувається обробка конічних поверхонь при повернутих верхніх ползках?
7. Який процес обробки конічних поверхонь зміщенням задньої бабки?
8. Опишіть обробку конічних поверхонь за допомогою копіювальної лінійки.
9. Як відбувається обробка конічних поверхонь конічними розгортками?
10. Розкажіть про заходи охорони праці при обробці конічних поверхонь.

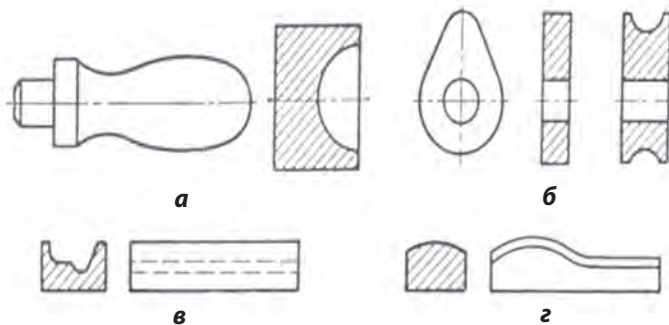
## 7 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ

**Фасонні деталі** – це деталі, які мають поверхні з криволінійними твірними. Вони відрізняються від найпростіших форм поверхонь (*плоскої, циліндричної, конічної*) і широко застосовуються у машинобудуванні.

➤ **Фасонні поверхні можуть бути отримані на токарних верстатах різними способами:**

- поєднаннями поперечної та подовжньої подач різця;
- фасонними різцями, профіль яких відповідає профілям готової деталі;
- з використанням пристосувань і копіювальних пристроїв;
- комбінованим способом, що дає можливість використовувати переваги різних способів для підвищення точності і продуктивності токарної обробки фасонних поверхонь.

Оброблювані фасонні поверхні можуть бути **зовнішніми** і **внутрішніми**.



**Рис. 7.1.** Види фасонних поверхонь:

**а** – тіла обертання; **б** – фасонні поверхні замкнутого контуру; **в** – фасонні поверхні незамкнутого контуру; **г** – фасонні поверхні складного контуру

## 7.1. Обробка фасонних поверхонь поєднаннями поперечної і подовжньої подач різця

Будь-яку фасонну поверхню тіла обертання можна отримати сполученням подовжньої і поперечної подач. За наявності певних навичок, періодично контролюючи заготовку (деталь) шаблоном, токар досить точно може виточити фасонну рукоятку, кулю та інші фасонні деталі. Спосіб обробки поєднанням двох подач хоч і простий, але малопродуктивний і використовується при одиничному виготовленні деталей.

**Інструмент:** прохідні токарні різці.

## 7.2. Обробка фасонних поверхонь фасонними різцями

Фасонні різці належать до групи нестандартних різців. Різці проектуєть для обробки конкретної деталі, тому їх застосування економічно виправдане у великосерійному і масовому виробництвах.

Особливістю фасонних різців є те, що профіль різця відповідає профілю майбутньої деталі. Виготовляють фасонні різці під конкретну деталь, тому вартість різального інструмента для обробки фасонних поверхонь достатньо висока.

➤ **Фасонні різці класифікують за такими ознаками:**

- **за формою:** дискові (круглі), стержневі та призматичні;



Рис. 7.2. Дисковий фасонний різець

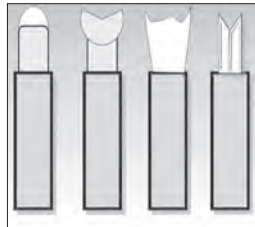


Рис. 7.3. Стержневі фасонні різці

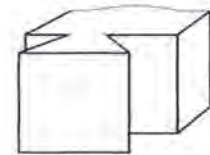


Рис. 7.4. Призматичний фасонний різець

- **за напрямком подачі:** радіальні та тангенціальні;

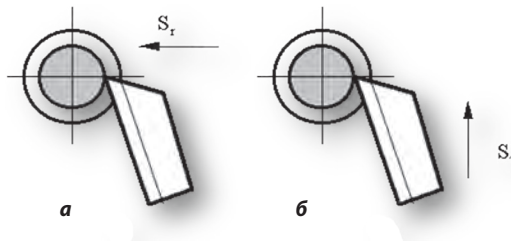
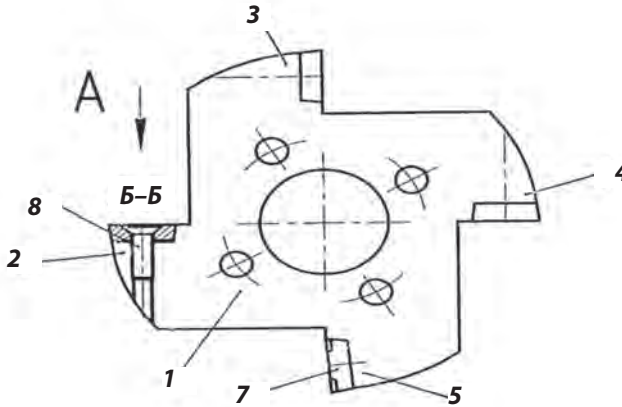


Рис. 7.5. Радіальний (а) та тангенціальний (б) фасонні різці:  
( $S_r$  – радіальна подача різця;  $S_t$  – тангенціальна подача різця)

- **за розташуванням осі отвору або настановної бази різця:** з паралельним або похилим розташуванням;
- **за конструкцією:** цільні або збірні (з пластинами твердих сплавів).

Збірний дисковий фасонний різець містить сталевий корпус з посадковим отвором і різальними лезами з різальними твердосплавними пластинами. Для розширення технологічних можливостей леза виконують з базовими пазами різної форми, в які встановлюють змінні різальні твердосплавні пластини, форма яких відповідає формі згаданих пазів.

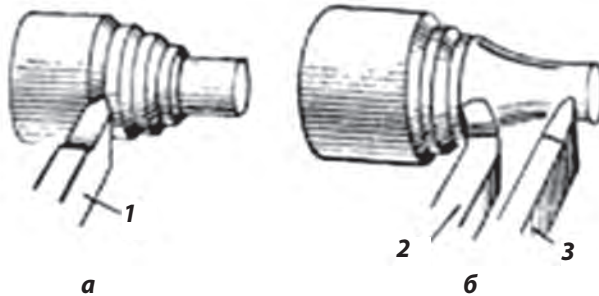


**Рис. 7.6.** Збірний дисковий фасонний різець:

1 – сталевий корпус; 2, 3, 4, 5 – різальні леза; 6 – базові пази;  
7 – різальні пластини; 8 – кріпильні гвинти.

Іноді доводиться обробляти деталі, у яких фасонні поверхні настільки великі, що виготовити для них відповідний фасонний різець з довгою різальною кромкою неможливо. У цих випадках фасонну поверхню обточують іншими способами, зокрема прохідними різцями.

Спочатку різцем 1 за кілька подовжніх проходів деталі надають ступінчасту форму (рис. 7.7. *а*), а потім різцем 2 зрізують вершини ступенів (рис. 7.7. *б*) при одночасній подовжній і поперечній подачах вручну.



**Рис. 7.7.** Обточування фасонної поверхні прохідними різцями:

1, 2, 3 – прохідні різці; *а* – надання заготовці ступінчастої форми;  
*б* – зрізання вершин

Таблиця 7.1.

**ОРІЄНТОВНІ ЗНАЧЕННЯ ПОДАЧІ ПРИ ОБРОБЦІ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ**

<b>Діаметр заготовки, мм</b>	<b>Ширина різця, мм</b>	<b>Значення подачі, мм/об</b>
20	8	0,03–0,09
	10	0,03–0,07
	15	0,02–0,05
25	8	0,04–0,09
	10	0,03–0,085
	15	0,035–0,75
	20	0,03–0,06
40	8	0,04–0,09
	10	0,04–0,085
	15	0,04–0,08
	20	0,04–0,08
	30	0,035–0,07
	40	0,03–0,06
60	8	0,04–0,09
	10	0,04–0,085
	15	0,04–0,08
	20	0,04–0,08
	30	0,035–0,07
	40	0,03–0,06
	50	0,025–0,055

Після цього різцем 3, працюючи з ручними подовжньою і поперечною подачами, за один або кілька проходів поверхні надають остаточної форми, яку перевіряють шаблоном.

Описаний спосіб обробки фасонних поверхонь застосовують за невеликої кількості оброблюваних деталей, оскільки він малопродуктивний і, до того ж, потребує від верстатника великої кваліфікації та уваги.

Перевага цього способу в тому, що він дозволяє користування прохідними різцями. При обточуванні фасонних поверхонь прохідними різцями із застосуванням ручних подач швидкості різання та подачі мають бути приблизно на 20-30 % меншими, ніж при зовнішньому обточуванні циліндричних поверхонь.

Щоб зменшити вібрацію заготовок під час роботи фасонним різцем способом поперечної подачі, попередньо проточують поверхню прохідним різцем, залишаючи невеликий припуск на остаточної обробку фасонним різцем. При фасонній обробці як мастильно-охолоджувальні рідину використовують емульсію або сульфофрезол.

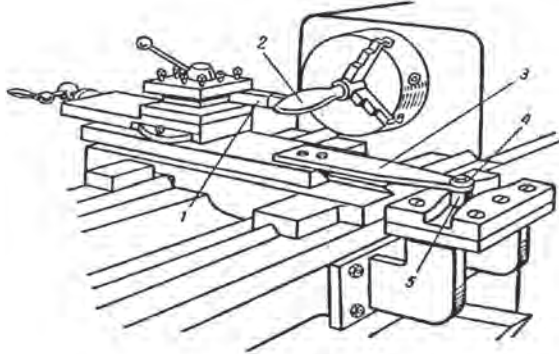


### 7.3. Обробка фасонних поверхонь з використанням пристосувань і копіювальних пристроїв

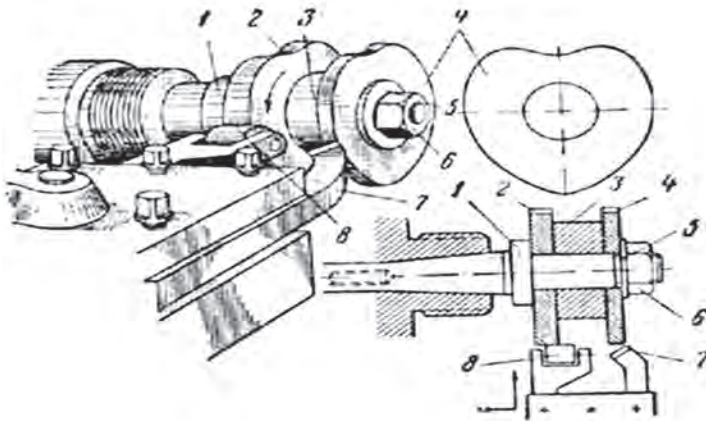
Найбільш простим способом отримання фасонних поверхонь є обробка за копіром. Пристрій для фасонного точіння має копір у вигляді точно обробленої деталі, закріпленої в пінолі задньої бабки.

У супорті, крім різця, закріплюють щуп, який своїм кінцем торкається копіра. Поєднуючи вручну подовжню і поперечну подачі та підтримуючи в зіткненні щуп з копіром, обробляють поверхню заготовки. Вершини щупа і різця повинні бути точно на лінії центрів.

Для обробки деталей типу дискових кулачків, ексцентриків та інших застосовують спеціальні оправки, на яких встановлюють копір, втулку, заготовку і шайбу, яка закріплюють гайкою. У різцетримачі закріплюють державку з роликком і різець. Ролик повинен бути постійно притиснутий до копіру. Для цього роз'єднують супорт з гвинтом поперечної подачі, а замість нього встановлюють валик з пружиною.



**Рис. 7.8.** Обточування фасонної рукоятки за копіром:  
1 – фасонний різець; 2 – деталь; 3 – тяга; 4 – копір; 5 – ролик.



**Рис. 7.9.** Обточування профілю дискового кулачка за копіром:  
1 – спеціальна оправка; 2 – копір; 3 – втулка; 4 – заготовка;  
5 – шайба; 6 – болт; 7 – різець; 8 – ролик.



У серійному виробництві для обробки фасонних поверхонь на токарних верстатах використовують спеціальний гідрокопіювальний супорт замість поперечного супорта.

Прохідний різець одержує подачу  $S_p$  від подовжного супорта верстата і подачу  $S_{zc}$  від рухомої каретки гідросупорта. Подачу  $S_{np}$  супорт одержує від спеціального копіра та слідкувального пристрою гідросупорта. Сума цих рухів забезпечує рух різця за складною траєкторією.

Гідрокопіювальний супорт складається з корпусу гідроциліндра, встановленого з штоком в поперечному супорті і подовжному супортах, завдяки якому різцетримач з різцем рухається в подовжно-поперечному напрямку.

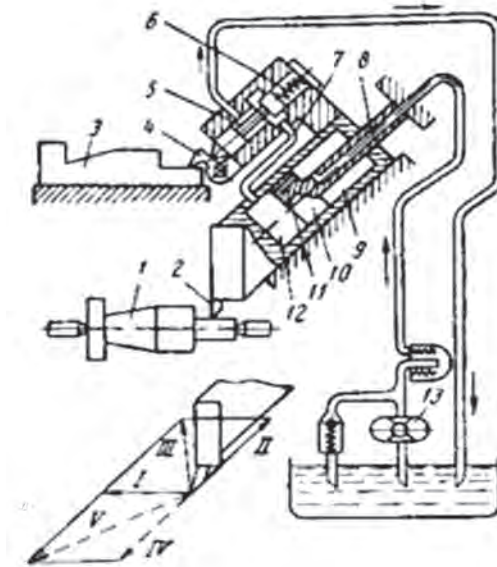


Рис. 7.10. Схема гідрокопіювального супорта:

- |             |                 |                    |
|-------------|-----------------|--------------------|
| 1 – деталь; | 5 – золотник;   | 9, 12 – порожнини; |
| 2 – різець; | 6 – пружина;    | 10 – поршень;      |
| 3 – копір;  | 7 – трубка;     | 11 – отвір;        |
| 4 – щуп;    | 8 – гідроканал; | 13 – насос.        |



### Контрольні запитання

1. Які поверхні називають фасонними?
2. Якими способами на токарних верстатах отримують фасонні поверхні?
3. У чому особливість фасонних різців?
4. Як класифікують фасонні різці за формою?
5. Як класифікують фасонні різці за напрямком подачі?
6. Як класифікують фасонні різці за розташуванню осі отвору?
7. Як класифікують фасонні різці за конструкцією?
8. Назвіть переваги збірних дискових фасонних різців.
9. Що таке копір?
10. При якому типі виробництва використовують гідрокопіювальний супорт?

## 8 ВІКОНАННЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ

### 8.1. Виконання операції полірування

Завдяки поліруванням на токарному верстаті отримують малу шорсткість поверхні (12-й клас). Полірування здійснюють абразивною шкуркою.

**Абразивна шкурка** – це полотно з наклеєним на нього шаром абразивних зерен.

➤ **Залежно від розміру зерен розрізняють шкурки:**

- грубі (№ 654);
- середні (№ 32);
- дрібні (№ 10);
- оздоблювальні (№ 00000).

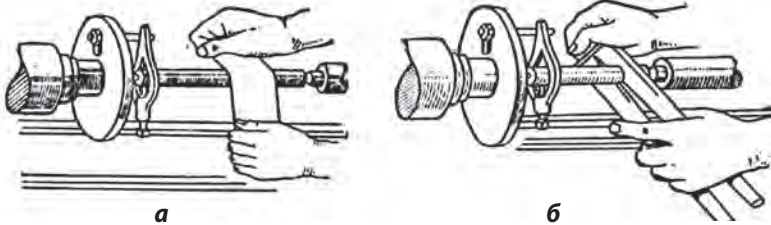


Рис. 8.1. Полірування деталі:

**а** – абразивною шкуркою; **б** – за допомогою затискача

Окружна швидкість при поліруванні шкуркою – 60-70 м /хв.

Під час полірування для запобігання потрапляння абразивного пилу в отвір в патроні його закривають заглушкою з пінопласту, а напрямні станини прикривають брезентовою тканиною.

Обробляючи поверхні з вуглецевих і легованих сталей, ковкого чавуна, застосовують стрічки з абразивним шаром з електрокорунду нормального; жаростійких і легованих сталей – з електрокорунду білого; чавуна, бронзи, алюмінію, пластмаси – з карбїду кремнію.

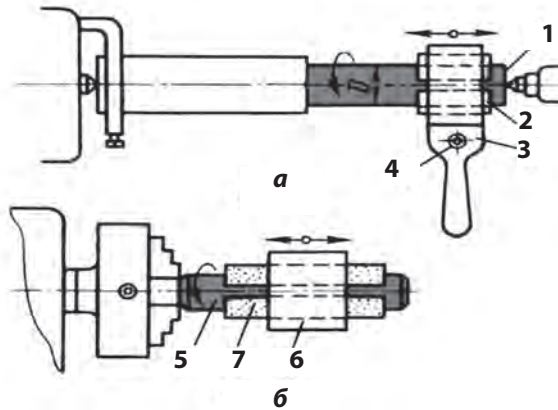
Стрічку з абразивним шаром зернистістю 50-25 використовують для зачищення поверхонь з шорсткістю  $Ra = 12,5-6,3$  мкм, зернистістю 26-16 – з шорсткістю  $Ra = 3,2-1,6$  мкм, зернистістю 16-8 –  $Ra = 0,8$  мкм. При цьому при зернистості 16-10 можна обробляти поверхню з шорсткістю  $Ra = 0,02-0,2$  мкм. Припуск, що знімається, може досягати 0,75-1,5 мм.

### 8.2. Виконання операції притирання

Притирання поверхонь деталей (**ланінг-процес**) застосовують як кінцеву опоряджувальну операцію для отримання чистоти поверхні  $Ra = 0,63-0,01$  мкм і точності 5-6 квалітетів.

Притирання здійснюється з метою забезпечення герметичності з'єднань, підвищення міцності деталей, більш тривалої їх служби тощо.

Операція виконується за допомогою притирів, на поверхні яких наносять абразивно-довідні суміші. Обробку здійснюють на невеликих швидкостях і незначними зусиллями, що усуває значне перенагрівання деталі, а це є гарантією високої якості поверхневого шару.



**Рис. 8.2.** Притирання з використанням дерев'яних державок:

**а** – зовнішньої поверхні; **б** – внутрішньої поверхні; 1 – деталь; 2 – втулка-притир; 3 – затискач; 4 – гайка для затягування притира; 5 – конусна оправка; 6 – деталь; 7 – притир

Відносне переміщення деталі повинно бути таким, щоб абразивні зерна на кожному з ходів рухалися за новою траєкторією. Конструкція і форми притирів визначаються конфігурацією оброблюваної деталі, геометричною формою поверхні, що піддається обробці, і конструкцією верстата, на якому виконується робота.

Для попереднього притирання використовують притири, виготовлені з червоної міді, свинцю або м'яких сплавів, які добре утримують великі абразивні зерна, а кінцеве притирання виконують притирами, виготовленими з перлітного чавуну, який добре втримує дрібнозернистий абразив.

З метою запобігання швидкому зношуванню абразивних зерен, перенагрівання притиру та оброблюваної деталі і покращення якості поверхні притирання здійснюють з використанням змащувальних речовин (гас, газолін, машинне мастило).

### 8.3. Виконання операції накатування рифлень

Циліндричні поверхні рукояток різних вимірювальних приладів, рукоятки головок мікрометричних гвинтів і круглі гайки для зручності користування роблять не гладкими, а рифленими.

Рифлена поверхня називається **накаткою**, а процес її одержання – **накатуванням**.

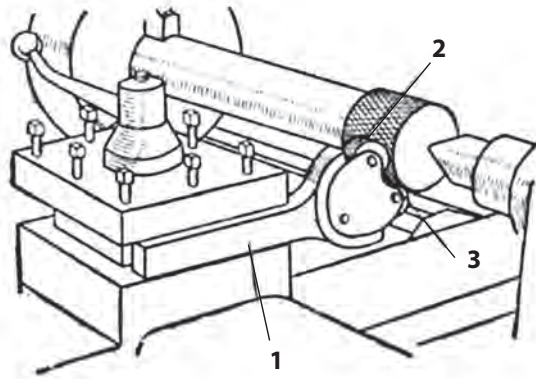


Рис. 8.3. Накатування рифлень: 1 – державка; 2, 3 – ролики

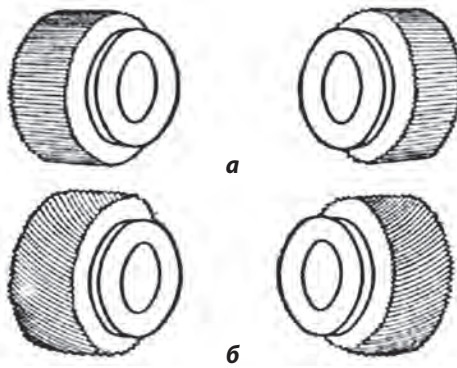


Рис. 8.4. Ролики для прямого (а) та перехресного накатування (б)

Накатуванням одержують прямі, перехресні (сітчасті) та кутові рифлення.

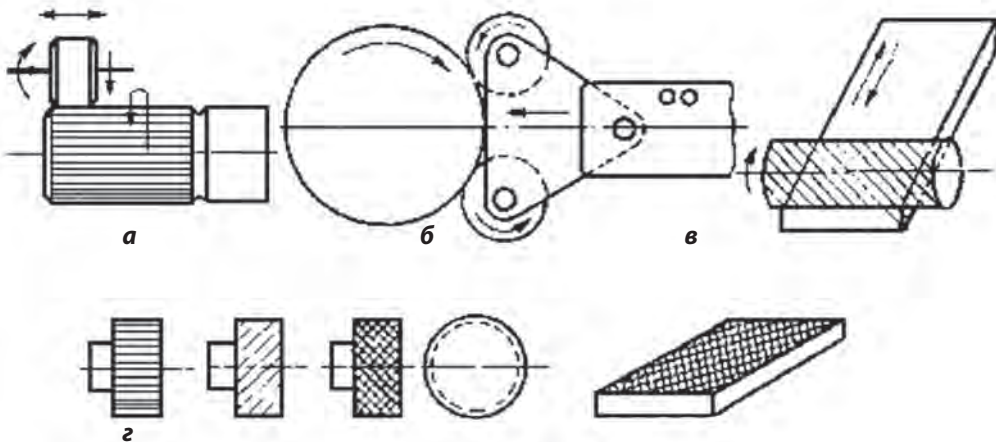


Рис. 8.5. Види рифлень: а – прямі; б – сітчасті; в – кутові; з – зображення рифлень



### Контрольні запитання

1. Яку шорсткість поверхні отримують поліруванням на токарних верстатах?
2. Які абразивні шкурки розрізняють залежно від розміру зерен?
3. Для обробки яких матеріалів використовують абразивні стрічки з абразивним шаром нормального електрокорунду?
4. Для обробки яких матеріалів використовують абразивні стрічки з абразивним шаром електрокорунду білого?
5. Для обробки яких матеріалів використовують абразивні стрічки з абразивним шаром карбїду кремнію?
6. Що таке притирання?
7. Від чого залежить конструкція і форма притирів?
8. З яких матеріалів виготовляють притири?
9. Що таке накатка, з якою метою її виконують?
10. Які види рифлень ви знаєте?

## 9

### НАРІЗАННЯ РІЗЬБ РІЗЦЯМИ

Сучасні токарні верстати дають змогу нарізати різьби з будь-яким кроком. Для цього налаштування верстата здійснюють відповідним перемиканням рукояток керування.

Розташування рукояток керування при налаштуванні верстата на нарізання різьби потрібного кроку встановлюється за таблицями, які прикріплюються до верстата.

Для нарізання нестандартної різьби, коли налаштувати верстат переміщенням рукояток керування неможливо, коробку подач налаштовують «безпосередньо» (механізми коробки подач відключаються), а потрібне передавальне відношення створюється зубчастими колесами, що встановлюються на гітарі.

З цією метою до верстата додається набір змінних зубчастих коліс з числами зубів 20; 25; 30; 35; і т. д. до 120 і спеціальне колесо з числом зубів 127.

Сучасні токарні верстати мають постійні набори зубчастих коліс гітари.

Різьбові різці призначені для нарізання різьб крупних розмірів (з великим діаметром, крупним кроком і довжиною різьби).

Нарізання різьби різцями малопродуктивне, тому цей спосіб використовують у випадках, коли інші засоби застосувати неможливо.

Різьбонарізні різці оснащують пластинами зі швидкорізальної сталі і твердих сплавів. Під час обробки сталевих деталей застосовують різці з пластинами з твердих сплавів марок Т15К6 і Т14К8 (на попередніх операціях), Т30К4 і Т15К6 (на остаточних операціях). При обробці чавунних деталей застосовують різці з пластинами з твердих сплавів марок ВК6М, ВК3М, В2К або ВК4.

### ➤ **Вимоги до різьбових різців:**

- кут профілю та форма вершини повинні відповідати профілю різьби, яка нарізується;
- для тврдосплавних різців кут профілю зменшують на  $30^\circ$ - $60^\circ$ , оскільки підвищена швидкість збільшує цей кут на різьбі;
- передній кут  $\gamma$  для чистових різців дорівнює  $0^\circ$ , для чорнових –  $5^\circ$ - $15^\circ$ . Задній кут  $\alpha$  –  $12^\circ$ - $15^\circ$ ;
- різальні кромки різьбових різців – строго прямолінійні, без зазубрин, заточки різців проводять з обов'язковим доведенням;
- профіль різьбового різця контролюють за допомогою шаблонів.

### **ВСТАНОВЛЕННЯ РІЗЬБОВОГО РІЗЦЯ**

Різьбовий різець встановлюють точно у центр заготовки: установка нижче центру спричиняє спотворення профілю, а установка вище центру – «затирання» різця. Для отримання правильного профілю різьби різець встановлюють за шаблоном.

Шаблон прикладають до заготовки (деталі) на рівні її осі, і різець вводять у профільний виріз. Правильне положення різальних кромek різця перевіряють на «просвіт», потім різець закріплюють і прибирають шаблон.

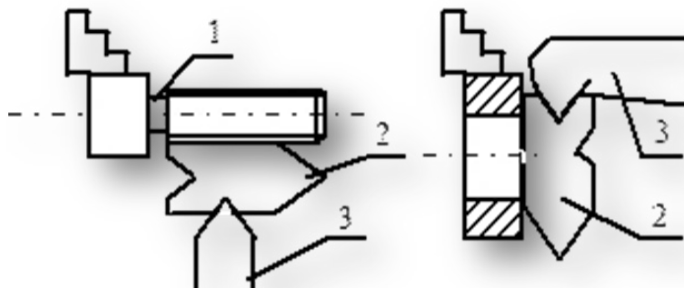


Рис. 9.1. Встановлення різьбового різця за шаблоном: 1 – заготовка; 2 – шаблон; 3 – різець

## **9.1. Підготовка поверхні заготовки під нарізання різьби різцями**

Підготовку поверхні під нарізання різьби проводять обточуванням, свердлінням або розточуванням.

Діаметр стержня під нарізання різьби визначають за формулою:

$$d_{\text{ст.}} = d_{\text{р.}} - 0,2 \text{ (0,3 мм)}$$

$d_{\text{ст.}}$  – діаметр стержня під нарізання, мм

$d_{\text{р.}}$  – діаметр різьби, мм



Діаметр отвору під нарізання різьби визначається за формулою:

$$D_{\text{отв.}} = d_p - P, \text{ мм}$$

$D_{\text{отв.}}$  – діаметр отвору під нарізання, мм

$d_p$  – діаметр різьби, мм

$P$  – крок різьби, мм

Для виходу різця в кінці ділянки роблять канавку шириною 2-3 кроки і глибиною трохи більше висоти профілю різьби.

Іноді різець швидко відводять назад, не роблячи попередньої канавки. При цьому отримують збіг різьби.

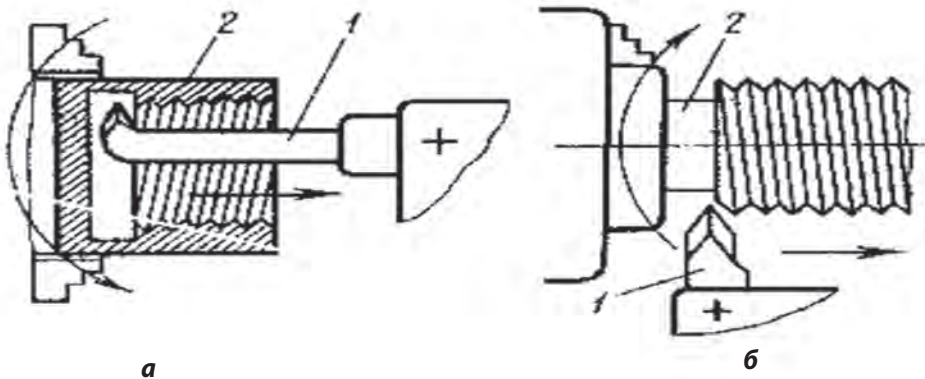


Рис. 9.2. Канавки для виходу різьбових різців: **а** – внутрішня різьба; **б** – зовнішня різьба

## 9.2. Налаштування токарного верстата на нарізання різьби

Для нарізання різьби різцем ланцюг руху подач повинен бути налаштований таким чином, щоб за кожний оборот шпинделя і деталі супорт перемістився подовжньо на крок різьби.

### ➤ **Визначення передаточного відношення:**

$$i = P_p / P_x$$

$i$  – величина передаточного відношення

$P_p$  – крок різьби

$P_x$  – крок ходового гвинта

### ➤ **Підбір числа зубців змінних коліс:**



$$i_{n.n.} = \frac{Z_1}{Z_2} \quad i_{c.n.} = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$$

$i_{n.n.}$  – передаточне відношення простого руху

$i_{c.n.}$  – передаточне відношення складного руху

$Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$  – кількість зубців зубчастих коліс

➤ **Перевірка зубчастих коліс на зчеплення:**

$$Z_1 + Z_2 \geq Z_3 + 15$$

$$Z_3 + Z_4 \geq Z_2 + 15$$

$Z_1, Z_2$  – кількість зубців провідних коліс

$Z_3, Z_4$  – кількість ведених коліс

До токарно-гвинторізних верстатів на замовлення додають набори зубчастих коліс, число зубців яких ділиться на 5...20; 25; 30; 35...до 120. Ці набори називаються **п'ятковими**.

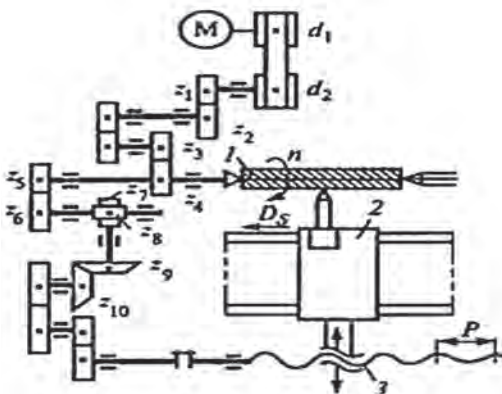
У набір зубчастих коліс для нарізання різьби також входить колесо з кількістю зубців 127. Це колесо використовують при нарізанні дюймової різьби.

При виконанні підбору простого або складного руху з двох (чотирьох) коліс, їх зчіплюють паразитним колесом, а необхідний напрямок обертання ходового гвинта встановлюють за допомогою реверса.

**Виконання різьби різцем.** Різьбу різцем здійснюють за кілька робочих ходів;

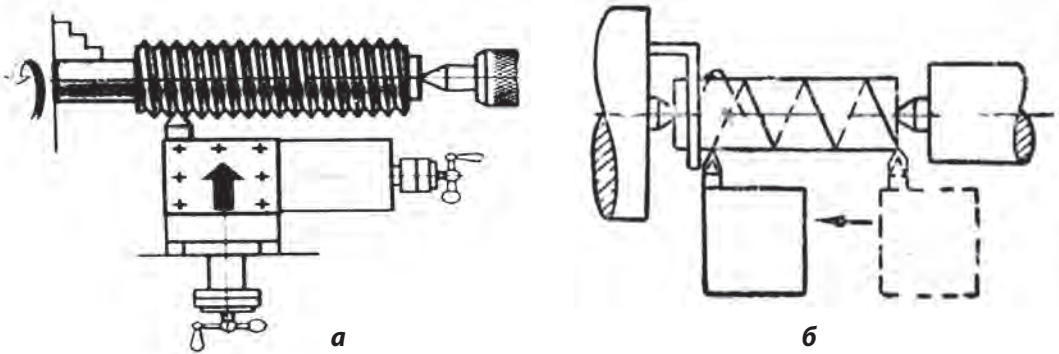
після кожного робочого ходу різець виводять з канавки, супорт повертають у вихідне розташування і знову починають робочий хід.

Число робочих ходів і глибина врізання для кожного робочого ходу залежать від кроку нарізання різьби і матеріалу різьбового різця. Наприклад, для різьби з кроком 2-3 мм (9-7 ниток на 1") при нарізанні різцем Р6М5 рекомендується п'ять-шість чорнових робочих ходів і три чистових, при нарізанні твердосплавним різцем – три чорнових і два чистових. Число робочих ходів визначають за довідником.



**Рис. 9.3.** Спрощена схема передачі руху від шпинделя до ходового гвинта

1 – заготовка; 2 – супорт; 3 – ходовий гвинт;  
 $d_1, d_2$  – діаметри шківів;  $P$  – крок ходового гвинта;  $Z_1 \dots Z_{10}$  – шестерні;  $n$  – частота обертання заготовки;  $D_s$  – напрямок руху подачі



**Рис. 9.4.** Схема нарізання зовнішньої різьби:

**а** – схема руху інструмента і заготовки; **б** – нарізання однозаходної різьби різцем

Різьбу нарізають за кілька проходів, кількість яких залежить від розмірів різьблення. Наприклад, для різьби з кроком 2-3 мм роблять 7-10 проходів. Останні три проходи – чистові, їх виконують зі зменшенням глибини врізання.

Швидкість різання залежить від оброблюваного матеріалу і матеріалу різьбового різця. При обробці сталі швидкорізальними різцями вона становить 20-35 м/хв, при обробці чавуну – 10-15 м/хв, при обробці твердосплавними різцями – відповідно 100-150 і 40-60 м/хв. Для чистових проходів швидкість різання збільшують в 1,5-2 рази. Для здійснення внутрішньої різьби швидкість знижують на 20-30 %.

При нарізанні довгої різьби доцільно повертати супорт у початкове розташування вручну або автоматичною подачею (прискореним переміщенням каретки) при розімкнутій рознімній гайці. Однак при цьому виникає необхідність забезпечити потрапляння нарізного різця в нитку різьблення після кожного робочого ходу.

Якщо крок ходового гвинта ділиться без залишку на крок різьблення (різьблення «парне»), то різець буде потрапляти в нитку при включенні рознімної гайки в будь-якому положенні супорта. Якщо різьблення «непарне» і крок ходового гвинта не ділиться на крок різьблення без залишку, то супорт повертають у вихідне положення при прискореному зворотному обертанні шпинделя.

При поверненні супорта в початкове положення зворотним ходом у з'єднанні гвинтової пари (ходового гвинта і рознімної гайки) утворюється люфт (зазор). Для усунення люфту між ходовим гвинтом і рознімною гайкою перед кожним новим робочим ходом різець відводять на два-три кроки за межі нарізної ділянки і потім починають виконання нового робочого ходу.

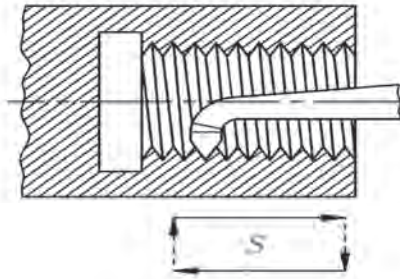


Рис. 9.5. Схема нарізання внутрішньої різьби

### ПОСЛІДОВНІСТЬ НАРІЗАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РІЗЬБИ РІЗЦЕМ

Під час нарізання внутрішніх різьб застосовують ті ж прийоми установки та вивірки різьбових різців, виконання попередніх й остаточних проходів, що й при нарізанні зовнішньої різьби:

1. Установити заготовку в самоцентруючий патрон.

Попередньо обробити торець і отвір заготовки для нарізання внутрішньої трикутної різьби, застосувавши для цього розточний упорний різець з головним кутом у плані  $\varphi = 95^\circ$ .

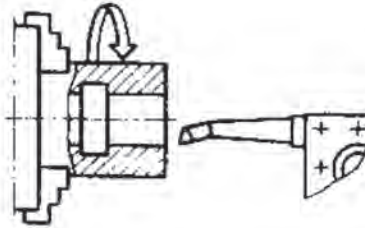


Рис. 9.6. Попередня обробка торця та отвору перед нарізанням різьби

2. Налаштувати верстат на крок різьби і на необхідну частоту обертання шпинделя.

3. Установити і закріпити різьбовий різець в різцетримачі за шаблоном, нанести на різці крейдою риску **A** на відстані від вершини головки, що дорівнює довжині різьби.

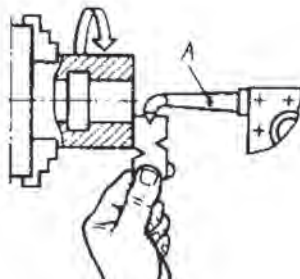


Рис. 9.7. Встановлення різьбового різця за шаблоном

4. Установити різець на врізання для першого проходу. Для цього запустити верстат і підвести різець, щоб вершина його головки доторкнулася до поверхні отвору заготовки.

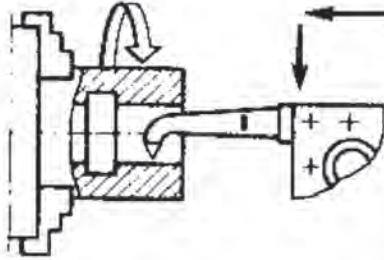


Рис. 9.8. Доторк вершини головки різьбового різця поверхні отвору заготовки

5. Зупинити верстат і відвести різець вправо від торця заготовки на 10 ... 15 мм. За допомогою руху поперечної подачі подати різець на необхідну глибину різання (0,1 ... 0,5 мм), потім лімб встановити на нульову поділку.

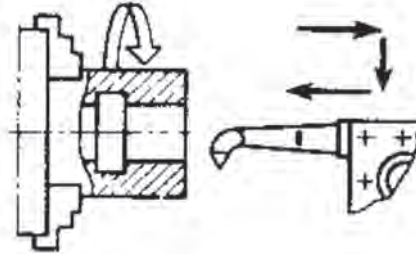


Рис. 9.9. Встановлення різця на необхідну глибину різання

6. Для здійснення першого проходу запустити верстат і включити роз'ємну гайку. Коли риска **A** на різці почне наближатися до торця, зупинити верстат, обертанням гвинта поперечної подачі відвести різець від оброблюваної поверхні та включити верстат на зворотне обертання шпинделя. Потім зупинити верстат при виході різця з отвору на 10...15 мм від торця і зворотною поперечною подачею перемістити різець у вихідне робоче положення, поставивши лімб на попередню нульову поділку.

7. Подати різець на врізання по лімбу на 0,1 ... 0,3 мм, виконати другий і наступний проходи до отримання необхідних розмірів.

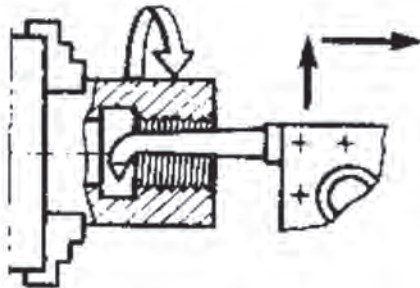


Рис. 9.10. Виконання першого проходу

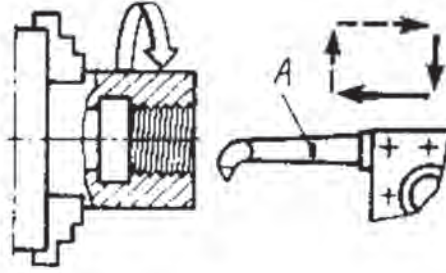


Рис.9.11. Виконання різьбових проходів

8. Перевірити параметри нарізаної різьби відповідними калібр-пробками.
9. При нарізанні обов'язково застосовувати змащувально-охолоджувальну рідину.

### 9.3. Нарізання трикутної та трапецевидної різьби

Прямокутні та трапецевидні різьби належать до ходових різьб і слугують для передачі руху у механізмах, верстатах, пристроях.

#### ➤ **Особливості нарізання:**

- прямокутні та трапецевидні різьби застосовують для передачі руху та відносять до групи ходових різьб. Їх параметри точності і чистоти обробки повинні бути вищими, ніж у кріпильних різьбах;
- для виконання таких різьб необхідна більш висока кваліфікація токаря;
- токарні верстати повинні бути точніше відрегульованими;
- особливістю ходових різьб є наявність у них більш великих кроків і, отже, великих кутів підйому. Тому прямокутні і трапецевидні різьби здебільшого нарізають послідовно кількома різцями, установка і заточка яких залежать від кута підйому різьби;
- особливістю ходових різьб також є підготовка поверхонь заготовок під нарізання різьби. Завдяки відсутності гострих вершин у таких різьб певне видавлювання металу при прорізанні гвинтової канавки спостерігається тільки у вигляді появи невеликих задирок на зовнішніх куточках профілю, які зазвичай видаляють наприкінці нарізання напилком;
- чистові різці для прямокутних і трапецевидних різьб заточують і доводять за шаблонами відповідно до кроку різьби.

Щоб уникнути спотворення профілю різьби, передні кути чистових різців приймають за рівні  $0^\circ$ . Головний задній кут роблять у межах  $\lambda = 6 - 8^\circ$ . Бічні задні кути залежать від величини і напрямку кута підйому різьблення.

Перевірку різьб у процесі обробки проводять шаблонами. Шаблон своїм виступом встановлюють у проріз іншої канавки і розташовують в осевій площині. Якістю його прилягання до сторін профілю канавки перевіряють придатність різьби.

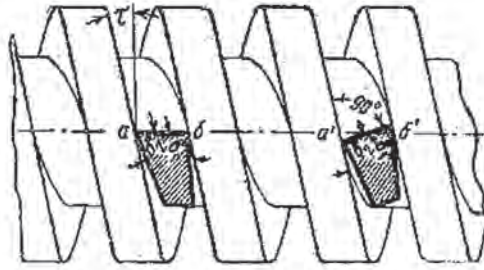


Рис. 9.12. Встановлення різця для нарізання прямокутної різьби

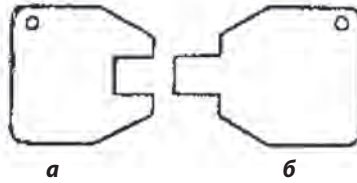


Рис. 9.13. Шаблон для контролю прямокутних різьб:  
а – для заточування різця; б – для перевірки профілю прямокутної різьби

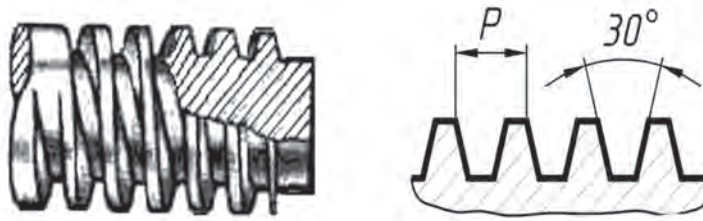


Рис. 9.14. Профіль трапецевидної різьби

## 9.4. Швидкісне (вихрове) нарізання різьби

Вихровий спосіб нарізання різьби застосовують в обробці деталей з трапецевидною різьбою в умовах серійного та масового виробництва.

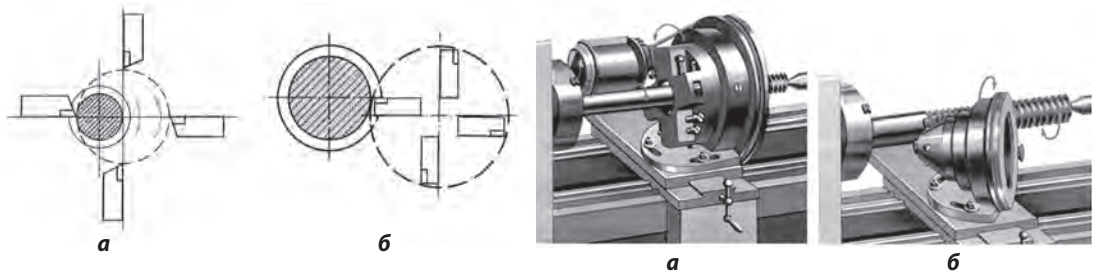


Рис. 9.15. Нарізування різьби вихровим способом:  
а – внутрішнім торканням; б – зовнішнім торканням



➤ **Вихрове нарізання різьби здійснюється наступним чином:**

- заготовку закріплюють у центрах або в патроні і надають їй повільного обертання;
- різьбовий різець встановлюють у спеціальній головці, розміщеній на супорті верстата;
- головку, що обертається від спеціального приводу, розташовують ексцентрично відносно осі заготовки;
- при обертанні головки різець робить рух по колу, стикуючись з заготовкою один раз за кожен оборот головки, і вирізає в ній канавку, що має відповідний профіль різьби;
- головка рухається уздовж осі заготовки на величину, яка дорівнює кроку різьби за кожен її оберт;
- вихрове нарізання різьби може здійснюватися з внутрішнім або з зовнішнім дотиканням;
- при вихровому нарізанні швидкість різання, відповідна швидкості обертання різця, приймається в межах  $V_p = 150 \dots 450$  м/хв, кругова подача  $S_{кр.} = 0,2 \dots 0,8$  мм/об.

## 9.5. Брак під час нарізання різьби

Вид браку	Причина	Заходи запобігання
Неточний крок різьби	Неправильне налаштування верстата на крок	Перевірити за таблицею коробки подач налагодження кроку, перевірити розрахунок і добір зубчастих коліс
Неповний профіль різьби	Неправильне встановлення величини врізання	Ретельно встановити величину врізування для останнього проходу (контроль по першій пробній деталі)
Неправильний кут профілю різьби	Неправильно заточений різець	Переточити різець (контроль за шаблоном або кутоміром)
	Різець установлений не по центру деталі	Установити різець по центру
	«Розбивка» профілю різьби при швидкісному нарізанні	Зменшити кут профілю на 20-30'



Вид браку	Причина	Заходи запобігання
Витки різьби не перпендикулярні до осі деталі	Різець установлений не перпендикулярно до осі заготовки	Перевірити установлення різця за шаблоном
Незадовільна чистота різьбової поверхні	Велика глибина різання на останньому проході	Збільшити кількість проходів, зменшити глибину різання останнього проходу
	Працюють обидві кромки різця	Заточити різець для роботи однією кромкою, здійснювати врізування під кутом $\epsilon/2$
	Затупився різець	Заточити й довести різець
		Зменшити швидкість різання, застосувати високоякісне мастило



### Контрольні запитання

1. Назвіть вимоги до різьбових різців.
2. Які є правила встановлення різьбових різців на токарних верстатах?
3. У чому полягає підготовка зовнішньої поверхні під нарізання різьб різцями?
4. Як відбувається підготовка внутрішньої поверхні під нарізання різьб різцями?
5. Розкажіть про особливості нарізання прямокутних і трапецевидних різьб.
6. Яка послідовність нарізання різьб різцями?
7. Опишіть налаштування токарного верстата на крок різьби.
8. Які є особливості швидкісного (вихрового) нарізання різьби?

10

## ОСВОЄННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ

### 10.1. Види виробництва та виробничий процес

**Тип виробництва** – сукупність ознак, що визначають організаційно-технічну характеристику виробничого процесу, здійснюваного на одному або багатьох робочих місцях у масштабі ділянки, цеху, підприємства. Тип виробництва багато в чому визначає форми спеціалізації і методи організації виробничих процесів.

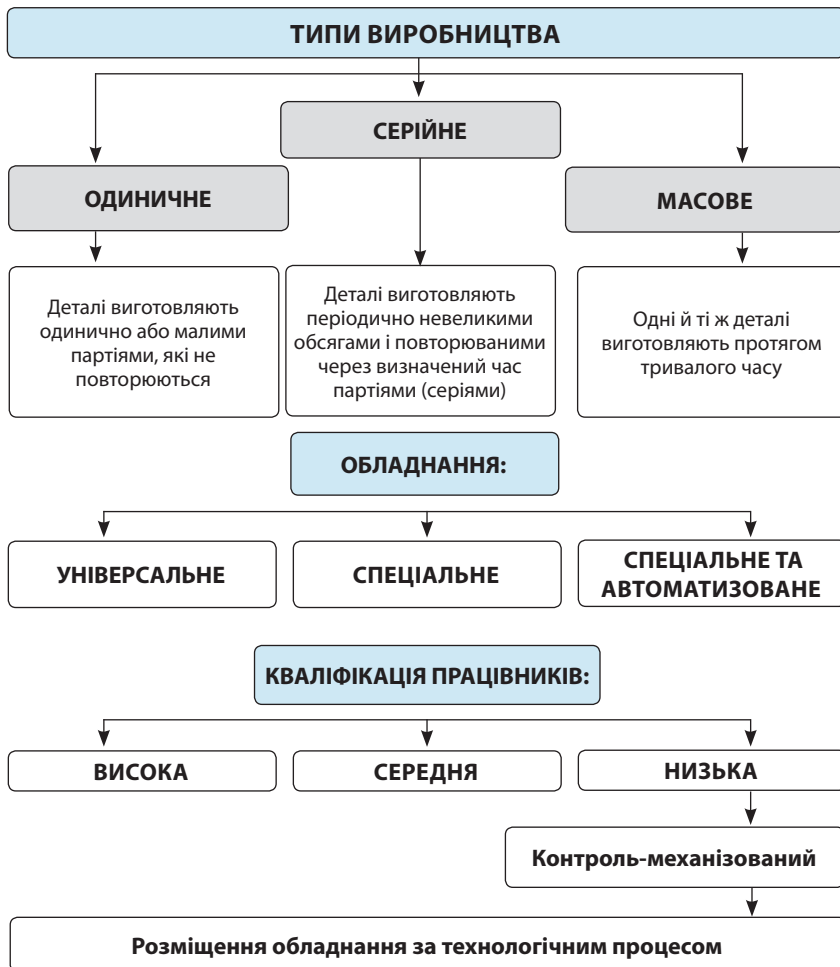
➤ **Основою класифікації типів виробництва є такі чинники:**

- широта номенклатури;
- обсяг випуску;
- ступінь сталості номенклатури;
- характер завантаження робочих місць і їх спеціалізація.

Виробничий процес, що здійснюється на машинобудівному заводі, є частиною загального виробничого процесу і називається **виробничим процесом у машинобудуванні**.

➤ **Основні етапи виробничого процесу:**

- отримання заготовок та різні види їх обробки;
- контроль якості виготовленої деталі або напівфабрикату;
- транспортування;
- зберігання на складі;
- складання з окремих деталей машини;
- випробування машини, регулювання, фарбування, обробка та пакування.



➤ **Кожному типові виробництва відповідають:**

- вид використовуваного устаткування;
- технологія і форми організації виробництва;
- види рухів предметів праці, виробнича структура підприємства (цеху, ділянки) та інші особливості.

**Одиничний тип виробництва** характеризується широкою номенклатурою виробів і випуском малих обсягів однакових виробів, повторне виготовлення яких, як правило, не передбачається. Це унеможлиблює постійне закріплення операцій за окремими робочими місцями. Спеціалізація таких робочих місць обумовлена тільки їх технологічною характеристикою і обсягами оброблюваних виробів.

За цього типу виробництва застосовують універсальне устаткування і переважно послідовний вид руху партій деталей операціями технологічного процесу. Підприємства мають складну виробничу структуру, а цехи спеціалізовані за технологічним принципом.

**Серійний тип виробництва** спеціалізується на виготовленні обмеженої номенклатури виробів порівняно невеликими обсягами і повторюваними через визначений час партіями (серіями).

Залежно від кількості операцій, що закріплені за кожним робочим місцем, регулярності повторення партій виробів і їх обсягу розрізняють три підтипи (види) серійного виробництва:

- дрібносерійне;
- середньoserійне;
- великoserійне.

**Дрібносерійне виробництво** тяжіє до одиничного: вироби випускають малими серіями широкої номенклатури, повторюваність виробів у програмі заводу або відсутня, або нерегулярна, а розміри серій не є постійними; підприємство увесь час освоює нові вироби і припиняє випуск раніше освоєних. За робочими місцями закріплена широка номенклатура операцій.

Устаткування, види рухів, форми спеціалізації та виробнича структура такі самі, як і при одиничному типі виробництва.

**У середньoserійному виробництві** випуск виробів здійснюють досить великими серіями обмеженої номенклатури; серії повторюються з певною регулярністю за періодом запуску і кількістю виробів у партії; річна номенклатура все-таки ширша, ніж номенклатура випуску в кожному місяці. За робочими місцями закріплена більш вузька номенклатура операцій.

Устаткування універсальне і спеціальне, вид руху предметів праці – паралельно-послідовний. Підприємства мають розвинуту виробничу структуру, заготовочні цехи та спеціалізуються за технологічним принципом, а в механоскладальних цехах створюються предметно-замкнуті ділянки.

**Великосерійне виробництво** тяжіє до масового. Вироби виготовляють великими серіями обмеженої номенклатури, а основні або найважливіші випускають постійно і безперервно. Робочі місця мають вужчу спеціалізацію.

Устаткування переважно спеціальне, види рухів предметів праці – паралельно-послідовний і паралельний. Підприємства мають просту виробничу структуру, оброблювальні і складальні цехи спеціалізовані за предметним принципом, а заготовочні – за технологічним.

**Масовий тип виробництва** характеризується випуском вузької номенклатури виробів протягом тривалого періоду часу і великим обсягом зі стабільною повторюваністю. За робочими місцями закріплена вузька номенклатура операцій.

Усі вироби номенклатури підприємства виготовляють одночасно і паралельно. Кількість найменувань виробів у річній і місячній програмах збігаються.

Устаткування спеціальне, вид руху предметів праці – паралельний. Цехи і ділянки спеціалізовані переважно за предметним принципом. Підприємства мають просту і чітко визначену виробничу структуру.

## 10.2. Основні елементи технологічного процесу

**Виробничий процес** – сукупність усіх дій методів виготовлення і засобів праці на підприємстві для виробництва або ремонту виробів.

### ➤ **Виробничий процес передбачає:**

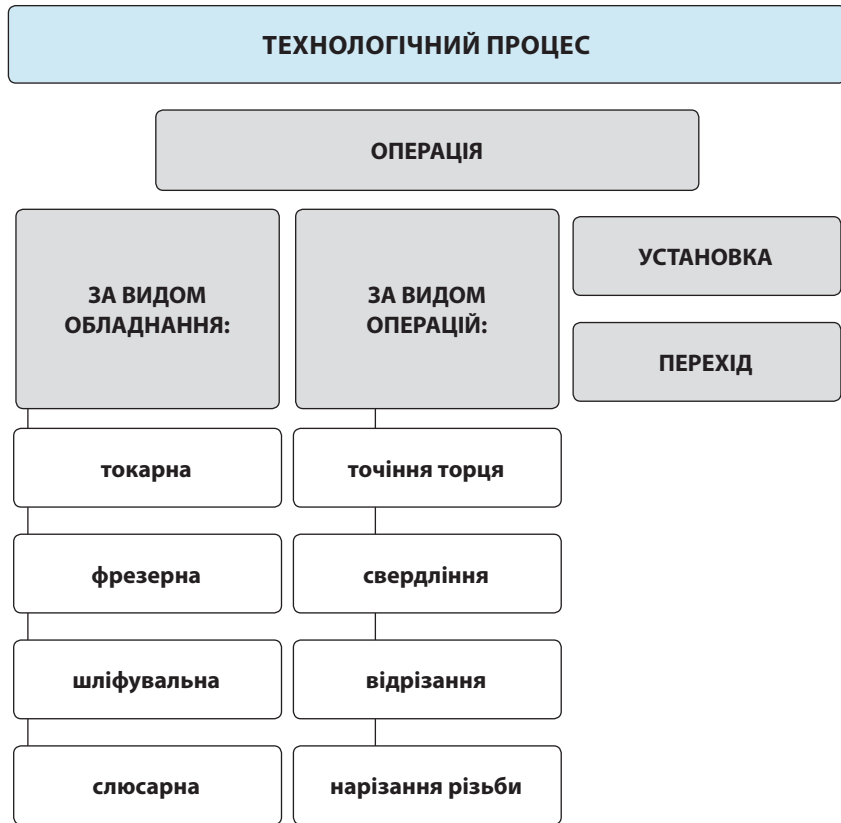
- технологічну підготовку виробництва;
- отримання, зберігання і переміщення матеріалів і заготовок;
- різні види обробки;
- збирання виробів і контроль якості.

**Технологічний процес** – частина виробничого процесу, що полягає у цілеспрямованих діях на зміну і подальше визначення стану засобів праці (заготовки і виробів).

Засобами виконання технологічного процесу є технологічне обладнання й оснащення та налагодження.

### ➤ **Технологічний процес ділять на частини, або елементи:**

- операції;
- установки;
- переходи і проходи, що відрізняються між собою обсягом виконуваних робіт.



**Операція** – частина технологічного процесу з обробки однієї або одночасно декількох деталей, яка виконується безперервно. Нова операція починається, коли робітник, закінчивши одну і ту ж частину обробки всієї партії деталей, переходить до їх подальшої обробки.

Кількість операцій у технологічному процесі залежить від складності деталі та обсягу виготовленої партії. Так, наприклад, якщо токар обробляє тільки одну деталь на одному верстаті, то всі дії над нею будуть доставляти одну операцію. Якщо ця деталь обробляється послідовно на декількох верстатах, то технологічний процес буде складатися з відповідної кількості операцій.

**Установ** – дії, пов'язані з наданням заготовці визначеного положення на верстаті. Проте з технологічної точки зору установом називається частина операції, виконувана за одне закріплення оброблюваної деталі, тобто всі дії з обробки деталі, що виконуються за одне її закріплення в пристосуванні.

За один установ кілька поверхонь деталі можуть обробляти різними різальними інструментами і з різними режимами різання. Тому установ ділять на більш дрібні частини – **переходи**.

**Перехід** – частина установки з обробки однієї поверхні одним різальним інструментом за певного режиму різання. Під час багатоінструментної роботи в поняття одного переходу включають обробку декількох поверхонь кількома інструментами за один рух супорта.

Кожну поверхню деталі можна обробити за один або кілька робочих рухів інструмента залежно від величини припуску і жорсткості заготовки. Тому частину переходу, яка виконується за один рух інструмента в напрямку подачі, прийнято називати **проходом**. Він, так само як і перехід, характеризується незмінністю оброблюваної поверхні, інструмента і режиму різання.

### ПОЧАТКОВІ ДАНІ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ НА МЕТАЛОРІЗАЛЬНОМУ ВЕРСТАТІ

#### ➤ **Вихідні дані для побудови технологічного процесу:**

- креслення деталі й технічні вимоги до її виготовлення;
- рід і розміри заготовки, з якої має бути виготовлена деталь;
- кількість деталей, які слід виготовити;
- дані про технологічні можливості верстата, на якому заплановано виготовити деталь.

Побудову технологічного процесу починають з вивчення вихідних даних.

### ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ПОБУДОВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Технологічний процес є основою організації виробництва. Залежної від змісту технологічного процесу визначають кількість необхідного обладнання і робочої сили для виконання програми з випуску деталей. Технологічний процес пов'язує між собою всі ланки виробництва. Тому точне дотримання технології, оформленої у вигляді технологічних карт, є необхідною умовою правильної організації виробництва. Технологічний процес – це закон, який не можна порушувати. Він має забезпечувати найбільш економічно вигідне виготовлення деталей відповідно до зазначених у кресленні технічних вимог.

## 10.3. Основні відомості про базування

**Базування** – це надання заготовці необхідного положення щодо різального інструмента перед її механічної обробкою. Заготовки, як відомо, перед обробкою встановлюють у пристроях.

Під час обробки партії заготовок необхідно, щоб кожна наступна заготовка розташовувалась у пристрої так само, як і попередня. Це потрібно для того, щоб після обробки усі деталі мали однакові розміри.

Якщо заготовку розташувати щодо інструмента в різних положеннях, то вказаний на кресленні деталі розмір отримати із зазначеною точністю буде неможливо. Заготовка в просторі (тривимірній системі координат) має 6 рухів:

- три поступальних вздовж трьох осей;
- три обертальних навколо трьох осей.

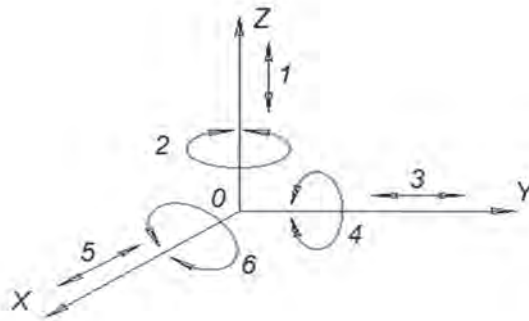


Рис. 10.1. Види рухів заготовки у просторі

Отже, для того щоб заготовки розташувалися відносно інструмента в однаковому положенні, їх необхідно перед обробкою встановити у пристроях так, щоб вони позбувалися необхідної кількості рухів.

У конструкторській практиці існує так зване **правило шести точок**: для того щоб унеможливити усі рухи заготовки у просторі, її необхідно встановити на 6 опорних точок.

Якщо заготовка позбавлена усіх шести рухів, то таке її базування (розташування у просторі) називається **повним**. В інших випадках базування заготовки є неповним. Практика показує, що заготовці не завжди потрібне повне базування у пристрої.

### БАЗИ. КЛАСИФІКАЦІЯ БАЗ

Поверхні заготовки, в які вона встановлена в пристрої, називаються **базовими** (або **базами**).

Базою може бути не лише поверхня заготовки. Це можуть бути лінії (циліндрична заготовка встановлена у призму), а також точки заготовки (встановлена на плоскій поверхні куля).

**База** – поверхні, лінії, точки заготовок, які використовують для базування.

➤ **Залежно від того, скількох рухів позбавляє заготовку та чи інша база (поверхня, лінія чи торець), бази поділяються на:**

- установчі;
- напрямні;
- опорні;
- подвійні напрямні;
- подвійні опорні.



**Установчими базами** називають поверхні заготовок, завдяки яким вони при базуванні позбуваються трьох рухів – одного поступального уздовж однієї з осей координат і двох обертальних навколо двох інших осей.

**Направляючими базами** називаються поверхні заготовок, завдяки яким вони при базуванні позбуваються двох рухів – одного поступального уздовж однієї осі та одного обертального навколо іншого.

**Опорні бази** – це поверхні заготовок, завдяки яким вони при базуванні позбуваються одного поступального руху уздовж однієї осі (або обертального навколо однієї осі).

**Подвійні напрямні бази** – це поверхні заготовок, завдяки яким вони при базуванні позбуваються чотирьох рухів – двох поступальних уздовж двох осей та двох обертальних навколо цих осей.

**Подвійні опорні бази** – це поверхні заготовок, завдяки яким вони при базуванні позбуваються двох поступальних рухів уздовж двох осей.

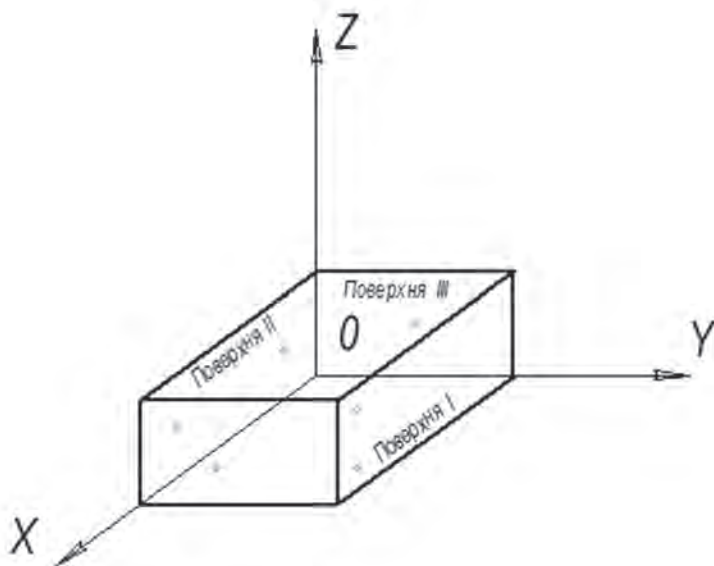


Рис. 10.2. Призматична заготовка, встановлена на шість опорних точок

### КЛАСИФІКАЦІЯ БАЗ ЗА ЇХНІМ ПРИЗНАЧЕННЯМ

➤ **За призначенням бази поділяють на:**

- технологічні;
- конструкторські;
- вимірювальні.

**Технологічними базами** називають поверхні (лінії, точки) заготовок, за якими визначається розташування заготовок щодо різального інструмента у процесі їх механічної обробки.

**Конструкторськими базами** називають поверхні деталей, за якими визначається їхнє розташування у вузлі машини.

**Вимірвальними базами** називають поверхні (лінії, точки) заготовок, від яких здійснюють вимірювання розміру, що виконується.

### КЛАСИФІКАЦІЯ БАЗ ЗА ЇХ ВИДИМІСТЮ

#### ➤ **За видимістю (проявленням) бази поділяються на:**

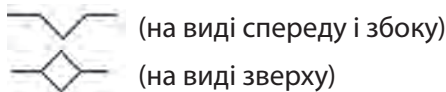
- видимі (явні);
- невидимі (уявні).

Прикладом невидимої (уявної) бази є вісь циліндричної деталі.

### СХЕМА БАЗУВАННЯ

**Схема базування** – це графічне зображення опорних точок на базах заготовки, а також теоретичне базування заготовки у пристрої, що проектується.

Від реального базування теоретичне відрізняється тим, що реальні опори пристрою на схемі базування зображуються опорними точками у вигляді умовних позначок:



#### ➤ **Схема базування виконується за конструктивними правилами:**

- кількість проєкцій заготовки на схемі базування має бути достатньою, для того щоб мати чітке уявлення про розташування опорних точок на базах;
- усі опорні точки на схемі базування нумерують арабськими цифрами. Нумерація розпочинається з тієї поверхні (бази), де опорних точок найбільше;
- якщо на будь-якій з проєкцій опорні точки накладаються одна на одну, то зображують одну, а підписують обидві.

### ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ БАЗУВАННЯ ПРИЗМАТИЧНОЇ І ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЗАГОТОВОК

Призматична заготовка має повне базування (встановлена на 6 опорних точок):

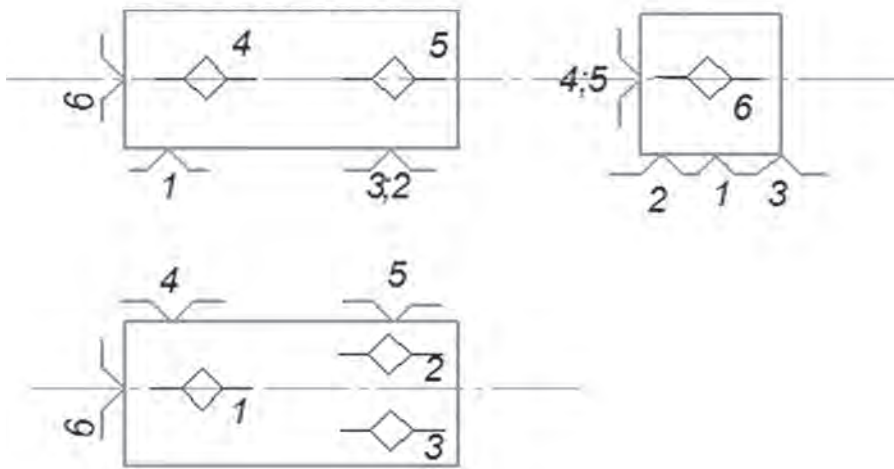


Рис. 10.3. Встановлення заготовки на шести опорних точках: 1...6 – опорні точки

Циліндрична заготовка встановлена в призму і має упор у торець:

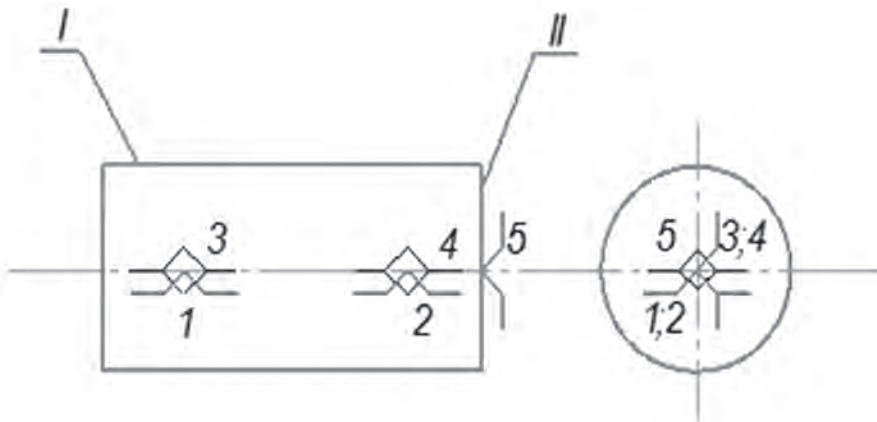
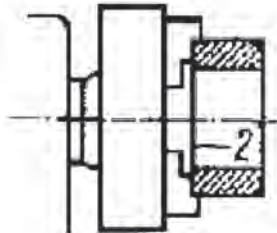


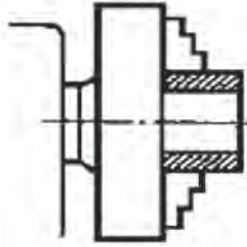
Рис. 10.4. Встановлення заготовки в призму: I, II – бази; 1...5 – опорні точки

### ВИДИ ОСНОВНИХ УСТАНОВЧИХ БАЗ

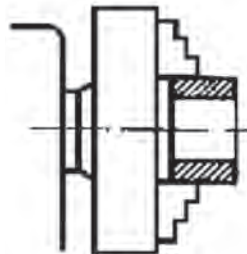
#### 1. Зовнішня циліндрична поверхня і торець:



## 2. Зовнішня циліндрична поверхня (торцева поверхня патрона):

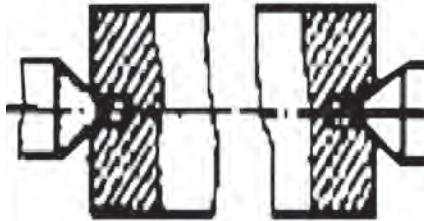


## 3. Внутрішня циліндрична поверхня і торець деталі:



### ДОПОМІЖНІ УСТАНОВЧІ БАЗИ

Допоміжними технологічними базами можуть бути центрові гнізда вала, який обробляється в центрах.



#### ➤ **Вибираючи чорнові установчі бази, керуються такими основними правилами:**

- базові поверхні мають бути за змогою рівними та чистими (не треба, наприклад, приймати за бази поверхні, на яких розташовуються ливники, випори, задирки та лінії рознімання моделей);
- базові поверхні не повинні змінюватися відносно інших поверхонь (не варто, наприклад, обрати за базу поверхню ливного отвору, оскільки його положення може змінюватися);
- за бази рекомендується обирати поверхні з мінімальними припусками або такі, що взагалі не піддаються обробці. Перевстановлюючи заготовку, чорнові бази замінюють чистовими.

Як чистову установчу базу треба обирати основні бази, що забезпечують більшу точність обробки, яку варто вести з дотриманням принципу постійності баз, при цьому прагнути сполучати установчі та вимірювальні бази.

### ПРАВИЛА ПОБУДОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Якщо деталі виготовляють поштучно, то переходи об'єднують в установи, оскільки весь процес складається з однієї операції. При поштучному виготовленні деталей переходи об'єднують в установи на основі загального принципу: необхідно прагнути виконати всю обробку за два установи.

У першу установку включають переходи з обробки поверхонь заготовки, доступних для обробки при встановленні з одного боку. У другу установку включають переходи з обробці поверхонь заготовки, розташованих з іншого боку. Переходи з обробки поверхонь, до яких висувають високі вимоги щодо точності взаємного розташування, включають в одну установку.

Послідовність побудови технології обробки деталей при побудові технологічних процесів поштучного виготовлення включає три етапи:

- **перший** – аналіз вихідних даних;
- **другий** – підготовка до будови установів;
- **третій** – будова установів технологічного процесу на основі принципу об'єднання переходів в установи.

Виготовляючи партію деталей, процес поділяють на кілька операцій з невеликою кількістю переходів у кожній. За цих умов заготовку протягом обробки установлюють кілька разів, не допускаючи при цьому биття.

У процесі обробки прагнуть забезпечити можливість отримання розмірів без перевірки кожної деталі, використовуючи лімби й упори. Доцільно також скористатися спеціальними пристроями й комбінованими різцями, тобто складним інструментальним налаштуванням.

Тому при побудові технологічних процесів виготовлення деталей партіями переходи об'єднують в операції за іншими принципами: переходи в першу операцію об'єднують за двома принципами, а переходи у всі наступні операції – за третім принципом.

**Перший принцип:** у першу операцію об'єднують переходи, що готують базу для наступного установка.

З принципу об'єднання переходів у першу операцію впливає важливе для токаря правило: не знімати заготовку з верстата, доки не підготовлено установочної бази для наступної установки.

**Другий принцип:** у першу операцію можна включити й інші переходи, якщо це не заважатиме користуватися лімбом поперечної подачі.

**Третій принцип:** у другу й у всі наступні операції включаються переходи, що не заважають користуватися лімбом і упором.

### 10.4. Основні документи технологічного процесу

**ЄСТД** (єдина система технологічної документації) – комплекс державних стандартів, що встановлює взаємопов'язані правила і положення розробки, оформлення, комплектації та обігу технологічної документації, яка застосовується у виробництві усіма машинобудівними та приладобудівними організаціями і підприємствами.

Основне завдання стандартів ЄСТД – встановити у всіх організаціях і на всіх підприємствах єдині правила виконання, оформлення та обігу технологічної документації. Впровадження стандартів ЄСТД дає змогу використовувати технологічну документацію як інформаційну базу автоматизованої системи управління виробництвом (АСУП) в умовах різних масштабів і характеру виробництва. Створення єдиної системи технологічної документації є важливим етапом робіт з удосконалення технологічної підготовки виробництва.

ЄСТД дає можливість обміну технологічними документами між організаціями і підприємствами без їх переоформлення.

➤ **Основними видами технологічних документів (ГОСТ 3.1102-73) є:**

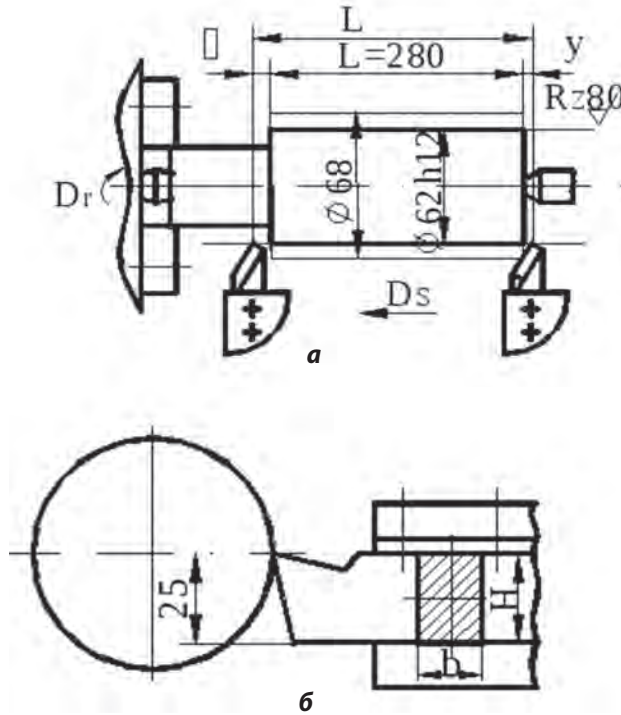
- маршрутна карта;
- карта ескізів;
- технологічна інструкція;
- відомість оснастки;
- операційна карта;
- карта технологічного процесу.

**Маршрутна карта** – технологічний документ, що містить опис технологічного процесу виготовлення чи ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення) за всіма операціями різних видів у технологічній послідовності з зазначенням даних про обладнання, оснащення, матеріальні та трудові нормативи відповідно до встановлених форм.

ГОСТ 3.1118-82										Форма 1		
Автомобіль												
Назва	АЗЛК			АВВГ ХХХХХ.ХХХ		ХХХХХ.ХХХХХХХ		АВВГ.10101.11423		2	1	
№ документа	Ш П О И										01	
М 01	Круг Ø22 ГОСТ 2580-88/AS ГОСТ 1050-88											
М 02	ХХХХХ.ХХХХ	168	2.884	1	3.180	0,80	ХХХХХ.ХХХ	Круг 22±0,15		3	3.150	
А	Цей	№	ш	опр	Наименование операции				Обозначение документа			
Б	пов. наметывание обрабатываем.											
А 03	01	02	—	005	ХХХ	Врезка		25006.01551	НОТ № 132-01			
Б 04	АВВГ.ХХХХХ.ХХХ АВВГ1А											
Г 05	Отрезка резьбы L=125±0,25											
Г 06	АВВГ.ХХХХХ.ХХХ тиски; АВВГ.ХХХХХ.ХХХ тиски; ХХХХХ.ХХХ шаблон											
07												
А 08	12	01	—	010	ХХХ	Танцов		25140.00145	НОТ № 101-01			
Б 09	АВВГ.ХХХХХ.ХХХ 1К62											
Д 10	Точить поверхность с пазами торца, выдерживая размеры 20-0,25; 15-0,14; 40±0,2; 127±0,08											
Т 11	АВВГ.ХХХХХ.ХХХ резец по металлу; АВВГ.ХХХХХ.ХХХ слесарь; ШП В-250-0,05											
12												
А 13	12	01	—	010	ХХХ	Танцов		25140.00145	НОТ № 101-01			
Б 14	АВВГ.ХХХХХ.ХХХ 1К62											
О 15	Точить поверхность с пазами торца, выдерживая D=77-0,28 и L=120-0,22											
Т 16	АВВГ.ХХХХХ.ХХХ резец по металлу; АВВГ.ХХХХХ.ХХХ слесарь; АВВГ.ХХХХХ.ХХХ шаблон											

Рис. 10.5. Зразок маршрутної карти

**Карта ескізів** – технологічний документ, в якому подані ескізи, схеми і таблиці, необхідні для виконання технологічного процесу, операції, технологічного переходу або ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення).



**Рис. 10.6** Зразок карти ескізів: **а** – ескізи обробки; **б** – встановлення різця

**Технологічна інструкція** – технологічний документ, що містить опис прийомів роботи або технологічних процесів виготовлення чи ремонту виробів (включаючи контроль і переміщення), правил експлуатації засобів технічного оснащення, опис фізичних і хімічних явищ, що виникають під час окремих операцій.

**Технічне креслення** – важлива складова частина конструкторської документації, яка визначає конструкцію виробу і містить необхідні дані для розроблення, виготовлення, контролю, монтажу, експлуатації та ремонту виробу.

**Відомість оснащення** – документ, в якому подано перелік стандартних і спеціальних пристроїв, необхідних для оснащення технологічного процесу виготовлення виробу.

**Операційна карта** – технологічний документ, в якому є опис технологічної операції із зазначенням переходів, режимів обробки і даних про засоби технологічного оснащення.



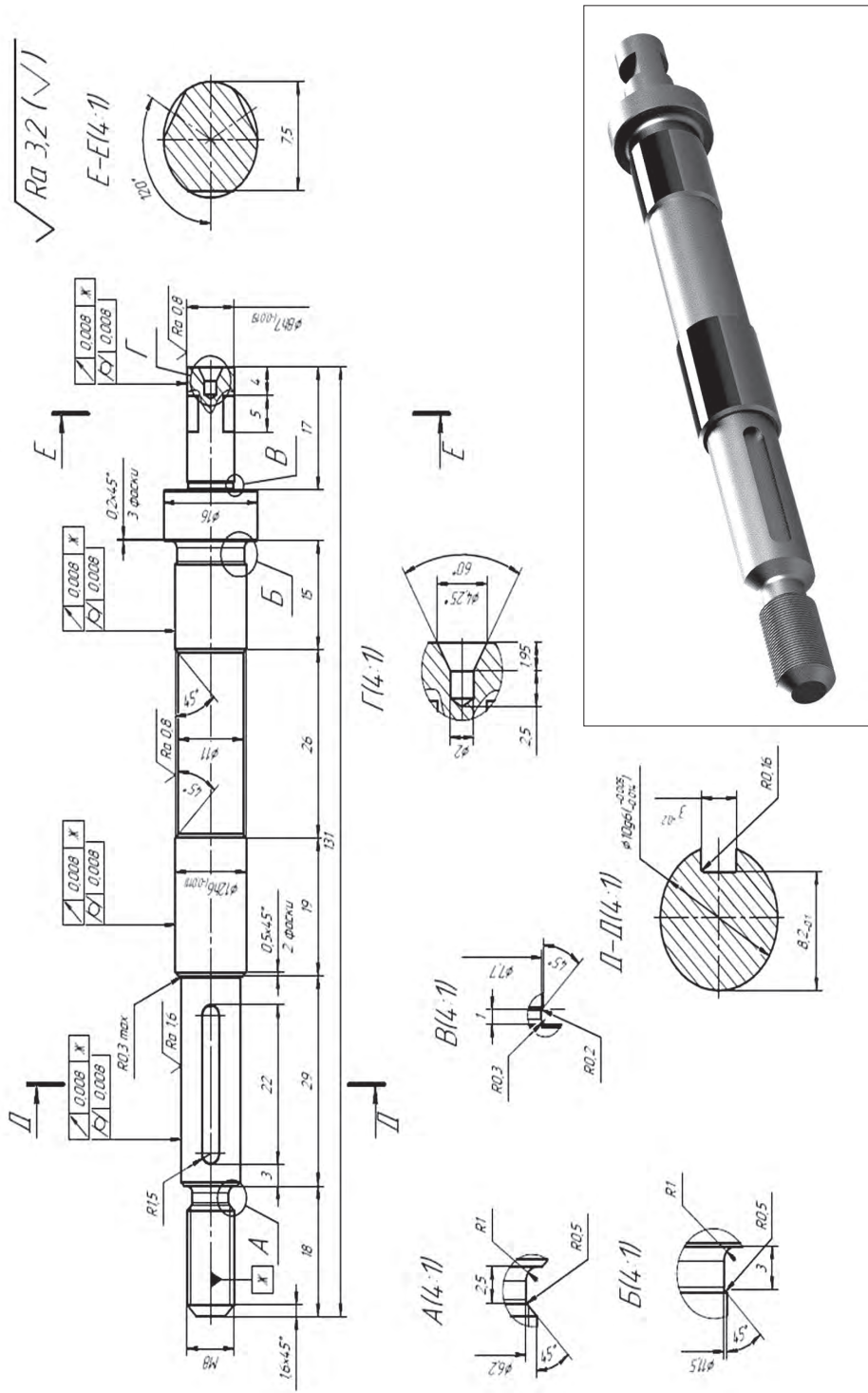


Рис. 10.7. Технічне креслення та зображення деталі «Вал»





➤ **Розробка технологічних процесів ведеться за планом:**

- знайомляться з призначенням виробу, вивчають креслення деталей і технічні умови на їх виготовлення;
- обирають спосіб отримання заготовки для деталей залежно від розміру партії і матеріалу;
- визначають розміри припусків на обробку;
- за кресленнями деталей визначають базові поверхні (чорнові та чистові), за якими буде проводитися кріплення деталі;
- призначають першу початкову операцію, використовуючи правило чорнових баз;
- послідовність і характер операцій визначають конфігурацією, точністю і класом шорсткості оброблюваних поверхонь, заданих за кресленням деталі.

➤ **У більшості випадків обробку заготовки доцільно проводити в кілька операцій:**

- чорнова обробка, під час якої знімають основну частину загального припуску;
- напівчистова та чистова обробка, при якій переважно забезпечується задана точність;
- оздоблювальна обробка, при якій забезпечується необхідний клас чистоти поверхні й точність форми і розмірів деталі.

Для кожної операції вибирають верстат, пристрої, різальний, допоміжний і вимірювальний інструменти, охолодження з урахуванням кількості одночасно оброблюваних деталей.

Для кожного переходу визначають розрахункові розміри оброблюваних поверхонь, число проходів і режими різання, а також для кожного переходу нормують основний технологічний (машинний) і допоміжний час та ін.

## 10.5. Види заготовок для деталей

Метод отримання заготовки визначається, перш за все, конфігурацією і службовим призначенням деталі.

На кресленні конструктор вказує матеріал, з якого треба виготовляти деталь, зазначає вимоги до точності й шорсткості оброблених поверхонь.

**Обсяг виробництва і економічне обґрунтування виготовлення** – це одні з основних факторів під час вирішення питання про метод отримання заготовки.

Вибрати заготовку означає встановити спосіб її отримання, розрахувати припуски на механічну обробку всіх поверхонь і вказати допуски на виготовлення. Остаточне рішення про вибір способу отримання заготовки приймають після комплексного розрахунку собівартості заготовки і деталі.

➤ **Основними видами заготовок для деталей машин залежно від їх призначення і форми є:**

- заготовки з прокату і листового матеріалу;

- ковані, пресовані і штамповані заготовки;
- відливки з чорних і кольорових металів;
- заготовки з неметалевих матеріалів (деревина, гума, текстоліт, азбест, пластмаса тощо).

Вибір виду заготовки залежить від конструктивних форм деталей, їх призначення, типу виробництва, умов роботи тощо.

### ЗАГОТОВКИ З ПРОКАТУ

У машинобудуванні використовують прокат різної форми і розмірів. Часто застосовують прокат гарячекатаний звичайної точності, який має форму поперечного перерізу у вигляді кола, квадрата, шестигранника, смуги. У промисловості виробляють також холоднотягнутий матеріал круглого, квадратного, шестигранного профілю. Оскільки холоднотягнутий метал значно точніший, ніж гарячекатаний, заготовки з нього потребують меншої механічної обробки і є більш економічними в серійному і багатосерійному виробництвах.



Рис. 10.10. Заготовки з прокату

Найширшого використання набув круглий прокат, з якого виготовляють: гладкі і ступінчасті вали (при різниці діаметрів не більше 4,0-5,0 мм), осі, гвинти, шпильки, болти тощо.

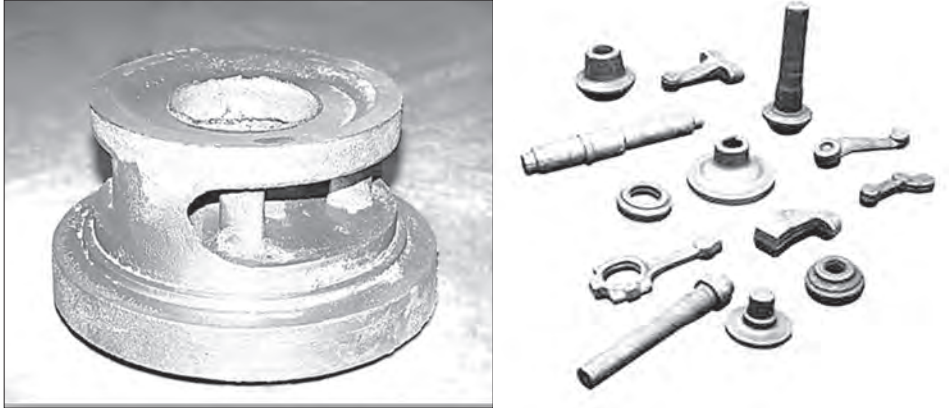
У масовому виробництві кріпильні деталі, пальці, товкачі, ролики, кульки та інші аналогічні деталі треба отримувати з каліброваного дроту діаметром до 25 мм на пресах – автоматах холодної висадки. Економія металу при цьому сягає 40 % порівняно з виготовленням деталей зі зняттям стружки.

### КОВАНІ ТА ШТАМПОВАНІ ЗАГОТОВКИ

Заготовки у вигляді поковок і штамповок використовують для деталей, які працюють на згин, кручення, розтяг, а також тих, які мають велику різницю в поперечних перерізах. При цьому способі намагаються отримати конфігурацію заготовки, яка б наближалась до розмірів деталі. Поковки, отримані шляхом вільного кування, використовують в одиничному і дрібносерійному виробництвах при виготовленні крупногабаритних деталей. У серійному виробництві використовується штамповка в підкладних штампах. У багатосерійному і масовому виробництвах дрібні і середні деталі отримують штамповкою у закритих штампах.

Деталі типу кільця, втулки, шестерні, шестерні з фланцем, конічні шестерні з валом тощо виготовляють на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

Цим способом отримують поковки масою 0,1-100 кг з максимальним діаметром до 350 мм.



**Рис. 10.11.** Ливарні та штамповані заготовки

Ковані заготовки використовують для деталей складної форми, отримання яких з прокату економічно не доцільно, а також коли поперечні розміри деталей перевищують межі максимальних поперечних розмірів прокату. Ковка і штамповка підвищує механічні властивості матеріалу

### ВІДЛИВКИ З ЧОРНИХ І КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Фасонні деталі, як правило великогабаритні, які не підлягають ударним навантаженням, виготовляють з чавунних відливок.

Деталі складної конфігурації, які працюють у важких умовах, отримують зі сталених відливок. Зі сталі не відливають особливо великих деталей через складність отримання.

Якість і вартість литих заготовок значно відрізняється залежно від методу їх виготовлення.

#### ➤ **Найбільш розповсюджені способи лиття:**

- у земляні форми при ручному формуванні за дерев'яними моделями чи шляхом формування за шаблоном;
- у земляні форми при машинному формуванні – за металевими моделями.

Існують також спеціальні способи лиття, які широко використовуються в машинобудуванні, що дозволяє скоротити або зовсім уникнути механічної обробки заготовки:

- лиття в металеві форми (кокілі);
- лиття під тиском;
- відцентрове лиття;
- лиття за виплавленими моделями;
- лиття в оболонкові форми.

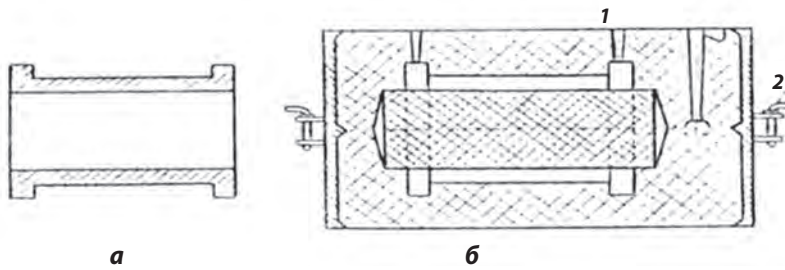


Рис. 10.12. Відливок (а) і форма для його виготовлення (б)



### Контрольні запитання

1. Назвіть виробництва та дайте їм характеристику.
2. Сформулюйте визначення та дайте характеристику виробничого процесу.
3. Сформулюйте визначення та охарактеризуйте технологічний процес.
4. Які є елементи технологічного процесу?
5. Що таке базування?
6. Назвіть види баз та їх призначення.
7. Які є схеми базування?
8. Назвіть види основних установчих баз.
9. Які є допоміжні установчі бази?
10. Назвіть документи технологічного процесу.

## 11

### ОБРОБКА ТОНКОЛИСТОВОЇ СТАЛІ І ТОНКОСТІННОЇ ДЕТАЛІ

#### 11.1. Обробка тонколистової сталі пакетом

На токарних верстатах обробляють не тільки тіла обертання, а й заготовки складної форми і деталі з листового металу.

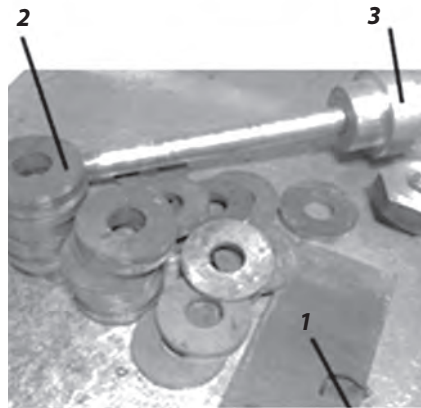
**Листовий метал** – це поширений матеріал, з якого виготовляють найрізноманітніші конструкції для машинобудування, спорудження будівель, виробництва сучасної техніки тощо.

Обробку тонколистової сталі пакетом розглянемо на зразку виготовлення шайби. Шайби можна отримати з відходів листового металу, який залишається після різки на гільйотинних ножицях. Для цього необхідно:

- попередньо пластини розрізати на однакові за розмірами квадратики з припуском на обробку;
- отримані квадратики скласти в пакет і зварити з обох сторін;
- здійснити розмітку центру майбутнього отвору;

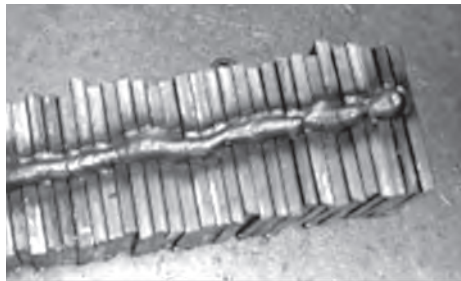


- пакет встановити в токарний патрон;
- центрувати торець отриманого пакету;
- свердлити наскрізний отвір;
- встановити пакет з отриманим отвором в оправку, підтиснути його шайбою та гайкою;
- встановити отриманий пристрій у патрон і задню бабку, де встановлений обертовий токарний центр;
- проточити зовнішній діаметр;
- розібрати отримані шайби.



**Рис. 11.1.** Шайби з тонколистової сталі:

1 – пластина тонколистової сталі; 2 – шайби; 3 – оправка



**Рис. 11.2.** Пластини, складені в пакет та скріплені зварюванням



**Рис. 11.3.** Свердління отвору в сталевому пакеті



Рис. 11.4. Складові частини оправки

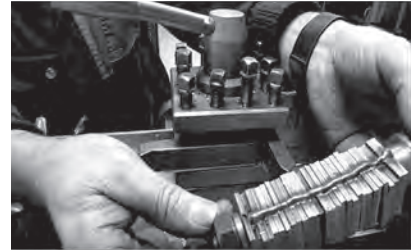


Рис. 11.5. Пакет з оправкою



Рис. 11.6. Встановлення пакету в патроні та задньому обертовому центрі



Рис. 11.7. Обробка зовнішнього діаметра пакету заготовок з тонколистової сталі



Рис. 11.8. Комплект виготовлених шайб

## 11.2. Обробка тонкостінної деталі з товщиною до 1 мм і довжиною до 200 мм

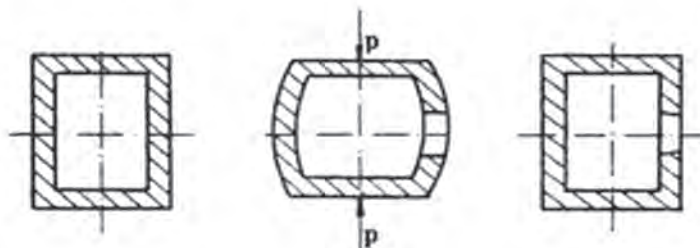
**Тонкостінна деталь** – це тіло обертання з наявністю внутрішньої обробленої поверхні, виконаної залежно від технологічного призначення деталі під різним кутом до її осі деталі.

До конструктивних особливостей кільцевих деталей належать буртики, канавки на зовнішній, внутрішній або торцевій поверхнях. Конструкція кільцевих деталей характеризується різноманіттям геометричних форм перерізу (від найпростіших тіл обертання до складних, утворених сполученням прямо- та криволінійних поверхонь).



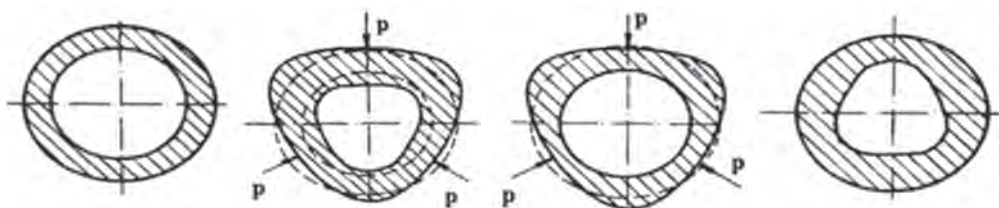
**Рис. 11.9.** Типові тонкостінні деталі

Заготовки у процесі закріплення у пристроях можуть деформуватися під дією зусиль затиску. Особливо до цього схильні тонкостінні заготовки у вигляді труб, кілець, втулок, корпусних деталей.



**Рис. 11.10.** Схема виникнення похибки форми отвору в корпусній деталі з тонкими стінками при її затиску

Кільце під час закріплення в патроні деформується під впливом зусилля затиску кулачків, причому в місцях контакту з кулачками діаметр кільця зменшується, а в проміжках між ними – збільшується. Якщо при цьому провести обробку центрального отвору, то після вилучення кільця з патрона воно матиме похибку форми – некруглість.

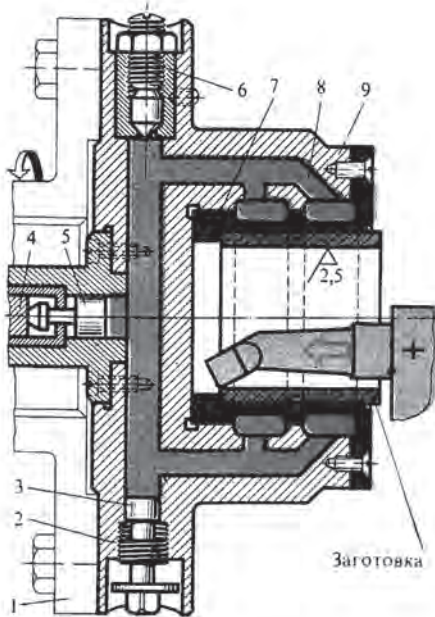


**Рис. 11.11.** Деформація отвору кільця під впливом зусилля затиску кулачків

При закріпленні тонкостінних деталей у патроні похибка форми буває досить великою і залежить від кількості кулачків у патроні. Причому при збільшенні кількості кулачків похибка зменшується. Якщо прийняти похибку форми заготовки при обробці її в двокулачковому патроні за 100 %, то під час обробки в трикулачковому патроні вона знизиться до 21 %, в чотирикулачковому – до 8 %, а в шестикулачковому – до 2 %.

➤ **Засоби кріплення тонкостінних деталей на токарних верстатах:**

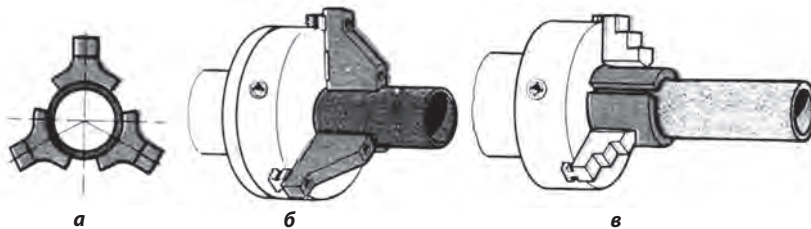
- в гідропластному патроні;



**Рис. 11.12.** Кріплення деталі в гідропластному патроні

- 1 – планшайба;
- 2 – гвинт;
- 3, 5 – плунжери;
- 4 – тяга від пневмоциліндра;
- 6 – пробка;
- 7 – затискна втулка;
- 8 – гідропласт;
- 9 – корпус

- в еластичній затискній втулці;
- за допомогою широких (сегментних) кулачків;
- за допомогою подовжених кулачків;
- в розрізній втулці.



**Рис. 11.13.** Закріплення тонкостінних втулок у трикулачковому патроні:

**а** – широкі сегментні кулачки; **б** – подовжені кулачки; **в** – розрізна втулка



**Контрольні запитання**

1. Яке призначення операції обробки тонкостінних деталей пакетом?
2. Розкажіть про послідовність обробки тонкостінних деталей пакетом.
3. Як відбувається обробка тонкостінних деталей?
4. Перелічіть похибки форми отвору в деталях з тонкими стінками.
5. Розкажіть про деформацію отворів деталей під впливом зусилля затиску кулачків.
6. Які є способи кріплення тонкостінних деталей на токарних верстатах?

## РОЗДІЛ II. ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

### 1 ПАСПОРТ, КЕРІВНИЦТВО З ЕКСПЛУАТАЦІЇ, КІНЕМАТИЧНІ СХЕМИ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУКЦІЇ

**Паспорт** є основним технічним документом, в якому подано основні технічні дані і характеристики верстата:

#### ➤ У паспорті зазначають:

- максимальні розміри оброблюваних заготовок деталей, межі частот обертання шпинделя, межі подач;
- найбільше зусилля, що допускається механізмом подач;
- потужність електродвигуна головного приводу;
- габаритні розміри і масу верстата.

У паспорті наводять основні параметри супортів, шпинделя, різцевої головки, задньої бабки та інших основних частин верстата, а також відомості з механіки головного приводу і подач:

- частота прямого і зворотного шпинделя або планшайби;
- найбільший допустимий крутний момент, що відповідає частоті обертання шпинделя або планшайби;
- ступені робочих подач супортів і швидкості настановних переміщень, ескізи найважливіших деталей верстата з зазначенням робочого простору і крайніх положень переміщення вузлів.

У паспорті вказують комплект пристроїв і приладдя, що надходять до замовника з верстатом, змінні й запасні зубчасті колеса, інструмент для обслуговування верстата, ремені для головного приводу, патрони, оправки, люнети, центри, допоміжний інструмент та ін., а також наводять результати випробування токарного верстата на відповідність його нормам точності і жорсткості, фактичні значення точності переміщень основних частин верстата, а також точність обробки та якість обробленої поверхні зразків деталей.

Паспорт верстата необхідний у процесі ремонту й експлуатації верстата для вибору його типу під час розробки технологічного процесу, призначення режимів обробки, проектування оснащення і т. д.

У паспорті металообробних верстатів надано їх кінематичну схему. На кінематичних схемах зображають тільки ті елементи (ланки) машини або механізму, які беруть участь у передачі руху (зубчасті колеса, ходові гвинти, вали, шківів, муфти та ін.) без дотримання розмірів і пропорцій.

#### ➤ На кінематичних схемах у вигляді надписів подані вказівки, що пояснюють зображений елемент:

- тип і характеристику двигуна;
- діаметри шківів пасової передачі;



- модуль і число зубів зубчастих коліс;
- нумерацію валів римськими цифрами;
- суцільні лінії товщиною  $s$  для зображення валів, осей, стержнів, шатунів та інших деталей;
- удвічі тонші лінії для позначення підшипників, зубчастих коліс, шківів, муфт, двигунів;
- тонкі лінії для осей, окружностей зубчастих коліс, шпонок, ланцюгів.

Читати кінематичну схему починають із двигуна як джерела руху всіх деталей механізму.

Правила виконання кінематичних схем встановлені ГОСТ 2.703-68, умовні графічні позначення деталей – ГОСТ 2.770-68 (Табл. 1). Вали нумерують римськими цифрами в порядку передачі руху, починаючи від двигуна. Для зубчастих коліс задають модуль і число зубців, для шківів – діаметр і ширину тощо. Біля електродвигуна зазначають його потужність і кількість обертів за хвилину.

**Сучасні токарні верстати** – це високопродуктивні верстати, які призначені для металообробки як індивідуальних, складних деталей, так і для серійного виробництва заготовок одного типу.

Сьогодні існує велика кількість різноманітних моделей токарних верстатів вітчизняного та зарубіжного виробництва. Популярними є токарні верстати виробництва «Металік» (Болгарія), TRENS (Словаччина), OPTIMUM (Німеччина), настільні токарні верстати виробництва «Корвет» (Китай). З характеристиками цих верстатів можна ознайомитись в інтернет-мережі, а також у Додатку 7.

Залежно від поставлених завдань виготовлення вибирають верстати потрібного типу, виду і з певними характеристиками.

Розглянемо два верстати токарної групи: 16K20 та 16B20.

#### ФРАГМЕНТ ПАСПОРТА ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА 16K20

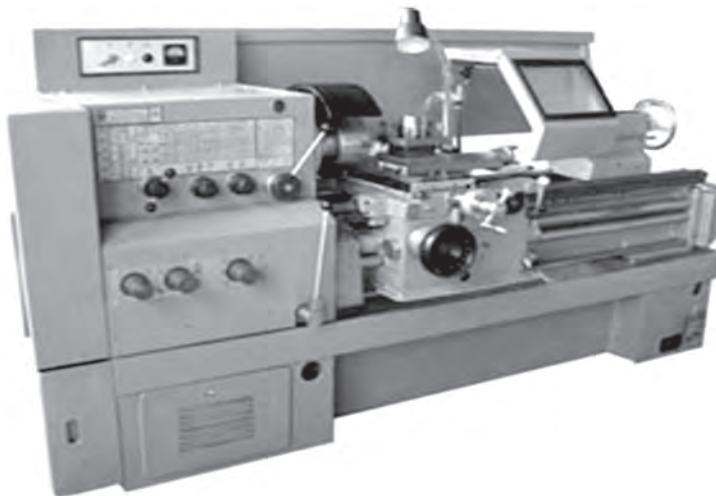


Рис. 1.1. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата 16K20

## ПРИЗНАЧЕННЯ ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ТГВ 16К20

Токарно-гвинторізний верстат 16К20 призначений для виконання найрізноманітніших токарних робіт, зокрема для нарізання різьб: метричної, дюймової, модульної, пітчевої і Архімедової спіралі з кроком  $3/8$  ",  $7/16$ "; 8; 10 і 12 мм.

Верстат 16К20 можна віднести до лобових токарних верстатів, тому що він дає змогу обробляти відносно короткі заготовки великого діаметра.

## ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТГВ 16К20

Найбільший діаметр заготовки типу Диск, оброблюваної над станиною, –  $\varnothing 400$  мм

Найбільший діаметр заготовки типу Вал, оброблюваної над супортом, –  $\varnothing 220$  мм

Відстань між центрами – 710, 1000, 1400 мм

Висота центрів – 215 мм

Потужність електродвигуна – 11 кВт

Повна вага верстата – 2,8; 3,0; 3,2; 3,6 т

## ШПИНДЕЛЬ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА 16К20

Кінець шпинделя – фланцевий з коротким конусом. Умовний розмір кінця шпинделя – 6 за ГОСТ 12593

Внутрішній (інструментальний) конус шпинделя – Морзе 6

Кінець шпинделя до 1962 року – різьблення М90 х 6 мм з центруючим пояском  $\varnothing 92$  мм. Внутрішній конус – Морзе 5

Діаметр наскрізного отвору в шпинделі –  $\varnothing 52$  мм

Найбільший діаметр оброблюваного прутка –  $\varnothing 50$  мм

Межі чисел прямих оборотів шпинделя в хвилину (22 ступенів) – 12,5..2000 об / хв

Межі чисел зворотних обертів шпинделя за хвилину (11 ступенів) – 19..1900 об / хв

Діаметр стандартного патрона –  $\varnothing 200, 250$  мм

## ПОДАЧІ ТА РІЗЬБИ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА 16К20

Межі подовжніх подач – 0,05...2,8 мм / об

Межі поперечних подач – 0,025...1,4 мм / об

Межі кроків різьб метричних – 0,5...112 мм

Межі кроків різьб модульних – 0,5...112 модулів

Межі кроків різьб дюймових – 56...0,5 ниток на дюйм

Межі кроків різьб пітчевих – 56...0,5 пітчів



## ГАБАРИТНІ РОЗМІРИ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ ВЕРСТАТА 16K20

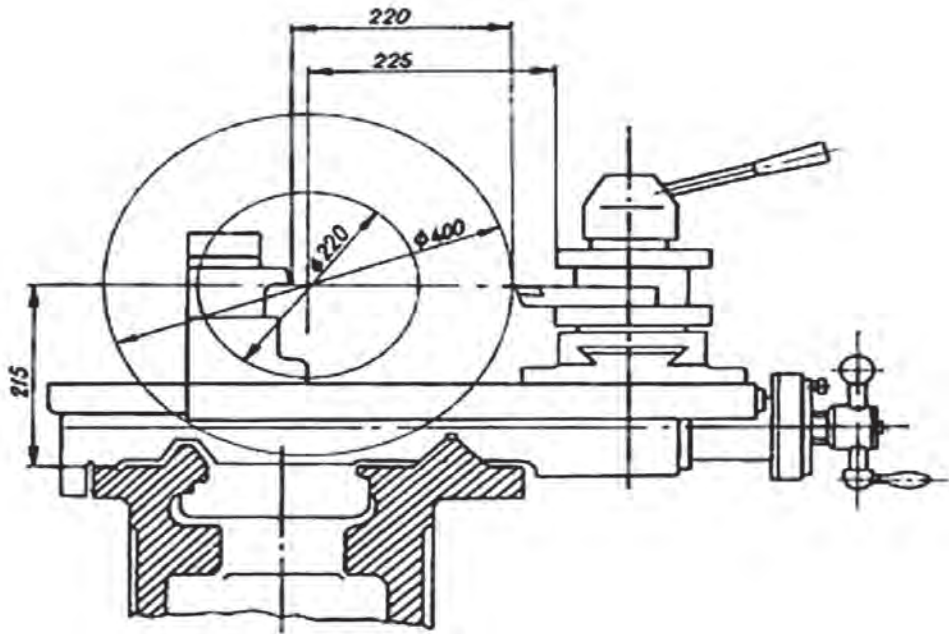


Рис. 1.2. Ескіз супорту токарного верстата 16K20

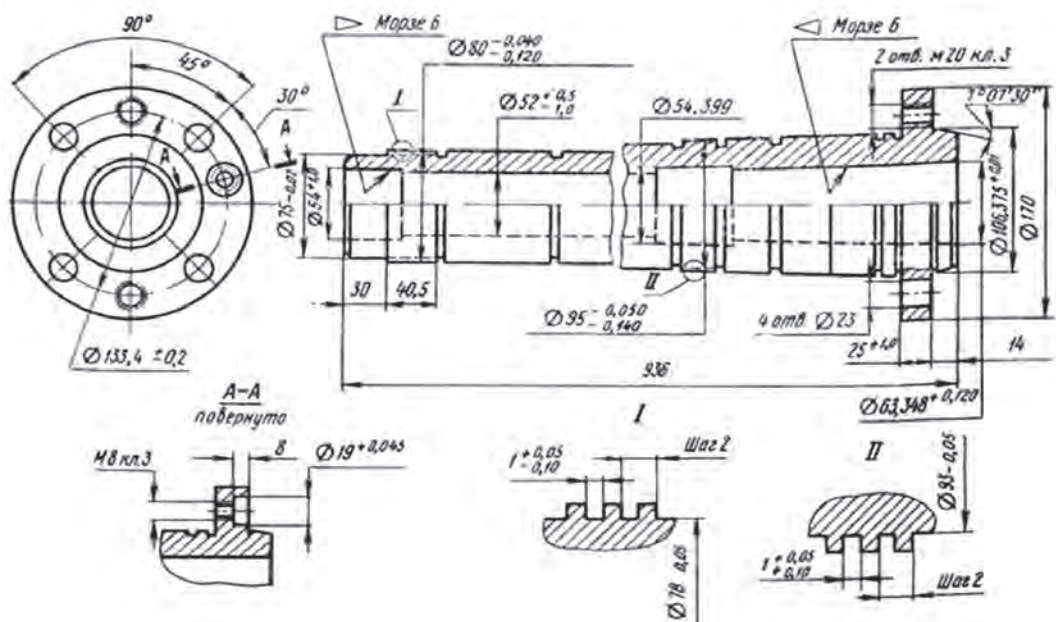


Рис. 1.3. Креслення шпинделя ТГВ 16K20

## РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КЕРУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНИМ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИМ ВЕРСТАТОМ 16К20

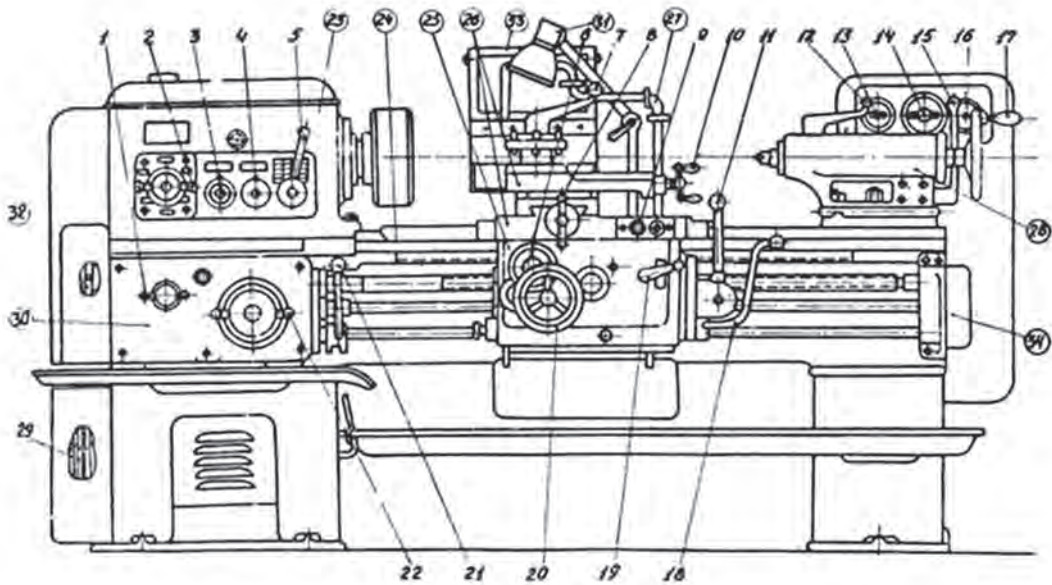


Рис. 1.4. Органи керування ТГВ 16К20

- |   |  |
|---|--|
| 1 – рукоятка включення на подачу, різьблення, ходовий гвинт і Архімедову спіраль;                                   | 11 – рукоятка управління швидкими переміщеннями каретки і супорта; |
| 2 – рукоятки установки чисел оборотів шпинделя;   | 12 – рукоятка кріплення пінолі задньої бабки;                      |
| 3 – рукоятка установки збільшеного, нормального кроку різьблення і положення при розподілі на багатозаходні різьби; | 13 – вимикач насоса охолодження;                                   |
| 4 – рукоятка установки правої і лівої різьби і подачі;  | 14 – лінійний вимикач;   |
| 5 – рукоятки установки чисел оборотів шпинделя;   | 15 – рукоятка кріплення задньої бабки;                             |
| 6 – кнопка включення рейкової шестерні при нарізанні різьби;  | 16 – вимикач місцевого освітлення;                                 |
| 7 – рукоятка індексації та закріплення різцевої головки;  | 17 – маховичок переміщення пінолі задньої бабки;                   |
| 8 – рукоятка поперечної подачі супорта;   | 18 – рукоятки включення, виключення і реверсування шпинделя;       |
| 9 – кнопка станції пуску і зупинки електродвигуна головного приводу;  | 19 – рукоятка включення маткової гайки;                            |
| 10 – рукоятка подачі верхньої частини супорта;  | 20 – маховичок ручного переміщення супорта і каретки;              |
|   | 21 – рукоятки включення, виключення і реверсування шпинделя;       |
|   | 22 – рукоятка установки величини подачі та кроку різьблення.       |

### КІНЕМАТИЧНИЙ ЛАНЦЮГ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МЕТРИЧНОЇ РІЗЬБИ

Органи налаштування гвинторізного ланцюга повинні бути розраховані й налагоджені таким чином, щоб величина подовжнього переміщення супорта на один оборот шпинделя точно відповідала кроку Т-різьби, яка нарізається.

$$i_{\text{об.шпн.}} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{42}{95} \cdot \frac{95}{50} \cdot \frac{26}{36} \cdot \frac{28}{36} \cdot \frac{32}{36} \cdot \frac{36}{40} \cdot \frac{40}{44} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{25}{28} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{28}{28} \cdot 12 = T_{\text{н.р.}}$$

Рис. 1.5. Рівняння кінематичного ланцюга для отримання метричної різьби

Не всі колеса, перебуваючи в зачепленні з накидним колесом  $z = 36$ , дають стандартні кроки, наприклад, для кроку  $T_{\text{н.р.}} = 1$  мм бере участь колесо конуса  $z = 32$ , що видно з рівняння кінематичного ланцюга.

$$T_{\text{min}} = 1 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{42}{95} \cdot \frac{95}{50} \cdot \frac{32}{36} \cdot \frac{25}{28} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot 12 = 1 \text{ мм}$$

$$T_{\text{min}} = 1 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{42}{95} \cdot \frac{95}{50} \cdot \frac{48}{36} \cdot \frac{25}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot 12 = 12 \text{ мм}$$

Рис. 1.6. Рівняння кінематичного ланцюга для отримання метричної різьби

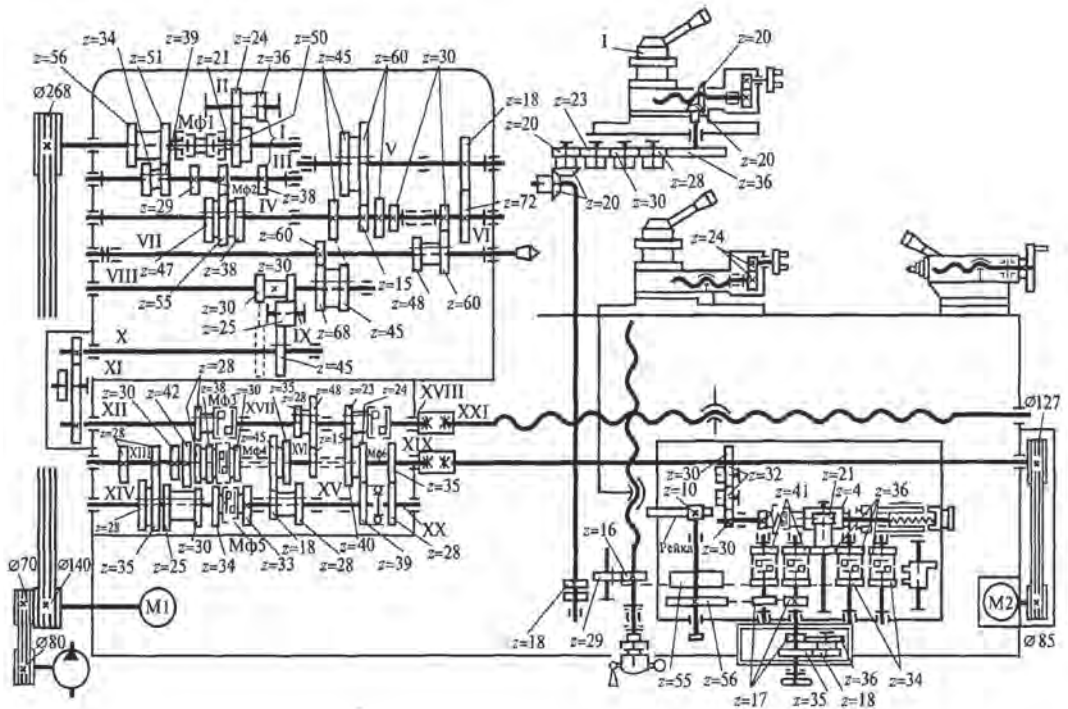
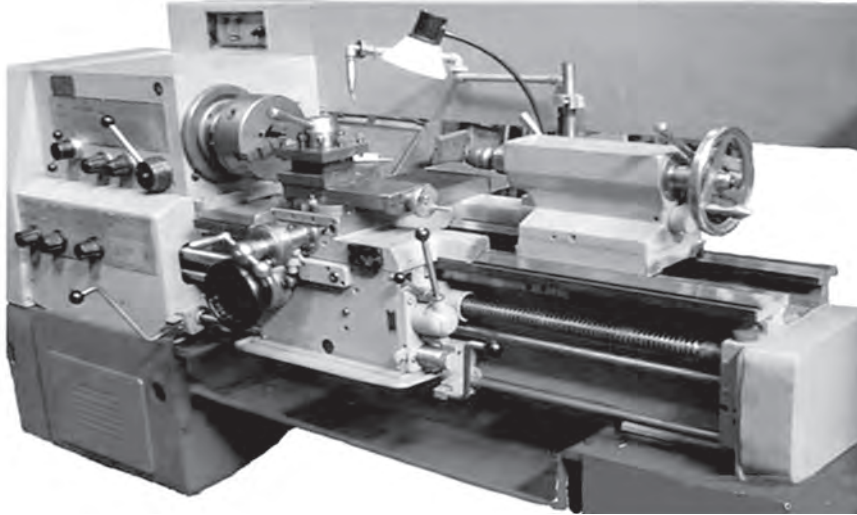


Рис. 1.7. Кінематична схема токарно-гвинторізного верстата 16K20

## ФРАГМЕНТ ПАСПОРТА ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТУ 16B20



**Рис. 1.8.** Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата 16B20

Універсальні токарно-гвинторізні верстати 16B20 призначені для токарної обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей типу тіл обертання різноманітного осьового профілю, зокрема для нарізання метричної, модульної, дюймової та пітчевої різьб на заготовках, що встановлюються у центрах або патроні.

Найбільш доцільно використовувати верстати в інструментальних і ремонтних службах в умовах дрібносерійного й одиничного виробництва на чистових і напівчистових роботах.

➤ **Універсальний токарно-гвинторізний верстат 16B20 дає змогу проводити такі види робіт:**

- проточки і розточення циліндричних і конічних поверхонь;
- підрізування торців;
- відрізки;
- нарізання метричної, модульної, дюймової та пітчевої різьб;
- свердління та інші роботи.

У верстаті кінематично забезпечується отримання як формоутворюючих та установчих рухів, які складаються з головного руху (обертання шпинделя) та руху подачі, так і допоміжних рухів та рухів керування (встановлення і закріплення заготовок, підведення та відведення інструмента, вмикання і вимикання приводу реверс).

Частина рухів, які виконують вручну, на кінематичній схемі не вказують.



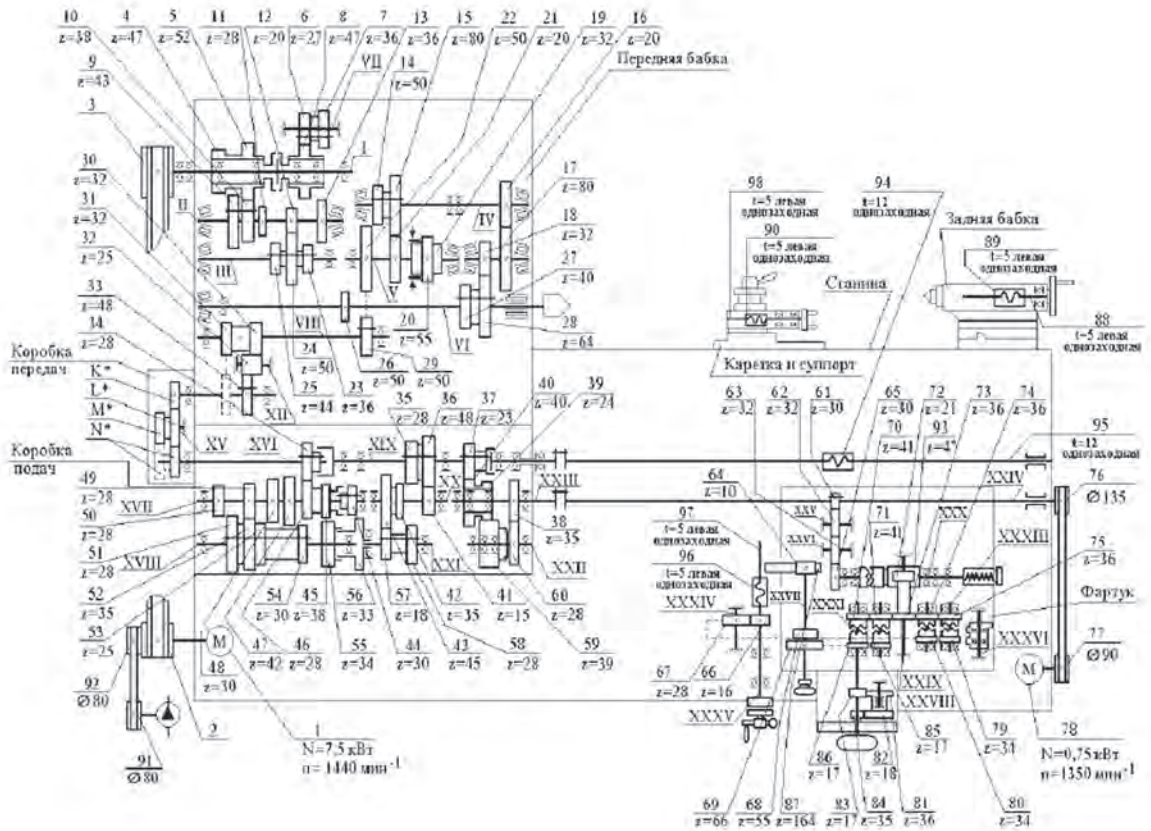


Рис. 1.9. Кінематична схема токарно-гвинторізного верстата моделі 16B20

Головний рух – обертання шпинделя – здійснює електродвигун (1) через пасову передачу (2 і 3), а надалі – через механізм передньої бабки.

Рух подачі здійснюється від вихідного вала XII передньої бабки через механізми коробки швидкостей та коробки подач, які забезпечують точний кінематичний зв'язок між обертанням шпинделя та переміщенням інструмента.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИБОРУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ОБРОБЦІ ДОВГИХ ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛЮНЕТА

При виборі раціональних режимів різання необхідно користуватись машинобудівними довідниками.

#### ➤ **Режими різання при чистовому точінні вала зі сталі 45 становлять:**

- при діаметрі  $D=90$  мм, при довжині обробці 1800 мм:  
 $t = 0,5$  мм  
 $S = 0,11$  мм/об  
 $N = 315$  об/в;

- при діаметрі  $D=45\text{ мм}$ , при довжині обробці  $1800\text{ мм}$ :  
 $t = 0,2\text{ мм}$   
 $S = 0,11\text{ мм/об}$   
 $N = 400\text{ об/в.}$

### ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТГВ 16B20

Найбільший діаметр заготовки над станиною –  $\varnothing 445\text{ мм}$ .  
 Найбільший діаметр заготовки над супортом –  $\varnothing 220\text{ мм}$ .  
 Відстань між центрами –  $750, 1000, 1500\text{ мм}$ .  
 Висота центрів –  $225\text{ мм}$ .  
 Потужність електродвигуна –  $7,5\text{ кВт}$ .  
 Вага верстата –  $2450\text{ кг}$ .

### ШПИНДЕЛЬ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА 16B20

Кінець шпинделя – фланцевий з коротким конусом. Умовний розмір кінця шпинделя – 6 за ГОСТ 12593.

Внутрішній (інструментальний) конус шпинделя – Морзе 6.

Діаметр наскрізного отвору в шпинделі –  $\varnothing 54\text{ мм}$ .

Найбільший діаметр оброблюваного прутка –  $\varnothing 54\text{ мм}$ .

Межі чисел прямих оборотів шпинделя в хвилину ( $22$  ступенів) –  $10...1400\text{ об/хв}$ .

Число ступенів частот обертання шпинделя –  $24$ .

### ПОДАЧІ ТА РІЗЬБИ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА 16B20

Межі подовжніх подач –  $0,0018...22,4\text{ мм/об}$ .

Межі поперечних подач –  $0,009...11,2\text{ мм/об}$ .

Межі кроків різьб метричних –  $0,5...224\text{ мм}$ .

Кількість кроків різьб модульних –  $36$  модулів.

Межі кроків різьб дюймових –  $77...0,125$  ниток на дюйм.

Межі кроків різьб пітчевих –  $45$  пітчів.

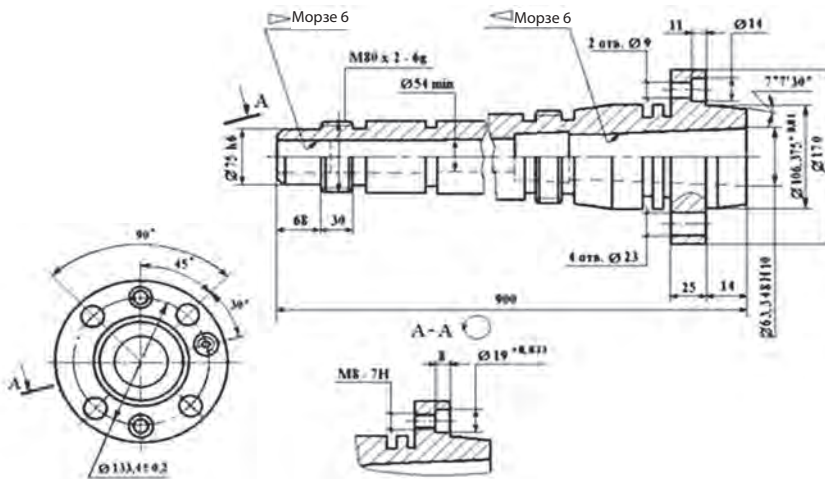


Рис. 1.10. Шпиндель ТГВ 16B20

## 2 ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Рідкі мастильні матеріали (**мастила**) – це базові оливи, у які зазвичай додають присадки, тобто речовини, введення яких надає мастильним матеріалам тих чи інших властивостей. Їх застосовують для змащення елементів машин, які працюють періодично з невеликим навантаженням і з невеликими швидкостями.

Маслянки застосовують за необхідності встановлення елементів машин на рівні зовнішньої поверхні деталі.

Рідкі мастильні матеріали (**мінеральні мастила**) отримують із мазутів – залишків первинної переробки нафти. Після перегонки мазуту під вакуумом і очищення мастила набувають необхідних експлуатаційних властивостей, зокрема стабільності проти окисної дії повітря. Поліпшення окремих сортів і марок мінеральних мастил, що застосовуються для змащування підшипників кочення, досягається додаванням невеликої кількості (від 0.01 до 10 %) різних хімічних сполук – присадок.

Застосовують присадки також для підвищення в'язкості та поліпшення в'язкісно-температурних властивостей мастил; для важко навантажених механізмів, які працюють в умовах великого перепаду температур; для поліпшення рухливості масел за низьких температур; для більшої стійкості проти впливу кисню повітря; для роботи за підвищених температур.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ РІДКИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Маслянистість

Хімічна стійкість

Температура застигання

Температура займання

Зольність

Для характеристики рідких мастильних матеріалів користуються одиницями кінематичної та динамічної в'язкості, яку визначають за температури +100, +50, -15, -20, -35° С. Для мастильних матеріалів, які працюють в широкому діапазоні температур, дуже велике значення має залежність в'язкості від температури.



Рис. 2.1. Змащування вузлів токарного верстата



**Маслянистість** (змащувальна здатність, липучість) – здатність мастильного матеріалу прилипати до твердої поверхні та утворювати на ній тонку міцну маслянисту плівку. Ця характеристика дуже важлива для механізмів, які працюють за великих навантажень і малих швидкостей.

**Температура застигання** – здатність гуснути при низьких температурах. Визначається як температура, при якій досліджуваний мастильний матеріал гусне так, що при нахилі пробірки на 45° його рівень залишається нерухомим протягом 1 хвилини. Цю характеристику враховують під час транспортування, зберігання та заправки систем змащування.

**Хімічна стійкість** (стабільність) – здатність не окислюватись під впливом температур, вищих за +50 °С, і кисню. Утворені продукти окислення змінюють склад і погіршують якість мастильних матеріалів.

**Здатність до коксування** – здатність мастильних матеріалів утворювати кокс під впливом високих температур і тиску без доступу повітря.

**Температура займання** – температура, за якої випари мастильних матеріалів утворюють із повітрям суміш, що спалахе при контакті з полум'ям. Ця характеристика визначає умови зберігання та використання мастильних матеріалів.

**Зольність** – це тверді продукти згоряння, дрібні частки яких прискорюють знос поверхонь тертя. Ця характеристика жорстко обмежена і перебуває у межах 0,005...0,2 %.

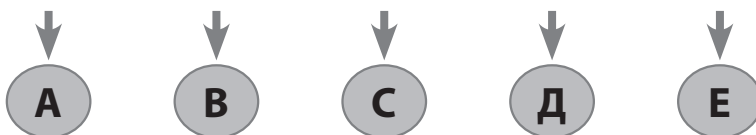
## ІНДУСТРІАЛЬНІ МАСТИЛА

Індустріальні оливи призначені для змащування пар тертя і підшипників металообробних верстатів, промислового обладнання, контрольно-вимірювальної апаратури. Їх використовують як робочу та загартовуючу рідину, а також для виготовлення пластичних мастильних матеріалів.

### ➤ За призначенням індустріальні мастила поділяються на групи:

- Л – легконавантажені вузли, шпинделі, підшипники;
- Г – гідравлічні системи;
- Н – напрямні ковзання;
- Т – важконавантажені механізми (зубчасті передачі, підшипники).

### ➤ За експлуатаційними властивостями індустріальні мастила поділяються на підгрупи:



**А** – нафтові мастила без присадок для машин і механізмів промислового устаткування, умови роботи яких не вимагають антиокислювальних та антикорозійних властивостей;

**В** – нафтові мастила з антиокислювальними та антикорозійними присадками для машин і механізмів промислового устаткування, умови роботи яких передбачають підвищені вимоги до антиокислювальних та антикорозійних властивостей;

**С** – нафтові мастила з антиокислювальними, антикорозійними та протизносними присадками для машин і механізмів промислового устаткування, умови роботи яких вимагають антиокислювальних, антикорозійних і протизадирних властивостей;

**Д** – нафтові мастила з антиокислювальними, антикорозійними, протизносними та протизадирними присадками для машин і механізмів промислового устаткування з підвищеними вимогами до антиокислювальних, антикорозійних, протизадирних і протизносних властивостей;

**Е** – нафтові мастила з протистрибковими присадками для машин і механізмів промислового устаткування, умови роботи яких передбачають підвищені вимоги до антиокислювальних і протистрибкових (переміщення без ривків) властивостей.

В основі сучасної класифікації індустріальних олив різного призначення – принцип їх поділу на групи залежно від галузі використання й експлуатаційних властивостей.

Класифікація за ДСТУ 4129-2002 (ISO 6743/0-81) становить 18 груп продуктів, на які поділяється клас L (індустріальних олив та споріднених продуктів мастильного призначення) залежно від області застосування.

Маркування індустріальних олив за ГОСТ 17479.4-87 розроблене на базі стандарту ISO 6743/0-81 і містить групу знаків, розділених дефісом.

До введення нового стандарту маркування індустріальних мастил було літерно-цифровим: I – індустріальне, A – без присадок, цифри – середнє значення в'язкості при температурі 50 °С.

**Наприклад:** I – 12A, I – 20, I – 25A тощо.

## ТРАНСМІСІЙНІ МАСТИЛА

Ці мастила призначені для змащування циліндричних, конічних, гіпоїдних і черв'ячних передач у коробках перемикачання передач, ведучих мостах, механізмах рульового управління та в гідравлічних приводах машин і механізмів. Усі трансмісійні мастила випускають з присадками. Цифри у маркуванні – середнє значення в'язкості при температурі 50 °С.

**Наприклад:** ТАП – 15В, ТАД – 17I тощо. Якісні характеристики визначаються зольністю, вмістом сірки і температурою застигання.

### ➤ **Нова система маркування включає такі показники:**

- класи: за рівнем в'язкості при температурі +100 °С. Вони бувають – 9, 12, 18, 34;
- групи: за експлуатаційними властивостями бувають 1, 2, 3, 4, 5. Що більший порядковий номер, то складніші умови експлуатації.

**Наприклад:** ТМ – 1 – 18, ТМ – 2 – 9, ТМ – 5 – 18 тощо.

### 3 ПЕРЕВІРКА ВЕРСТАТІВ НА ТОЧНІСТЬ

**Точність** – основний показник, що характеризує якість і технічний рівень метало-різального обладнання.

Державними стандартами передбачена обов'язкова перевірка точності верстата шляхом обробки зразка і водночас перевірка шорсткості поверхні оброблюваної деталі. Перевірку треба проводити після попередньої обкатки верстата в порожню або після випробувань в роботі, причому головні елементи верстата повинні досягти робочих сталих температури.

➤ **Згідно з діючими загальним технічним умовами приймальні випробування верстатів повинні включати:**

- випробування верстата на порожньому ходу, перевірку роботи механізмів і перевірку паспортних даних;
- випробування верстата в роботі під навантаженням, а спеціальних верстатів – і на продуктивність;
- перевірку верстата на геометричну точність, шорсткість поверхні і точність оброблюваної деталі;
- випробування верстата на жорсткість;
- випробування на вібростійкість при різанні.

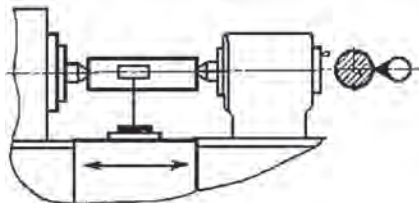
Випробування верстата повинні відбуватись у вказаній послідовності.

#### ОБЛАДНАННЯ, ПРИЛАДИ Й ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ВЕРСТАТІВ НА ТОЧНІСТЬ

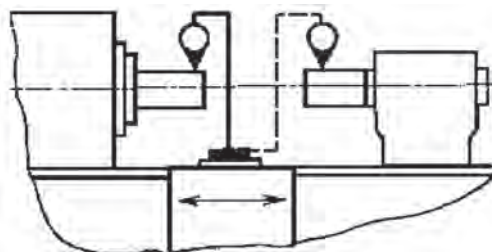
➤ **Використовують такі інструменти для випробування верстатів на точність:**

- індикатор годинникового типу ИЧ-05 з ціною тиску 0,01 мм на штативі;
- індикатор годинникового типу 1МІГЦ з ціною поділки 0,001 мм на стойці індикаторної магнітної;
- контрольні оправки циліндричні з конусом МОРЗЕ для установки в шпинделі і задній бабці;
- оправка контрольна з центровим отвором під кульку;
- токарні центри.

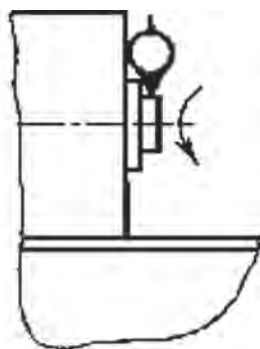
Прямолінійність подовжного переміщення супорта в горизонтальній площині перевіряють за допомогою циліндричної оправки, закріпленої в центрах передньої і задньої бабки, й індикатора, встановленого на супорті.



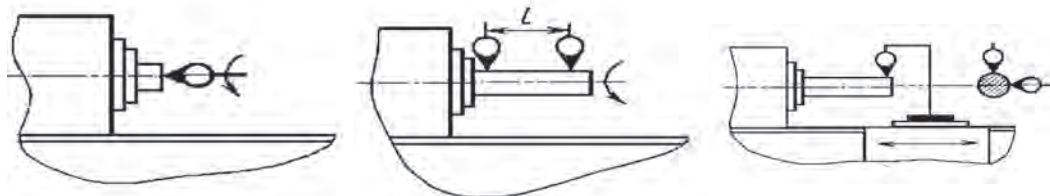
Одновисотність осі обертання шпинделя передньої бабки й осі отвору пінолі задньої бабки щодо напрямних станини у вертикальній площині перевіряють при віддаленні задньої бабки від передньої на  $1/4$  найбільшої відстані між центрами.



Радіальне биття циліндричної поверхні шпинделя передньої бабки під патрон перевіряють за допомогою індикатора.



Осьове биття шпинделя передньої бабки вимірюють за допомогою оправлення, вставленого в отвір шпинделя, й індикатора, встановленого на верстаті при обертівому шпинделі.



Радіальне биття конічного отвору шпинделя передньої бабки перевіряють за допомогою оправлення довжиною  $L = 300$  мм, вставленого в отвір шпинделя, й індикатором, встановленим в різцетримач верстата при обертівому шпинделі.

Паралельність осі обертання шпинделя передньої бабки повздовжньому переміщенню супорта перевіряють за допомогою оправлення довжиною  $L = 300$  мм, встановленого в отвір шпинделя, й індикатором, встановленим на супорті верстата.



### Контрольні запитання

1. Яке призначення паспорта металообробного верстат?
2. Яка інформація подана в паспорті металообробного верстата?
3. Розкажіть про призначення паливо-мастильних матеріалів.
4. Охарактеризуйте рідкі мастильні матеріали.
5. Які є групи індустріальних олив? Розкажіть про них.
6. Дайте характеристику трансмісійних мастил.
7. Як перевіряють на точність токарні верстати?
8. Розкажіть про обладнання, прилади та інструменти для випробування верстатів на точність.

## РОЗДІЛ III. КОНТРОЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЬНО- ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ І ПРИЛАДІВ З (2-3 РОЗРЯДУ)

### 1 КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ НЕСКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОХИБКИ НЕ МЕНШЕ 0,05 ММ, І КАЛІБРІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОХИБКИ НЕ МЕНШЕ 0,01 ММ

**Вимірювання** – це знаходження фізичних величин дослідним шляхом за допомогою спеціальних вимірювальних засобів. При вимірюванні визначається числове значення дійсного розміру. Засоби вимірювання (шкальні інструменти): штангенциркулі, мікрометри, лінійки.

**Контроль** – визначення придатності деталі без визначення числового розміру. Засоби контролю (калібри, шаблони). При вимірюванні деталей точність розміру залежить від похибки вимірювання.

**Похибкою вимірювання** називається різниця між значенням вимірюваного розміру, одержаного за допомогою вимірювального засобу, і дійсним значенням.

Похибки бувають **абсолютними, відносними, систематичними, випадковими, грубими, інструментальними**.

### 1.1. Вимірювальні інструменти, які забезпечують похибки не менше 0,05 мм

Технічні вимірювання в умовах машинобудівного виробництва повинні оцінювати якість деталей, зібраних вузлів і машин. Основним призначенням технічних вимірювань є забезпечення взаємозамінності й попередження браку.

Необхідна точність розмірів деталей визначається конструктором об'єкта шляхом призначення допусків на відхилення розмірів. Величини допусків на лінійні розміри від 0,1 до 10000 мм регламентовані відповідними державними стандартами.

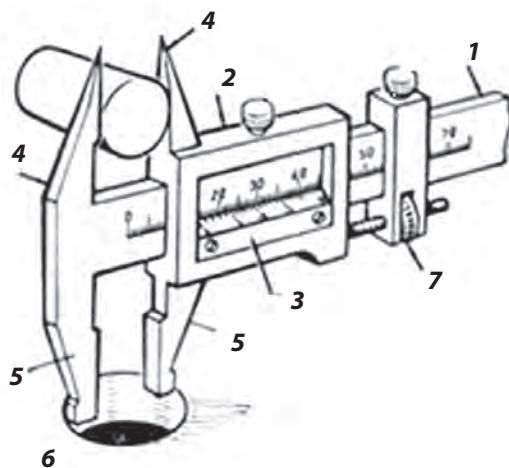
До вимірювальних інструментів деталей, отриманих на токарних верстаках, належать штангенінструменти, які мають різну ціну поділки залежно від технічних умов на виготовлення деталі.

Штангенінструменти є найпопулярнішими інструментами вимірювання діаметрів та довжин в усьому світі. Вони – прості в конструкції, зручні в користуванні, швидкі в роботі.

Наявність різноманітних видів штангенінструментів робить їх універсальними.

➤ **До штангенінструментів з ціною поділки 0,05 належать:**

- штангенциркулі типу ШЦ-II;
- штангенциркулі типу ШЦ-III;
- штангенглибиноміри.



**Рис. 1.1.** Штангенциркуль ШЦ-II:

1 – штанга; 2 – рамка; 3 – ноніус; 4 – губки для розмічання; 5 – губки для вимірювання внутрішніх поверхонь; 6 – затискач рамки; 7 – рамка мікрометричної подачі

**Умовне позначення штангенциркулів ШЦ-II**

Штангенциркуль ШЦ-II-250 0,05 ГОСТ 166-89

ШЦ – умовне позначення штангенциркуля

II – тип штангенциркуля

250 – діапазон вимірювання від 0 до 250 мм

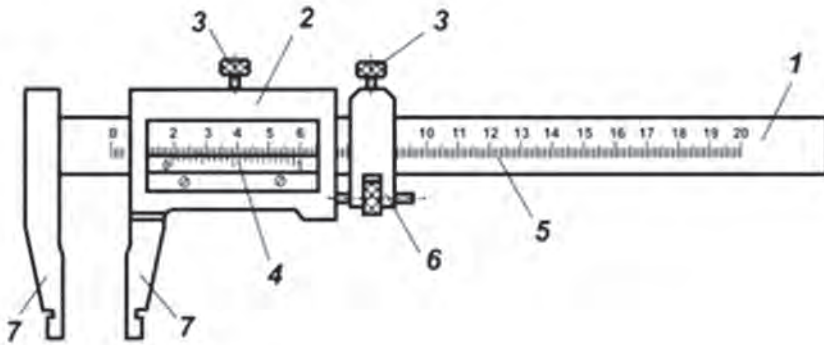
0,05 – ціна поділки

Таблиця 1.

**ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТАНГЕНЦИРКУЛІВ ШЦ-II**

Позначення штангенциркуля	Діапазон вимірювань, мм	Точність вимірювання, мм	Похибка вимірювання, мм
ШЦ-II-250 0.1	0-250	0.1	0.07
ШЦ-II-250 0.05	0-250	0.05	0.06
ШЦ-II-300 0.02	0-300	0.02	0.05
ШЦ-II-300 0.05	0-300	0.05	0.06





**Рис. 1.2.** Штангенциркуль ШЦ-III

1 – штанга; 2 – рамка; 3 – стопорний гвинт; 4 – ноніус; 5 – шкала штанги;  
 6 – механізм мікроподачі; 7 – губки для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів

### Умовне позначення штангенциркуль ШЦ-III

Штангенциркуль ШЦ-III-200 0,05 ГОСТ 166-89

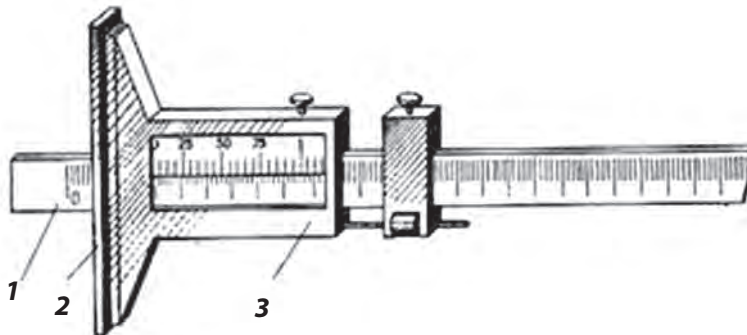
ШЦ – умовне позначення штангенциркуля

III – тип штангенциркуля

200 – діапазон вимірювання від 0 до 250 мм

0,05 – ціна поділки

Штангенглибиномір виготовляють так, що торцева поверхня штанги і нижня поверхня основи є робочими поверхнями. Площа вимірювальної поверхні основи значно більша від вимірювальної поверхні штанги, що забезпечує стійкість штангенглибиноміра під час вимірювання і можливість його застосування у вимірюванні глибини в отворах і пазах невеликих розмірів.



**Рис. 1.3.** Штангенглибиномір: 1 – штанга; 2 – опорна площина; 3 – рамка з ноніусом

Випускаються також штангенглибиноміри з цифровим відліком. Штангенглибиноміри виготовляють з межами вимірювання від 0 до 160, 200, 250, 315, 400, 500 мм і з точністю відліку 0,05 мм і 0,1 мм.

### Умовне позначення штангенглибиномірів:

ШГ – 630-0,05 ГОСТ 162-80

ШГ – умовне позначення штангенглибиноміра

630 – діапазон вимірювання від 0 до 630 мм

Ціна поділки – 0,05

## 1.2. Контроль параметрів нескладних деталей за допомогою калібрів, які забезпечують похибку не менше 0,01 мм

**Калібри** – це безшкальні виробничі вимірювальні засоби, призначені для контролю розмірів, форми і взаємного розташування деталей і їх елементів.

На відміну від вимірювальних засобів, оснащених шкалами, калібри не визначають числових відхилень величин, що перевіряються.

➤ **Калібри поділяються за основними класифікаційними ознаками.**

### 1. За технологічним призначенням:

- робочі калібри;
- калібри бракувальні;
- приймальні калібри;
- контрольні калібри.

### 2. За кількістю одночасно контрольованих елементів:

- елементні (одиначні) калібри: нормальні; граничні;
- комплексні калібри.

### 3. За виглядом контрольованих елементів:

- калібри для гладких циліндричних деталей: валів, отворів;
- калібри для довжин і уступів;
- калібри для різьбових з'єднань;
- калібри для шліцьових з'єднань;
- калібри для профільних контурів;
- калібри для контролю точності взаємного розташування поверхонь.

Робочі калібри призначені для контролю деталей робітниками-токарями в процесі виконання виробничої операції.

За кількістю одночасно контрольованих елементів калібри розділяються на елементні та комплексні.

**Елементні (одиначні) калібри** призначені для контролю окремих лінійних розмірів або кутових величин деталей. Це можуть бути такі поверхні як зовнішні діаметри, форма та профіль канавок та інші геометричні параметри деталей.

Елементні калібри можуть бути **нормальними** або **граничними**. Нормальні калібри будуються за номінальними креслярськими розмірами деталей.

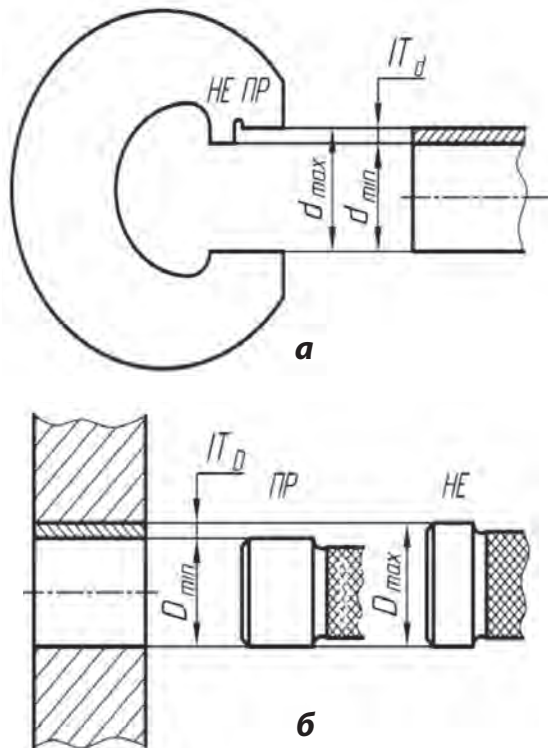
До елементних калібрів належать скоби, пробки, пластини, висотоміри і т. п.

Граничні калібри обмежують крайні розміри деталей, розподіляючи їх на три групи: придатні, брак унаслідок переходу за верхню межу допуску, що перевіряється, і брак унаслідок переходу за нижню межу допуску.

Застосування граничних калібрів не вимагає високої кваліфікації та значно підвищує об'єктивність процесу контролю. Комплексні (складні) калібри, призначені для контролю взаємного розташування поверхонь деталей, обмежують переходи за граничний контур деталі.

До комплексних належать калібри, які контролюють взаємне розташування деталей складних профілів (різьбових і шліцьових сполучень), симетричність і співвісність поверхонь тощо.

Вали й отвори з допусками точніше *квалітету 6* не рекомендується перевіряти калібрами, тому що при цьому існує імовірність великої похибки вимірювання. Такі вироби перевіряють універсальними засобами.



**Рис. 1.4.** Схема контролю граничними калібрами:

**а** – схема контролю вала калібр-скобою; **б** – схема контролю отвору калібр-пробкою:  
 $d_{max}$  і  $d_{min}$  – найбільший та найменший граничні розміри вала;  $D_{max}$  і  $D_{min}$  – найбільший та найменший граничні розміри отвору;  $T$  – допуск на виготовлення отвору чи вала

## 2 КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ НЕСКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА, ЯКИЙ ЗАБЕЗПЕЧУЄ ПОХИБКИ НЕ МЕНШЕ 0,1 ММ, І КАЛІБРІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОХИБКИ НЕ МЕНШЕ 0,02 ММ

### 2.1. Контроль параметрів нескладних деталей за допомогою вимірювального інструмента, який забезпечує похибки не менше 0,1 мм

**Контроль** – це перевірка відповідності нормам, який закінчується ухваленням рішення: «відповідає – не відповідає», «придатний виріб – брак» і т. п.

Будь-який контроль заснований на вимірюванні. Результат контролю є випадковим, тобто може розглядатися лише з тією або іншою імовірністю. Контроль можна здійснювати інструментальним або експертним методами. Інструментальний метод контролю називається **технічним контролем** (ТК). Експертний метод контролю застосовується, коли ТК неможливий або економічно недоцільний.

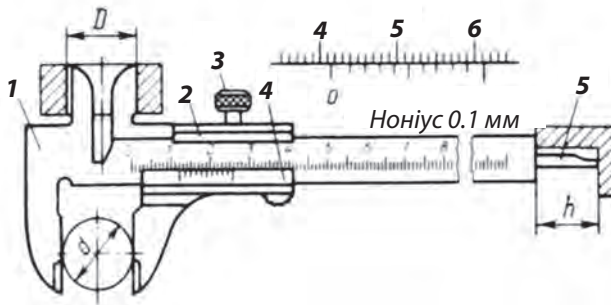
Токар під час виконання обробки деталі користується операційним видом контролю.

**Операційний контроль** – контроль продукції або процесу під час виконання або після завершення технологічної операції.

Операційний контроль геометричних параметрів деталі, яка обробляється на токарному верстаті, проводиться вимірювальними та контрольними інструментами.

➤ **До вимірювальних інструментів з ціною поділки 0,1 мм належать такі інструменти:**

- штангенциркулі типу ШЦ-I;
- штангенциркулі типу ШЦ-II;
- штангенциркулі типу ШЦ-III.



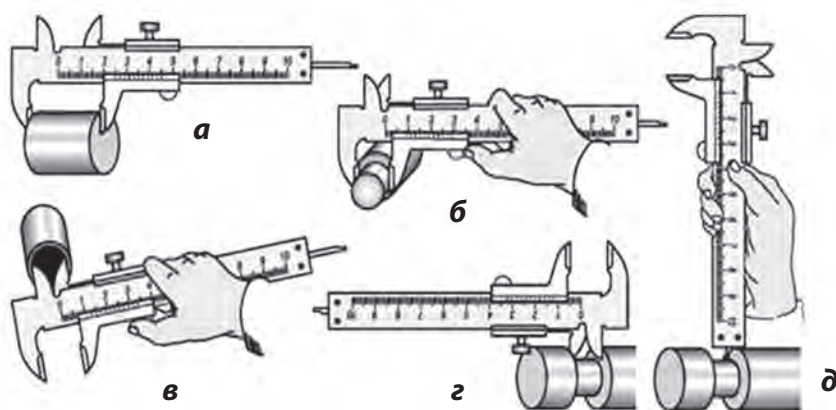
**Рис. 2.1.** Штангенциркуль ШЦ-I двосторонній з глибиноміром:

1 – губки для внутрішніх вимірювань; 2 – рамка; 3 – затиск рамки; 4 – штанга;  
5 – лінійка глибиноміра; 6 – шкала штанги; 7 – ноніус; 8 – губки для зовнішніх вимірювань

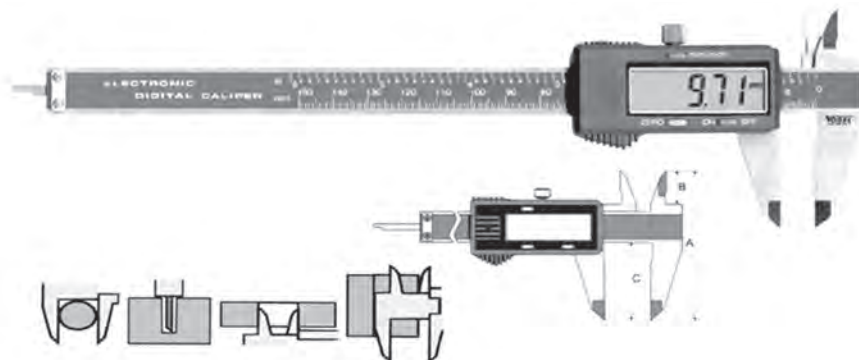
Штангенциркулі типу ШЦ-I призначені для зовнішніх і внутрішніх вимірювань і для вимірювання глибин. Вони мають двостороннє розміщення губок для зовнішніх і внутрішніх вимірювань, а також лінійку для визначення глибин. Точність відліку за ноніусом становить 0,1 мм.



**Рис. 2.2.** Розміщення губок штангенциркуля відносно зовнішніх вимірюваних поверхонь



**Рис. 2.3.** Вимірювання параметрів циліндричної деталі за допомогою ШЦ-I:  
*а* – довжини; *б* – зовнішнього діаметра; *в* – внутрішнього діаметра;  
*г* – довжини канавки; *д* – глибини канавки



**Рис. 2.4.** Штангенциркуль ШЦ-I цифровий для лівші

Штангенциркулі типу ШЦ-II виготовляють з двостороннім розміщенням губок і використовують як для вимірювання, так і для розмітки. Точність відліку за ноніусом становить 0,1 мм і 0,05 мм. Штангенциркулі типу ШЦ-III випускають з односторонніми губками і використовують для зовнішніх і внутрішніх вимірювань з точністю відліку за ноніусом 0,1 мм і 0,05 мм

### Умовне позначення штангенциркуля ШЦ-I

Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-89

ШЦ – умовне позначення штангенциркуля

I – тип штангенциркуля

125 – діапазон вимірювання від 0 до 125

0,1 – ціна поділки

Таблиця 2.

### ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТАНГЕНЦИРКУЛІВ ШЦ-III

Межа вимірювань, мм	Діапазон вимірювань, мм	Виліт губок, мм	Значення відліку за ноніусом, мм
400	0-400	80	0.1- 0.05
500	0-500	80	0.1- 0.05
630	250-630*	80	0.1- 0.05
800	250-800*	80	0.1- 0.05
1000	320-1000*	80	0.1- 0.05
1600	500-1600	100	0.1
2000	800-2000	100	0.1

Якісне вимірювання розмірів деталей виконують сучасні штангенінструменти:

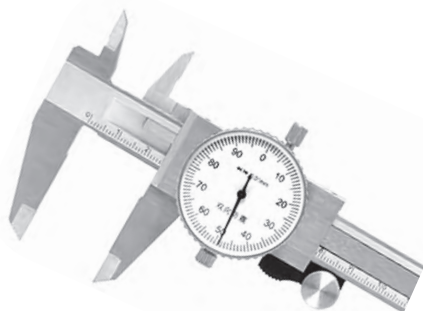


Рис. 2.5. Штангенциркуль циферблатний



Рис. 2.6. Штангенциркуль цифровий (електронний)

## 2.2. Контроль параметрів нескладних деталей за допомогою калібрів, які забезпечують похибки не менше 0,02 мм

**Калібри** – це безшкальні засоби вимірювання, призначені для контролю розмірів, форми та розташування поверхонь деталей. Калібри застосовують для контролю деталей з допусками IT6-IT17 здебільшого в умовах серійного та масового виробництва.

Деталі з допусками IT5 і точніше контролюють універсальними засобами вимірювання – оптиметрами, мікроскопами, оптикаторами та ін.

Розрізняють калібри **нормальні** та калібри **граничні**. Нормальними називають калібри, розміри яких відповідають номінальним розмірам об'єкта, що контролюється: шаблони, щупи, конусні калібри.

**Похибка показів** – алгебраїчна різниця між показаннями приладу і дійсним значенням вимірюваної величини.

**Допустима похибка** – найбільша за абсолютною величиною похибка міри або показів приладу, що допускається діючими нормами.

**Гранична (сумарна) похибка вимірювання** – сукупність похибок, до якої належать погрішність показів приладу, похибка настановних мір, похибка від відхилення температур, похибка від вимірювального зусилля і т. д.

Вибір засобів вимірювання за точністю здійснюється шляхом порівняння граничної похибки з допуском деталі (допустимою похибкою).

За наявності овальності отвору прохідна може пройти, а непрохідна – ні, й овальність не уловлюється. Те саме спостерігається за конусності або бочкоподібності отвору.

Як видно зі схем контролю, з'являються похибки вимірювання, які приблизно дорівнюють похибкам форми отвору.

Така похибка завжди буде випадковою. У таких випадках необхідно вибрати точковий метод контролю або плоскими пробками, або (що краще) пальчиковою пробкою – штихмасом, яка має два стержні зі сферами на кінцях, з розмірами прохідної і непрохідної пробки.

Контроль проводять шляхом похитування інструмента прохідною частиною в різних точках по довжині і кутові повороту. Потім те саме роблять непрохідною частиною калібру, палець-штифт якої менше за діаметром. Під час усіх таких похитувань у різних місцях контролю непрохідна сторона повинна при придатності отвору заклинювати.

### ➤ **Причини виникнення похибок контрольного інструмента**

#### ● **Похибки вимірювання від зносу вимірювальних засобів.**

З часом при тривалій роботі засоби вимірювання, як і всі інші механізми, зношуються під впливом тертя, можливих у виробництві перевантажень. Особливо схильні до такого зносу граничні калібри, губки штангенциркулів та інших часто використовуваних інструментів.



- **Похибки від неточності настройки вимірювальних пристроїв.**

Для вимірювання і контролю придатності розмірів деталей на виробництві часто застосовують пристрої або прилади, які працюють за принципом «граничних», тобто реєструють тільки відхилення розмірів, які перевищують межі допуску на певний розмір, і деталь за цим розміром вважається непридатною, тобто потрапляє в брак.

Такі системи вимірювання універсальні і налаштовуються заздалегідь на необхідні гранично-допустимі розміри за допомогою зразкових заходів або спеціальних еталонних калібрів.

За тривалої роботи на таких засобах після правильного налаштування на розмір може відбутися «схід» з попередньо налаштованого розміру через періодичні динамічні дії на прилад.

- **Похибка від великих зусиль вимірювання.**

Вона завжди імовірна при контактних методах виміру, коли токарь перевищує допустимі межі зусилля контакту щупа або вимірювальних поверхонь засобу вимірювання з деталлю.

При цьому зусилля, які виникають в системі, спричиняють пружні деформації вимірювального засобу, можливо, і тонкостінних деталей, що спотворює одержувану інформацію про дійсний розмір. Особливо до такої пружної деформації схильні граничні скоби і штангенциркулі.

- **Похибки вимірювання від недостатньої кількості вимірів.**

Зазвичай на виробництві для економії часу вимірювання деталей проводять один раз. Але за стандартами для точного визначення будь-якого розміру необхідно цю процедуру проводити щонайменше тричі, а великі поверхні на деталях вимірювати також у різних місцях.

На підприємствах залежно від організаційно-технологічних умов виробництва продукції (послуг) розроблена і функціонує система технічного контролю якості.

**Система технічного контролю якості** – це сукупність засобів контролю, методів виконання контрольних операцій і виконавців, які взаємодіють з об'єктами контролю за встановленими правилами.

Більшість контрольних операцій виконують безпосередньо працівники на робочих місцях під час здійснення виробничих операцій. Такі контрольні операції є допоміжними до основних технологічних операцій.

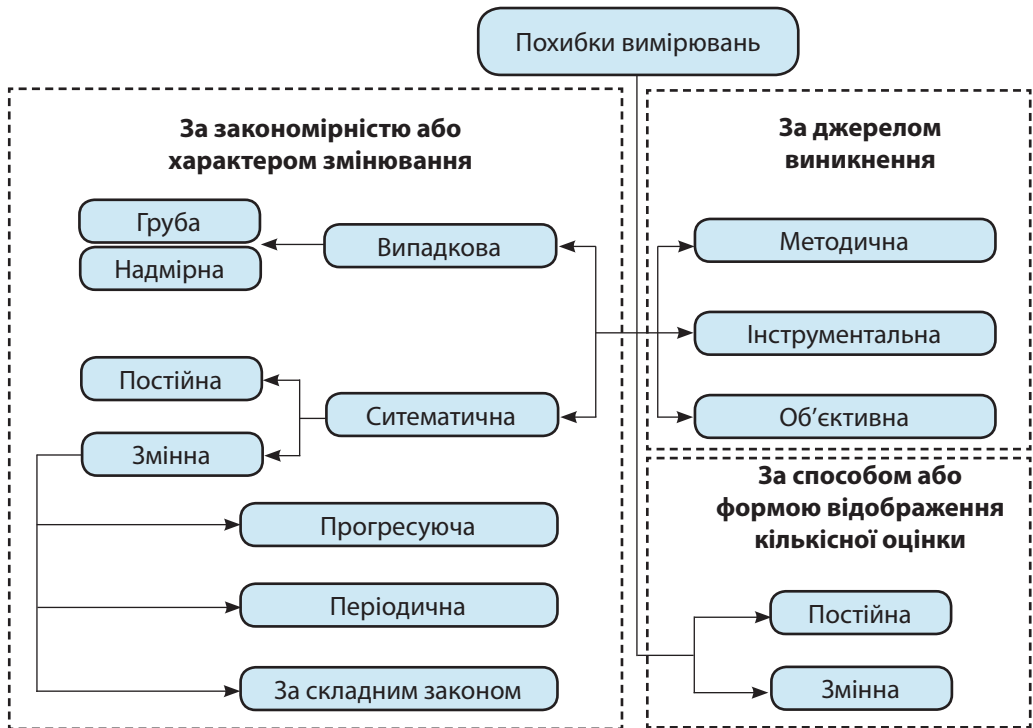
Залежно від масштабу і типу виробництва на підприємстві створюється відділ або бюро технічного контролю якості.

До основних функцій ВТК (БТК) належать: контроль виконання технологічного процесу на всіх стадіях виготовлення продукції; контроль якості готової продукції; запобігання, виявлення та облік браку; установлення причин браку, розроблення заходів з його усунення та поліпшення якості продукції. Структура ВТК (БТК) може складатися з бюро, груп або виконавців (залежно від розмірів підприємства).

ВТК (БТК) підпорядковуються також центральна вимірювальна лабораторія (ЦВЛ) з контрольноповірними пунктами (КПП) у цехах.

Під час вимірювання циліндрових поверхонь виміри обов'язково треба проводити з поворотом інструмента під різними кутами щодо деталі.

## КЛАСИФІКАЦІЯ ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ



### Контрольні запитання

1. Чому штангенінструменти є популярними інструментами для вимірювання розмірів?
2. Назвіть основні елементи штангенциркуля ШЦ-I.
3. Які основні елементи штангенциркуля ШЦ-I?
4. Перелічіть основні елементи штангенциркуля ШЦ-III.
5. Назвіть основні елементи штангенглибиноміра.
6. Які є умовні позначення штангенінструментів?
7. До яких вимірювальних засобів належать калібри?
8. Назвіть види калібрів за класифікаційними ознаками.
9. Що таке похибка? Назвіть види похибок.
10. Які причини виникнення похибок під час роботи з контрольними інструментами?

## ДОДАТОК 1

### Дидактичні матеріали для самостійної роботи. ТЕСТИ ТА КРОСВОРДИ ДО НАВЧАЛЬНИХ ТЕМ

#### РОЗДІЛ I. ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ З (2-3. РОЗЯДУ)

##### 1 ПРИСТРІЙ, ПРИНЦИП РОБОТИ І ПРИЗНАЧЕННЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ

###### 1. Що означає перша цифра в нумерації верстатів?

- 1) Групу верстатів;
- 2) номер підгрупи;
- 3) модернізацію базової моделі верстата;
- 4) характеристику верстата.

###### 2. Якою літерою позначають особливо високоточні верстати?

- 1) Н;
- 2) П;
- 3) А;
- 4) С.

###### 3. Які верстати призначені для обробки заготовок одного типорозміру?

- 1) Спеціальні;
- 2) універсальні;
- 3) спеціалізовані;
- 4) з програмним керуванням.

###### 4. Які верстати мають вагу від 10 до 30 тонн?

- 1) Легкі;
- 2) крупні;
- 3) власне важкі;
- 4) середньої ваги.

###### 5. До елементів токарних верстатів не належать:

- 1) станина, передня бабка, задня бабка, супортна група;
- 2) гітара, клинопасова передача, фартух;
- 3) колона, хобот, консоль;
- 4) планшайба, траверса, пульт програмного керування.

###### 6. До головного руху токарного верстата належать:

- 1) обертання шпинделя з заготовкою;
- 2) поворот різцетримача;
- 3) ручні переміщення супорта;
- 4) виконання окремих операцій.



**7. Предмет виробництва, з якого при подальшій обробці шляхом зміни форми, розмірів, властивостей поверхні та матеріалу отримують готову деталь, називається:**

- 1) припуск; 3) допоміжний матеріал;  
2) заготовка; 4) механізм.

**8. Припуск – це:**

- 1) зайвий шар матеріалу, який зрізають під час обробки;  
2) допуск на розміри деталі;  
3) заготовка;  
4) шорсткість.

**9. Які операції не виконують на токарних верстатах?**

- 1) Точіння конічної поверхні; 3) обробку плоских поверхонь;  
2) точіння канавки та відрізання; 4) обробку фасонних поверхонь.

**10. Верстата якої марки не належать до токарних?**

- 1) 1Д63; 3) 1М61;  
2) 2Н118; 4) 16В20.

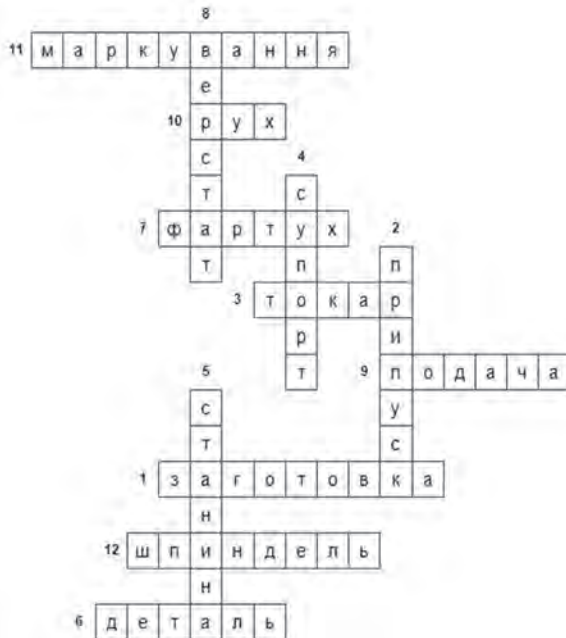
### Матриця відповідей на тести

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

**1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.**

**2. Поставте питання до кожного слова кросворда.**



## 2 ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРАВИЛА ЗАСТОСУВАННЯ НАЙБІЛЬШ РОЗПОВСЮДЖЕНИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ, РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

### 1. Яка група елементів не належать до токарного обладнання?

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1) Прихвати, затискачі. | 3) люнети, токарні центри. |
| 2) токарні патрони.     | 4) ділильні головки.       |

### 2. Яке технологічне призначення цангових патронів?

- 1) Для кріплення квадратних заготовок;
- 2) для встановлення додаткових пристосувань;
- 3) для швидкого кріплення заготовок циліндричної форми різних діаметрів;
- 4) для нарізання різьби.

### 3. Скільки кулачків може мати токарний патрон?

- |                |                        |
|----------------|------------------------|
| 1) 1, 2, 3, 4; | 3) 2, 3, 4, 6;         |
| 2) 2, 4, 5, 6; | 4) будь-яку кількість. |

### 4. Скільки номерів конуса Морзе існує в машинобудуванні?

- |       |       |
|-------|-------|
| 1) 5; | 3) 6; |
| 2) 7; | 4) 8. |

### 5. Чим відрізняються між собою конуси Морзе?

- 1) Кутом, розмірами верхнього та нижнього діаметрів, відстанню між діаметрами;
- 2) вершиною конуса;
- 3) одиницями вимірювання;
- 4) якістю обробки.

### 6. Рухомим називають люнет, який:

- 1) закріплюють на напрямних станини;
- 2) закріплюють на каретці супорта і рухається разом з ним;
- 3) зовсім не закріплюють;
- 4) закріплюють на допоміжній тумбі.

### 7. Елементи токарного різця:

- |                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1) різальна частина, стержень;     | 3) задня поверхня і поверхня різання; |
| 2) вершина різця, площина різання; | 4) напайки з твердих сплавів.         |

### 8. Сума головних кутів різця становить:

- |         |          |
|---------|----------|
| 1) 60°; | 3) 90°;  |
| 2) 70°; | 4) 120°. |

### 9. Сума кутів у плані становить:

- |          |         |
|----------|---------|
| 1) 180°; | 3) 65°; |
| 2) 90°;  | 4) 85°. |

### 10. Гранично допустима величина зносу, при якій інструмент втрачає нормальну працездатність, називається:

- 1) критерій затуплення;
- 2) кінцевий знос інструмента;
- 3) відсутність працездатності інструмента;
- 4) усі відповіді правильні.

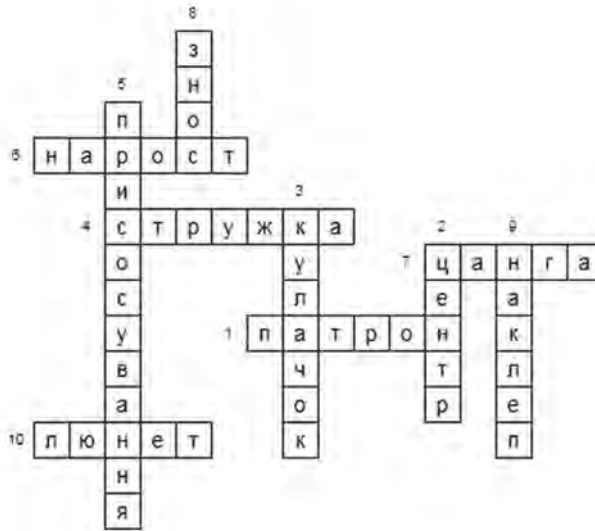


## Матриця відповідей на тести

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



### 3 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ЗОВНІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТА ПЛОСКИХ ТОРЦЕВИХ ПОВЕРХОНЬ

#### 1. Що таке торець?

- 1) Крайня частина деталі;
- 2) галтель;
- 3) скошена частина деталі;
- 4) уступ.

#### 2. Перехід від однієї поверхні до другої під кутом 90° називається:

- 1) фаска;
- 2) уступ;
- 3) торець;
- 4) галтель.

#### 3. Виліт різця з різцетримача встановлює ... висоти його тіла?

- 1) 2,0;
- 2) 1,5;
- 3) 0,5;
- 4) не має значення.

#### 4. Товщина шару металу, що зрізається за один прохід різця, називається:

- 1) потужність верстата;
- 2) глибина різання;
- 3) швидкість різання;
- 4) заготовка.

#### 5. Одиниці вимірювання подачі – це:

- 1) мм/об;
- 2) м/хв;
- 3) об/хв;
- 4) кгс.

**6. Число 1000 у формулі швидкості різання є коефіцієнтом:**

- 1) переводу квт в мм;
  - 2) переводу мм в м;
  - 3) переводу об/хв;
  - 4) переводу в квт.
- 7. Режим обробки, при якому найефективніше використовується потужність верстата, стійкість різального інструмента, досягається найвища якість обробки та зберігаються безпечні умови праці, називається:**

- 1) нормальним;
  - 2) безпечним;
  - 3) раціональним;
  - 4) робочим.
- 8. Різець, який призначений для точіння торця, фаски та зовнішньої поверхні:**

**9. Літерою D у формулі швидкості різання позначають:**

- 1) діаметр оброблювальної поверхні (заготовки), мм;
  - 2) глибину різання;
  - 3) частоту обертання шпинделя;
  - 4) довжину обробки.
- 10. Для вимірювання геометричних розмірів циліндричних деталей використовують:**

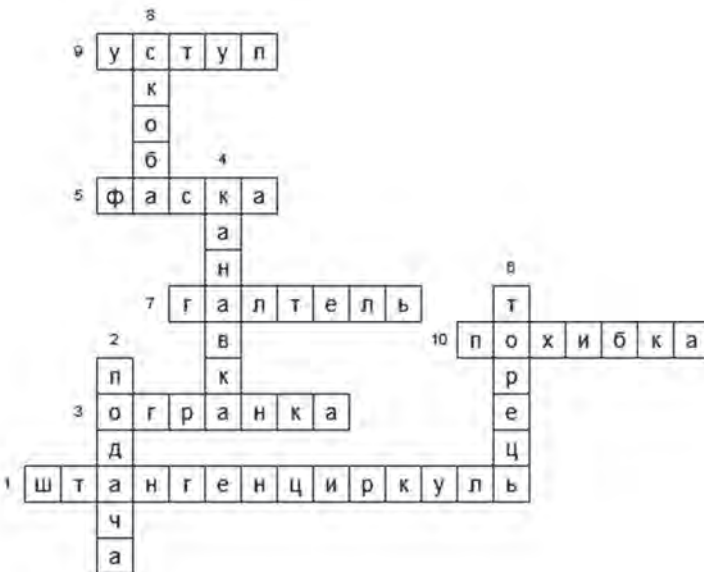
- 1) шаблони;
- 2) калібр-скоби;
- 3) штангенциркулі, мікрометри;
- 4) різьбоміри.

**Матриця відповідей на тести**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.







#### **4 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОТВОРІВ**

**1. Отвори у деталях машин здійснюють:**

- 1) Для поєднання з валом;
- 2) для полегшення ваги деталі;
- 3) просто так;
- 4) усі відповіді правильні.

**2. Як називаються отвори з відношенням довжини до діаметра більше 5?**

- 1) Глибокі;
- 2) довгі;
- 3) технологічні;
- 4) нестандартні.

**3. За довжиною обробки отвори бувають:**

- 1) ступінчастими;
- 2) глухими і наскрізними;
- 3) циліндричними;
- 4) технологічними.

**4. Чому дорівнює кут заточування свердла при обробці сталі та чавуну?**

- 1) 30°;
- 2) 50°;
- 3) 180°;
- 4) 45°.

**5. Які інструменти застосовують під час розточування отворів?**

- 1) Зенківки;
- 2) центровочні свердла;
- 3) розточні різці;
- 4) фасонні різці.

**6. Яку операцію з обробки отвору виконують за 10-11 квалітетами?**

- 1) Зенкерування;
- 2) свердління;
- 3) розгортання;
- 4) центрування.

**7. Операція обробки вхідної або вихідної частини отвору для знімання фасок, задирок, а також утворення заглиблень під головки, болтів, гвинтів і заклепок називають:**

- 1) розточуванням;
- 2) зенкуванням;
- 3) свердлінням;
- 4) точінням торця.

**8. Інструменти для контролю отворів:**

- 1) гладка калібр-пробка;
- 2) штангенциркулі;
- 3) мікрометри;
- 4) кронциркулі.

**9. У яких випадках отвір вважається придатним?**

- 1) Коли проходять дві сторони ПР та НЕ;
- 2) деталь вважається придатною, якщо сторона ПР – проходить, а сторона НЕ – не проходить;
- 3) коли проходить тільки одна сторона НЕ;
- 4) усі відповіді правильні.

**10. Яке призначення гвинтової канавки на калібруючій частині свердла?**

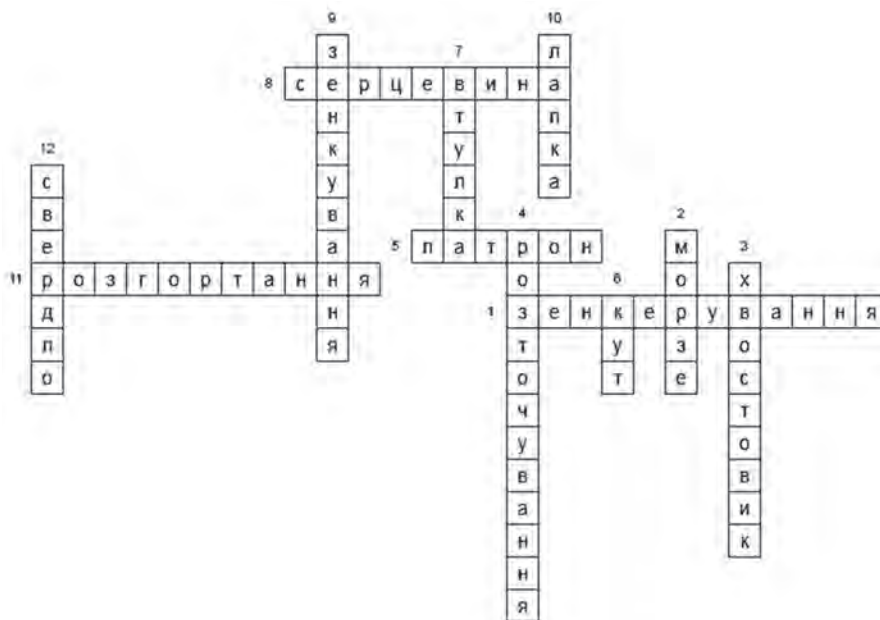
- 1) Для виходу стружки та подачі МОР;
- 2) для полегшення конструкції свердла;
- 3) просто так;
- 4) для облегшення конструкції свердла.

## Матриця відповідей на тести

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



## 5 ВИКОНАННЯ НАРІЗАННЯ КРІПІЛЬНОЇ РІЗЬБИ

## 1. Як класифікується різьба за призначенням?

- 1) Права та ліва;
- 2) кріпильна, ходова, спеціальна;
- 3) внутрішня та зовнішня;
- 4) метрична та дюймова.

## 2. За кількістю заходів різьба буває:

- 1) одно- та багатозаходна;
- 2) трикутна, кругла;
- 3) ходова та кріпильна;
- 4) внутрішня та зовнішня.

## 3. Вид контролю, під час якого окремо перевіряють власне середній діаметр, крок і половину кута профілю, називається:

- 1) простий;
- 2) комплексний;
- 3) поелементний;
- 4) усі відповіді правильні.

## 4. Вид контролю, під час якого одночасно контролюють середній діаметр, крок, половину кута профілю, а також внутрішній і зовнішній діаметри різьби, називається:

- 1) комплексний.
- 2) поелементний;
- 3) простий;
- 4) складний.



**5. Різбовий мікрометр призначений для вимірювання:**

- 1) кроку різьби; 3) кута профілю;  
2) середнього діаметра різьби; 4) висоти профілю.

**6. Відстань між двома однойменними точками сусідніх профілів – це:**

- 1) середній діаметр різьби; 3) крок різьби;  
2) висота профілю; 4) зовнішній діаметр різьби.

**7. Кут профілю дюймової різьби становить:**

- 1) 55°; 3) 35°;  
2) 60°; 4) 90°.

**8. Один дюйм дорівнює:**

- 1) 30 мм; 3) 24,5 мм;  
2) 25,4 мм; 4) 45 мм.

**9. Метричну різьбу на кресленнях позначають літерою:**

- 1) M; 3) D;  
2) T; 4) G.

**10. Плашка має таку конструкцію:**

- 1) одна різальна, одна калібруюча частина;  
2) одна різальна, дві калібруючі частини;  
3) дві різальні й одна калібруюча частина;  
4) усі відповіді правильні.

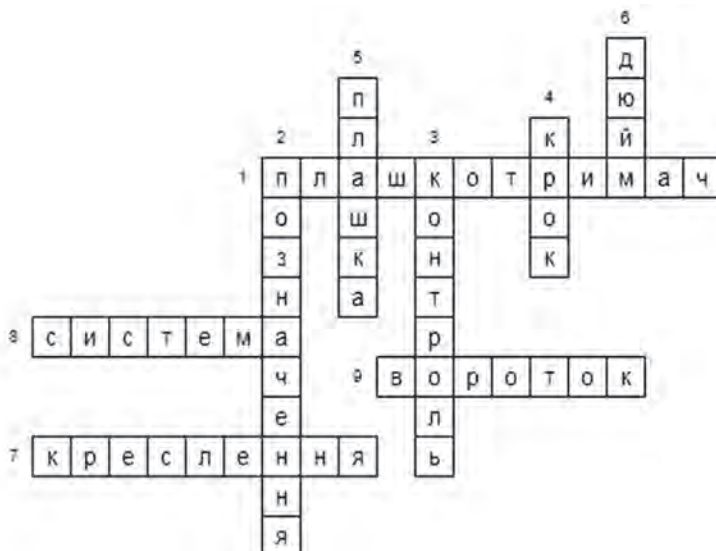
**Матриця відповідей на тести**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.

2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



## 6 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

**1. Відношення різниці діаметрів двох поперечних перерізів конуса до відстані між ними називається:**

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1) конусність;     | 3) ухил;       |
| 2) довжина конуса; | 4) кут конуса. |

**2. Величина, що характеризує нахил прямої лінії відносно іншої прямої (вертикальної або горизонтальної), – це:**

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| 1) кут конуса; | 3) похила лінія;   |
| 2) ухил;       | 4) вершина конуса. |

**3. Для комплексного контролю конічної зовнішньої поверхні використовують:**

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) конічну калібр-пробку; | 3) конічну калібр-втулку; |
| 2) шаблон;                | 4) фасонні калібри.       |

**4. Для комплексного контролю конічної внутрішньої поверхні використовують:**

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) шаблон;                | 3) конічну калібр-втулку; |
| 2) конічну калібр-пробку; | 4) фасонні калібри.       |

**5. Якщо довжина конуса не перевищує 25 мм, то його обробку проводять:**

- |                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1) широким різцем;        | 3) за допомогою копіювальної лінійки; |
| 2) конічними розгортками; | 4) будь-яким способом.                |

**6. Обробляти конічні зовнішні поверхні автоматичною подачею можливо при обробці конічної поверхні:**

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1) широким різцем;          | 3) при повернутих верхніх полозках супорта; |
| 2) зміщенням задньої бабки; | 4) усі відповіді правильні.                 |

**7. Основні елементи конічної поверхні:**

- 1) кут профілю;
- 2) глибина різання;
- 3)  $D$  – діаметр нижньої основи;  $d$  – діаметр верхньої основи;  $L$  – відстань між діаметрами;
- 4) Крок профілю.

**8. У масовому виробництві зовнішні конічні поверхні перевіряють:**

- 1) нерегульованими або регульованими шаблонами;
- 2) конічною калібр-пробкою;
- 3) штангенциркулями;
- 4) мікрометрами.

**9. Конічні поверхні великої довжини з кутом ухилу  $\alpha = 8-10^\circ$  можна обробляти:**

- |                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1) зміщенням задньої бабки; | 3) за допомогою копіювальної лінійки; |
| 2) широким різцем;          | 4) різьбовими різцями.                |

**10. З яких інструментів складається комплект конічних розгортків?**

- 1) Із циліндричних розгортків різних діаметрів;
- 2) з комплекту зенківків;
- 3) із чорнової, напівчистої, чистої;
- 4) із комплекту зенкерів.

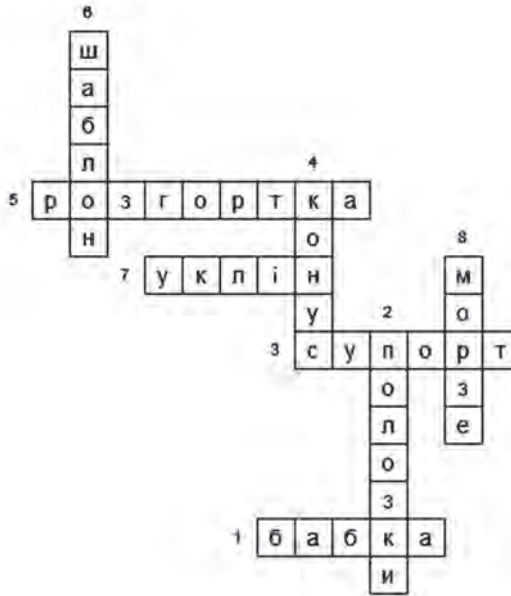


### Матриця відповідей на тести

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



## 7 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ

### 1. Якими засобами не здійснюють обробку фасонних поверхонь?

- 1) Поєднанням поперечної і подовжньої подач різця;
- 2) фасонними різцями, профіль яких відповідає профілям готової деталі;
- 3) з використанням пристосувань та копіювальних пристроїв;
- 4) накатуванням поверхонь.

### 2. Яка форма контуру не належить до фасонних?

- 1) Фасонні поверхні замкнутого контуру;
- 2) фасонні поверхні незамкнутого контуру;
- 3) фасонні поверхні складного контуру;
- 4) рзбовий контур.

### 3. У чому полягає особливість фасонних різців?

- 1) Профіль різця відповідає профілю майбутньої деталі;
- 2) призначені для заточуванн;
- 3) у виборі інструментального матеріалу;
- 4) немає особливостей.

#### 4. Яку форму твірної мають фасонні поверхні?

- 1) Різьбову;
- 2) криволінійну;
- 3) плоску;
- 4) усі відповіді правильні.

#### 5. Якими різцями виконують попереднє обточування фасонних поверхонь?

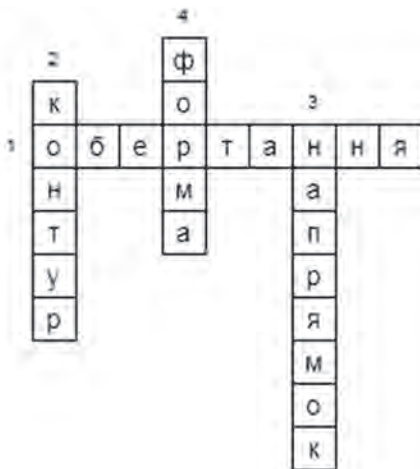
- 1) Різьбовими;
- 2) прохідними;
- 3) відрізними;
- 4) розточними.

#### Матриця відповідей на тести

1	2	3	4	5

#### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



## 8 ВИКОНАННЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ

### 1. Яку шорсткість отримують при поліруванні?

- 1) Малу шорсткість поверхні (12-й клас);
- 2) нормальну шорсткість;
- 3) занижену шорсткість;
- 4) завищену шорсткість.

### 2. Від чого залежить конструкція та форма притирів?

- 1) Від конфігурації оброблюваної деталі;
- 2) від матеріалу деталі;
- 3) від режимів різання;
- 4) від товщини шару металу.

### 3. Що таке притирання?

- 1) Операція тонкого точіння;
- 2) проміжна операція;
- 3) чорнова операція;
- 4) кінцева опоряджувальна операція для отримання чистоти поверхні Ra 0,63–0,01 мкм і точності 5–6 квалітетів.



#### 4. Що таке накатування?

- 1) Операція тонкого точіння;
- 2) процес отримання рифлень на поверхні деталі;
- 3) нарізання різьби;
- 4) усі відповіді правильні.

#### 5. Який номер мають оздоблювальні шкурки?

- 1) 00000;
- 2.10;
- 3) 32;
- 4) 654.

#### Матриця відповідей на тести

1	2	3	4	5

#### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



### 9 ВИКОНАННЯ НАРІЗАННЯ РІЗЬБ РІЗЦЯМИ

#### 1. У яких випадках різьбу нарізають різьбовими різцями?

- 1) Коли відсутні плашка або мітчик;
- 2) для нарізання різьб крупних розмірів (з великим діаметром, крупним кроком та довжиною різьби);
- 3) при виготовленні великої партії деталей;
- 4) усі відповіді правильні.

#### 2. Які вимоги до кута профілю та форми вершини різьбового різця?

- 1) Кут профілю та форма вершини різьбового різця повинні відповідати профілю нарізаної різьби;
- 2) вимог немає;

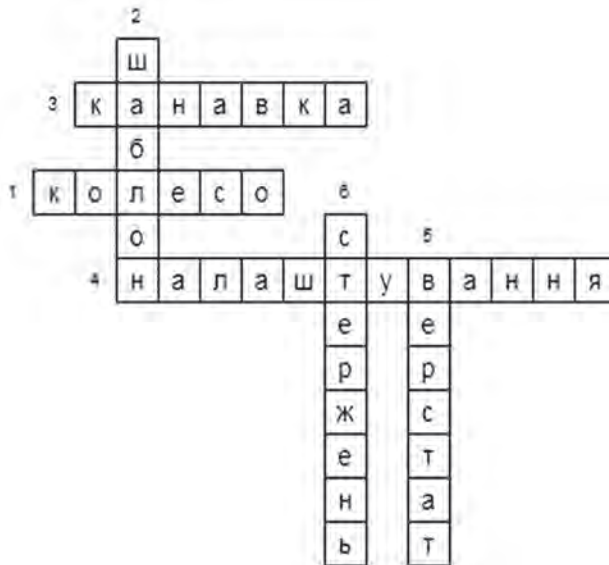






### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



## 10 ОСВОЄННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ

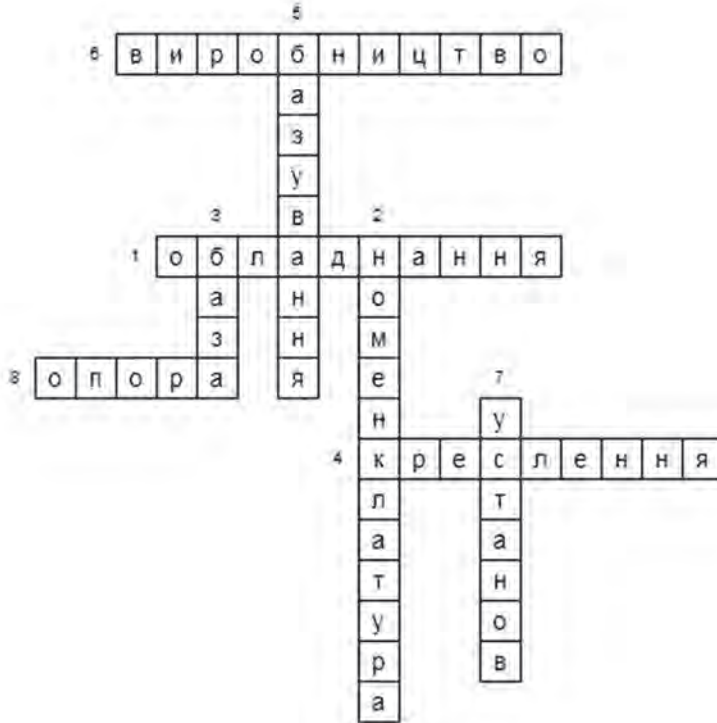
1. За якого типу виробництва деталі виготовляють одиницями або малими неповторюваними партіями?
  - 1) Масовий тип виробництва;
  - 2) одиничний тип виробництва;
  - 3) середньосерійний тип виробництва;
  - 4) малосерійний тип виробництва.
2. За якого типу виробництва необхідне спеціальне та автоматизоване обладнання?
  - 1) Масовий тип виробництва;
  - 2) серійний тип виробництва;
  - 3) одиничний тип виробництва;
  - 4) у всіх видах виробництва.
3. Сукупність усіх дій, методів виготовлення і засобів праці на підприємстві для виробництва або ремонту виробів – це:
  - 1) технологічний процес;
  - 2) операція;
  - 3) виробничий процес;
  - 4) перехід.





### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



## 11 ОБРОБКА ТОНКОЛИСТОВОЇ СТАЛІ І ТОНКОСТІННОЇ ДЕТАЛІ

### 1. Тонкостінні деталі забезпечують:

- 1) підвищену якість обробки деталей;
- 2) зниження ваги деталей;
- 3) поліпшену шорсткість;
- 4) підвищену шорсткість.

### 2. До тонкостінних деталей належать:

- 1) труби, кільця, втулки, корпусні деталі;
- 2) зубчасті колеса, підшипники;
- 3) вали, муфти;
- 4) корпусні деталі.

### 3. Які труднощі виникають під час обробки тонкостінних деталей?

- 1) Труднощі не виникають;
- 2) деформація деталі при закріпленні на верстаті;
- 3) труднощі з вибором різального інструмента;
- 4) усі відповіді правильні.

### 4. На що впливає деформація тонкостінних деталей при їх закріпленні на верстаті?

- 1) На кількість деталей;
- 2) ні на що не впливає;
- 3) на точність деталі після обробки;
- 4) на шорсткість обробки.

### 5. Які є засоби кріплення тонкостінних деталей на токарних верстатах?

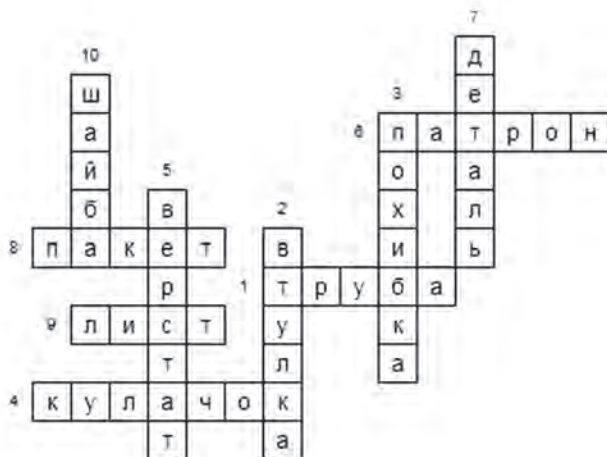
- 1) У гідропластному патроні, в широких кулачках, у подовжених кулачках;
- 2) у цангових патронах;
- 3) у двокулачкових патронах;
- 4) у пневматичних патронах.

#### Матриця відповідей на тести

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



## РОЗДІЛ II. ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

### 1 ПАСПОРТ, КЕРІВНИЦТВО З ЕКСПЛУАТАЦІЇ, КІНЕМАТИЧНІ СХЕМИ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУКЦІЇ

1. У паспорті наводять основні параметри супортів, шпинделя, різцевої головки, задньої бабки й інших основних частин верстата, а також відомості з механіки головного приводу і подач.

- 1) Ні;
- 2) так.
- 3) можливо;
- 4) усі відповіді правильні.

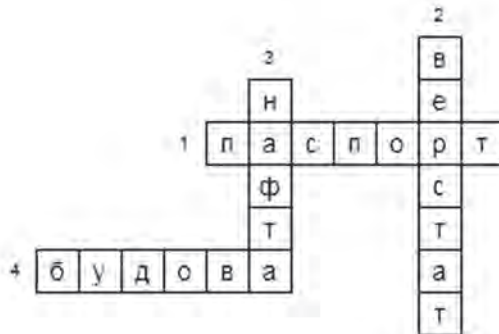
2. Індустріальні мастила призначенні для змащування пар тертя і підшипників металообробних верстатів.

- 1) Можливо;
- 2) ні;
- 3) так;
- 4) для змащування валів.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ:

1. Запишіть визначення кожного слова кросворда.
2. Поставте питання до кожного слова кросворда.



## РОЗДІЛ III. КОНТРОЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ І ПРИБОРІВ 3 (2-3. РОЗРЯДУ)

1. Чому штангенінструменти є найпопулярнішими інструментами вимірювання діаметр і довжин у всьому світі?
  - 1) Мають складну конструкцію;
  - 2) мають просту конструкцію, зручні в користуванні, швидкі в роботі;
  - 3) мають доступну цінову політику.
  - 4) довгий термін роботи.
2. Для чого призначені штангенглибиноміри?
  - 1) Для вимірювання довжинних розмірів;
  - 2) для вимірювання внутрішніх діаметрів;
  - 3) для вимірювання кроку різьби;
  - 4) для комплексного контролю конусів.
3. Якими літерами умовно позначаються штангенглибиноміри?
 

1) ШЦ;	3) ШГ;
2) ШЦТ;	4) ШГМ.
4. До безшкальних виробничих вимірювальних засобів, призначених для контролю розмірів, форми і взаємного розташування деталей та їх елементів належать:
 

1) мікрометри;	3) штангенциркулі;
2) калібри;	4) шаблони.
5. Для контролю окремих лінійних розмірів або кутових величин деталей призначені:
 

1) елементні (одиночні) калібри;	3) мікрометри;
2) штангенглибиноміри;	4) шаблони.

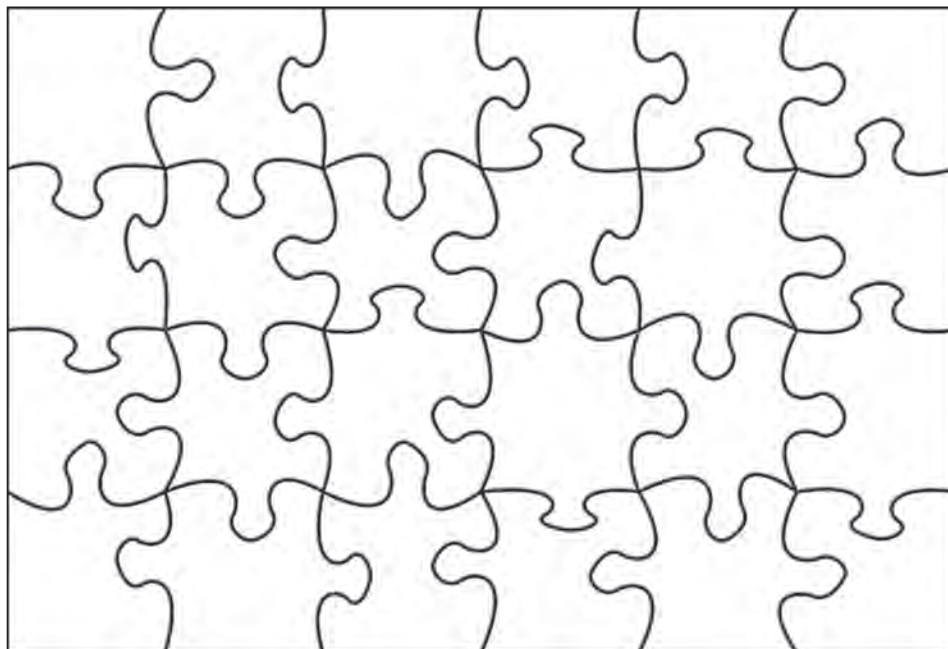




## ДОДАТОК 2

### МАТЕРІАЛ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПАЗЛІВ

---





## ДОДАТОК 3

### ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХОНЬ

**Шорсткість** – сукупність нерівностей, що утворюють рельєф поверхні деталі.

Параметри шорсткості Ra, мкм	Базова довжина, мм	Позначення шорсткості			
		По ГОСТ 2.309		Використане у раніше розроблених документах*	
50	8,0	$\sqrt{Ra\ 50}$	$\sqrt{50}$	Rz $\sqrt{320}$	$\nabla\ 1$
25		$\sqrt{Ra\ 25}$	$\sqrt{25}$	Rz160	$\nabla\ 2$
12,5	2,5	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	$\sqrt{12,5}$	Rz80	$\nabla\ 3$
6,3		$\sqrt{Ra\ 6,3}$	$\sqrt{6,3}$	Rz 40	$\nabla\ 4$
3,2	0,8	$\sqrt{Ra\ 3,2}$	$\sqrt{3,2}$	Rz 20	$\nabla\ 5$
1,6		$\sqrt{Ra\ 1,6}$	$\sqrt{1,6}$	2,5	$\nabla\ 6$
0,8		$\sqrt{Ra\ 0,8}$	$\sqrt{0,8}$	1,25	$\nabla\ 7$
0,4	0,25	$\sqrt{Ra\ 0,4}$	$\sqrt{0,4}$	0,63	$\nabla\ 8$
0,2		$\sqrt{Ra\ 0,2}$	$\sqrt{0,2}$	0,32	$\nabla\ 9$
0,1		$\sqrt{Ra\ 0,1}$	$\sqrt{0,1}$	0,16	$\nabla\ 10$
0,05		$\sqrt{Ra\ 0,05}$	$\sqrt{0,05}$	0,08	$\nabla\ 11$
0,025	0,08	$\sqrt{Ra\ 0,025}$	$\sqrt{0,025}$	0,04	$\nabla\ 12$
0,012		$\sqrt{Ra\ 0,012}$	$\sqrt{0,012}$	Rz0,1	$\nabla\ 13$

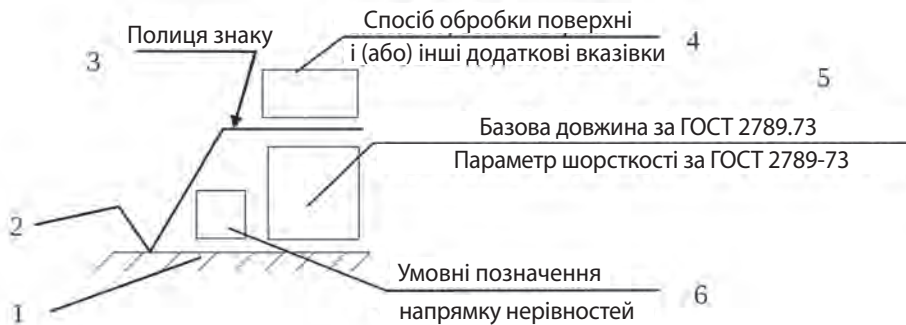
\* У нових розробках не використовувати.

Ra – середнє арифметичне відхилення профілю;

Rz – висота нерівностей профілю за десятьма точками.

## ДОДАТОК 4

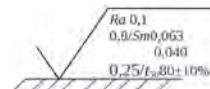
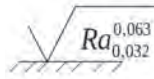
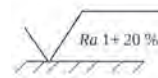
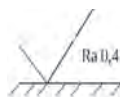
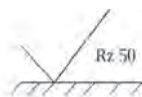
### СТРУКТУРА ПОЗНАЧЕННЯ ШОРСТКОСТІ ЗА ГОСТ 2.309.73, ISO 3166.



Значення  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{\max}$ ,  $S_m$ ,  $S$  – після відповідного символу.

Вказівка одного значення параметра обмежує його найбільший розмір.

- 1 – поверхня;
- 2 – знак;
- 3 – полиця знаку;
- 4 – спосіб обробки поверхні та (або) інші додаткові вказівки;
- 5 – базова довжина за ГОСТ 2789-73;
- 6 – параметр шорсткості за ГОСТ 2.309.73, ISO 3166;
- 6 – умовне позначення напрямку нерівностей



Для обмеження і найменшого розміру параметра на кресленні необхідно зазначити, крім найбільшого, також і найменше його допустиме значення.

Базову довжину не вказують у тому випадку, коли її значення є оптимальним для нормованих параметрів  $R_a$  і  $R_z$ .

При вказівці двох і більш параметрів шорсткості їхні значення записують згори донизу у такому порядку: параметр висоти профілю, параметр кроку профілю, відносна опорна довжина профілю.



Вид обробки поверхні вказують у позначенні шорсткості тільки у випадках, коли він є єдиним, що застосовуються для одержання необхідної кількості поверхні.

При позначенні шорсткості деталі, утвореної без видалення матеріалу (напрямки витяжкою), застосовується той же знак, але з указівкою чисельних значень параметрів і іншими даними, чисельних наприклад.

Якщо на всіх поверхнях деталі встановлюються одні і ті ж вимоги до шорсткості, то загальний знак шорсткості ставлять у правому верхньому куті і на зображення деталі не виносять.

З номенклатури стандарту вибирають один або декілька параметрів шорсткості.

У стандарті встановлено 14 класів шорсткості. З першого по п'ятий – параметр  $Rz$ , шостий-дванадцятий –  $Ra$ , тринадцятий-чотирнадцятий –  $Rz$ .

Крім стандартних параметрів шорсткості поверхні, конструктор має право нормувати й інші параметри:  $r$  – радіус вершин нерівностей;  $r_f$  – радіус западин;  $L$  – довжину профілю;  $\beta$  – кут нахилу твірних, що визначають експлуатаційні характеристики деталі.

**ТАБЛИЦЯ ПАРАМЕТРІВ ШОРСТКОСТІ (ГОСТ 2789-73).**

Клас шорсткості	Параметр	Величина параметра	Значення за ДСТУ	Допустимий квалітет
1	Rz	320-160	50,00	
2		160-80	25,00	16
3		80-40	12,50	14
4		40-20	6,30	12
5		20-10	3,20	11
6	Ra	2,5-1,25 1,25-0,63	1,60	9
7		0,63-0,32	0,80	7
8		0,32-0,16	0,40	6
9		0,16-0,08	0,20	5
10		0,08-0,04	0,10	3
11	Rz		0,05	
12			0,025	
13			0,0175	
14			0,0087	

ОРІЄНТОВНІ ЗНАЧЕННЯ  $R_a$  І  $R_z$ ,  $\mu\text{м}$ 

Клас чистоти поверхні	Середнє арифметичне відхилення профіля $R_a$ , $\mu\text{м}$	Висота нерівностей $R_z$ , $\mu\text{м}$	Базова довжина, $\mu\text{м}$	Основна шкала
1	80	320	8	Rz
2	40	160		
3	20	80		
4	10	40	2,5	Rz
5	5	20		
6	2,5	10	0,8	Ra
7	1,25	6,3		
8	0,63	3,2		
9	0,32	1,6	0,25	Ra
10	0,16	0,8		
11	0,08	0,4		
12	0,04	0,2		
13	0,02	0,1	0,08	Rz
14	0,01	0,05		

**Класи чистоти, класи шорсткості** – сукупність поверхонь, згрупованих за спільністю числових значень основних параметрів шорсткості поверхні.

**Базова довжина** – довжина базової лінії, яку використовують для виділення нерівностей, що характеризують шорсткість поверхні.

**Середнє арифметичне відхилення профілю  $R_a$**  – середнє арифметичне відхилення профілю в межах базової довжини.

**Висота нерівностей профілю за десятьма точками  $R_z$**  – сума середніх арифметичних абсолютних відхилень точок п'яти найбільших мінімумів і п'яти найбільших максимумів профілю в межах базової довжини.

## ДОДАТОК 5

### ПРИПУСКИ НА ОБТОЧУВАННЯ ТА ВІДРІЗАННЯ

#### ПРИПУСКИ НА ЧОРНОВЕ ОБТОЧУВАННЯ ЗАГОТОВОК З ПРОКАТУ

Діаметр деталі, мм	Припуск на діаметр при довжині, мм				
	До 50	від 50 до 100	від 100 до 400	від 400 до 800	від 800 до 1200
8–18	2	3	3,5	4	-
18–30	2,5	3,5	3,5	4	4,5
30–50	3	4	4,5	5	5,5
50–80	3	4	4,5	5,5	6
80–120	4,5	5,5	6	7	7,5
120–200	5	6	7	7,5	8,5

#### ПРИПУСКИ НА ЧИСТОВЕ ОБТОЧУВАННЯ ЗАГОТОВОК З ПРОКАТУ

Діаметр деталі, мм	Припуск на діаметр при довжині, мм					
	До 100	100–400	400–800	800–1200	1200–1600	1600–2000
6–18	1,2	1,5	1,5	-	-	-
18–30	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	-
30–50	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	3,0
50–80	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0
80–120	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
120–200	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5



**ПРИПУСК ПО ДОВЖИНІ НА ВІДРІЗАННЯ  
ПРУТКОВОГО МАТЕРІАЛУ, мм**

<b>Діаметр заготовки, мм</b>	<b>Ширина відрізного різця, мм</b>	<b>Припуск на підрізування торців, мм</b>
До 18	3	1
18–30	3,5	1
30–50	4	1,2
50–80	4	1,2
80–120	5	2
120–200	6	2

Під час відрізання прутків встановлюють так, щоб його довжина, яка залишається, не перевищувала діаметр прутка. Цю операцію виконують відрізними різцями. Щоб полегшити умови різання, різальну кромку різця звужують до стержня під кутом 10-20° з кожного боку. Міцність різця невелика – працювати такими різцями потрібно обережно. Державку різця встановлюють перпендикулярно до осі обертання шпинделя. За потреби прутки відрізають, розбиваючи канавку.

## ПОЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ШОРСТКОСТІ ЗА ГОСТ 2.309-73 ТА З УРАХУВАННЯМ ЗМІН № 3 ДО ГОСТ 2.309-73 ВІД 2005-07-01

Вимоги до шорсткості поверхні встановлюють без урахування дефектів поверхонь (подряпини, раковини і т. п.). Якщо у цьому виникає необхідність, їх указують окремо.

Згідно з ГОСТ 2789-73, шорсткість поверхонь позначають на машинобудівних кресленнях за певною структурою (рис. 1).

Знак повинен дотикатися вершиною до контуру поверхні виробу або виносної лінії. Полка знака може бути відсутня, якщо не вказуються пункти 4, 5 або 6.

Нове позначення введено відповідно до змін, прийнятих Міжнародною радою зі стандартизації, метрології і сертифікації у 2002 році (за ухвалення проголосували національні органи Вірменії, України, Молдови, Казахстану, Таджикистану, Росії, Білорусії, Киргизії, Узбекистану). В Україні нове позначення введено в 200507-01 (рис. 2).

У разі підвищених вимог до шорсткості та якості обробки поверхонь встановлюються додаткові вимоги до напрямку нерівностей. На кресленнях умовні позначення напрямку нерівностей (ГОСТ 2.309-73) за потреби позначають спеціальними знаками (табл. 2).

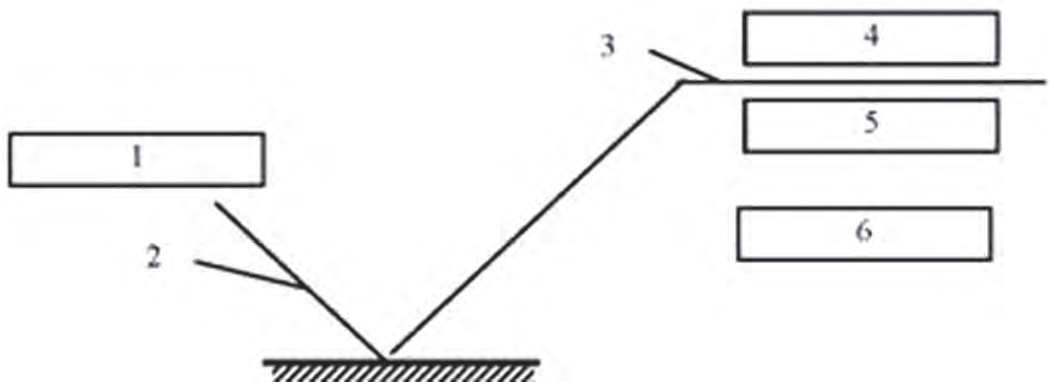
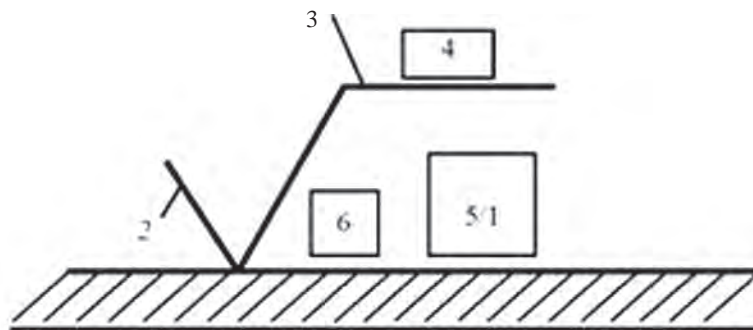


Рис. 1. Позначення шорсткості згідно з ГОСТ 2789-73:

- 1 – параметр (параметри) шорсткості;
- 2 – знак шорсткості;
- 3 – полка знака шорсткості;
- 4 – вид обробки поверхні та (або) інші додаткові вказівки;
- 5 – базова довжина згідно з ГОСТ 2789-73;
- 6 – умовне позначення напрямку нерівностей.



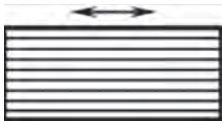

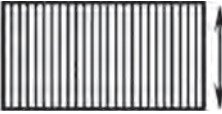
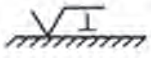

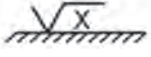
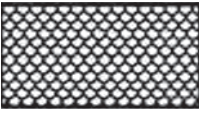
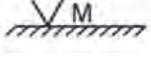

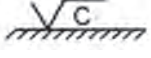



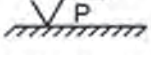
**Рис. 2.** Позначення шорсткості згідно зі змінами 2005-07-01:

- 1 – параметр (параметри) шорсткості; 2 – знак шорсткості; 3 – полка знака шорсткості;  
 4 – вид обробки поверхні та (або) інші додаткові вказівки; 5 – базова довжина згідно з ГОСТ 2789-73; 6 – умовне позначення напрямку нерівностей

Залежно від методу обробки шорсткість позначають одним із трьох знаків:

ГОСТ 2.309-73	Зі змінами №3 до ГОСТ 2.309-73/2005-07-01
	
<p>Таким чином позначають, якщо конструктор не встановив вид обробки поверхні.</p>	
	
<p>Знак вказує, що шорсткість поверхні утворюється зняттям шару матеріалу (точіння, фрезерування, свердління тощо).</p>	
	
<p>Знак вказує, що шорсткість поверхні утворюється без зняття поверхневого шару матеріалу, наприклад литтям, штампуванням, прокатом, тощо.</p>	

### НАПРЯМИ НЕРІВНОСТЕЙ ТА ЇХ ПОЗНАЧЕННЯ ЗГІДНО З ГОСТ 2.309-73 ЗІ ЗМІНАМИ № 3

Типи напрямку нерівностей	Схематичне зображення	Позначення
Паралельний		
Перпендикулярний		
Перехресний		
Довільний		
Колоподібний		
Радіальний		
Точковий		

ГОСТ 2.309-73	Зі змінами №3 до ГОСТ 2.309-73 від 2005-07-01
$\sqrt{0,4}$ <p>Усі параметри шорсткості, за винятком <math>Ra</math>, вказуються у сполученні з цифрами</p>	$\sqrt{0,4}$
<p>Значення параметра <math>Ra</math> не повинно перевищувати 0,4 мкм, вид обробки і напрям нерівностей не встановлюються</p>	
$\sqrt{Rz\ 50}$	$\sqrt{Rz\ 50}$
<p>Значення <math>Rz</math> не повинно перевищувати 50 мкм, вид обробки і напрям нерівностей не встановлюють</p>	

Базову довжину в позначенні шорсткості поверхні не вказують, якщо визначення значень параметрів  $Ra$  і  $Rz$  повинно проводитися в межах базової довжини, що відповідає вищевказаним значенням.

ГОСТ 2.309-73	Зі змінами №3 до ГОСТ 2.309-73 від 2005-07-01
$\sqrt[0,4]{\begin{array}{c} \text{Полірування} \\ 0,8 \\ M \end{array}}$	$\sqrt{\begin{array}{c} \text{Полірування} \\ M\ 0,8/Ra\ 0,4 \end{array}}$
<p>Значення параметра <math>Ra</math> не повинно перевищувати 0,4 мкм при вимірюванні на базовій довжині 0,8 мм; напрям нерівностей поверхні – довільний (знак М). Вид обробки поверхні – полірування</p>	
$\sqrt{Rz\ 0,32}{\begin{array}{c} 0,25 \\ x \end{array}}$	$\sqrt{x\ 0,25/Rz\ 0,32}$
<p>Значення параметра <math>Rz</math> не повинно перевищувати 0,32 мкм при вимірюванні на базовій довжині 0,25 мм; напрям нерівностей – перехресний, вид обробки не встановлюється</p>	

ГОСТ 2.309-73	Зміни №3 від 2005-07-01
$Rz\ 0,2\ \sqrt{0,8}$	$Rz\ 0,2\ \sqrt{=0,8/Rz\ 0,2}$
Значення параметра $Rz$ не повинно перевищувати 0,2 мкм при вимірюванні на базовій довжині 0,8 мм; напрям нерівностей – паралельний, вид обробки не встановлюють	
$2,5\ \sqrt{x}$	$\sqrt{x\ Ra\ 2,5}$
Значення параметра $Ra$ не повинно перевищувати 2,5 мкм; поверхня повинна бути утворена зняттям шару матеріалу; напрям нерівностей поверхні – перехресний	

Позначення шорсткості, яка є однаковою для частини поверхонь виробу, може бути розташоване в правому верхньому кутку креслення разом із умовним позначенням  $\sqrt{\checkmark}$ . Це означає, що всі поверхні, на зображення яких не нанесено позначення шорсткості або знак  $\sqrt{\checkmark}$ , повинні мати шорсткість, указану перед умовним позначенням. Розміри знака, взятого в дужки, повинні дорівнювати розмірам знаків, нанесених на зображенні.

ГОСТ 2.309-73	Зміни №3 до ГОСТ 2.309-73 від 2005-07-01
$Rz\ 50\ \sqrt{(\checkmark)}$	$Rz\ 50\ \sqrt{Rz\ 50\ (\checkmark)}$
Значення параметра шорсткості $Rz$ для всіх поверхонь, на яких не нанесено позначення шорсткості, не повинно перевищувати 50 мкм	
$\sqrt{(\checkmark)}$	$\sqrt{(\checkmark)}$
Усі поверхні, на зображення яких не нанесено позначення шорсткості або знак $\sqrt{\checkmark}$ , повинні мати шорсткість, указану перед умовним позначенням	

## ДОДАТОК 7

### СУЧАСНІ ВЕРСТАТИ ТОКАРНОЇ ГРУПИ

Сучасні токарні верстати відповідають постійно зростаючим вимогам до обладнання. На них є змога обробляти нові матеріали, конструкції заготовок і деталей; вони забезпечують технічну та екологічну безпеку персоналу і т. д.

Робітник-верстатник повинен досконало знати конструкцію устаткування, яке обслуговує, всіх його вузлів і механізмів (механічних, електричних, гідравлічних, електронних); уміти розробляти технологію обробки деталей, обирати між режимами різання; налаштовувати керувальні програми; кваліфіковано налагоджувати верстати за максимально можливий короткий час.

Пропонуємо ознайомитись з окремими представниками сучасних верстатів токарної групи. Більш детальну інформацію можна отримати на сторінках інтернет-мережі.

#### ВИСОКОПРОДУКТИВНИЙ ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ ПО МЕТАЛУ WM460-1500



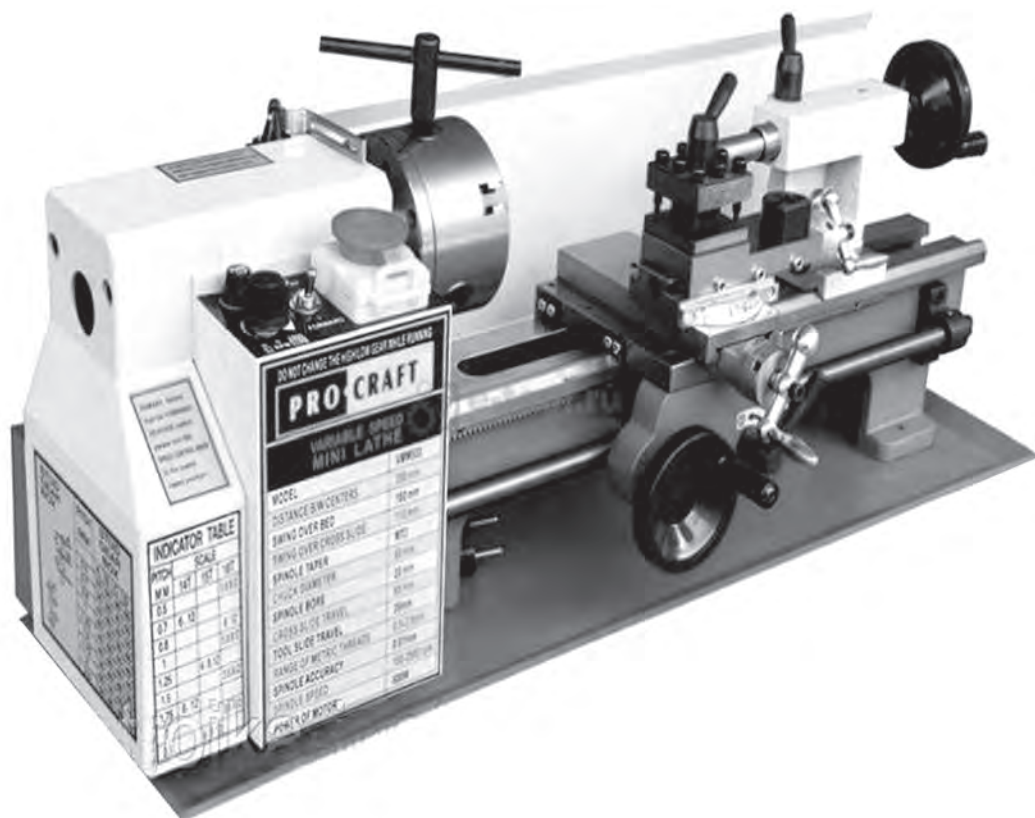


### Функціональні особливості:

- автоматична подача МОР;
- автоматична зміна інструмента;
- швидке затискання задньої бабки;
- реверс шпинделя;
- зовнішня і внутрішня обробка складних заготовок деталей типу тіл обертання;
- традиційний комплекс технологічних операцій: гостріння, відрізка, свердління, нарізання різьби та ін.

Максимальний діаметр обробки над супортом, мм	275
Максимальний діаметр обробки над станиною, мм	460
Максимальна довжина заготовки в центрах, мм	1500
Діаметр наскрізного отвору шпинделя, мм	52
Передній кінець шпинделя	MT6
Діапазон швидкості шпинделя, об / хв	40-1800
Поздовжня подача, мм / об	0,04-2,46
Поперечна подача, мм / об	0,03-1,23
Кількість різального інструмента	4
Розмір інструмента, мм	20x20
Трикулачковий патрон / чотирикулачковий патрон, мм	200/ 250
Дюймові різьби, мм	1-72
Метричні різьблення, мм	0,5-20
Максимальне переміщення супорта, мм	240
Максимальне переміщення верхньої каретки, мм	100
Конус пінолі задньої бабки	MT4
Електродвигун, кВт	4/5,5
Маса верстата, кг	1820
Габаритні розміри, мм	2860x1000x1200

## НАСТІЛЬНИЙ ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ ПО МЕТАЛУ PROCRAFT

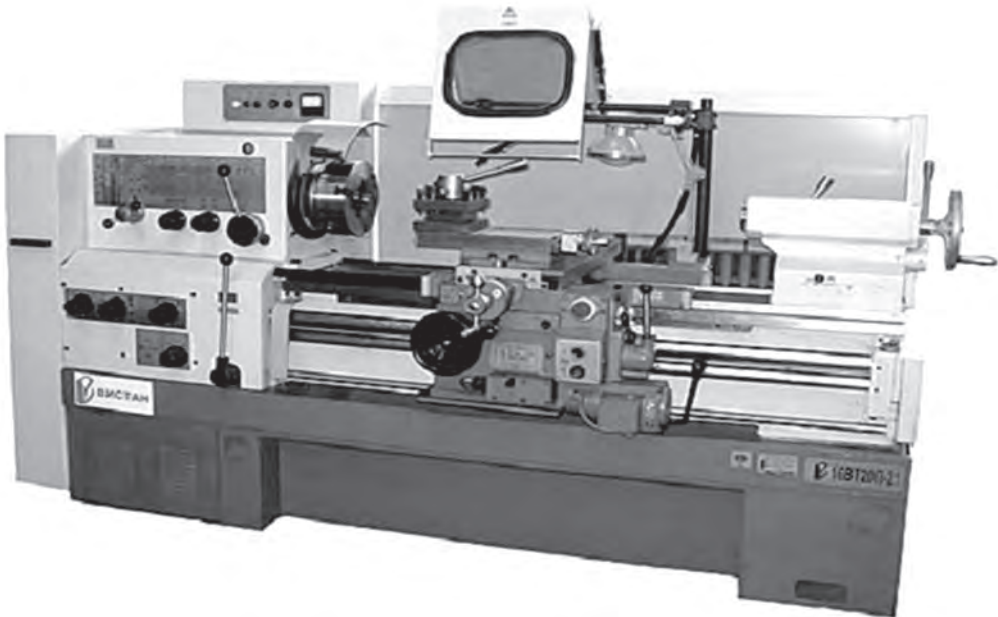


Токарний верстат по металу Procraft WMM-800 призначений для обробки металевих заготовок і виробництва деталей з точно заданими параметрами. Модель працює від мережі з напругою 220 Вольт, потужність пристрою становить 800 Вт.

### Технічні особливості

- Виконує функції нарізання різьби з різним кроком оборотів, точіння, свердління, зенкерування отворів, розгортання, обробки торців і т.д.
- Кількість обертів на хвилину – від 100 до 2500.
- Максимальний діаметр обточування деталей над станиною – 180 мм, над супортом – 80 мм.
- Нарізує дюймові та конічні різьби, має комплект змінних шестерень для різного кроку різьблення.
- Кнопка пуску оснащена захистом від випадкового ввімкнення.
- Є поворотний супорт для точіння деталей невеликої довжини.

## УНІВЕРСАЛЬНИЙ ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ ПО МЕТАЛУ 16ВТ20П-22

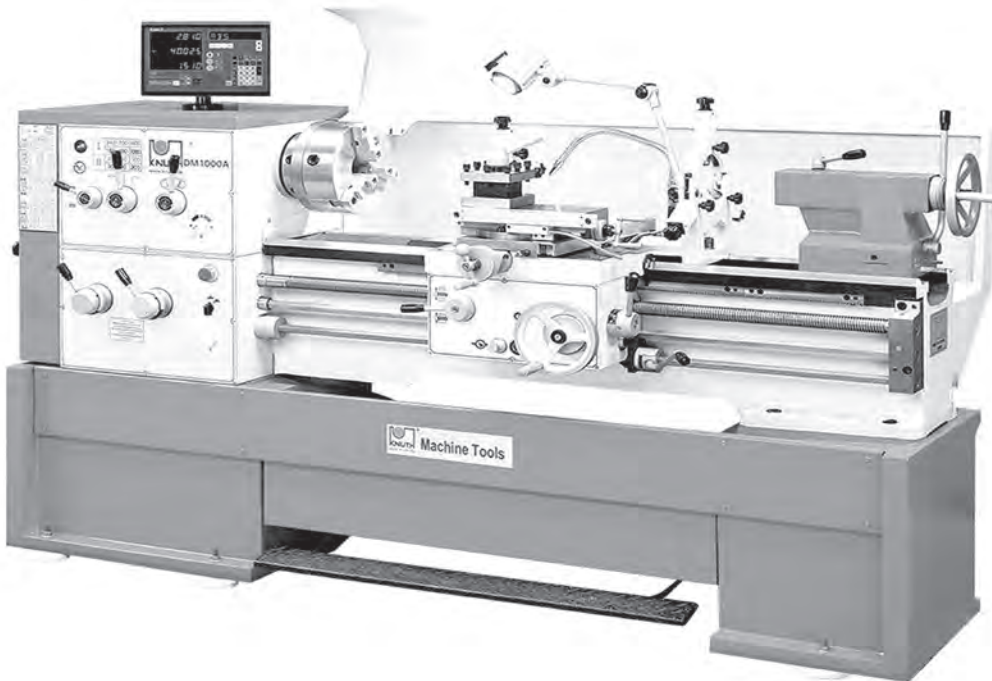


Універсальний токарний верстат 16ВТ20П має підвищений клас точності і використовується для виконання різноманітних токарних робіт, пов'язаних з обробкою деталей тіл обертання. Це, зокрема, зовнішнє точіння, розточування внутрішніх циліндричних і конічних поверхонь, свердління, зенкування і розгортання, а також нарізання зовнішньої і внутрішньої різьби різцями і мітчиками.

### Технічні особливості

- Жорсткість корпусних деталей, значна потужність приводу, висока надійність усіх вузлів і механізмів дозволяють виробляти якісну обробку деталей з металів і сплавів сучасним різальним інструментом з високими швидкостями різання.
- Високоточний шпиндель має отвір 57 мм.
- Жорсткий надійний 4-х позиційний різцетримач.
- Напрявні станини відшліфовані та загартовані, що забезпечує тривалий термін роботи і підвищений клас точності обробки.
- Механічний фрикціон.
- Задня бабка з пневмоавантаженням.
- Власний привід фартуха прискореного переміщення каретки і супорта дає можливість виконувати роботу з упорами з автовідключенням подачі при контакті з упором в момент збільшення навантаження на рейкову шестерню.
- Коробка подач дозволяє нарізати різьбу 11 і 19 ниток на дюйм без зміни шестерень гітари.
- Наявність огорожень зони різання і патрона, електричні й механічні блокування гарантують безпечну роботу на верстаті.

## УНІВЕРСАЛЬНИЙ ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ *DM 1000 A*

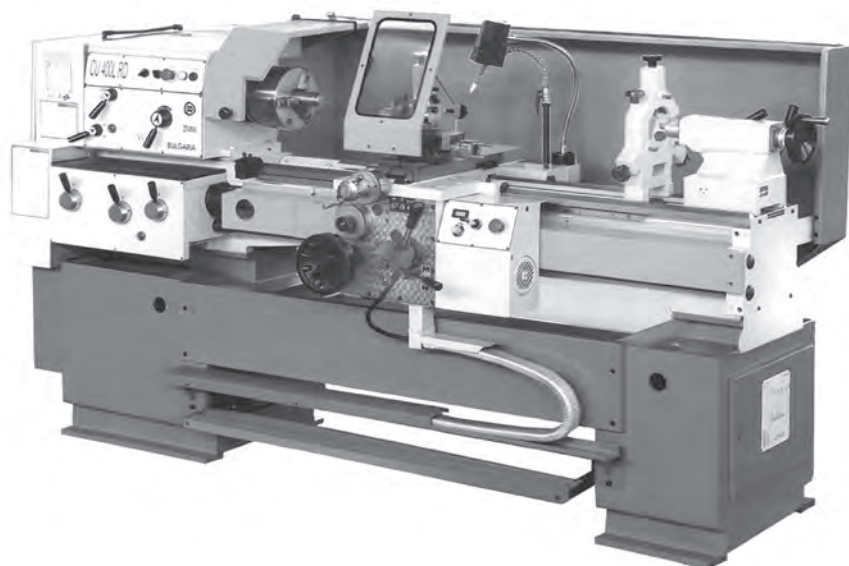


Верстат DM 1000 A укомплектований 4-кулачковим патроном для кріплення на планшайбі Ø 250 мм, кріпильною шайбою Ø 380 мм, 3-осьовим УЦІ, 3-кулачковим патроном Ø 250 мм, змінними шестернями, швидкозмінним різцетримачем, головкою швидкозмінного різцетримача, МОР, рухомим і нерухомим люнетами, захисним щитом, захистом патрона, LED лампою, інструментом для обслуговування, керівництвом з експлуатації.

### Технічні особливості

- Розмір отвору в шпинделі становить 52 мм.
- Потужний двигун – 5,5 кВт.
- Регульована запобіжна муфта супорта запобігає поламці шестерень при перенавантаженні верстата.
- Ножні гальма для швидкої зупинки та відключення головного шпинделя.
- Захист зажимного патрону.
- Заднє кріплення головного шпинделя на конічному роликовому підшипникові та упорному підшипникові ковзання.
- Переднє кріплення головного шпинделя на дворядних циліндричних роликових підшипниках.

## УНІВЕРСАЛЬНИЙ ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ З БЕЗСТУПІНЧАТИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ШВИДКОСТІ МОДЕЛІ CU 325RD



Верстати з безступінчатим регулюванням прості в управлінні. Вони дають змогу виготовляти деталі з більш високими вимогами до точності. З їх допомогою можна без зусиль обробляти будь-які тіла обертання, деталі квадратного перетину і фасонні вироби.

Такі верстати можна використовувати для обробки невеликих деталей або довгомірних деталей на кшталт труб, як трубонарізне устаткування.

## ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИЙ ВЕРСТАТ OPTITURN TZ4



### Технічні особливості

- Токарно-гвинторізний верстат по металу OPTIMUM класу PREMIUM оснащений швидкозмінним різцетримачем УЦИ NEWALL DP.
- Станина токарно-гвинторізного верстата по металу і підставка високої жорсткості виготовлені з високоякісного чавуну.
- Вузли токарно-гвинторізного верстата по металу OPTITURN TZ4 захищені від потрапляння стружки.
- Висока точність і міцність загартованого і шліфованого шпинделя.

## НАСТІЛЬНИЙ ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ КОРВЕТ 601



Токарний настільний верстат «Корвет-601» – це професійний верстат для обробки заготовок з металу для токарних робіт: розточування і обточування конічних, фасонних і циліндричних поверхонь, зенкерування, розгортання і свердління отворів, а також для нарізання різьби.

Для безпеки в роботі верстат оснащується захисним екраном, на якому розташовується кінцевий вимикач. Параметри отриманої різьби відслідковуються за допомогою вбудованого індикатора. МОР збільшує термін служби різальних елементів. Хід поворотного супорта становить 68 мм. За один прохід різець проточує заготовку на 4 мм (максимальна величина).

### Технічні особливості

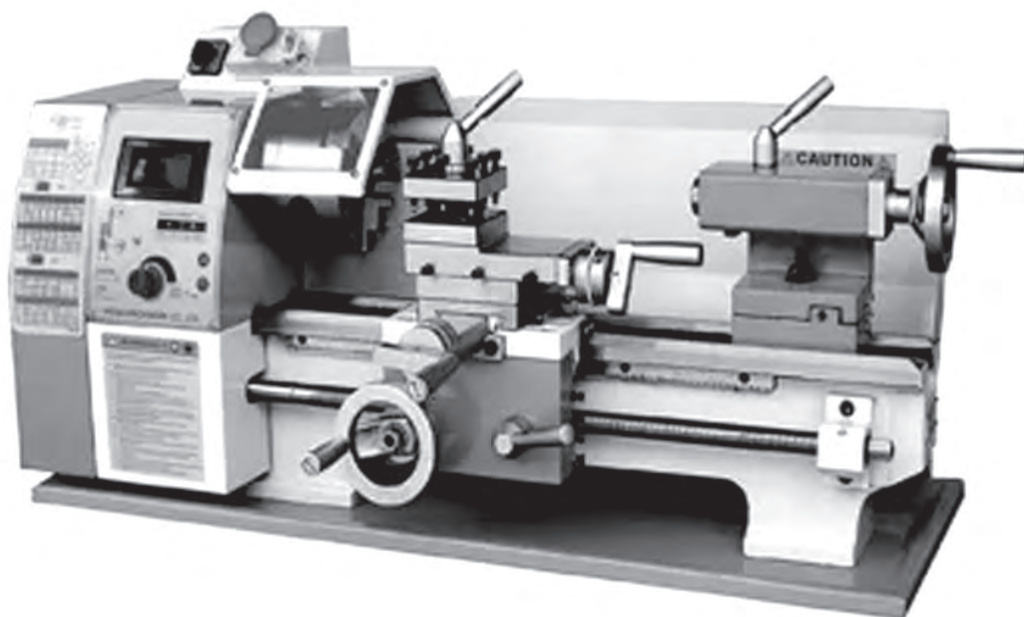
**Номінальна споживана потужність двигуна:** 1500 Вт

**Відстань між центрами:** 1000 мм

**Максимальний діаметр обробки над станиною:** 330 мм



## ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИЙ ВЕРСТАТ FDB MASCHINEN TURNER 180X300



На токарно-гвинторізному верстаті FDB Maschinen Turner 180x300 виконують механічну багатоцільову обробку деталей циліндричної, конічної та фасонної форми з особливо твердих та м'якших металів.

Верстат характеризується оптимальним діапазоном обертів, можливістю застосовувати додаткову оснастку зі швидкорізальної сталі. Завдяки цьому збільшується спектр його можливостей.

Верстат має оптимальний діапазон обертів, що дає змогу застосовувати оснащення зі швидкорізальної сталі та твердосплавних інструментів.

### Технічні особливості

**Спосіб керування:** ручний

**Споживання енергії / потужність віддачі:** 0,6 кВтЕ

**Відстань між центрами:** 300 мм

**Швидкість обертання шпинделя:** 150-3000 об/хв

**Хід пінолі задньої бабки:** 45 мм

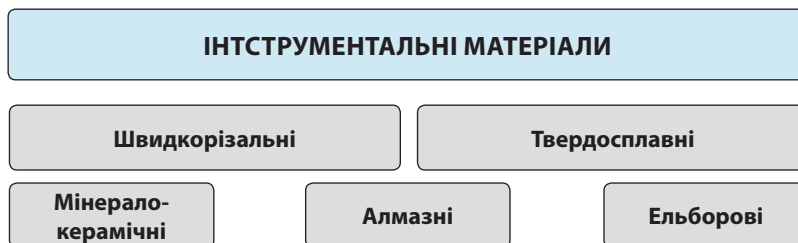
**Відстань між центрами:** 300 мм

**Мінімальні оберти:** 125 об/хв



## ДОДАТОК 8

### СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ



#### РІЗЦІ З ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Швидкорізальні сталі позначають буквою Р, наступна цифра вказує у відсотках середній вміст вольфраму. Сталі, що містять кобальт, молібден, ванадій, мають у маркуванні відповідно літери К, М, Ф і цифри, що показують їх середню кількість у відсотках. Наприклад, Р6М5, Р9Ф5, Р10К5Ф2 та ін.

#### Хімічний склад швидкорізальних сталей

Марка сталі	Зміст, %			
	вуглець	вольфрам	ванадій	хром
P18	0,7-0,8	17,5-19	1-1,4	3,8-4,6
P9	0,85-0,95	8,5-10	2-2,6	3,5-4,6
P18X2	0,7-0,8	17,5-19	2	3,8-4,6

Різці зі швидкорізальної сталі є монолітним інструментом і виготовляються, в основному, зі складовими: з привареною устик робочою частиною або привареною пластиною.



Рис. 1. Набір швидкорізальних різців для токарного верстата PROXXON

Швидкорізальні різці застосовують для чорнової, чистової обробки поверхонь деталей зі сталі на верстатах невеликої потужності. Оброблювана поверхня при роботі такими різцями більш гладка.

#### ➤ Переваги швидкорізальних різців:

- працюють у важких умовах і при високій швидкості різання;
- мають високу теплостійкість. При роботі можуть нагріватися до температури  $600^{\circ}\text{C}$  (тобто до темно-червоного кольору), при цьому мають здатність зберігати твердість (HRC 62-64) і зносостійкість;
- мають високу продуктивність у порівнянні з різцями, виготовленими з вуглецевої сталі;
- дають змогу багаторазово переточувати інструмента

### РІЗЦІ З ТВЕРДОСПЛАВНИМИ НАПАЙКАМИ ТА ЗМІННИМИ ПЛАСТИНАМИ

Сучасні токарні різці мають різні форми і розміри і переважно складаються з державки та змінної пластини з твердого сплаву, яку закріплюють гвинтом до державки.



Рис. 2. Токарний різець зі змінними твердосплавними пластинами

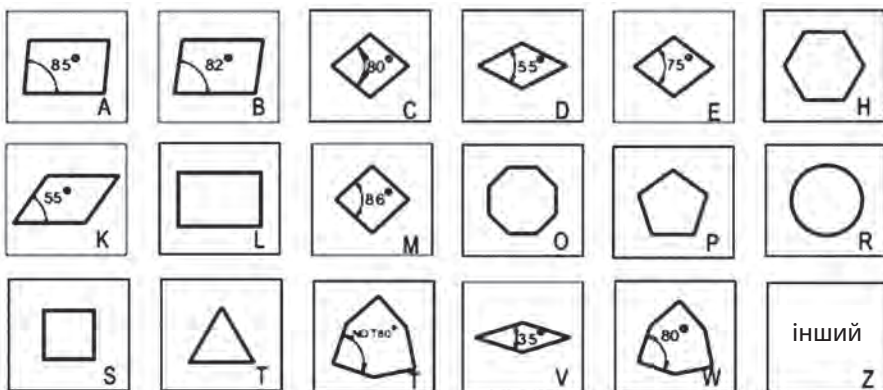


Рис. 3. Твердосплавні пластини для напайки на токарні різці

➤ **До найбільш популярних виробників твердосплавних пластин, які використовують для механічного кріплення на токарних різцях, належать:**

- ТОВ «Інструмент-Сервіс» (Україна);
- Новомосковський трубний завод (Україна);
- Компанія BDS-Machinen (Німеччина);
- Компанія Proxxon (Німеччина);
- Компанія Ceratizit (Люксембург).

➤ **Найбільш популярними сплавами, з яких виготовляють робочу частину різця, є:**

- металокераміка;
- мінералокераміка;
- швидкорізальна сталь;
- вуглецева і легована інструментальні сталі;
- полікристалічний алмаз і кубічний нітрид бору.

### Класифікація твердосплавних пластин

➤ **Твердосплавні елементи для токарних різців можуть класифікуватися за такими параметрами:**

- Використання для певних інструментів. Для канавкових, фасонних, відрізних, розточувальних та інших різновидів необхідна індивідуальна форма різального профілю, створюють яку, орієнтуючись на ті особливості, з якими можна зустрітися в роботі.
- Різний склад матеріалу. Незважаючи на те, що всі вироби належать до твердосплавного типу, співвідношення титану, вольфраму та інших металів може відрізнятися, і залежить це від різних умов роботи.
- Різні розміри. Залежить від деталей, які будуть використовуватися в роботі. Якщо доведеться обробити заготовку невеликого розміру з дрібними діаметрами, то великий різець з великою пластиною може не пройти в неї. Саме для цього створюють вироби, які будуть ідентичними за типом і матеріалом, але різними за розміром.
- Величина заднього кута. Такий параметр позначають у марці виробу. Він впливає на шорсткість оброблюваної поверхні – що більша величина заднього кута, то гладшою буде поверхню.



**Рис. 4.** Твердосплавні пластини для механічного кріплення на токарні різці

### Як правильно вибрати твердосплавні пластини

Спочатку необхідно визначитися з розмірами токарного різця, які повинні збігтися з деталлю, що добирається. Інакше можуть виникнути досить серйозні проблеми, пов'язані з закріпленням.

Після цього визначаються з матеріалом, який буде використовуватися для роботи, оскільки від цього залежить склад. Використовувані для токарних різців твердосплавні пластини виготовляють у різноманітних співвідношеннях металів у складі.

➤ **Існує два види твердосплавних пластин:**

- з підвищеною опірністю до вібрацій і ударів під час роботи;
- вироби, які не бояться впливу високих температур, що виникають у процесі тривалої роботи і тертя металу.

Перший варіант призначений для інтенсивних робіт з різними заготовками, які обробляються з високою швидкістю. У цьому випадку практично завжди відбуваються удари, які пошкоджують деталь.

Якщо в процесі роботи відбувається зняття великої кількості металу, то найкращим матеріалом стануть жаростійкі пластини.



**Рис. 5.** Деякі види форм твердосплавних пластин для різців

Сучасні моделі твердосплавних пластин, які застосовують у токарних різцях, виготовляють зі сплавів з поліпшеною формулою, що забезпечує легкість і точність обробки різних деталей.

Завдяки можливості швидкої заміни зношеного різального елемента тривалість простою верстата істотно знижується. Водночас термін служби токарного верстата значно збільшується, а якість і точність обробки деталей поліпшується.

## Основні марки твердих сплавів для чорнової обробки сталі та чавуну

Умови різання	Оброблюваний метал	
	Сталь вуглецева та легована	Чавун HB до 240
Обробка поковок і відливок при нерівномірному перерізі та при роботі з ударами	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	BK8 BK8B BK6 BK4
Обробка поковок і відливок при нерівномірному перерізі та при безперервному різанні	T14K8 T5K10	BK4 BK6 BK8
Обробка поковок і відливок при відносно рівномірному перерізі та при безперервному різанні	T15K6 T14K8	BK4 BK8

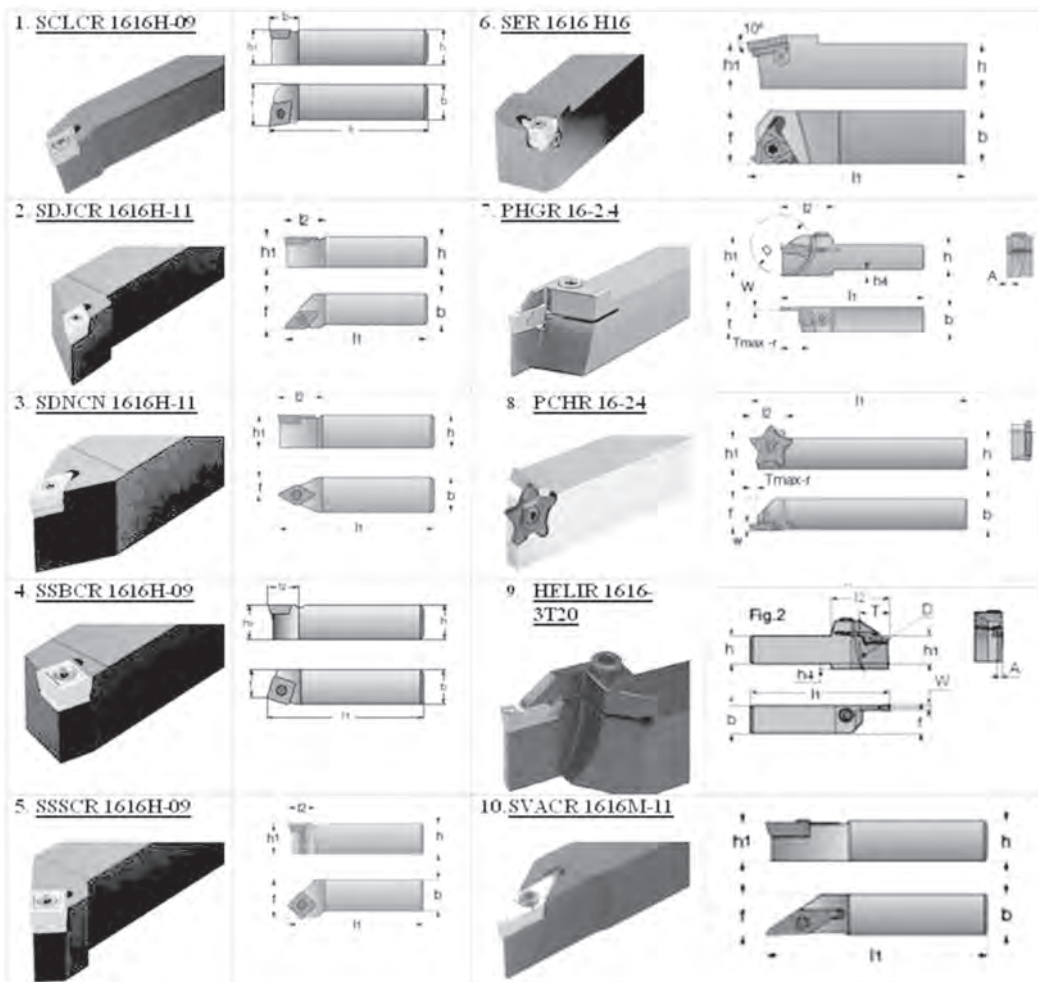


Рис. 6. Токарні різці з механічним кріпленням пластин

### РІЗЦІ З МІНЕРАЛОКЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

У сучасній обробці металів керамічні (або мінералокерамічні) пластини все частіше застосовують у процесах металообробки. Це пояснюється можливістю використання більш високих швидкостей різання в порівнянні з твердосплавними пластинами, а також деякими іншими пріоритетами. Керамічні пластини мають досить високу надійність і можуть застосовуватися при обробці широкого асортименту матеріалів.



Рис. 7. Мінералокерамічні пластини для токарних різців

Мінералокерамічні пластини виготовляють з оксиду алюмінію, нітриду кремнію, карбїду титану.

➤ **Різці з мінералокерамічними пластинами використовують при виконанні таких операцій:**

- обробка циліндричних поверхонь;
- точіння торця;
- чистова обробка загартованих валків;
- чистова обробка чавунних валків.

### АЛМАЗНІ РІЗЦІ

**Алмазний різець** – це різновид різців, робоча частина яких виконана з полікристала алмазу або кристала.

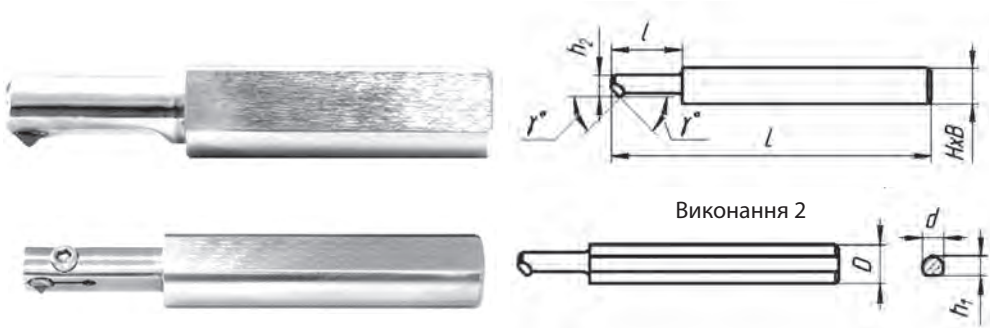
Алмазні різці призначені для розточення наскрізних і глухих отворів, для внутрішнього і плоского точіння багатопрофільних поверхонь кольорових металів, цинку, бронзи, міді, латуні, срібла, золота і неметалів: гуми, пластику, дерева.



Рис. 8. Алмазні різці

➤ **Висока якість обробки алмазними різцями досягається завдяки певним режимам різання, за якими вони працюють:**

- невелика глибина різання в межах від 0,1 до 0,3 мм;
- висока швидкість – до 3000 м/хв;
- подача від 0,01 до 0,10 мм.



**Рис. 9.** Конструкція розточних різців з алмазними напайками

### ТОКАРНІ РІЗЦІ З КУБІЧНОГО НІТРИДУ БОРУ

Різці з механічним кріпленням ельборової вставки можуть ефективно застосовуватися для обробки деталей із загартованих сталей, високоміцних чавунів важкооброблюваних сталей і сплавів.

Найбільш відомі марки цієї групи інструментальних матеріалів: «Ельбор-Р», «Композит», «Кубоніт», «Ісмит», «Гексаніт».



**Рис. 10.** Токарні різці з ельборовими пластинами

Тонке точіння деталей з твердих матеріалів різцями на основі ельбору забезпечує точність обробки 1-2 класу і чистоту оброблених поверхонь у межах 7-9 класів.





## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

**ЕНІМВ** – експериментальний науково-дослідний інститут металорізальних верстатів

**ЄСТД** – єдина система технологічної документації

**ВТК** – відділ технічного контролю

**ЦВЛ** – центральна вимірювальна лабораторія

**КПП** – контрольноповірний пункт

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балацький В. В. Сучасні інструментальні матеріали. К.: Техніка, 1999. 120 с.
2. Винокурова Л. Е. Основи охорони праці: Навчальний посібник для професійно-технічних навчальних закладів. К.: Факт, 2005. 344 с. : іл.
3. Кондратюк С. Є. Металознавство та обробка металів (у запитаннях і відповідях). К. : Вікторія, 2000. 372 с.
4. Стискін Г. М. Інструменти для механічної обробки матеріалів. Л.: Оріяна-Нова, 2002. 240 с.
5. Стискін Г. М. Технологія механічної обробки на металообробних верстатах. К: Техніка, 2005. 512 с.
6. Стискин Г. М. Прогрессивные приспособления и инструменты для токарных работ. К.: Техника, 1982. 63 с.
7. Стискін Г. М., Ревнівцев М. П., Мелещик В. А. Технологія токарної обробки. К.: Либідь, 1998. 176 с.
8. Стискін Г. М. Технологія механічної обробки на металообробних верстатах Т38. К.: Техніка, 2005. 512 с.
9. Стискін Г. М. Технологія токарної обробки: Підручник. К.: Либідь, 1998. 176 с.
10. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. 2002. 425 с.
11. Чумак М. Г. Матеріали та технологія машинобудування: Підручник. К.: Либідь, 2000. 368 с.

*Навчальне видання*

БАЗЬ Олександр Станіславович  
ЗАХАРЕНКО Ганна Степанівна

# **ТОКАРНА СПРАВА**

## **Частина 1**

Навчальний посібник

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

*У посібнику використано матеріали з вільних інтернет-джерел*

Редактори *Андрій Кононенко, Мирослава Бацай*  
Коректор *Інна Криворук*  
Верстка *Павла Давиденка*

Формат 70x100/16. Ум. друк. арк. 18,79. Обл.-вид. арк. 20,50.  
Наклад 4472 прим. Зам. № 1545.

Видавець і виготовлювач видавничий дім «Букрек»,  
вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000.

Тел./факс: (0372) 55-29-43. E-mail: [info@bukrek.net](mailto:info@bukrek.net). Сайт: [www.bukrek.net](http://www.bukrek.net)

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єкта видавничої справи ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.

