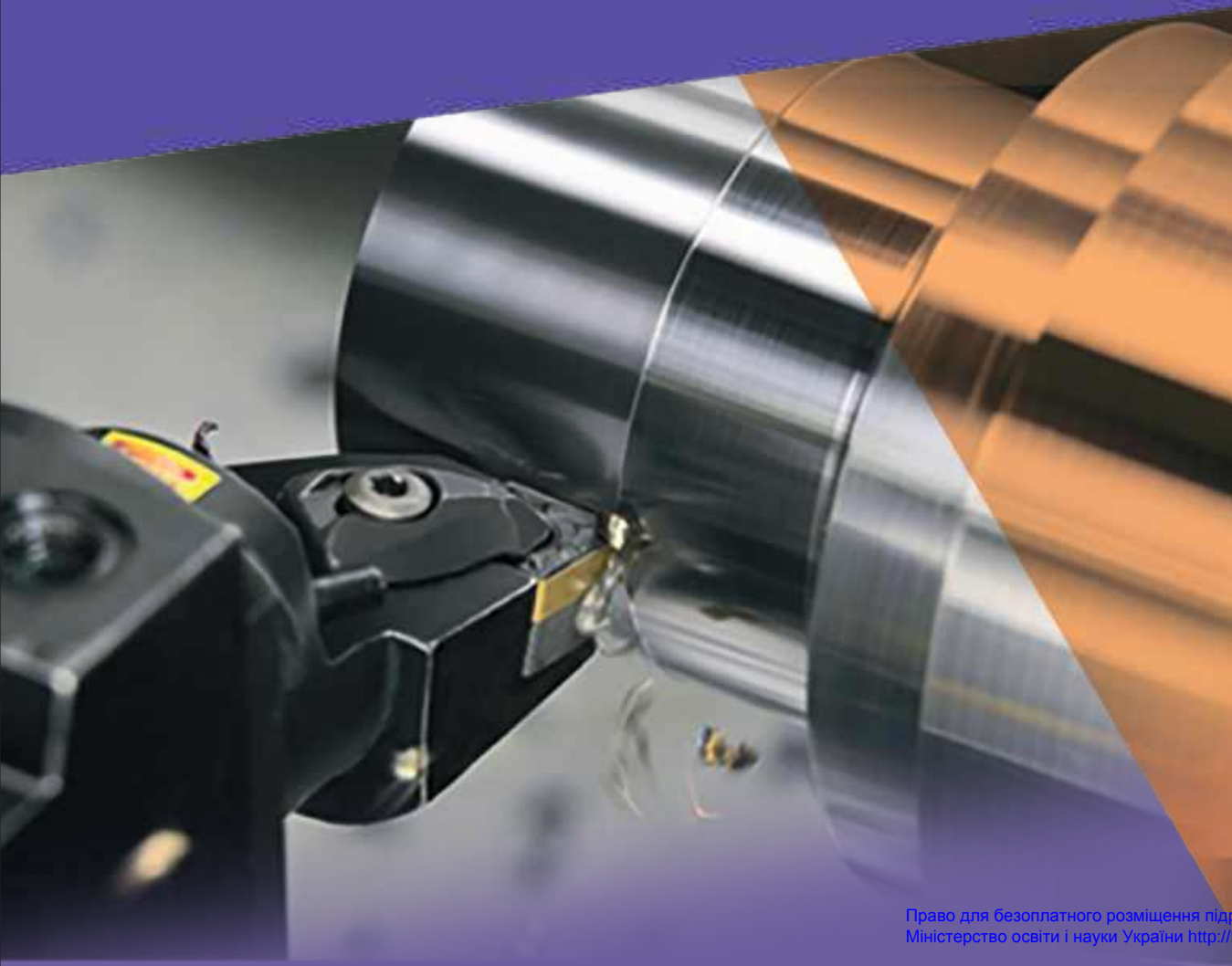




2021

Частина 2

ТОКАРНА СПРАВА

Олександр БАЗЬ
Ганна ЗАХАРЕНКО
Олександр ПАРЖНИЦЬКИЙ



Олександр БАЗЬ
Ганна ЗАХАРЕНКО
Олександр ПАРЖНИЦЬКИЙ

ТОКАРНА СПРАВА



Частина 2

Олександр Базь
Ганна Захаренко
Олександр Паржницький

ТОКАРНА СПРАВА

Частина 2

Навчальний посібник
для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти

Схвалено для використання в освітньому процесі

Чернівці
«Букрек»
2021

УДК 821.161.2'06–31

Б 17

*Схвалено для використання в освітньому процесі
(рішення експертної комісії з професій машинобудування,
металобробки, електротехнічного виробництва
від 23 квітня 2021 року (протокол №2))*

Зареєстровано у Каталозі надання грифів
навчальній літературі та навчальним програмам за № 5.0003-2021

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Технічні консультанти:

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

Тилик Любов Дмитрівна, викладач спецтехнології верстатних професій Державного навчального закладу «Запорізький професійний ліцей залізничного транспорту».

Базь О. С., Захаренко Г. С., Паржницький О. В.

Б 17 Токарна справа. Частина 2: навчальний посібник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Чернівці: Букрек, 2021. 176 с.: іл.

ISBN 978-966-997-059-6

Посібник відповідає навчальній програмі та перелікові професійних компетентностей стандарту професійної (професійно-технічної) освіти ДСПТО 8211.D0.28.52-2014 з професії «Токар» 2–6 розрядів. Структура видання дає змогу раціонально використовувати інформацію та перевіряти вивчене.

Для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти та викладачів.

УДК 821.161.2'06–31

ISBN 978-966-997-059-6

© Базь О. С., Захаренко Г. С.,
Паржницький О. В., 2021
© МПП «Букрек», 2021

ЗМІСТ

Вступ	6
--------------------	---

РОЗДІЛ І. РОЗРЯД 4

1 ВИКОНАННЯ НАРІЗУВАННЯ ДВОЗАХІДНИХ РІЗЬБ	7
1.1. Загальні поняття про двозахідні різьби	7
1.2. Умовні позначення двозахідних різьб	8
1.3. Методи нарізування двозахідної різьби	8
Тестові завдання	11
2 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СКЛАДНОЮ УСТАНОВКОЮ	13
2.1. Установка заготовок у чотирикулачковому патроні	13
2.2. Установка заготовок на планшайбі	17
2.3. Установка заготовок у косинці	18
2.4. Установка заготовок у люнетах	18
2.5. Допуски форм і розташування поверхонь при обробці деталей зі складною установкою	20
Тестові завдання	22
3 ВИКОНАННЯ ПЛАЗМОВО-МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	23
Тестові завдання	25
4 ВИКОНАННЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ: ТОНКЕ ТОЧІННЯ, ОБКатуВАННЯ-РОЗКАТУВАННЯ, АЛМАЗНЕ ВИГЛАДЖУВАННЯ	27
4.1. Тонке точіння	27
4.2. Обкатування-розкатування	30
4.3. Алмазне вигладжування	36
Тестові завдання	37
5 УПРАВЛІННЯ ПІДІЙМАЛЬНО-ТРАНСПОРТУВАЛЬНИМИ МАШИНАМИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПІД ЧАС ОБРОБКИ ВАЖКИХ ЗАГОТОВОК	38
Тестові завдання	43

РОЗДІЛ ІІ. РОЗРЯД 5

1 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ	45
1.1. Інструмент для обробки складних фасонних поверхонь	45

1.2. Контроль фасонних поверхонь	49
Тестові завдання	50
2 ВИКОНАННЯ НАРІЗУВАННЯ БАГАТОЗАХІДНИХ РІЗЬБ	52
2.1. Способи нарізування багатозахідної різьби	53
Тестові завдання	59
3 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СКЛАДНОЮ УСТАНОВКОЮ	61
3.1. Методи обробки довгих валів і гвинтів	61
Тестові завдання	64
4 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ МЕТОДАМИ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ.....	65
Тестові завдання	69
5 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ І ЛЕГКИХ СПЛАВІВ	70
5.1. Обробка деталей з нержавіючих матеріалів	71
5.2. Обробка деталей з титанових сплавів	72
5.3. Обробка деталей з кислотостійких матеріалів і технічної кераміки	73
Тестові завдання	75
6 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ ЕКСЦЕНТРИКОВИХ ПОВЕРХОНЬ	77
Тестові завдання	82
7 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА РІЗНИХ ВЕРСТАТАХ ТОКАРНОЇ ГРУПИ	84
7.1. Токарні автомати й напівавтомати одношпиндельні	84
7.2. Токарні автомати й напівавтомати багатшпиндельні	87
7.3. Токарно-револьверні верстати	91
7.4. Токарно-відрізні верстати.....	96
7.5. Токарно-карусельні верстати.....	97
7.6. Токарні лобові верстати.....	101
7.7. Багаторізцеві токарні верстати	102
7.8. Спеціалізовані та спеціальні токарні верстати	107
7.9. Особливості роботи на важких токарних верстатах	109
7.10. Спеціальні безцентрово-токарні верстати.....	114
7.11. Токарні верстати з програмним керуванням	115
Тестові завдання	122
8 НАЛАГОДЖЕННЯ РЕВЕРСИВНИХ МЕХАНІЗМІВ, МЕХАНІЗМІВ АВТОМАТИЧНОЇ ЗУПИНКИ І БЛОКУВАННЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА.....	125
8.1. Реверсивні механізми.....	125
8.2. Механізми блокування токарного верстата.....	125

РОЗДІЛ III. РОЗРЯД 6

1	ВИКОНАННЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ	127
	<i>Тестові завдання</i>	<i>129</i>
2	ВИКОНАННЯ ПРАВИЛ ПРИЙМАННЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА ПІСЛЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ	130
	<i>Тестові завдання</i>	<i>132</i>
3	ВІДНОВЛЕННЯ СПРАЦЬОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ	134
4	УЧАСТЬ У МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ	138
	<i>Тестові завдання</i>	<i>142</i>
5	СУЧАСНІ МЕТОДИ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ	143
	5.1. Швидкісне точіння	144
	5.2. Ротаційне точіння	145
	5.3. Полігональне точіння	146
	5.4. Вібраційне точіння	148
	5.5. Ультразвукова обробка металів	148
	<i>Тестові завдання</i>	<i>150</i>

ДОДАТКИ

Додаток 1	Міжнародні стандарти різьби	152
Додаток 2	Таблиця графічних символів для токарно-гвинторізних верстатів	156
Додаток 3	Сучасні верстати токарної групи	158
Додаток 4	Сучасні токарні різці	170
Додаток 5	Словник ключових термінів	172
	Список рекомендованої літератури	175

Вступ

Хто такий професійний токарь?

Однозначно, це людина, яка отримала освіту за відповідною спеціальністю. Адже, щоб бути справжнім фахівцем, недостатньо мати лише практичні навички — потрібні ще й освітні компетенції.

Спеціаліст з токарної справи має чималий багаж знань і вмінь:

- обирає необхідні контрольно-вимірювальні інструменти для вимірювання особливо складних деталей у важкодоступних місцях з точністю розмірів за 5–6 квалітетами;
- нарізує багатозахідні різьби складного профілю будь-якої деталі;
- виконує токарну обробку складних великогабаритних деталей, вузлів і тонкостінних довгих деталей, схильних до деформування, на універсальних та унікальних токарних верстатах;
- здійснює токарну обробку нових і переточування вироблених прокатних валків з калібруванням складних профілів;
- вибирає вид калібру і за його допомогою виконує контроль;
- визначає шорсткість оброблених поверхонь обраним способом;
- візуально визначає дефекти оброблених поверхонь.

Це лише незначна частина фахових навичок токаря, які роблять його потрібним на ринку праці. Друга частина посібника з токарної справи допоможе ознайомитися з цими та іншими професійними компетенціями, а також постійно удосконалювати їх.

Створення фахового навчального видання зумовлене актуальністю оновлення змістової частини підготовки професіоналів. Осучаснення професійної освіти відбувається в умовах економічної інтеграції в європейське середовище. Розробка нового посібника створює можливості для здобуття потрібного фаху.

Видання розкриває основні принципи оволодіння професією «Токар» 4–6 розряду. На сторінках книги — узагальнений досвід провідних фахівців та творчої групи педагогів професійної (професійно-технічної) освіти.

Структура посібника дає змогу раціонально використовувати інформацію як для опанування спеціальності «Токар» загалом, так і для викладання окремих напрямів.

У виданні відображено ґрунтовні знання про чистову токарну обробку на різних верстатах, обробку деталей за 1–5 квалітетом, особливості застосування інструмента, високоточної обробки.

Окрім означених вище практичних умінь, курс дасть змогу, зокрема:

- проводити регламентні роботи з технічного обслуговування універсальних токарних верстатів відповідно до технічної документації;
- підтримувати необхідний технічний стан технологічного оснащення (пристроїв, вимірювальних і допоміжних інструментів), розташованого на робочому місці токаря.

За QR-кодами ви знайдете додаткову інформацію з певної теми.

Навчання за посібником «Токарна справа» (частина 2) не лише поглибить отримані раніше знання, а й сприятиме ґрунтовному опануванню спеціальністю. Якісно поданий матеріал, за умови його детального та сумлінного опрацювання, допоможе кожному здобувачеві освіти стати справжнім фахівцем токарної справи.

Успіхів вам у здобутті улюбленої професії!

Автори

РОЗДІЛ І.

РОЗРЯД 4

1 ВИКОНАННЯ НАРІЗУВАННЯ ДВОЗАХІДНИХ РІЗЬБ

1.1. Загальні поняття про двозахідні різьби

Для отримання міцного гвинта з великим кроком застосовують **двозахідні різьби** (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Загальний вигляд двозахідної різьби

- створюють значний зсув гайки уздовж стрижня гвинта за незначної кількості вироблених обертів (наприклад, у гальмівній системі шахтних електровозів).

Хід двозахідної різьби удвічі більший, ніж однозахідної. Він дорівнює кроку, помноженому на два (рис. 1.2).

Для виконання двозахідної різьби необхідно обробити перший виток, а після цього — другий (рис. 1.3).

Для нарізування двозахідної різьби токарні верстати налагоджують на хід різьби, який розраховують за формулою:

$$P_h = K \times P, \text{ мм}, \text{ де:}$$

P_h — хід різьби, мм
 P — крок різьби, мм
 K — кількість заходів

Двозахідна різьба має розташовані симетрично через 180 градусів два ходи.

Ходом для неї вважається відстань, яку вимірюють уздовж осі виробу (болта, гайки, вала і так далі) між витками, виконаними в одному заході, пропускаючи інші витки.

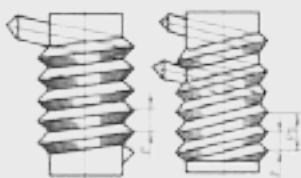


Рис. 1.2. Крок і хід одно- та двозахідної різьби

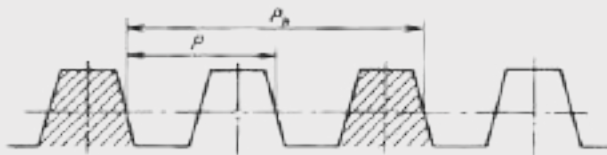


Рис. 1.3. Хід і крок двозахідної трапецієподібної різьби: P — крок різьби, P_h — хід різьби

1.2. Умовні позначення двозахідних різьб

Багатозахідні системи мають певну послідовність маркування. На першому місці розташована буква. Вона означає приналежність до конкретного виду різьби: *M* — метрична, *Tr* — трапецієподібна. Далі проставлено число, яке вказує номінальний діаметр.

Після цього числа визначають кількість заходів, наприклад, *x2* означає два заходи. У круглих дужках число з індексом «Р» — це значення кроку. Наприклад, маркування багатозахідної різьби *M30x2 (P1,5)* вказує, що вона є метричною, діаметром 30 міліметрів двома заходами і кроком в 1,5 міліметри.

Для спеціальних видів маркування може мати вигляд *Sn 22,5x (3x4,5)*. Перше число 22,5 означає величину зовнішнього діаметра, 3 вказує на кількість заходів, 4,5 визначає величину кроку. Для багатозахідної конструкції з такими характеристиками величина ходу дорівнює добутку 3 і 4,5 мм, що становить 13,5 мм. Кількість заходів можна визначити візуально, якщо підрахувати кількість витків на торці гайки, гвинта або вала.

За напрямком ліву різьбу позначають літерами *LH*.

Приклад позначення різьби номінальним діаметром $d = 16$ мм, ходом $P = 3$ мм, кроком 1,5 мм і полем допуску середнього та зовнішнього діаметра $6h$:

M16x3 (P1,5)-6h

В умовному позначенні трапецієподібної багатозахідної різьби повинні бути: літери *Tr*, номінальний діаметр різьби, числове значення ходу і в дужках буква *P* та числове значення кроку, а також літери *LH* для лівої різьби.

Приклад умовного позначення трапецієподібної багатозахідної різьби номінальним діаметром $d = 20$ мм, числовим значенням ходу $Ph = 8$ мм і кроком $P = 4$ мм:

Tr20x8 (P4)

Умовне позначення лівої різьби:

Tr20x8 (P4) LH

Поле допуску багатозахідної трапецієподібної різьби складається з позначення поля допуску середнього діаметра, тобто цифри, яка позначає ступінь точності, і букви, що позначає основне відхилення.

Довжину загвинчування, якщо вона відрізняється від довжини різьби, вказують у міліметрах у кінці позначення різьби, наприклад:

Tr80x40 (P10)-8e-180

1.3. Методи нарізування двозахідної різьби

Для скорочення часу нарізування двозахідної різьби часто проводять не звичайним методом — по одному витку з подальшим розподілом, а одночасно — по два витки, використовуючи спеціальні державки відповідно для двох різців. Різці

треба розташувати один від одного на відстані кроку P різьби і правильно закріпити відносно деталі, де її нарізують.

➤ **Установлюють різьбові різці за шаблоном. Двозахідну різьбу нарізують такими методами:**

- двома різцями;
- зміщенням різця;
- з використанням спеціального пристосування.

НАРІЗУВАННЯ ДВОЗАХІДНОЇ РІЗЬБИ ДВОМА РІЗЦЯМИ

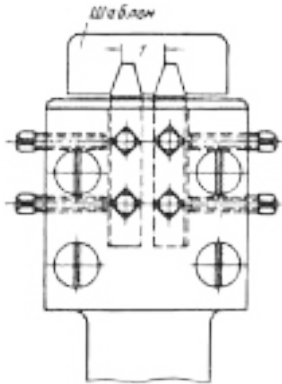


Рис. 1.4. Нарізування двозахідної різьби двома різцями

Застосування багаторізцевих державок дає змогу скоротити час при нарізуванні різьби на токарному верстаті завдяки одномоментному нарізуванню усіх заходів різьби. У державку за шаблоном залежно від кількості заходів різьби установлюють два-три й більше різців, зміщених один щодо іншого на величину кроку.

Різьбові різці встановлюють у спеціальні державки на відстані, яка дорівнює кроку різьби. Верстат при цьому налаштовують на хід різьби.

$$P_h = 2xP, \text{ мм} , \text{ де:}$$

P_h — хід різьби, мм

P — крок різьби, мм

2 — кількість заходів

НАРІЗУВАННЯ ДВОЗАХІДНОЇ РІЗЬБИ ЗМІЩЕННЯМ РІЗЦЯ

Поділ заготовки при нарізуванні на токарному верстаті двозахідних різьб за допомогою осьового зміщення різця проводять у нерухомому положенні на крок нарізаної різьби.

Зсув різця проводять перестановкою різцевої каретки з індикатором (2), штифт якого впирається в мірну плитку (1). Якщо є дві плитки, різниця довжин яких дорівнює кроку, можна здійснити точне переміщення різця.

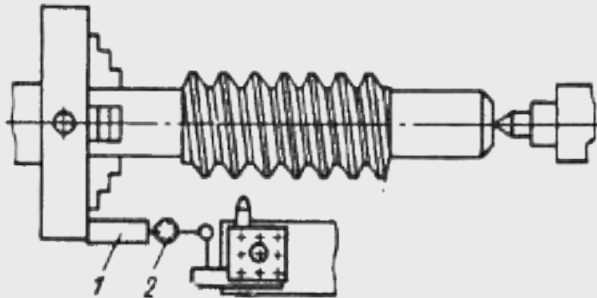


Рис. 1.5. Схема ділення при нарізуванні багатозахідних різьб за допомогою осьового зміщення різця: 1 — мірна плитка; 2 — індикатор

НАРІЗУВАННЯ ДВОЗАХІДНОЇ РІЗЬБИ З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

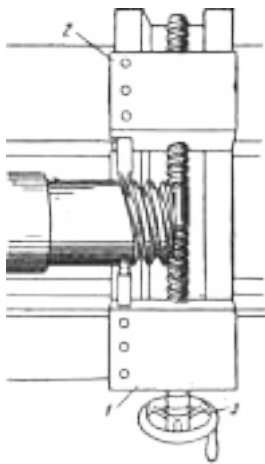


Рис. 1.6. Нарізування двозахідної різьби з використанням спеціального пристрою:
1 — передній різцетримач;
2 — задній різцетримач; 3 — маховик

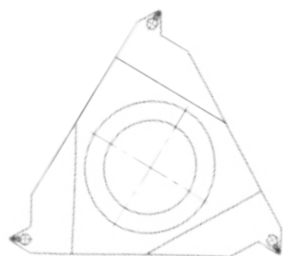


Рис. 1.7. Змінна різальна різьбова пластина зі стружколомом

Спеціальний пристрій установлюють на супорті верстата.

Цей пристрій складається з переднього (1) і заднього (2) різцетримачів, з'єднаних поперечним гвинтом із правою та лівою різьбою. Тому при повороті ручки маховика (3) різці державки 1 і 2 або сходяться, або розходяться. Різець у задньому різцетримачі встановлюють точно навпроти різця у передньому різцетримачі, але повертають його передньою поверхнею униз.

Під час роботи з цим пристроєм одночасно нарізують два витки. Також відсутня потреба встановлення люнети при нарізуванні довгих гвинтів, оскільки тиск обох різців, точно встановлених один проти одного, врівноважується.

Продуктивність роботи з використанням спеціального пристрою зростає майже удвічі та збільшується точність нарізування гвинта.

Цей спосіб можна застосовувати також для нарізування однозахідної різьби. У такому випадку чорновий і чистовий різці треба встановлювати дуже точно — на відстані, яка дорівнює половині кроку нарізування різьби, тобто $P / 2$ мм, один від одного.

У сучасній токарній обробці використовують різьбові різці з різальною пластиною зі стружколомом.

Різальна пластина має стружколом, різьбовий профіль з вершиною та основну площину.

Для забезпечення стабільного стружколомання стружколом виготовлено у вигляді трьох послідовно розташованих і взаємно сполучених увігнутих сферичних поверхонь з центрами сферичних поверхонь.



Контрольні запитання

1. Які завдання розв'язують за допомогою двозахідних різьб?
2. За якою формулою обчислюють хід різьби?
3. Як позначають двозахідні різьби?
4. Якими способами нарізують двозахідну різьбу?
5. З якою метою різальну пластину оснащують стружколомом?
6. Як проводять нарізування двозахідної різьби двома різцями?
7. Як здійснюють нарізування двозахідної різьби зміщенням різця?

8. Як відбувається нарізування двозахідної різьби з використанням спеціального пристрою?
9. Якими літерами в маркуванні двозахідної різьби позначають спеціальну різьбу?
10. Що таке хід різьби?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ НАРІЗУВАННЯ ДВОЗАХІДНИХ РІЗЬБ

1. Які завдання розв'язують за допомогою двозахідних різьб?

- 1) Отримання необхідних параметрів різьби;
- 2) зменшення зусиль при нарізуванні різьби;
- 3) отримання міцних гвинтів з великим кроком;
- 4) зміна геометричних параметрів різьби.

2. За якою формулою обчислюють хід різьби?

- 1) $t=d/2$;
- 2) $P_h = 2K \times 0.5 \times P$;
- 3) $Tr20 \times 8$;
- 4) $P_h = K \times P$.

3. Як позначають метричні двозахідні різьби?

- 1) $M16 \times 2 (P1,5)-6h$;
- 2) $Tr20 \times 8$;
- 3) $M16 \times P3 P1,5-6h$;
- 4) $M8 \times 0,5LH$.

4. Якими способами нарізують двозахідну різьбу?

- 1) Двома різцями, зміщенням різця, з використанням спеціального пристрою;
- 2) плашкою, мітчиками;
- 3) прохідними упорними різцями;
- 4) фасонними різцями.

5. З якою метою різальну пластину оснащують стружколомом?

- 1) Для чистоти поверхні, яку обробляють;
- 2) для зміцнення поверхні, яку обробляють;
- 3) для забезпечення стабільного стружколомання;
- 4) для підвищення продуктивності обробки процесу різання.

6. Як проводять нарізування двозахідної різьби двома різцями?

- 1) Різьбові різці встановлюють у спеціальні державки на відстані, яка дорівнює кроку різьби;
- 2) різьбові різці встановлюють у різьбову оправку;
- 3) різьбові різці встановлюють у різцетримач;

4) різьбові різці встановлюють у піноль задньої бабки.

7. Як проводять нарізування двозахідної різьби зміщенням різця?

- 1) Заготовка розташована у нерухомому положенні, різець зміщується на крок різьби;
- 2) заготовка й різець обертаються одночасно;
- 3) заготовка зміщується на крок різьби;
- 4) заготовка обертається, різець зміщується на хід різьби.

8. Як проводять нарізування двозахідної різьби з використанням спеціального пристрою?

- 1) Під час роботи зі спеціальним пристроєм кожен виток різьби нарізують окремо;
- 2) за допомогою пристрою та плашки;
- 3) під час роботи зі спеціальним пристроєм одночасно нарізують два витки;
- 4) за допомогою пристрою та мітчика.

9. Якими літерами у маркуванні двозахідної різьби позначають спеціальну різьбу?

- 1) Sp;
- 2) K;
- 3) M;
- 4) Tr.

10. Що таке хід двозахідної різьби?

- 1) Крок, помножений на кількість заходів;
- 2) крок різьби;
- 3) діаметр різьби;
- 4) визначають за таблицями.

2 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СКЛАДНОЮ УСТАНОВКОЮ

Спосіб кріплення заготовок і деталей для токарної обробки визначають за багатьма факторами, зокрема їхньою геометрією. Наприклад, короткі заготовки закріплюють у патронах або планшайбах, а заготовки, у яких оброблювані поверхні розташовані під кутом один до одного, — на косинцях тощо. *Вибір способу кріплення залежить від того, яку поверхню заготовки приймають за установчу базу.*

Вибір установчої бази — одне з головних завдань, яке розв'язують під час розробки технологічного процесу в кожному конкретному випадку. **Установчою базою** вважають ту поверхню, відносно якої можна правильно закріпити заготовку.

Виконання технічних вимог, кількість часу, яку витрачають на допоміжні операції (встановлення та зняття заготовки, готової деталі, вимір і т. д.), переважно залежить від того, яким чином здійснюють базування і кріплення заготовки. Особливо важливим є правильний вибір установчої бази для першого установа, оскільки це визначає послідовність обробки заготовки зі складною установкою надалі.

➤ **До способів установки складних заготовок на токарному верстаті належать:**

- установка заготовок у чотирикулачковому патроні;
- установка заготовок на планшайбі;
- установка заготовок у косинці;
- установка заготовок у люнетах;

Усі вони потребують або особливого налаштування пристрою, або вивірки заготовки щодо осі обертання.

2.1. Установка заготовок у чотирикулачковому патроні

Чотирикулачковий патрон — патрон, який не має властивості автоматичного центрування заготовки, оскільки кожен із чотирьох кулачків рухається незалежно.

Такі патрони дають змогу встановлювати й закріплювати заготовки складної, несиметричної форми таким чином, щоб вісь оброблюваної поверхні була розташована чи на осі обертання шпинделя, чи в іншому необхідному положенні.



Рис. 2.1. Загальний вигляд чотирикулачкового патрона Optimum

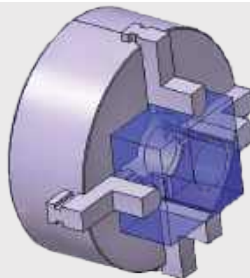


Рис. 2.2. Установлення заготовки некруглої форми в чотирикулачковому патроні

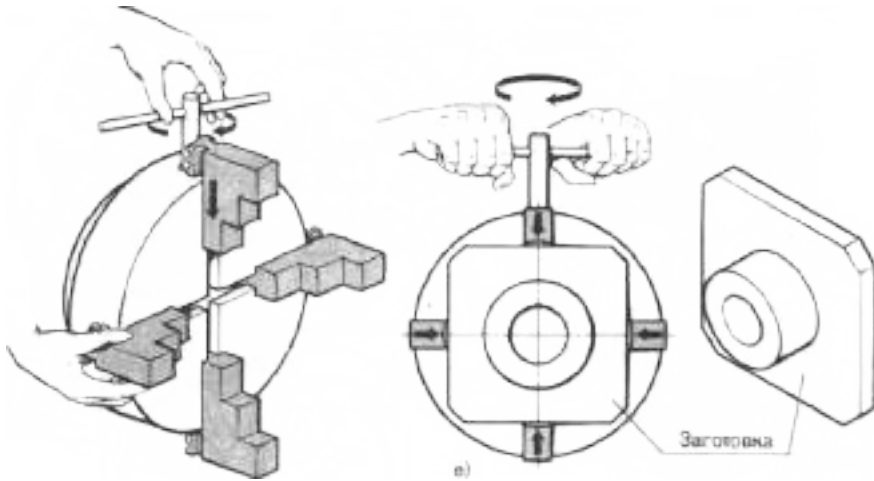


Рис. 2.3. Установлення заготовки в чотирикулачковому патроні

Послідовність установлення заготовки в чотирикулачковому патроні

1. Перед установленням патрона на верстат необхідно протерти різьбу та отвори шпинделя і патрона ганчіркою.
2. Розвести кулачки на розмір заготовки. Узяти заготовку правою рукою, вставити її у патрон і несильно закріпити.
3. Заготовку центрують, по черзі ослаблюючи один кулачок і підтягуючи протилежний.
4. Після центрування заготовки в одному перерізі переходять до центрування заготовки, закріпленої іншою парою кулачків. Після досягнення необхідної точності установки кулачки по черзі повторно затискають.
5. При кріпленні заготовки великих розмірів кулачки з патрона виймають і встановлюють внутрішньою стороною.

➔ Під час закріплення заготовки в чотирикулачковому патроні треба звертати увагу на збіг осі заготовки та шпинделя. Інакше у процесі обробки виникатиме биття.

Засоби вивірки заготовки в чотирикулачковому патроні

1. Попередня вивірка заготовки за кільцевими рисками на патроні

На торці корпусу патрона є концентричні кільцеві риси, за якими здійснюють попередню (грубу) орієнтацію заготовки (рис. 2.4).

2. Вивірка заготовки за допомогою крейди

Зсув осі обертання заготовки щодо осі шпинделя можна вивіряти крейдою, але це неточний метод. Тому його використовують для вивірки закріплення заготовок з необробленими поверхнями (рис. 2.5).

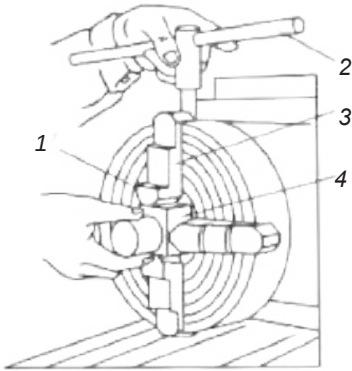


Рис. 2.4. Попереднє закріплення та вивірка заготовки за кільцевими рисками: 1 — кільцеві риси; 2 — токарний ключ; 3 — кулачки; 4 — заготовка



Рис. 2.5. Закріплення та вивірка заготовки за допомогою крейди: 1 — кільцеві риси; 2 — крейда; 3 — заготовка;

3. Вивірка заготовки рейсмусом

Зсув осі обертання заготовки щодо осі шпинделя у всіх випадках визначають за радіальним биттям.

Коли неможливо здійснити вивірку за допомогою заднього центру, її виконують за допомогою рейсмуса, який дає змогу досить точно визначити биття за зміною зазору між голкою цього інструмента і поверхнею заготовки, яка повільно обертається. Змінюючи положення заготовки, досягають рівномірного зазору.

Вивірку заготовки рейсмусом виконують за однією з трьох поданих схем:

1) кінець голки рейсмуса підводять до поверхні заготовки на відстань 0,3–0,5 мм. Повільно обертаючи голку навколо осі пінолі та стежачи за зазором між кінцем голки й поверхнею заготовки, досягають правильного її розташування;

2) основу рейсмуса переміщують уздовж твірної заготовки паралельно до напрямних станини. Правильність розташування заготовки оцінюють за зазором між вершиною голки рейсмуса і твірної на кінцях заготовки у вертикальній і горизонтальній площинах;

3) перевірку здійснюють від контрольної виточки: у трьох точках рейсмусом вимірюють відстань до поверхні заготовки. Якщо ці відстані рівні, то вважають, що заготовку встановили правильно.

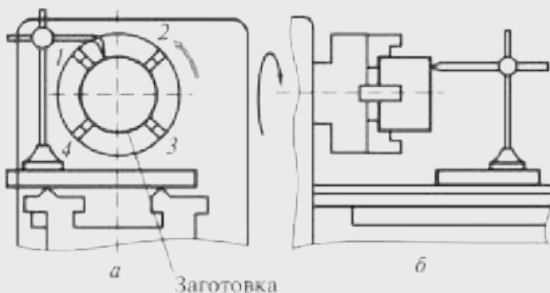


Рис. 2.6. Закріплення та вивірка заготовки за допомогою рейсмуса та креслярки: а — рейсмусом по зовнішній поверхні; б — рейсмусом по торцю; 1, 2, 3, 4 — номери кулачків патрона

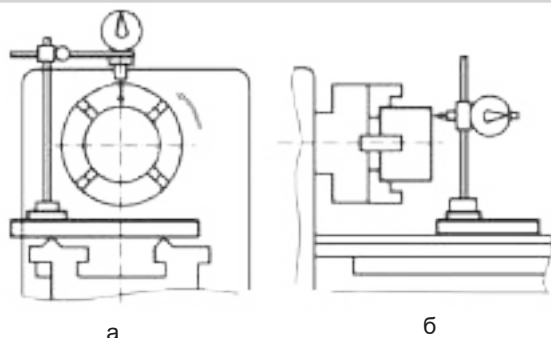


Рис. 2.7. Закріплення та вивірка заготовки індикатором: *а* — індикатор по зовнішній поверхні; *б* — індикатор по торцю

4. Вивірка заготовки індикатором

Індикатор дає найбільшу точність вивірки: биття визначають як різницю найбільшого й найменшого показника індикатора.

Штифт індикатора підводять до оброблюваної поверхні заготовки й поворотом патрона контролюють биття вручну. При цьому досягають точності установки до 0,01 мм (рис. 2.7. *а, б*).

6. Вивірка заготовки штангенрейсмусом

Вістря ніжки штангенрейсмуса підводять до заготовки, на якій нанесені розмічальні риски, і проводять вивірку так само як і рейсмусом. Наявність у штангенрейсмуса рамки з ноніусом також дає змогу встановити, на якій відстані від осі шпинделя необхідно здійснити зсув кулачків (рис. 2.8).

Установка заготовок у двокулачковому патроні

Патрони двокулачкові важільно-клинові — патрони, які застосовують для встановлення невеликих заготовок складної форми (деталі арматури).

Двокулачкові патрони призначені для закріплення заготовок, оброблюваних на верстатах токарної групи класу точності Н і П в умовах серійного і масового виробництва. Патрони працюють від механізованого приводу, встановленого на задньому кінці шпинделя верстата.

Двокулачкові токарні патрони застосовують для кріплення складних несиметричних і фасонних заготовок (нециліндричних), тобто у таких випадках, коли установка у трикулачкові токарні патрони потребує набагато більше часу або

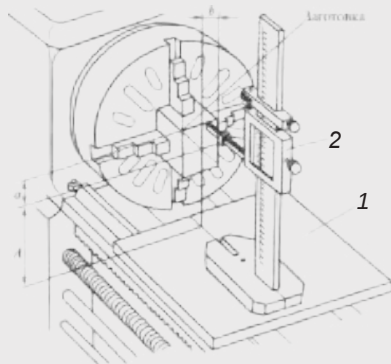


Рис. 2.8. Закріплення та вивірка заготовки за допомогою штангенрейсмуса: *1* — плита; *2* — штангенрейсмус; *А, а, b* — розміри, які визначають штангенрейсмусом

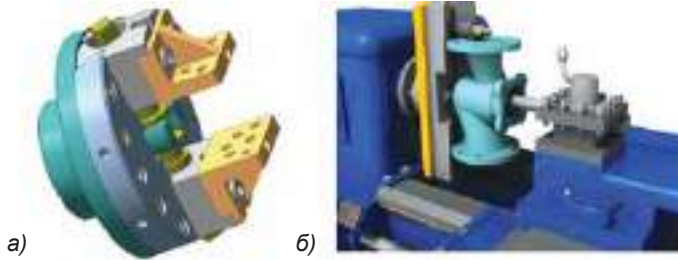


Рис. 2.9. Двокулачкові патрони: а — загальний вигляд; б — встановлення деталі складної форми у двокулачковому патроні

взагалі не можлива. Самоцентрувальні двокулачкові пристосування здатні закріплювати в змінних губках необроблені поверхні (рис. 2.9).

Налаштування на необхідний діаметр затиску здійснюють переустановленням накладних загартованих кулачків на рифлення основних кулачків, при цьому зберігають необхідну точність патрона. Точності патрона з незагартованими кулачками досягають шляхом розточування накладних кулачків після їхнього переустановлення на необхідний діаметр.

Корпус патрона виготовляють зі сталі 45 і чавуну, кулачки — з цементованих сталей, наприклад, 20Х, ходовий гвинт — із легованої сталі. Рухомі частини — термооброблені.

Основним недоліком токарних двокулачкових патронів є зміщення центру заготовки унаслідок перекосу кулачків у напрямних через зазор. Тому вкрай важливо мінімізувати зазор між кулачками й напрямними.

2.2. Установка заготовок на планшайбі

Заготовку можна закріпити безпосередньо на планшайбі за допомогою притискної планки й болтів (рис. 2.10). Окрім того, використовують спеціальні кулачки, які закріплюють у пазах регулювальними болтами. Попередню установку заготовки здійснюють відповідно до концентричних рисок на торцевій поверхні планшайби.

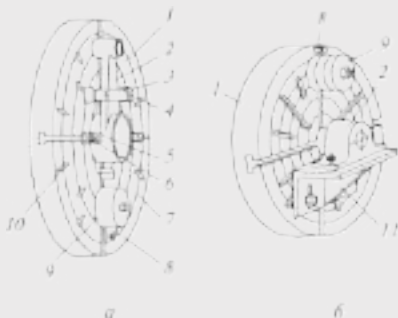


Рис. 2.10. Кріплення заготовки на планшайбі: а — безпосередньо на планшайбі; б — за допомогою кутника;
1 — планшайба; 2 — заготовка; 3 — прижимна планка; 4, 6 — болти; 5 — спеціальний кулачок; 7 — концентричні риски; 8 — упор; 9 — протизага; 10 — паз; 11 — кутник; комплект УСП

Противагу підискають до упору й закріплюють на планшайбі. Противагу можуть збирати з чавунних шайб.

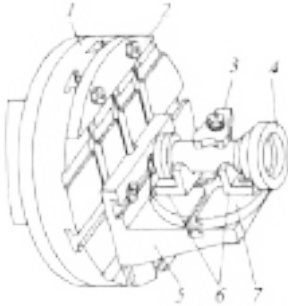


Рис. 2.11. Установка заготовки складної форми на косинці: 1 — патрон; 2 — противага; 3 — притис-кна планка; 4 — заготовка; 5 — косинець; 6 — кутники; 7 — плита

Довгі тонкі вали або осі, які мають тенденцію до вигину під час механічної обробки на металорізальних верстатах, вимагають додаткового упору. Довгими вважають вали зі співвідношенням $L/d \geq 8$. Їх називають *нежорсткими*.

Люнет — додатковий упор на металорізальних верстатах, який розширює технологічні можливості верстата і збільшує точність обробки, запобігаючи ексцентричності готової деталі.

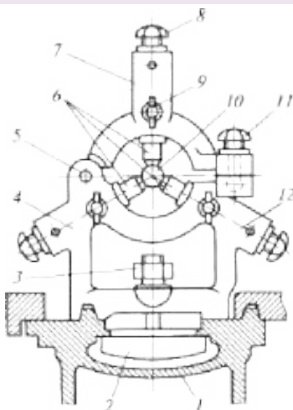


Рис. 2.12. Елементи нерухомого люнета: 1 — станина; 2 — сухар; 3 — гайка; 4, 12 — стойки, 5 — вісь; 6 — кулачки; 7 — кришка; 8, 9, 11 — гвинти; 10 — заготовка

Якщо заготовка розташована несиметрично відносно осі обертання планшайби, для усунення невідноженості необхідно використовувати противагу.

2.3. Установка заготовок у косинці

Працювати на планшайбі у косинцях треба з особливою обережністю. Періодично перевіряють надійність закріплення планшайби, заготовки, косинця та противаги (щоб уникнути зривів з різьби і травмування).



Обробка заготовок на планшайбі та на косинці

2.4. Установка заготовок у люнетах

➤ Люнет складається з деталей:

- корпус, за допомогою якого люнет токарного верстата з'єднують з його кареткою або супортом;
- верхній затиск, що запобігає підйомові різця на тримач;
- нижній упор, який компенсує прогин оброблюваної деталі під дією її власної ваги;
- опорні кулачки (або кульки), які безпосередньо контактують з поверхнею заготовки, позиціонуючи її щодо центру (рис. 2.12).

ВИДИ ЛЮНЕТІВ

рухомий

нерухомий

Рухомі люнети

Рухомий люнет розташований на повздовжньому супорті верстата. Таке розташування дає йому змогу виконувати рух траєкторії, яка аналогічна рухові різця верстата. Завдяки цьому зменшують тиск на деталь з боку токарного різця (рис. 2.13, 2.14).

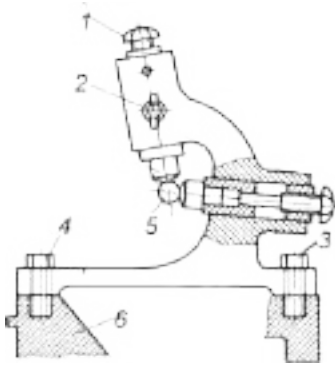


Рис. 2.13. Елементи рухомого люнета: 1, 2, 3, 4 — гвинти; 5 — заготовка; 6 — супорт



Рис. 2.14. Рухомий люнет



Рис. 2.15. Нерухомий люнет

Зазначений тип оснащення запобігає пружному відгинанню тонких і довгих валів під тиском інструмента. Використовують такий люнет під час нарізування зовнішньої різьби або для остаточної обробки циліндричних деталей з гладкою поверхнею.

Нерухомі люнети

Такий тип люнетів майже завжди виготовляють з чавуну. На корпусі є кришка, яку прикріплюють за допомогою відкидного гвинта.

➤ Цей тип люнетів використовують:

- як проміжну підтримку при обробці центральної частини вала;
- при обточуванні торців довгих виробів;
- при розточуванні та свердлінні торцевої поверхні деталі.

Нерухомі люнети кріплять на станину токарного обладнання за допомогою особливої плити зі спеціальним зачепленням (рис. 2.15). Нижню частину корпусу пристосування виготовляють точно за розмірами станини. Тому для різних модифікацій верстатів призначені певні моделі люнетів.

При обробці особливо довгих деталей як додаткові опори для уникнення прогину заготовок від сил різання і власної ваги й одночасно для розвантаження центрів верстата застосовують одночасно два та більше люнетів (рис. 2.16, 2.17).



Обробка деталей у люнетах



Рис. 2.16. Використання двох люнетів одночасно



Рис. 2.17. Використання трьох люнетів одночасно

2.5. Допуски форм і розташування поверхонь при обробці деталей зі складною установкою

➤ **При обробці деталей зі складною установкою необхідно брати до уваги такі правила:**

- вимоги до відхилень від площинності та прямолінійності циліндричних поверхонь деталей зі складною установкою, а саме: прямолінійність, циліндричність, округлість, співвісність;
- вимоги до торцевих поверхонь деталей, а саме: площинність, перпендикулярність до осі, паралельність.

Токар повинен орієнтуватися у позначеннях відхилень геометричної форми готових деталей на кресленнях.

Відхилення форми та розташування поверхонь знижує технологічні показники майбутнього виробу та його експлуатаційні властивості, впливає на термін його здатності до роботи й довговічності.

➤ **Чинники, які впливають на відхилення форми й розташування поверхонь у процесі обробки заготовок зі складною установкою:**

- нерівномірність припуску, призначеного на обробку;
- неоднорідність оброблюваного матеріалу;
- зниження жорсткості системи ВПІД (верстат–приспособлення–інструмент–деталь).

Для обмеження відхилення на кресленнях показують допуски форми та розташування поверхонь. Призначення допусків форми й розташування поверхонь необхідно проводити на основі державних стандартів.

➤ **За стандартами ДСТУ ISO 1101:2009 та ДСТУ 2498–94 розрізняють такі відхилення допусків форми:**

- від прямолінійності й допуск прямолінійності;
- від площинності й допуск площинності;
- від круглості та допуск круглості;
- від циліндричності й допуск циліндричності;
- допуск профілю повздовжнього перерізу циліндричної поверхні.

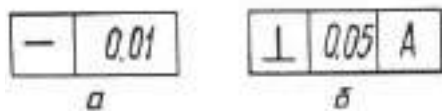


Рис. 2.18. а — рамка для позначення відхилення форми; б — рамка для позначення відхилення розташування поверхонь

Умовне позначення граничного відхилення форми чи розташування поверхонь вписують у прямокутну рамку. Рамка для позначення відхилення форми складається з двох частин (рис. 2.18 а), а для позначення відхилення розташування поверхонь — з трьох частин (рис. 2.18 б). У першій частині рамки в обох випадках фіксують знак відхилення, у другій — числове значення відхилення в міліметрах.

Третю частину рамки призначено для буквеного позначення бази чи поверхні, з якою пов'язаний допуск відхилення.

Таблиця 2.1

Умовні позначення допусків форм і розташування поверхонь

Група допусків	Допуск	Знак
Форми	Прямолінійності	—
	Площинності	
	Круглості	
	Циліндричності	
	Профілю повздовжнього перерізу	
Розташування	Паралельності	
	Перпендикулярності	
	Нахилу	
	Співвісності	
	Симетричності	
	Позиційності	
	Перетину осей	
Форми і розташування	Радіального або торцевого биття, а також биття у заданому напрямку	
	Повного радіального або торцевого биття	
	Форми заданого профілю	
	Форми заданої поверхні	

Базу позначають великою літерою українського алфавіту (А, Б, В ...). Цю літеру вміщують у квадратну рамку, яку з'єднують виносною лінією із зачорненим трикутником і вказують у третій частині рамки (рис. 2.19).



Позначення на кресленнях допусків форм і розташування поверхонь

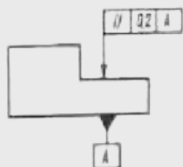


Рис. 2.19. Позначення бази вимірювання відхилення

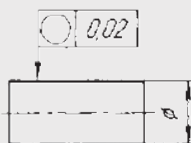


Рис. 2.20. Допуск круглості вала 0,02 мм

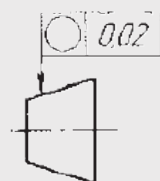


Рис. 2.21. Допуск круглості конуса 0,02 мм

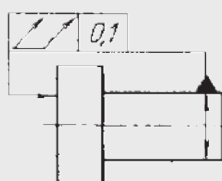


Рис. 2.22. Допуск повного торцевого биття поверхні відносно осі поверхні 0,1 мм



Контрольні запитання

1. Від чого залежить спосіб кріплення заготовок на токарному верстаті?
2. Яке головне завдання вирішують при розробці технологічного процесу?
3. Як установлюють складні заготовки за допомогою чотирикулачкового патрона?
4. Як установлюють складні заготовки за допомогою планшайби?
5. Як установлюють складні заготовки за допомогою косинців?
6. Як установлюють складні заготовки за допомогою люнетів?
7. Заготовки якої форми закріплюють у чотирикулачковому патроні?
8. Як вивіряють правильність установлення заготовки в чотирикулачковому патроні?
9. Для чого призначені двокулачкові патрони?
10. Деталі якої форми установлюють на планшайбі, косинцях, люнетах?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СКЛАДНОЮ УСТАНОВКОЮ

1. Від чого залежить спосіб кріплення заготовок на токарному верстаті?

- 1) Від геометричної форми та розмірів;
- 2) від засобу обробки деталі;
- 3) від вибору різального інструмента;
- 4) від кількості деталей у партії.

2. Яке головне завдання розв'язують під час розробки технологічного процесу?

- 1) Форма деталі;
- 2) вибір матеріалу різальних інструментів;
- 3) вибір засобів обробки;
- 4) вибір установчої бази.

3. Як установлюють складні заготовки за допомогою чотирикулачкового патрона?

- 1) Звичайним способом кріплення;
- 2) при закріпленні заготовки в чотирикулачковому патроні треба звертати увагу на збіг осі заготовки й шпинделя;
- 3) за допомогою підкладок;
- 4) за допомогою домкратиків.

4. Як установлюють складні заготовки за допомогою планшайби?

- 1) За допомогою притискної планки й болтів, косинців, комплекту УСП;
- 2) за допомогою кулачків токарного патрона;
- 3) за допомогою циліндричних оправок;
- 4) за допомогою машинних лещат.

5. Як установлюють складні заготовки за допомогою косинців?

- 1) Заготовку закріплюють на косинці, потім косинець закріплюють на планшайбі;

- 2) для закріплення заготовки використовують затискні планки;
- 3) для закріплення заготовки використовують машинні лещата;
- 4) для закріплення заготовки використовують ділильний патрон.

6. Які заготовки установлюють за допомогою люнетів?

- 1) Деталі складної геометричної форми;
- 2) короткі вали;
- 3) довгі вали, для яких характерне співвідношення $L/d \geq 8$;
- 4) втулки та фланці.

7. Заготовки якої форми закріплюють у чотирикулачковому патроні?

- 1) Заготовки складної, несиметричної форми;
- 2) заготовки валів зі співвідношенням $L/d \geq 8$;
- 3) заготовки циліндричної форми невеликих розмірів;
- 4) заготовки будь-якої форми.

8. Як вивіряють правильність встановлення заготовки у чотирикулачковому патроні?

- 1) Мікрометрами, штангенциркулями;
- 2) за кільцевими рисками на патроні, крейдою, рейсмусом, індикатором, штанген-рейсмусом;
- 3) шаблонами;
- 4) циліндричними калібрами.

9. Для чого призначені двокулачкові патрони?

- 1) Для встановлення довгих валів;
- 2) для встановлення невеликих заготовок складної форми;
- 3) для встановлення заготовок циліндричної форми;
- 4) для встановлення різноманітних заготовок.

10. Деталі якої форми встановлюють у косинцях?

- 1) Корпусні заготовки;
- 2) заготовки циліндричної форми;
- 3) довгі вали;
- 4) заготовки з глибокими отворами.

3 ВИКОНАННЯ ПЛАЗМОВО-МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Плазмово-механічна обробка (ПМО) належить до комбінованих методів обробки металів, у яких основний механічний вплив на заготовку поєднується з додатковим підігрівом.

При ПМО високоміцних, маломагнітних і корозійностійких сталей, а також титанових і деяких жароміцних сплавів швидкість знімання металу у 3–4 рази вища, ніж при обробці без плазмового підігрівання.

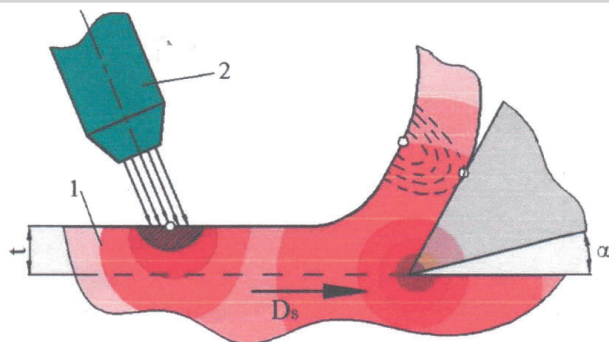


Рис. 3.2. Схема різання з нагріванням плазмовим струменем: 1 — поверхня різання; 2 — плазматрон

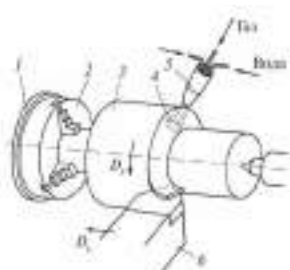


Рис. 3.1. Схема процесу плазово-механічної обробки: 1 — струмоміпідвідне кільце; 2 — патрон; 3 — заготовка; 4 — плазова дуга; 5 — плазматрон; 6 — різальний інструмент

Плазово-механічну обробку застосовують на токарних і токарно-карусельних верстатах для обробки циліндричних, конічних і фасонних поверхонь, а також для розточування отворів, діаметр яких значно перевищує розміри плазмотрона (рис. 3.1).

Залежно від теплофізичних властивостей матеріалу заготовки, потужності теплового джерела, діаметра плями контакту і швидкості переміщення плазової дуги щодо заготовки її нагрівання може відбуватись як із розплавленням, так і без розплавлення поверхні.

Основним інструментом для створення плазми є плазматрон.

Плазматрон — це генератор плазми.

Усередині корпусу плазмотрона є камера, у якій розташований вольфрамовий електрод, до якого через кабель підводять напругу. Камера закрита електроізоляційною втулкою.

Під тиском через трубопровід у камеру плазмотрона подають плазовий газ (аргон, гелій та ін.). Нижня частина корпусу — сопло — є каналом для виходу факела плазми. Сопло у процесі роботи охолоджують водою, яку подають через штуцер для підведення води.

Суть ПМО полягає у послідовному й узгодженому впливі на оброблювану заготовку плазової дуги та різального інструмента. Час перебування металу під безпосереднім впливом плазової дуги визначають швидкістю головного руху й діаметром плями нагріву — він становить соті або тисячні частки секунди. За цей час відбувається теплове зменшення міцності оброблюваного матеріалу, що спричиняє зниження сил різання в 1,5–3 рази.

Метод обробки різанням з нагріванням полягає у видаленні припуску з поверхні заготовки поєднанням двох видів енергії: механічної та теплової.

Нагрівання заготовок перед обробкою різанням може бути суцільним (у печах) або локальним. Ефект поліпшення обробки матеріалів пояснюють змен-

шенням характеристик міцності. Саме це зумовлює поліпшення процесу різання металу та підвищення продуктивності.



Плазмова обробка



Контрольні запитання

1. До яких методів обробки металів належить плазмово-механічна обробка?
2. Деталі якої форми можна обробляти плазмово-механічною обробкою?
3. Як називають основний інструмент для створення плазми?
4. У чому суть плазмово-механічної обробки?
5. Що таке метод обробки різанням з нагріванням?
6. Як нагрівають заготовки перед різанням плазмово-механічною обробкою?
7. Скільки видів енергії використовують при виконанні плазмово-механічної обробки? Назвіть їх.
8. Якою рідиною у процесі виконання ПМО охолоджують сопло?
9. Що є генератором плазми?
10. У скільки разів зменшуються сили різання металу методом ПМО?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ПЛАЗМОВО-МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

1. До яких методів обробки металів належить плазмово-механічна обробка?

- 1) До фінішної обробки;
- 2) до чорнової обробки;
- 3) до обробки заготовок із важкооброблюваних матеріалів;
- 4) до комбінованих методів обробки металів.

2. Деталі якої форми можна обробляти плазмово-механічною обробкою?

- 1) Деталі циліндричних, конічних і фасонних поверхонь;
- 2) різьбові поверхні;
- 3) поверхні складної форми;
- 4) кожна відповідь правильна.

3. Як називається основний інструмент для створення плазми?

- 1) Фрезер;
- 2) шліфувальне коло;
- 3) плазмотрон;
- 4) патрон.

4. У чому полягає суть плазмово-механічної обробки?

- 1) У різанні зі зняттям стружки;

- 2) у послідовному й узгодженому впливі на оброблювану заготовку плазмової дуги й різального інструмента;
- 3) в обробці заготовок у холодному стані;
- 4) у правильному встановленні заготовки.

5. У чому полягає метод обробки різанням з нагріванням?

- 1) У сумісному використанні для видалення припуску з поверхні заготовки двох видів енергії: механічної та теплової;
- 2) у використанні тільки теплової енергії;
- 3) у використанні тільки механічної енергії;
- 4) у накатуванні поверхні заготовки.

6. Як нагрівають заготовки перед обробкою різанням?

- 1) Заготовки перед обробкою не нагрівають;
- 2) у гарячій воді;
- 3) у гарячій МОР;
- 4) нагрівання заготовок перед обробкою різання може бути суцільним (у печах) або локальним.

7. Скільки і які види енергії використовують при виконанні плазмово-механічної обробки?

- 1) Два види енергії: механічна та тепла;
- 2) кінетична й електрична;
- 3) енергія розпаду елементів оброблюваного матеріалу;
- 4) пневматична й електрична.

8. Якою рідиною у процесі виконання ПМО охолоджують сопло?

- 1) Водю;
- 2) МОР;
- 3) керосином;
- 4) технічним мастилом.

9. Генератором плазми є:

- 1) плазмотрон;
- 2) електрична енергія;
- 3) сопло;
- 4) штуцер.

10. У скільки разів зменшується сила різання металу методом ПМО?

- 1) У 1,5–3 рази;
- 2) у 5 разів;
- 3) у 10 разів;
- 4) не зменшується.

4 ВИКОНАННЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ: ТОНКЕ ТОЧІННЯ, ОБКАТУВАННЯ-РОЗКАТУВАННЯ, АЛМАЗНЕ ВИГЛАДЖУВАННЯ

Фінішна обробка деталі — це кінцева стадія обробки металу, яка дає змогу уникнути браку всього виробу. Вона дає змогу досягти тієї максимальної точності деталі, до якої ми прагнемо.

Розрізняють декілька способів фінішної обробки. Усі вони залежать від певних фізико-хімічних властивостей металу, конфігурації деталі, призначення та умов її експлуатації.

Фінішній обробці (тонке точіння та розточування, алмазне точіння, тонке фрезерування) притаманні високі швидкості різання (100–1000 м/хв), малі подачі (0,01–0,15 мм/об), мала

глибина різання (0,05–0,3 мм) при високій вібраційній стійкості технологічної системи.

4.1. Тонке точіння

Тонке точіння — це процес, суть якого у зрізанні з поверхні заготовки найтонших стружок, що забезпечує високу точність (за 4–6 квалітетами) і малу шорсткість поверхні.

Припуск під тонке точіння становить 0,1–0,2 мм.

Тонке точіння широко застосовують в авіаційній, тракторній і автомобільній промисловості при обробці циліндричних і конічних поверхонь (зовнішніх і внутрішніх), а також торцевих поверхонь, уступів тощо. Тонке точіння іноді називають *алмазним*, тому що найбільший ефект щодо продуктивності, стійкості інструмента та якості обробки дають різці, оснащені кристалами природного алмаза (рис. 4.1).

З цієї метою використовують кристали масою близько 0,6 карата, які кріплять у державці механічним способом (притиск планкою) або впаюють у державку. Кристал алмаза проходить огранювання (шліфування площин алмазним порошком) для отримання необхідної геометрії.

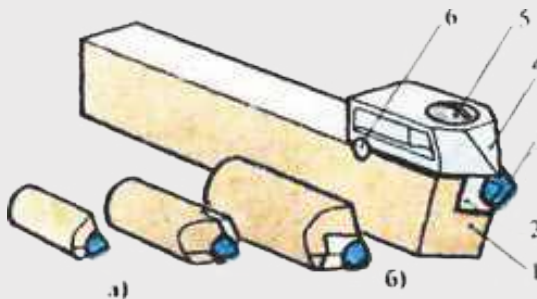


Рис. 4.1. Алмазні різці: а — вставний кристал алмазу; б — механічне кріплення алмазного кристала; 1 — державка; 2 — підкладка; 3 — алмаз; 4 — прижимна планка; 5 — гвинт; 6 — опора

Алмазними різцями обробляють переважно кольорові метали (мідь, алюміній), легкі сплави (сплави алюмінію, латунь, бабіт) і пластмаси. Можливе алмазне точіння виливків з якісних чавунів (без раковин). Для тонкого точіння сталі алмази не застосовують, оскільки висока температура у зоні різання призводить до втрати різальних властивостей алмаза.

Вищу точність отримують під час обробки кольорових металів, оскільки при обробці сталей і чавунів на точність впливає зношеність різця по задній поверхні. Тонке розточування, особливо кольорових металів, за точністю і чистотою поверхні перевершує розгортання і не поступається шліфуванню.

➤ **Вимоги до верстатів для тонкого точіння:**

- підвищена кількість обертів шпинделя (2000–6000 об/хв);
- невеликі подачі (0,01–0,2 мм/об);
- висока точність обертання шпинделя (радіальне биття — не більше ніж 0,005 мм);
- висока точність і велика жорсткість усіх елементів верстата;
- відсутність вібрацій при великій кількості обертів шпинделя.

Різальний інструмент для тонкого точіння

➤ **Як різальний інструмент для тонкого точіння застосовують:**

- різці з пластинками твердого сплаву марок BK2 і BK3M для тонкого обточування і розточування чавуну; T30K4 і T60K6 для тонкого точіння і розточування сталі, легких сплавів і кольорових металів;
- алмазні різці — для тонкого точіння і розточування легких сплавів, кольорових металів і неметалічних матеріалів.

Таблиця 4.1.

Інструментальні матеріали для фінішної обробки

Оброблюваний матеріал	Інструментальний матеріал
Чавун, кольорові сплави, пластмаси, порошкові матеріали	Тверді сплави: BK2, BK3, BK4, BK8
Леговані та інструментальні сталі	Тверді сплави: T14K8, T15K6, T30K4, T60K6
	Безвольфрамові тверді сплави: KHT16, TN20
Кольорові сплави, пластмаси, неметалічні матеріали	Алмази природні типу «карбонадо»: APK4, APB1
Загартовані сталі, високоміцний чавун	Надтверді матеріали: гексагоніт-Р, ельбор-Р
Загартовані сталі, високоміцний чавун за високого ступеня жорсткості системи ВПІД	Мінералокераміка й кермети

Синтетичні надтверді матеріали — матеріали, виготовлені з мікропорошків кубічного нітриду бору під загальною назвою — композиції марок: ельбор, бельбор, гексаном та ін.

➤ **Тонке точіння проводять на швидкохідних верстатах класів точності:**

- високої — В;
- особливо високої — А;
- надвисокої — С.

Швидкість різання залежно від оброблюваного матеріалу дорівнює від 100 до 1000 м/хв, глибина різання — 0,05 ... 0,1 мм.

Верстати, які застосовують для тонкого точіння заготовок, повинні відрізнятися високою точністю і жорсткістю, а оброблювані заготовки мають мати рівномірний припуск не більше 0,2 — 0,5 мм на діаметр. Цей припуск розподіляють на чорновий і чистовий робочі ходи.

Під час обробки твердосплавними різцями режими точіння розходяться в межах: для сталі — $n = 150\text{--}300$ м/хв; $s = 0,06\text{--}1,2$ мм/об; для чавуну — $n = 100\text{--}200$ м/хв; $s = 0,06\text{--}1,2$ мм/об; кольорових сплавів — $n = 20\text{--}600$ м/хв, $s = 0,04\text{--}0,1$ мм/об.

Таблиця 4.2.

Припуски для тонкого точіння та розточування

Діаметр обробки, мм	Припуск на діаметр, мм
до 25	0,2–0,25
25–125	0,25–0,40
більше 125	0,35–0,50

Верстати для алмазної обробки (зовнішнього точіння або розточування) повинні характеризуватися високою жорсткістю, швидкохідністю та точністю підшипникового вузла (допуск на радіальне биття шпинделя до 0,005 мм).

Патрони й оправки цих верстатів мають бути збалансованими. Алмази і тверді сплави з низьким вмістом кобальту особливо чутливі до ударів і вібрацій, тому при тонкому точінні різець підводять до заготовки через 15–20 секунд після початку обертання шпинделя, коли шпиндель наче «сплив» у підшипниках і його положення стабілізувалось.

Таблиця 4.3.

Рекомендовані режими різання при алмазному точінні

Оброблюваний матеріал	Глибина різання, мм	Подача, мм/об	Швидкість різання, м/хв
Мідь	0,02–0,3	0,01–0,06	350–500
Алюміній та його сплави	0,01–0,15	0,01–0,10	400–500
Латунь	0,03–0,06	0,02–0,10	400–500
Бабіт	0,05–0,15	0,02–0,10	400–500
Пластмаси	0,05–0,30	0,03–0,06	500–700



Рис. 4.2. Види різців із алмазними вставками



Рис. 4.3. Різці спеціальні з алмазними вставками

4.2. Обкатування-розкатування

Обкатування — вид механічної обробки, метою якої є зміцнення поверхневого шару деталі, підвищення його зносостійкості.

Пластичним деформуванням роликівими або кульковими обкатниками і розкатниками обробляють деталі з різних пластичних матеріалів і сталей твердістю не більше HRC 45.

Процес відбувається без зняття стружки шляхом розгладження отриманої після точіння шорсткості.

➤ **Завдання методу обробки:**

- підвищення витривалості деталей, які зазнають знакозмінних навантажень;
- унеможливлення розвитку корозії у місцях виникнення тріщин унаслідок внутрішніх напружень.

➤ **Переваги операцій обкатування та розкатування:**

- зниження витрат на обробку;
- обробка металів без зняття стружки;
- зниження витрат на металообробку;
- скорочення допоміжного часу;
- скорочення виробничих витрат;
- зниження витрат на виробництво;
- зниження прямих витрат на різальні інструменти;
- зниження прямих витрат на шліфування та полірування;
- зменшення часу наладки;
- оптимізація виробничих процесів.

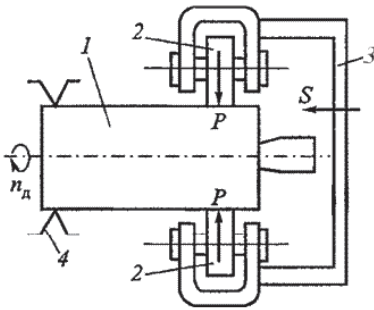


Рис. 4.4. Схема обкатування: 1 — деталь; 2 — накатний ролик; 3 — роликовий обкатник; 4 — патрон токарного верстата; P — сила тиску на ролик; S — подача ролика в осьовому напрямку; n_d — частота обертів деталі



Рис. 4.5. Ролик для зміцнення поверхні й накатного полірування циліндричних деталей

Схема обкатування

У процесі обкатування (рис. 4.4) один або кілька роликів, рухаючись оброблюваною поверхнею, мнуть виступи від попередньої обробки і заповнюють западини, що знижує шорсткість на два-три класи і зменшує діаметр заготовки на величину зім'ятих виступів.

➤ Матеріал для виготовлення роликів:

- леговані сталі марок ШХ15, ШХ15СГ, ХВГ, 5ХМ;
- вуглецеві сталі марок У10А, У12А з твердістю робочої поверхні HRC 60 ... 65;
- тверді сплави;
- швидкорізальні сталі;
- порошкові матеріали з високою твердістю і підвищеною термостійкістю.

Велику увагу приділяють обробці роликів після загартовування. Їхня робоча поверхня повинна бути вища, ніж у деталі, яку накатують. У накочуваних поверхнях роликів $Ra < 0,10 \text{ мкм}$.

Інструменти з одним роликом використовують для обробки широкого діапазону діаметрів, для зовнішньої та внутрішньої обробки циліндричних і конічних поверхонь, обробки площин (рис. 4.5).

Види обкатних роликів

Суттєвий вплив на якість оброблюваної поверхні мають форма й розміри обкатних роликів (рис. 4.7). Нині налічують близько 40 типів конструкцій обкатних роликів і приблизно 120 їхніх типорозмірів. Обкатні ролики виготовляють з циліндровим, конічним, радіусним або різьбовим профілем.

Залежно від контуру деталі, величини профільного радіуса і призначення розрізняють зміцнювальні та згладжувальні ролики.

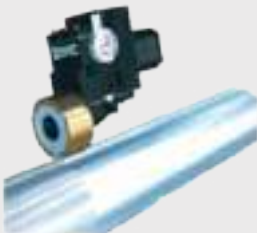


Рис. 4.6. Інструмент з одним роликом для обкатування поверхонь

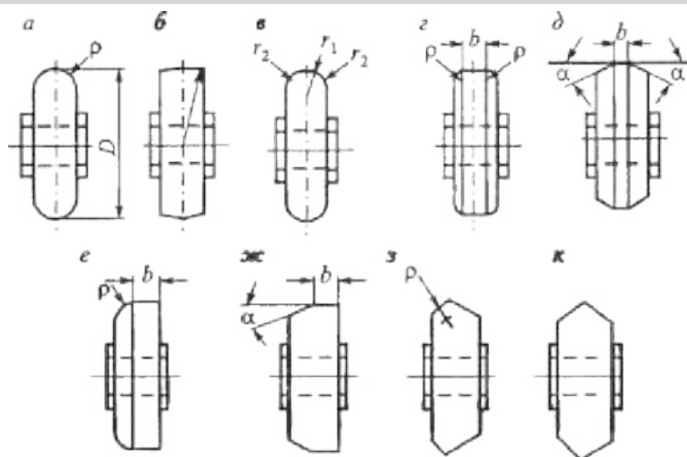


Рис. 4.7. Форма циліндричних і конічних обкатних роликів: а — з профілем радіуса r ; б — зі сферичним контуром (з радіусним профілем); в — з комбінованим профілем; г — з циліндричним пояском та тороїдальною західною частиною; д — з циліндричним пояском та конічною західною частиною; е, з — з тороїдальною західною частиною; ж, к — з конічною західною частиною

Обкатний полірувальний ролик

Обкатні полірувальні ролики (рис. 4.6) застосовують у процесах обкатного полірування.

Під час роботи на токарних верстатах такі ролики застосовують у стандартних державках. Основними перевагами полірувальних роликів є знижене тертя, збільшена стійкість.

Шліфування, хонінгування, притирання та інші процеси обробки поверхонь можна замінити накоченням за допомогою роликів.

Використовують **зубчастий ролик** — з глибокими виступами для формування при накоченні виточки в накатних інструментах серії RD1. Вони створюють на заготовці відповідний зустрічний профіль з виступами збільшеної висоти.

Різьбонакатні ролики застосовують у верстатах, системах відновлення зовнішньої різьби, накатних плашках, для відновлення зовнішніх різьб на гвинтах, шпинделях, різьбових осях, валах до 110 мм.

Завдяки високій міцності різьбонакатних роликів пошкоджена різьба відновлюється швидко і зберігає вихідну статичну міцність — на відміну від відновлення витків різьби різальним інструментом.



Обкатний ролик

Спеціальний ролик

Зубчастий ролик

Різьбонакатні ролики

➤ **За характером навантаження накатних роликів обкатні пристосування поділяють на:**

- механічні (пружинні);
- пневматичні;
- гідравлічні;
- комбінованої дії (пневмогідравлічні, пневмопружні тощо).

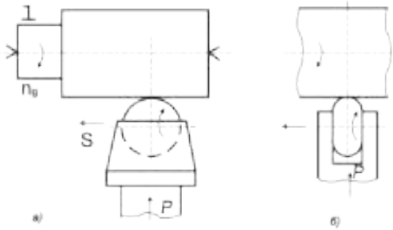


Рис. 4.8. Схема процесу обкатування:
а — кулькою; б — роликом

Залежно від розмірів і конфігурацій деталей використовують пристосування з одним, двома або трьома (рідше з чотирма) накатними роликами (рис. 4.8).

Механічні (пружинні) обкатні ролики

Пристосування з пружинною системою навантаження характеризуються простотою виготовлення і незалежністю приводу, але їм притаманні й недоліки: низька точність контролю обкатування (рис. 4.9).

Пневматичні обкатні ролики

У двороликових пристосуваннях, ролики у яких розташовано діаметрально протилежно, зусилля накопчення при роботі не передають на шпиндель і напрямні верстата, а зрівноважують усередині самої конструкції пристосування.

Недолік двороликових пристосувань — виникнення згинальних моментів за відсутності співвісності при встановленні роликів і оброблюваної деталі. Унаслідок цього під дією невіднованих сил деталь відтискають угору або вниз, що порушує жорсткість системи верстат–пристосування–деталь і різко погіршує умови перебігу процесу обробки (рис. 4.10).

Гідравлічні обкатні ролики

Гідравлічні пристосування, на відміну від пневматичних, мають більшу компактність при створенні високих робочих сил.

Однак для роботи гідравлічної системи пристосування необхідна окрема насосна станція.

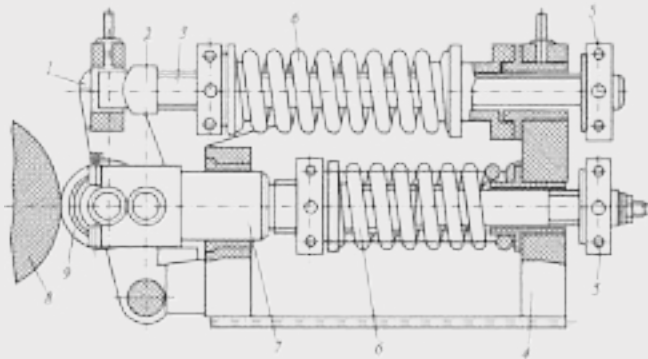


Рис. 4.9. Двопружинний однороликовий обкатник: 1 — шток; 2 — головка верхнього штока; 3 — верхній шток; 4 — корпус; 5 — гайка; 6 — пружина; 7 — нижній шток; 8 — деталь; 9 — обкатний ролик

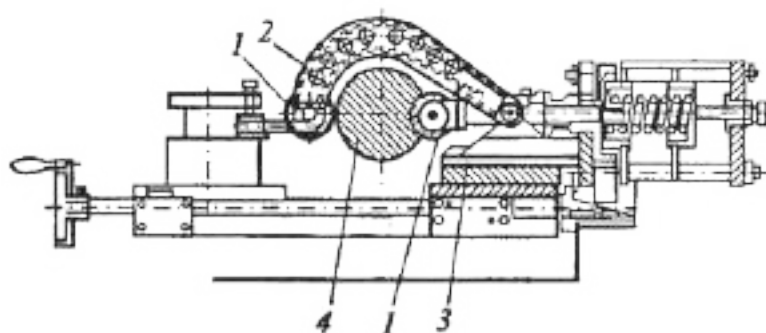


Рис. 4.10. Двороликове пневматичне обкатне пристосування: 1 — обкатні ролики; 2 — скоба; 3 — головка; 4 — деталь

Основний недолік гідравлічних пристосувань — складність конструкції і великі витрати на виготовлення (рис. 4.11).

Загальними перевагами пневматичних і гідравлічних пристроїв є: зручність контролю і регулювання робочої сили обкатування за показаннями манометра; можливість чіткого навантаження (на початку робочого ходу) і розвантаження (у кінці робочого ходу) деформувальних роликів; універсальність пристосувань, тобто можливість обробки деталей різної форми (циліндричної, конічної, фасонної) і широкий діапазон регулювання робочих розмірів; можливість автоматизації процесу обкатування.

Основними параметрами режиму обкатування є: зусилля накатки, осьова подача ролика на один оберт деталі, швидкість обкатування, число проходів. Від параметрів режиму залежить шорсткість поверхні, глибина наклепаного шару, ступінь зміцнення, фізичні властивості матеріалу, продуктивність обробки.

Істотний вплив на глибину наклепаного шару і підвищення твердості поверхневого шару надають зусилля на ролик, розміри й геометрія ролика, діаметр накатуваної деталі, властивості матеріалу.

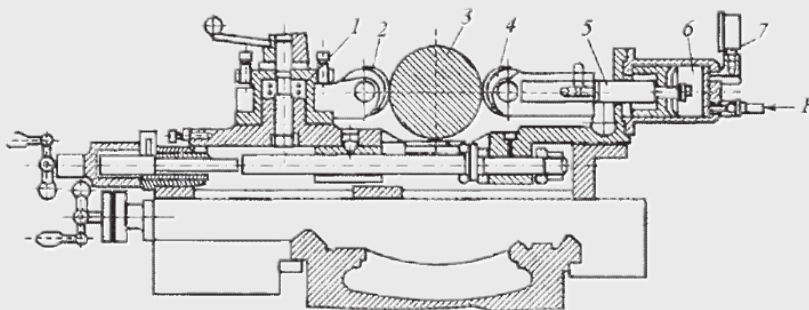


Рис. 4.11. Гідравлічний двороликовий обкатний пристрій: 1 — супорт токарного верстата; 2, 4 — ролики; 3 — деталь; 5 — шток; 6 — гідроциліндр; 7 — манометр

Таблиця 4.4.

Вплив режиму обкатування на якість поверхні деталі

Технологічний фактор	Шорсткість поверхні, яку обкатують	Ступінь наклепки (збільшення твердості)	Глибина наклепаного шару
Збільшення швидкості обкатування деталі з 10 до 60 м/хв	Практично не змінюється	Незначно підвищується	Незначно підвищується
Збільшення повздовжньої подачі роликів з 0,3 до 1,0 мм/об деталі	Незначно підвищується	Практично не змінюється	Незначно зменшується

Розкатування внутрішніх поверхонь

Розкатування — обробка внутрішніх циліндричних, конічних або фасонних поверхонь пластичним деформуванням.



Рис. 4.12. Розкатування отворів

При розкатуванні (рис. 4.12) ролик-розкатник закріплюють на консольній оправці (рис. 4.13, а). Більш досконала конструкція інструмента з декількома роликами (рис. 4.13 б).

Обкатуванням та розкатуванням лише незначною мірою виправляють похибки попередньої обробки, тому вони повинні бути точними, з урахуванням змінання мікронерівностей і зміни остаточного розміру деталі.

Вирішальне значення для досягнення необхідної якості поверхневого шару має тиск на поверхню. Надмірно великий тиск, так само як і велика кількість проходів інструмента, руйнує поверхню і може спричинити відшаровування її окремих ділянок.

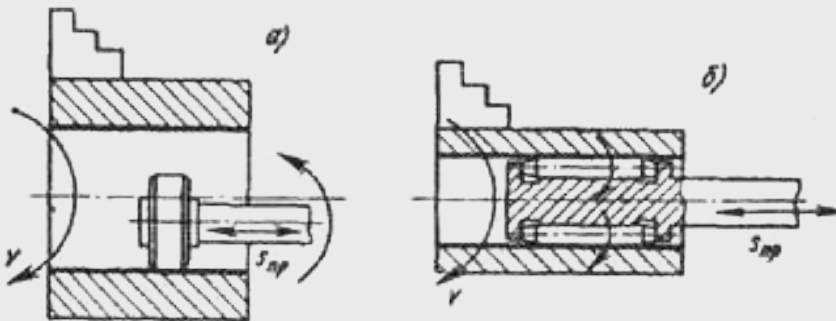


Рис. 4.13. Схеми розкатування отворів: а — одним роликом; б — двома роликами

4.3. Алмазне вигладжування

Алмазне вигладжування застосовують для обробки деталей з високою точністю і малою шорсткістю.

За допомогою алмазного вигладжування досягають обробки чистотою $Ra = 0,1$ мкм. При цьому оброблена поверхня зміцнюється (з'являється шар ущільнення).

Метод алмазного вигладжування полягає в тому, що після обробки різанням мікронерівності поверхні вигладжують притиснутим алмазом.

► Переваги алмазного вигладжування:

- зниження шорсткості;
- унеможливлення потрапляння на поверхню різних частинок;
- обробка тонкостінних деталей складного профілю і конфігурації;
- простота конструкції алмазного вигладжувача.

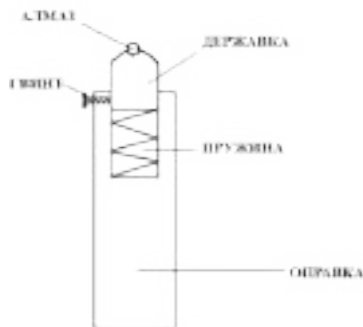


Рис. 4.14. Алмазний вигладжувач

Як інструмент при алмазному вигладжуванні застосовують державку, в якій закріплюють в оправі кристал алмаза або синтетичного надтвердого матеріалу масою 0,5–1,0 карата. Робоча поверхня алмаза має форму півсфери і вирізняється високою якістю (рис. 4.14).

Жорстко закріплену в різцетримачі державку з алмазом при поперечному русі супорта підводять до деталі, що обертається. При подальшому русі супорта в поперечному напрямку виникає невеликий натяг. Потім при рівномірній повздовжній подачі супорта алмаз рухається уздовж оброблюваної поверхні деталі.

► Для здійснення алмазного вигладжування потрібні:

- чисте мастило без сторонніх домішок і пилу;
- алмазний наконечник 0,5...1 карат залежно від необхідної чистоти обробки;
- оправка для кріплення алмазного наконечника.

Алмазне вигладжування відбувається на швидкості 150–250 об/хв з подачею чистого мастила й мінімальною подачею повздовжнього або поперечного ходу — залежно від оброблюваної поверхні. При алмазному вигладжуванні розмір зменшується на 0,01 мм.

Алмаз виставляють у різцетримачі в центр осі оброблюваної деталі, подають певний тиск алмазом на поверхню, яка підлягає вигладжуванню, та вмикають верстат з подачею.

Загалом усе відбувається так само як і при точінні різцем, але замість різця застосовують вигладжувач.



Контрольні запитання

1. Сформулюйте мету фінішної обробки.
2. Які режими різання властиві фінішній обробці?

3. У чому суть тонкого точіння?
4. Що таке операція обкатування?
5. У чому суть операції розкатування?
6. Розкажіть про операцію алмазного вигладжування.
7. Які є інструменти для операції обкатування?
8. Розкажіть про відмінності механічних накатних роликів.
9. У чому особливості пневматичних обкатних роликів?
10. Розкажіть про гідравлічні обкатні ролики.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ: ТОНКЕ ТОЧІННЯ, ОБКАТУВАННЯ-РОЗКАТУВАННЯ, АЛМАЗНЕ ВИГЛАДЖУВАННЯ

1. Яка мета фінішної обробки?

- 1) Домогтися максимальної точності деталі;
- 2) отримати поверхню будь-якої якості;
- 3) закінчити процес обробки деталі;
- 4) набути практики якісного точіння.

2. Які режими різання властиві фінішній обробці?

- 1) Невисокі швидкості різання, великі подачі, мала глибина різання;
- 2) високі швидкості різання, малі подачі, велика глибина різання;
- 3) малі швидкості різання, малі подачі, велика глибина різання;
- 4) високі швидкості різання, малі подачі, мала глибина різання.

3. У чому полягає суть тонкого точіння?

- 1) У зрізанні з поверхні заготовки найтонших стружок;
- 2) у зрізанні основного припуску;
- 3) в отриманні гладкої поверхні;
- 4) в отриманні дзеркальної поверхні.

4. У чому полягає суть операції обкатування?

- 1) Отримання точних геометричних розмірів;
- 2) вид механічної обробки, метою якого є зміцнення поверхневого шару деталі, підвищення його зносостійкості й досягнення точності поверхні;
- 3) виконання кінцевої операції;
- 4) отримання точних геометричних форм.

5. У чому полягає суть операції розкатування?

- 1) Обробка різьбових отворів;
- 2) обробка фасонних отворів;
- 3) обробка внутрішніх циліндричних, конічних або фасонних поверхонь пластичним деформуванням;
- 4) усі відповіді правильні.

6. У чому полягає суть операції алмазного вигладжування?

- 1) Виконання чорнової обробки;
- 2) виконання чистової обробки;

- 3) обробка деталей з високою точністю й малою шорсткістю;
- 4) обробка деталей із середньою точністю й високою шорсткістю.

7. Інструменти для операції обкатування:

- 1) циліндричні та конічні накатні ролики;
- 2) токарні різці;
- 3) оправки та хомутики;
- 4) фрези для чистової обробки.

8. Відмінність механічних обкатних роликів від інших типів:

- 1) залежність від електроприводу;
- 2) наявність пневматичного приводу;
- 3) складні у виготовленні;
- 4) простота виготовлення й незалежність від приводу.

9. Відмінність пневматичних накатних роликів:

- 1) простота виготовлення й незалежність приводу;
- 2) зусилля накопчення врівноважується усередині самої конструкції пристосування;
- 3) легкі у виготовленні;
- 4) залежність від електроприводу.

10. Відмінність гідравлічних накатних роликів:

- 1) зусилля накопчення врівноважується усередині самої конструкції пристосування;
- 2) більша компактність при створенні високих робочих сил;
- 3) залежність від електроприводу;
- 4) складні у виготовленні.

5

УПРАВЛІННЯ ПІДЙІМАЛЬНО-ТРАНСПОРТУВАЛЬНИМИ МАШИНАМИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПІД ЧАС ОБРОБКИ ВАЖКИХ ЗАГОТОВОК

➤ Для транспортування і підйому важких заготовок у металооброблювальних цехах застосовують різноманітні пристрої й устаткування, а саме:

- кран-балки;
- талі;
- тельфери.

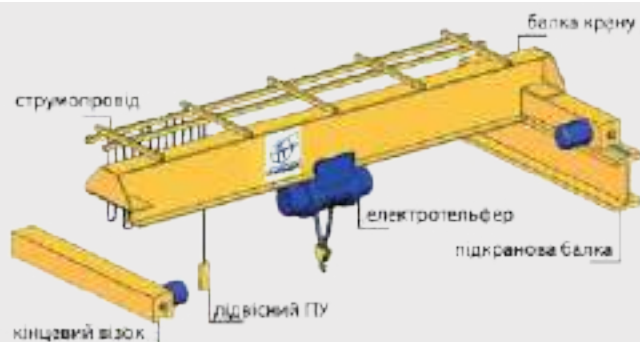


Рис. 5.1. Основні елементи кран-балки

1. Кран-балки

➤ **Конструкція кран-балки:**

- міст — пролітна балка двотаврового перерізу;
- кінцеві балки з колесами для пересування по підкранових коліях;
- таль.

Залежно від обраної комплектації, кран-балка може бути оснащена ручною ланцюговою таллю або тельфером (канатним, ланцюговим) (рис. 5.1).

➤ **Вантажопідйомність кран-балки обмежена й зазвичай не перевищує 10 тонн. Однак при цьому вона має переваги перед своїм старшим «побратимом» — мостовим краном, зокрема:**

- невелика вага — відсутня необхідність додаткового посилення опорних конструкцій при будівництві підкранової колії;
- швидкий монтаж обладнання: кран-балку встановлюють на шляху в зібраному вигляді, що займає мінімум часу;
- компактність: завдяки невеликим габаритам вантажопідймальний пристрій є безальтернативним варіантом для використання у невеликих виробничих приміщеннях, майстернях.

Крім вантажопідймальності, кран-балки класифікують за двома основними параметрами: за *способом переміщення* і *типом приводу*.

➤ **1. Кран-балки за способом переміщення:**

- **підвісні** — ходові колеса внизу підкранових колій (кран підвішують до шляхів, звідси й назва). Така конструкція значно розширює робочу зону. Наявність консолей, що виходять за межі шляхів, дає змогу обслуговувати всю територію, навіть біля стін. До цієї групи також належать підвісні двопрольотні крани. Вони рухаються не двома, а трьома шляхами, один з яких розташований посередині моста. Завдяки цьому можна більше розширити робочу зону (чудове й недороге рішення для просторих складів, цехів);
- **опорні** — ходові колеса спираються на підкрановий шлях. Робоча зона таких кран-балок менша, тому що обмежена шляхами, але вантажопідймальність — більша.

➤ **2. Кран-балки за типом приводу:**

- **електричні** — рух здійснюють за допомогою електроприводу (мотор-редукторів);
- **ручні** — рухаються завдяки ланцюговому механізму, який приводить у дію оператор.

Системи керування кран-балками: *радіоканалом* (дає змогу перебувати на віддаленій відстані від робочої зони) або за *допомогою підвішеного на кабелі пульта*.

➤ Цикл роботи кран-балки:

- захоплення вантажу;
- робочий хід — переміщення вантажу, розвантаження;
- холостий хід — повернення вантажопідіймального механізму у початкове розташування.



Охорона праці при роботі з кран-балками

- ➔ До роботи на вантажопідіймальному обладнанні допускають тільки осіб, які пройшли відповідне навчання та отримали атестаційні посвідчення.
- ➔ Територія, на якій проводять операції із застосуванням опорних або підвісних кран-балок, обов'язково захищена по периметру, на майданчику не повинні перебувати сторонні особи. Перед початком робіт інженер, відповідальний за техніку безпеки, проводить вступний інструктаж для персоналу. Електричні агрегати і частини механізмів повинні мати застережні таблички про наявність високої напруги.
- ➔ Усе обладнання, яке використовують у процесі переміщення вантажів, повинно мати позначки про проведення чергових випробувань і максимально можливе навантаження.
- ➔ Контроль справності механізмів і виконання приписаних виробником норм періодичного обслуговування здійснює спеціальна служба підприємства.
- ➔ Заборонено перевищення максимально допустимих навантажень на елементи кран-балки. Умови експлуатації повинні відповідати паспортним характеристикам застосовуваних пристроїв. При виконанні робіт необхідно суворо дотримуватися режимів функціонування і порядку дій, зазначених у технічній інструкції обладнання.
- ➔ Кран-балки з електричним приводом належать до категорії пристроїв з підвищеним ризиком ураження струмом високої напруги. Під час їхньої експлуатації додатково керуються галузевими нормативами безпеки, розробленими для цього типу обладнання.



Кран-балки у механічних цехах

2. Талі

Таль — це механізм, який приводять у роботу за допомогою фізичної сили оператора.

Тельфери — талі з електричним приводом.

Талі належать до окремої групи вантажопідіймальних механізмів з ручним або електричним приводом.

Зазвичай ручні талі застосовують у випадках, коли немає гострої потреби у швидкості підйому, а також відсутня можливість підключення до електромережі. Перевагами ручних талей є: невелика вага й розміри, доступна вартість.



Рис. 5.2. Шестеренчасті талі



Рис. 5.3. Важільні талі



1. Шестеренчасті талі оснащені: обортовим підвісним гаком, вантажним і приводним ланцюгом, простим редуктором з муфтою і гальмівним механізмом (рис. 5.2). Принцип роботи нескладний: оператор пускає у хід керувальний ланцюг, передаючи зусилля на систему поліспаста, і таким чином підіймає вантаж.

Улаштування талі дає змогу підвішувати її на великій висоті й керувати підйомом з землі.

2. Важільні талі. На відміну від шестеренчастого аналога, оператор повинен перебувати біля пристрою, тому що для роботи потрібен вплив на важіль (зусилля передається редуктору через спеціальний важільно-храповий механізм).

Цю незручність компенсують компактність талі й можливість її використання для переміщення вантажу не тільки у звичайному вертикальному, а й горизонтальному положенні (рис. 5.3).



Рис. 5.4. Черв'ячні талі

3. Черв'ячні талі. На кінці черв'ячної передачі (вала) кріпиться тягове колесо. До нього через ланцюг передається зусилля оператора, і вантаж підіймається. ККД таких талів нижче, якщо порівнювати з шестеренчастими та важільними, і становить до 65% (рис. 5.4).

Тельфери — електричні талі

Тельфер — вантажопідймальний електричний механізм для підймання та горизонтального переміщення вантажів, тобто таль з електричним приводом.

Тельфер (електрична таль) за будовою схожий на ручну таль. У конструкції є редуктор, гак, гальмівна система. Однак зусилля для переміщення вантажу докладає не оператор, а електродвигун.



Рис. 5.5. Ланцюгові тельфери



Рис. 5.6. Канатні тельфери

Ця особливість суттєво позначається на продуктивності механізму. Тельфери здатні підіймати важкі вантажі на велику висоту, працювати у складних кліматичних умовах і в інтенсивному режимі. Залежно від тягового елемента розрізняють електричні талі:

1. Ланцюгові — для вантажопідіймальних операцій використовують калібрований ланцюг (рис. 5.5).

2. Канатні — додатково оснащені барабаном для укладання (намотування) сталевго троса (рис. 5.6).

➤ **Стандартна конструкція тельфера може бути доповнена установленням:**

- кінцевих вимикачів, які зупиняють рух вантажу в разі досягнення граничного значення, зовнішнього гальма;
- обмежувальної муфти (унеможливує перевищення допустимої вантажопідіймальності);
- теплового захисту двигуна і т. д.



Талі і тельфери. Що це?

Керування електроталлю здійснюють за допомогою джойстика (радіоуправління) або кнопкового пульта на кабелі.



Охорона праці під час роботи з тельферами:

- ➔ Не допускати перебування людей під вантажем під час роботи.
- ➔ Стежити за кількістю порваних ниток на крок каната. При досягненні допустимої кількості бракувати канат.
- ➔ Під час монтажу нового каната перевірити надійність його кріплення до корпусу й барабана.
- ➔ Змінюючи довжину каната, регулювати положення двох обмежувальних кілець, розташованих на штанзі кінцевого вимикача.
- ➔ Не допускати ввімкнення електродвигуна при регулюванні аксіального ходу конічного ротора без решітки.
- ➔ Перевірити гак на тріщини й деформування, а також справність запобіжної заціпки.
- ➔ Регулювати гальмо до досягнення максимально допустимого аксіального ходу ротора.
- ➔ Міцно закріпити всі гвинтові з'єднання та вжити заходів проти самовідгвинчування.



Контрольні запитання

1. Яке устаткування використовують для транспортування важких заготовок?
2. Розкажіть про призначення кран-балок.
3. Для чого призначені талі?
4. З якою метою застосовують тельфери?
5. Які бувають кран-балки за способом переміщення?
6. Назвіть види кран-балок за типом приводу.
7. З чого складається цикл роботи кран-балки?
8. Що таке таль?
9. Що таке тельфер?
10. Які види тельферів ви знаєте?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

УПРАВЛІННЯ ПІДЙИМАЛЬНО-ТРАНСПОРТУВАЛЬНИМИ МАШИНАМИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПІД ЧАС ОБРОБКИ ВАЖКИХ ЗАГОТОВОК

1. Яке устаткування використовують для транспортування важких заготовок?

- 1) Кран-балки, талі, тельфери;
- 2) вантажні візки;
- 3) сходи;
- 4) вантажний ліфт.

2. Призначення кран-балок:

- 1) підйом і переміщення вантажу не більше 10 тонн;
- 2) підйом і переміщення вантажу не менш 10 тонн;
- 3) підйом і переміщення вантажу понад 10 тонн;
- 4) підйом і переміщення вантажу не більше 18 тонн.

3. Призначення талей:

- 1) підйом і переміщення вантажу за допомогою вантажних ліфтів;
- 2) підйом і переміщення вантажу за допомогою фізичної сили оператора;
- 3) підйом і переміщення вантажу не більше 10 тонн;
- 4) вантажні перевезення.

4. Які бувають кран-балки за способом переміщення?

- 1) Механічні;
- 2) ручні;
- 3) вони не переміщуються;
- 4) підвісні та опорні.

5. Кран-балки за типом приводу бувають:

- 1) електричні та ручні;
- 2) механічні;
- 3) гідравлічні;
- 4) пневматичні.

6. З чого складається цикл роботи кран-балки?

- 1) Тільки з робочих ходів;
- 2) захоплення вантажу; робочий хід; холостий хід;
- 3) тільки з холостих ходів;
- 4) усі відповіді правильні.

7. Що таке таль?

- 1) Механізм для переміщення вантажу не більше 10 тонн;
- 2) допоміжний пристрій;
- 3) вантажний візок;
- 4) механізм, що приводять у дію за допомогою фізичної сили оператора.

8. Ручні талі бувають:

- 1) шестеренчасті, важільні, ланцюгові;
- 2) черв'ячні, шестеренчасті, канатні;
- 3) ланцюгові, канатні, важільні;
- 4) шестеренчасті, черв'ячні, важільні.

9. Тельфер — це:

- 1) таль з електричним приводом;
- 2) вантажний візок;
- 3) механізм для переміщення вантажу не більше 18 тонн;
- 4) допоміжний пристрій.

10. Залежно від тяглового елемента тельфери бувають:

- 1) ремінні, ланцюгові, гладкі;
- 2) циліндричні та конічні;
- 3) шестеренчасті, важільні, черв'ячні;
- 4) ланцюгові, канатні.

РОЗДІЛ II.

РОЗРЯД 5

1 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ

Термін «фасонний» походить від французького слова, що означає «форма, модель».

Фасонними прийнято називати поверхні, що мають криволінійну твірну (рис. 1.1).

За формою їх можна розділити на прості і складні. У простих криволінійний профіль виконаний за дугою кола постійного радіуса, а у складних може складатися з ділянок різної кривизни, іноді з'єднаних прямими лініями.



Рис. 1.1. Зразки деталей з фасонними поверхнями

1.1. Інструмент для обробки складних фасонних поверхонь

➤ **За формою і конструкцією фасонні різці бувають:**

- призматичні;
- круглі (дискові);
- стрижневі прохідні.

Призматичні фасонні різці

Відмінною рисою призматичних різців (рис. 1.2) є кращі різальні властивості та вища точність обробки.

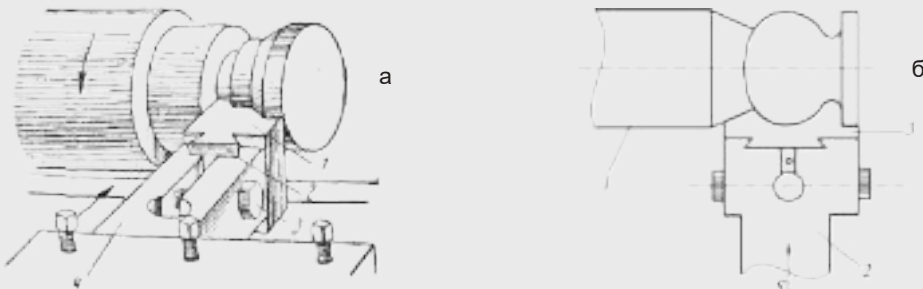


Рис. 1.2. Точіння складної фасонної поверхні призматичним фасонним різцем:

- а) 1, 2 — фасонний різець; 3 — болт; 4 — державка;
б) 1 — заготовка; 2 — державка; 3 — фасонний різець

З метою попередження вібрацій виліт фасонного різця з різцетримача не повинен перевищувати висоту державки.

Щоб уникнути вібрацій заготовки, необхідно працювати з малими подачами (s — 0,06 ... 0,09 мм/об) і швидкостями (v — 18 ... 25 м/хв).

Круглі (дискові) фасонні різці

Круглий фасонний різець є поширеним різальним інструментом. Його нескладно виготовити.

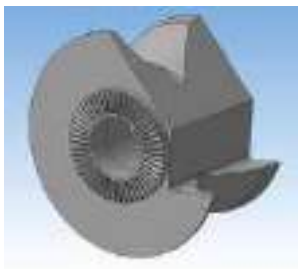


Рис. 1.3. Дисковий фасонний різець



Рис. 1.4. Точіння складної фасонної поверхні дисковим фасонним різцем

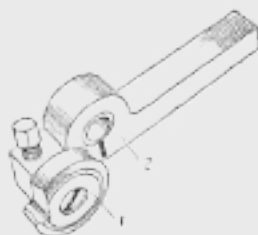


Рис. 1.5. Кріплення круглого фасонного різця у пружній державці: 1 — круглий фасонний різець; 2 — пружна державка

Служить для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь заготовок, виконаних із різних матеріалів. Характерна особливість — можливе неодноразове повторне точіння. Інструмент — це тіло обертання з кутовим пазом для створення передньої поверхні та з отвором для відведення стружки.

Круглі фасонні різці більш технологічні у виготовленні й допускають більшу кількість заточувань.

Такий вид різців має кільцеві і гвинтові твірні. Основним матеріалом для круглих фасонних різців є швидкорізальна сталь. Для їхнього закріплення у державці біля торців поверхонь різців застосовують рифлення, отвори під штифт або пази на торці. Їх також закріплюють затяжкою (рис. 1.3, 1.4).

Фасонні призматичні різці з пружною державкою дають чистішу поверхню (рис. 1.5). Пружність отримують завдяки наявності прорізу та гвинта. Конструкція пружної державки дає змогу змінювати вільну довжину прорізу і таким чином регулювати його жорсткість.

Схема розточування сферичної поверхні за допомогою копіра, встановленого в піноль задньої бабки

Під час обточування заготовок з криволінійною твірною можуть виникнути такі види браку: неправильний профіль обробленої поверхні, низька чистота обточеного виробу.

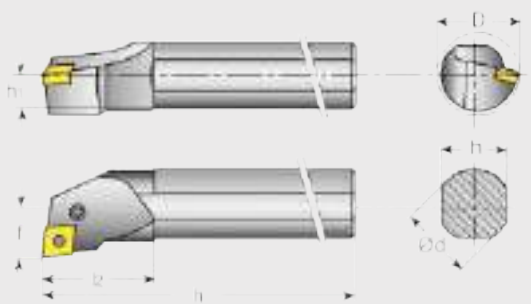


Рис. 1.6. Стрижневі (прохідні фасонні) різці

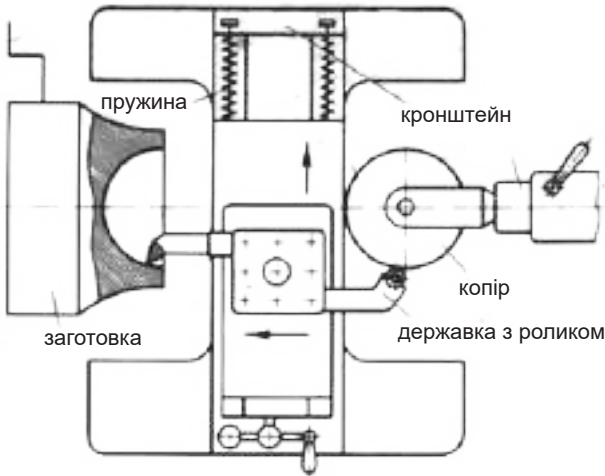


Рис. 1.7. Розточування сферичної поверхні

➤ **Причини виникнення дефектів:**

- неправильно підібрана форма різального інструмента;
- установка різця на неправильній висоті;
- неякісна заточка пристосування для точіння;
- деформація виробу через інтенсивний тиск різального інструмента протягом тривалого часу;
- нерівномірний рух різального краю;
- вибір неправильного місця для розташування копирів;
- великий зазор між різальним інструментом і копіром.

Для запобігання появи браку необхідно акуратно встановлювати різці та заготовку на токарному верстаті, проводити перевірку стану робочого обладнання і деталей.

Режими різання під час роботи з фасонними різцями

Різці фасонного типу забезпечують вищу точність щодо розмірів і форм виготовленого предмета — відтворюють деталь з високою точністю.

➤ Через специфіку виробництва такі різці коштують дорого. Тому їх раціонально використовувати тільки у великих серійних виробництвах.

Фасонний різець знімає широкую стружку, а це може спричинити вібрацію оброблюваної деталі й різця. Щоб уникнути вібрації, необхідно працювати з малими подачами і зниженою швидкістю різання при інтенсивному охолодженні різця емульсією або мастилом.

Величину подачі залежно від діаметра деталі (від 15 до 100 мм) і ширини різця (від 8 до 100 мм) визначають як 0,01–0,08 мм/об.

Що менше діаметр деталі та більша ширина різця, то меншою повинна бути подача. Швидкість різання під час обточування фасонних поверхонь при

зазначених подачах на жорстких верстатах менша, ніж при зовнішньому обточуванні циліндричних поверхонь, і становить приблизно 25–40 м/хв.

► **Під час роботи з фасонними різцями режими різання добирають залежно від таких факторів:**

- марки оброблюваного матеріалу;
- марки матеріалу, з якого виготовлений різальний інструмент;
- довжини заготовки та її діаметра;
- способу установки інструмента на верстаті;
- конфігурації та глибини профілю майбутньої деталі.

Таблиця 1.1.

Орієнтовні значення режимів різання під час роботи з фасонними різцями

Діаметр заготовки, мм	Ширина різального краю різця, мм	Подача, мм/об
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

1.2. Контроль фасонних поверхонь

А. У прямокутних координатах

Стрижні (1) і (4) приладу встановлюють на базові точки фасонної поверхні, яку перевіряють, а вимірювальний щуп (2) рухають на лінійці (3) на необхідну відстань (за заданими координатами) 1, 2 і т. д. У кожній з цих точок вертикальним переміщенням стрижня 2 фіксують другу задану координату точки вимірюваної поверхні — h ; h_1 ; h_2 тощо. За результатами вимірювання роблять висновок про відхилення від заданих значень і відповідно — про придатність деталі (рис. 1.8).

Б. Контроль шаблонами

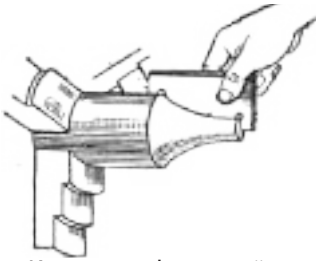


Рис. 1.9. Контроль фасонної поверхні шаблоном

Шаблон призначено для перевірки фасонних поверхонь (рис. 1.9).

Що точніше оброблена фасонна поверхня, то менш помітний просвіт між нею і прикладеним до неї шаблоном. Цей спосіб застосовують для контролю грубих профілів з відхиленнями $\pm 0,2$ мм і більше.

Прикладними називають калібри, які прикладають на контрольовану фасонну поверхню. Вони мають зворотний профіль.

Оцінку придатності деталі здійснюють калібром по світлій щілині між поверхнями калібру й деталі.

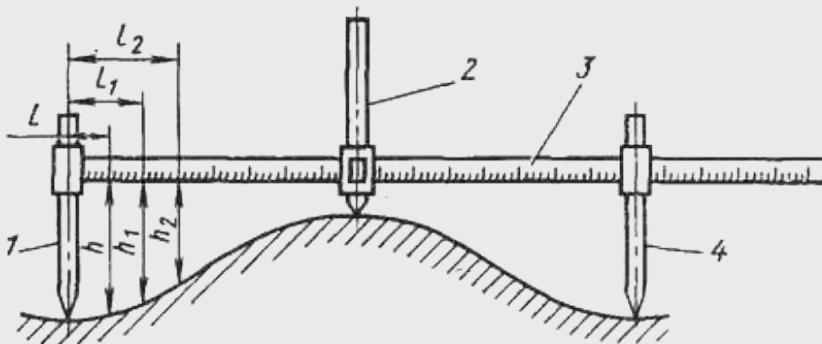


Рис. 1.8. Вимірювання фасонної поверхні у прямокутних координатах: 1, 4 — контрольні щупи; 2 — вимірювальний щуп; 3 — лінійка; l_1 , l_2 — задані координати; h , h_1 , h_2 — координати точки вимірюваної поверхні

В. Перевірка «по фарбі»

Для точніших вимірювань профілю використовують перевірку «по фарбі», що забезпечує точність $\pm 0,003 - \pm 0,005$ мм. Калібр має базові поверхні, якими його встановлюють на відповідні поверхні деталі, яку перевіряють. Для отримання більш точних результатів необхідно, щоб базові поверхні калібру збігалися з конструктивними базами, від яких на деталі проставлені розміри параметрів фасонної поверхні.

Перед контролем розмірів і форми оброблюваної на верстаті деталі прилад вимикають.



Можливі причини відхилення деталей від креслення:

- похибки під час обробки;
- неточності різальних параметрів різця;
- помилки в установці фасонного різця;
- деформація виробу в процесі обробки — у такому випадку треба зменшити подачу різального інструмента.



Обробка фасонних поверхонь фасонними різцями



Контрольні запитання

1. Які поверхні називають фасонними?
2. Якими за формою бувають фасонні різці?
3. Назвіть основний матеріал для фасонних різців.
4. Від чого залежать режими різання при роботі з фасонними різцями?
5. Які методи контролю фасонних поверхонь ви знаєте?
6. У чому суть контролю фасонних поверхонь методом прямокутних координат?
7. У чому суть контролю фасонних поверхонь методом «по фарбі»?
8. У чому суть контролю фасонних поверхонь за допомогою шаблонів?
9. Перелічіть причини виникнення похибок фасонних поверхонь.
10. Як оцінюють якість фасонної поверхні за допомогою шаблонів?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ

1. Фасонними називають:

- 1) циліндричні поверхні;
- 2) поверхні складної форми;

- 3) різьбові поверхні;
- 4) поверхні, що мають криволінійну твірну.

2. Якими за формою бувають фасонні різці?

- 1) Плоскі, складні;
- 2) призматичні, круглі, стрижневі;
- 3) різьбові, накатні;
- 4) усі відповіді правильні.

3. Основний матеріал для фасонних різців:

- 1) керамічні сплави;
- 2) інструментальна сталь;
- 3) швидкорізальна сталь;
- 4) неметалічні матеріали.

4. Від чого залежать режими різання під час роботи з фасонними різцями?

- 1) Марки оброблюваного матеріалу, марки інструмента, конфігурації та глибини профілю майбутньої деталі;
- 2) технологічних можливостей верстата;
- 3) від кількості деталей у партії;
- 4) від кваліфікації токаря.

5. Які є методи контролю фасонних поверхонь?

- 1) Мікрометри;
- 2) у прямокутних координатах, за шаблоном, «по фарбі»;
- 3) штангенциркулями;
- 4) циліндричними калібрами.

6. У чому полягає суть контролю фасонних поверхонь методом прямокутних координат?

- 1) Простота контролю;
- 2) відсутність контрольних інструментів;
- 3) контроль відхилення від заданих координатних значень;
- 4) контроль якості обробленої поверхні.

7. У чому полягає суть контролю фасонних поверхонь методом «по фарбі»?

- 1) Забезпечує невелику точність;
- 2) економія матеріалів;
- 3) забезпечує точність $\pm 0,003 - \pm 0,005$ мм;
- 4) контроль якості обробки поверхні.

8. У чому полягає суть контролю фасонних поверхонь за допомогою шаблонів?

- 1) Точність форми визначають на «просвіт»;
- 2) вимірювання розмірів;
- 3) вимірювання глибини наклепки;
- 4) контроль якості обробки поверхні.

9. Причини виникнення похибок фасонних поверхонь:

- 1) похибки під час обробки, неточності різального інструмента, деформація виробу, помилки в установці фасонного різця;
- 2) неякісна робота токаря;
- 3) порушення системи ВПІД;
- 4) низька організація робочого місця токаря.

10. Як оцінюють якість фасонної поверхні за допомогою шаблонів?

- 1) Відповідність розмірів;
- 2) на «просвіт»;
- 3) відповідність шорсткості;
- 4) відповідність якості обробленої поверхні.

2

ВИКОНАННЯ НАРІЗУВАННЯ БАГАТОЗАХІДНИХ РІЗЬБ

Одним із параметрів, що визначає вид різьби, є кількість заходів. Однією з найбільш технологічно складних є багатозахідна різьба. Заходів може бути два, три, чотири або більше (зустрічається досить рідко). Що більше заходів, то складнішою є різьба у виконанні. Найбільш складною і трудомісткою у виробництві є чотиризахідна різьба.

Нарізування багатозахідної різьби

Для нарізування багатозахідних різьб потрібно дотримуватися певних правил на металорізальному обладнанні. Операція вимагає точного дотримання кутових розподілів у момент послідовного переходу від одного кроку до іншого. Це дає змогу витримати точну кількість заходів різьби (рис. 2.1).

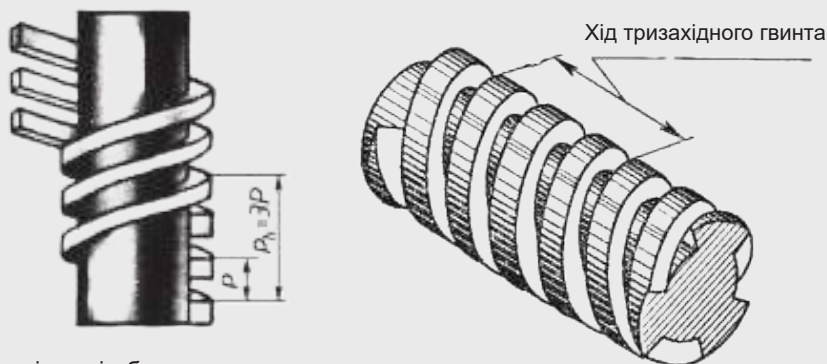


Рис. 2.1. Тризахідна різьба

➤ **Нарізування багатозахідної різьби будь-якого профілю починають так само як і коли потрібно нарізати однозахідну різьбу з кроком, що дорівнює довжині ходу:**

- нарізують перший виток на повний профіль, відводять різець поперечною подачею на себе, даючи ходовому гвинту зворотний хід, повертають супорт у початкове положення;
- при нерухомому ходовому гвинті повертають деталь: при двозахідній різьбі — на половину оберту, при тризахідній — на третину оберту й тільки після цього нарізують другий виток і т. д.

➤ **Багатозахідні різьби нарізують таким чином:**

- за кілька проходів нарізування першого витка різьби;
- за кілька проходів нарізування другого витка різьби;
- нарізування третього витка різьби і так далі...

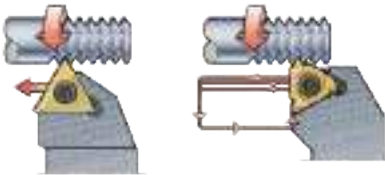
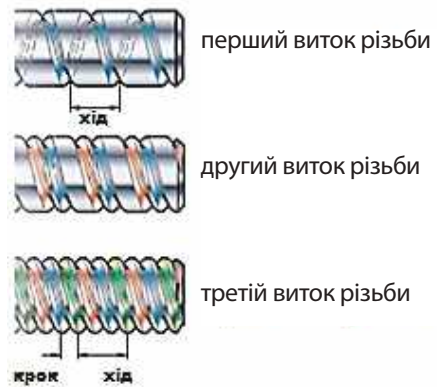


Рис. 2.2. Різьбові пластини Sandvik Coromant

Особливо великогабаритні різьби можна попередньо обробити звичайним різьбовим різцем і тільки потім проводити остаточну обробку за допомогою спеціальних різьбових пластин (рис. 2.2). Завдяки цьому суттєво зросте час придатності пластини й підвищиться якість різьби.

2.1. Способи нарізування багатозахідної різьби

Налаштування сучасного універсального токарно-гвинторізного верстата на нарізування різьби полягає у налаштуванні приводів головного руху й руху подачі.

Налаштування коробки подач на крок нарізування різьби у більшості випадків здійснюють з допомогою таблиці, закріпленої на верстаті, або за паспортом.

Руків'я управління коробки подач встановлюють у положення, вказане в таблиці, а реверс ходового гвинта — у положення, відповідне до нарізування правої або лівої різьби, і за необхідності вмикають ланку збільшення кроку різьби.

Обертання від коробки подач передається ходовому гвинту, а ввімкнення повздовжнього переміщення супорта з нарізним різцем відбувається при замиканні рознімної маткової гайки.

➤ **Технічні характеристики токарно-гвинторізних верстатів дають змогу нарізувати багатозахідні різьби кількома методами:**

- розподіл з розбивкою по кроку з використанням індикатора нарізування різьби;
- нарізування багатозахідних різьб за допомогою змінних зубчастих коліс;
- нарізування багатозахідних різьб за допомогою спеціального повідкового патрона;
- нарізування багатозахідних різьб за допомогою спеціального ділильного патрона.

А. Розподіл з розбивкою по кроку з використанням індикатора нарізування різьби

Розподіл з розбивкою по кроку є найбільш простим і швидким способом поділу багатозахідних різьб, доступним в умовах одиничного виробництва.

Цей спосіб полягає у тому, що спочатку нарізують перший виток різьби. Нарізвавши його, виводять різець з канавки поперечною подачею на себе і дають ходовому гвинту зворотний хід, повертаючи різець у початкове положення, не розмикаючи маткову гайку.

Для заходу на другий виток переміщують різець у повздовжньому напрямку на крок різьби, але вже не ходовим гвинтом, а гвинтом верхніх полозків супорта. Відлік повздовжнього переміщення різця ведуть при цьому по лімбу гвинта верхніх полозків, якщо гвинт і гайки верхніх полозків цілком справні (рис. 2.3).

Для більш точної установки різця застосовують індикаторні прилади і набір мірних плиток. Так, для нарізування двозахідної різьби різець треба перемістити на $Ph/2$, для нарізування тризахідної — на $Ph/3$, чотиризахідної — на $Ph/4$ тощо.

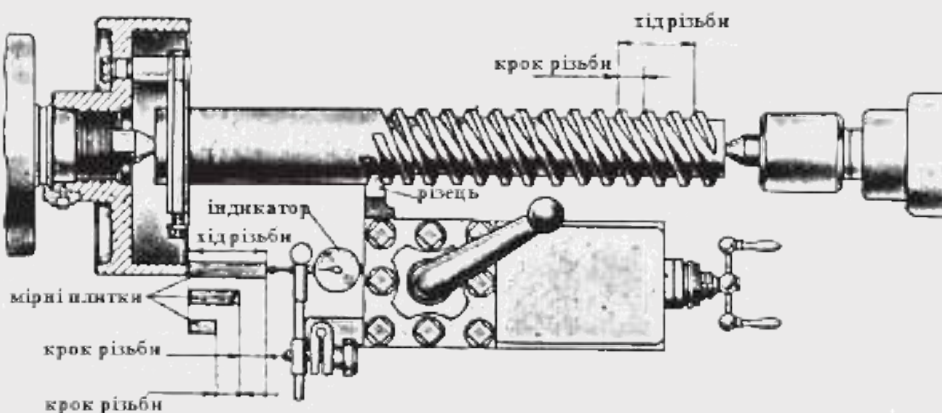


Рис. 2.3. Ділення багатозахідних різьб зі зміщенням по кроку



Рис. 2.4. Загальний вигляд індикатора нарізування різьби

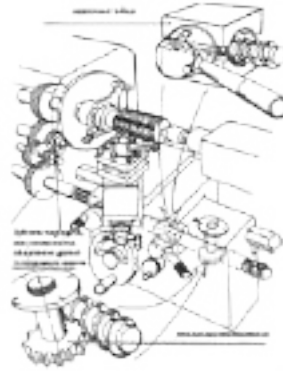


Рис. 2.5. Схема індикатора нарізування різьби

Б. Нарізування багатозахідних різьб за допомогою змінних зубчастих коліс

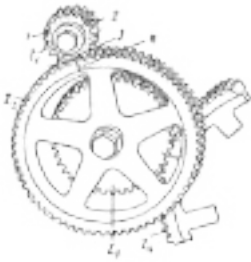


Рис. 2.6. Мітки на змінних колесах для нарізування тризахідної різьби

При розподілі за допомогою змінних зубчастих коліс необхідно, щоб перше провідне змінне колесо мало кількість зубів, яка ділиться без остачі на число заходів різьби, наприклад, на три — при нарізуванні тризахідної різьби. Нарізвавши перший виток різьби, проводять крейдою риску (рис. 2.6, 3) посередині зуба повідного ведучого колеса z_1 і риску (4) — навпроти відповідної западини зуба другого колеса z_2 .

Відраховують від риски (3) необхідну кількість зубів першого колеса (при нарізуванні двозахідної різьби — половину, при нарізуванні тризахідної різьби — третину тощо). Відповідний зуб відзначають рисою (2).

Після цього знімають перше змінне повідне колесо з валика і повертають шпиндель доти, поки при надяганні колеса z_1 зуб з рисою (2) не збіжиться з рисою (4) (колеса z_2 , z_3 і z_4 при цьому залишаються нерухомими). Після цього знову зчіплюють колеса й нарізують другий виток різьби. Перед нарізуванням третього витка повторюють описаний спосіб поділу, причому риска повинна збігатися з рисою.

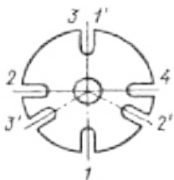


Рис. 2.7. Повідковий ділильний диск для нарізування багатозахідної різьби: 1, 2, 3, 4 — прорізи для нарізування дво- та чотиризахідної різьби 1', 2', 3' — прорізи для нарізування тризахідної різьби

В. Нарізування багатозахідних різьб за допомогою спеціального поводкового патрона

Диск приводу з декількома пазами дає змогу значно спростити точний поворот заготовки. Кількість пазів повинна дорівнювати кількості ходів гвинта або бути кратним цього числа.

Після нарізування першого витка різьби супорт повертають у вихідне положення, не розмикаючи маткову гайку, заготовку знімають із центрів і знову ставлять на них таким чином, щоб хомутик потрапив у наступний паз диска приводу. Потім нарізують другий виток.

Г. Нарізування багатозахідних різьб за допомогою спеціального ділильного патрона

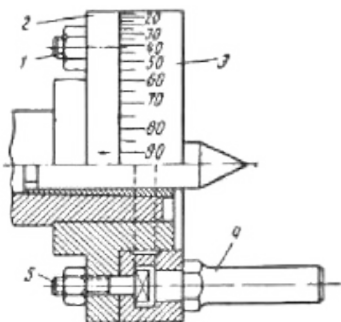


Рис. 2.8. Ділительний патрон для нарізування багатозахідної різьби: 1, 5 — болти; 2, 3 — диски, 4 — поводок

Спеціальний повідковий ділительний патрон також значно полегшує розподіл багатозахідної різьби на заходи.

Патрон складається з двох дисків (рис. 2.8, 2 і 3), з'єднаних двома болтами (1 і 5); на одному диску (2) є риска, а на другому (3) — нанесена шкала у градусах.

Нарізавши один виток різьби, супорт повертають у початкове положення, не відключаючи маткову гайку, потім повертають диск (3) з поводком (4) і деталь відносно нерухомої риски на $360^\circ / 2 = 180^\circ$ при нарізуванні двозахідної різьби та на $360^\circ / 3 = 120^\circ$ — при нарізуванні тризахідної різьби і т. д.

Цей спосіб поділу застосовують для деталей, які можна обробляти в центрах. Для робіт у кулачковому патроні він не придатний.

Сучасні інструменти для нарізування багатозахідної різьби

У сучасній токарній обробці для нарізування багатозахідної різьби використовують *різбові гребінки, накатні ролики та головки, ролики-сегменти, плоскі плашки*.

Нарізування багатозахідної різьби різбовими гребінками

Гребінками називають багатониткові різці. Вони бувають *плоскими (стрижневими), призматичними і круглими* (рис. 4.4).

Зазвичай робоча частина гребінки складається з різальної (забірної) частини, зрізаної під кутом $\varphi = 2-5^\circ$, і калібрувальної (4–6 витків).

Найбільш поширені — круглі гребінки з кільцевою і гвинтовою нарізкою. Нарізування зовнішньої правої різьби виконується гребінкою з лівою гвинтовою нарізкою і навпаки.

При нарізуванні внутрішньої різьби напрямки нарізки на деталі та гребінці збігаються. При роботі круглу гребінку з гвинтовою нарізкою встановлюють, як і фасонний різець, зі зміщенням її осі щодо осі оброблюваної деталі.

При нарізуванні внутрішньої різьби напрямки нарізки на деталі та гребінці збігаються. При роботі круглу гребінку з гвинтовою нарізкою встановлюють, як і фасонний різець, зі зміщенням її осі щодо осі оброблюваної деталі.

Накочення є найбільш високопродуктивним способом отримання різбових поверхонь і забезпечує високу якість отримуваної різьби. Методом на-

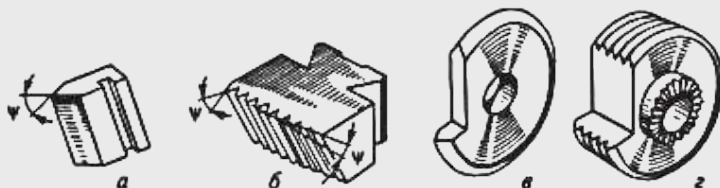


Рис. 2.9. Типи різбових фасонних різців: а — різець призматичний односторонній; б — різець призматичний багатонитковий (гребінка); в — різець круглий односторонній; г — різець круглий багатонитковий (гребінка)

кочення різьби забезпечують високу чистоту її поверхні (до дев'ятого класу) і точність першого-другого класу, а також підвищену міцність деталі, оскільки волокна матеріалу деталі не перерізають і відбувається зміцнення матеріалу.

Накочення багатозахідної різьби різьбовими роликами

Процес накочення різьби полягає у створенні різьби на поверхні деталі без зняття стружки шляхом пластичного деформування поверхні оброблюваної деталі, внаслідок чого волокна матеріалу деталі не перерізують і відбувається зміцнення матеріалу.

Накочення зовнішньої різьби виконують на різьбонакатних верстатах плоскими і круглими плашками (роликами), на токарних, револьверних і болтонарізних верстатах головками з трьома круглими плашками. Схематично це виглядає так: деталь прокочують між двома плоскими плашками (або циліндричними роликами, що мають різьбовий профіль), і на стрижні видавлюють різьбу такого ж профілю.

Накочення внутрішньої різьби — це процес формування внутрішньої різьбової поверхні спеціальними різьбонарізними інструментами.

Останні 20 років накочення розвивається швидкими темпами. При цьому матеріал видавлюють для надання йому потрібної форми.

➤ До методів накочення різьби належать:

- накочення зовнішніх різьб різьбонарізними головками (рис. 2.10);
- накочення зовнішніх різьб інструментом «ролик-сегмент» (рис. 2.11);
- розкочення (витискування) внутрішніх різьб мітчиками (рис. 2.12);
- накочення зовнішніх різьб плоскими плашками (рис. 2.13);
- накочення зовнішніх різьб двома або трьома роликами з радіальною, осьовою або тангенціальною подачею (рис. 2.14).

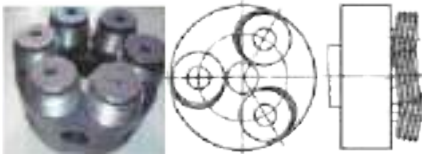


Рис. 2.10. Різьбонарізна головка



Рис. 2.11. Ролик-сегмент

Розкочення (витискування) внутрішніх різьб мітчиками

Для розкочення внутрішньої різьби використовують інструмент, хоч і схожий на мітчик, але він має принципово іншу конструкцію і функціональність.

Різьба при накоченні виходить значно міцнішою, ніж при нарізуванні, тому що при цьому змінюється структура матеріалу, який перебуває в холодному стані, а це підвищує твердість заготовки. До того ж, у процесі накочення заготовку не ріжуть і, відповідно, не утворюється стружка. Таким чином усувається одна з основних проблем нарізування — видалення стружки.

Однак накочення накладає обмеження на матеріал, у якому можна зробити різьбу: він повинен бути ковкий. Накочення не використовують для обробки таких тендітних матеріалів як чавун.

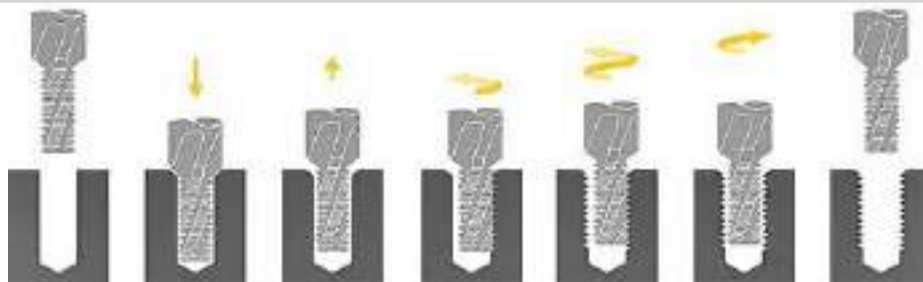


Рис. 2.12. Послідовність розкатування внутрішньої різьби

Накочення зовнішніх різьб плоскими плашками

Різьбу на накочуваних роликах виконують багатозахідною, з напрямком, зворотним до напрямку різьби деталі. Ролики та плашки виготовляють з інструментальної легованої сталі (Х12М, Х12Ф, ХВГ), гартують; профіль різьби шліфують, що забезпечує високу стійкість роликів і якість готової різьби.

Накочення зовнішніх різьб двома або трьома роликами з радіальною, осьовою або тангенціальною подачею

Ролики обертаються синхронно. Для цього у верстаті передбачений відповідний кінематичний зв'язок. Один із роликів отримує радіальне переміщення. На роликах виготовляють багатозахідну різьбу протилежного напрямку, але з однаковим кутом підйому з оброблюваною деталлю.

Застосовують ролики з відкритим і закритим контуром. У роликів з відкритим контуром западина різьби не бере участі у формуванні вершини накочуваної різьби, а тому не обмежується точними розмірами.

У роликів із замкнутим контуром западина різьби формує вершину накочуваної різьби. Саме тому форму й розміри виготовляють з відповідними допусками. Ролики з замкнутим контуром застосовують для виготовлення різьби з посадками з натягом.

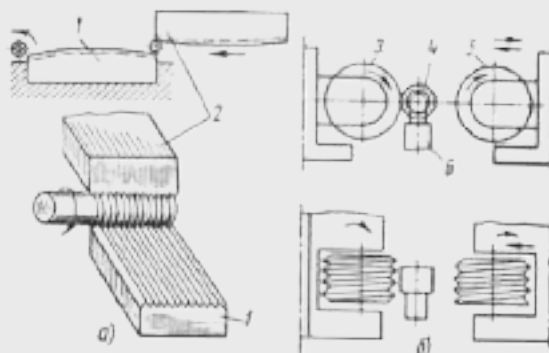


Рис. 2.13. Накочення різьби: а) плоскими плашками; б) круглими плашками-роликами; 1, 2 — плоскі плашки; 3, 5 — ролики; 4 — деталь; 6 — підставка

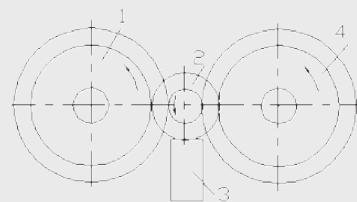


Рис. 2.14. Накочення зовнішньої різьби двома роликами з радіальною подачею: 1 — нерухомий ролик; 2 — деталь; 3 — упор; 4 — рухомий ролик

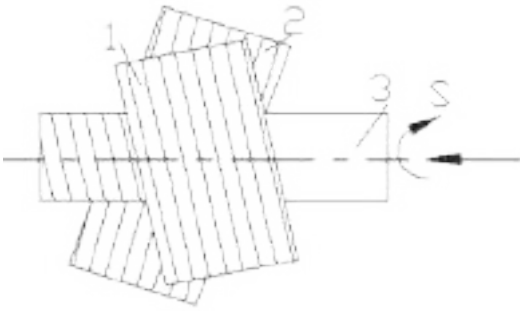


Рис. 2.15. Ролики з кільцевою нарізкою: 1,2 — накочувані ролики; 3 — деталь

Найбільшого поширення набув спосіб **з роликами з кільцевою нарізкою** (рис. 2.15). Перевага цього способу полягає в тому, що вибір роликів залежить тільки від кроку накочуваної різьби.

У процесі роботи ролики встановлюють під кутом до осі деталі так, щоб поєднати напрям витків нарізуваної різьби кільцевої нарізки роликів.

Ролики з боку входу деталі у простір накочення мають конічну забірну ділянку. При такому способі накочення ролики обертаються вільно під дією обертання заготовки, при цьому заготовка має осьове переміщення на величину ходу різьби навпаки.



Нарізування різьби



Контрольні запитання

1. Скільки заходів може мати багатозахідна різьба?
2. Якими методами нарізують багатозахідні різьби?
3. Як нарізують багатозахідну різьбу з використанням індикатора нарізування різьби?
4. Як нарізують багатозахідну різьбу за допомогою змінних зубчастих коліс?
5. Як нарізують багатозахідну різьбу за допомогою спеціального повідкового патрона?
6. Як нарізують багатозахідну різьбу за допомогою спеціального ділильного патрона?
7. Які інструменти використовують при нарізуванні багатозахідних різьб?
8. Які розрізняють плашки для нарізування багатозахідних різьб за формою профілю?
9. Як налаштовують токарні верстати для нарізування багатозахідних різьб?
10. Як проводять нарізування великогабаритних багатозахідних різьб?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ НАРІЗУВАННЯ БАГАТОЗАХІДНИХ РІЗЬБ

1. Скільки заходів може мати багатозахідна різьба?

- 1) 5;
- 2) 10;

- 3) 2,3,4;
- 4) не має значення.

2. Якими методами нарізують багатозахідні різьби?

- 1) Різьбові різці, різьбові гребінки, різьбові ролики;
- 2) поєднанням двох подач;
- 3) по копіру;
- 4) за шаблонами.

3. Як виконують багатозахідну різьбу з індикатором нарізування різьби?

- 1) Різьбу нарізують без першого витка. Усі витки нарізують одночасно;
- 2) спочатку нарізують канавку, потім перший виток різьби;
- 3) спочатку нарізують перший виток різьби. Нарізавши його, виводять різець з канавки поперечною подачею на себе й дають ходовому гвинту зворотний хід, повертаючи різець у початкове положення, не розмикаючи маткову гайку;
- 4) усі варіанти правильні.

4. Як нарізують багатозахідну різьбу за допомогою змінних зубчастих коліс?

- 1) Розподіл ходу різьби проводять за допомогою супорту;
- 2) розподіл ходу різьби проводять за допомогою різьбового різця;
- 3) розподіл ходу різьби проводять за допомогою змінних зубчастих коліс;
- 4) розподіл ходу різьби проводять за допомогою контрольної різьбової гайки.

5. Як нарізують багатозахідну різьбу за допомогою спеціального повідкового патрона?

- 1) За допомогою диска приводу з декількома пазами;
- 2) за допомогою різьбового різця;
- 3) за допомогою спеціальних підкладок;
- 4) за допомогою спеціальних оправок.

6. У яких випадках багатозахідну різьбу нарізують за допомогою спеціального ділального патрона?

- 1) Для будь-яких деталей;
- 2) за неможливості застосування інших методів;
- 3) для деталей, які можна обробляти у центрах;
- 4) для робіт у кулачковому патроні.

7. Які інструменти використовують при нарізуванні багатозахідних різьб?

- 1) Різьбові гребінки, накатні ролики та головки, ролики-сегменти, плоскі плашки;
- 2) прохідні різці;
- 3) різьбові шаблони;
- 4) штангенінструменти.

8. Які розрізняють плашки для нарізування багатозахідних різьб за формою профілю?

- 1) Плоскі та круглі;
- 2) фасонні;
- 3) призматичні;
- 4) трикутні.

9. Як налаштовують токарні верстати для нарізування багатозахідних різьб?

- 1) Налаштовують лише привід подачі;
- 2) налаштовують інструмент, а не верстат;
- 3) налаштування сучасного універсального токарно-гвинторізного верстата на нарізування різьби зводиться до налаштування приводів головного руху й руху подачі;
- 4) налаштовують привід головного руху.

10. Як проводять нарізування великогабаритних багатозахідних різьб?

- 1) Тільки плоскими плашками;
- 2) тільки плашками та мітчиками;
- 3) тільки різьбовими гребінками;
- 4) особливо великогабаритні різьби попередньо обробляють звичайним різьбовим різцем, і тільки після цього проводять остаточну обробку за допомогою спеціальних різьбових пластин.

3 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СКЛАДНОЮ УСТАНОВКОЮ

3.1. Методи обробки довгих валів і гвинтів

Вали довжиною понад 1,5 м називають **довгими**. Ті, які мають відношення довжини до діаметру більше 10, належать до **нежорстких**.

Валами високої точності є штоки гідравлічних циліндрів, борштанги розточувальних верстатів, циліндричні напрямні, вали і скалки різних механізмів, ходові гвинти ковзання й кочення тощо (рис. 3.1).

Деформація заготовки довгого вала під час закріплення на верстаті

Обробка довгих валів і гвинтів вимагає використання у верстатах додаткових пристроїв для подолання наслідків деформацій під впливом сил різання, а також небезпеки виникнення автоколивань. Суттєвими є проблеми, які

виникають при закріпленні заготовок під час їх установлення на верстат (рис. 3.2).

Затиснута кулачками (2) патрона (1) заготовка набуває положення, коли її задній кінець значно зміщений від осі центрів верстата (7). Під тиском заднього центру (6) заготовка деформується, її вісь набуває зігнутого положення (5).

Під час обробки деформованої заготовки її поверхні розташовують концентрично до осі верстата (4),



Рис. 3.1. Установлення довгого вала на токарному верстаті



Рис. 3.2. Схема деформації заготовки довгого вала під час її кріплення на токарному верстаті: 1 — патрон; 2 — кулачки; 3 — заготовка; 4 — деформована заготовка; 5 — вісь у зігнутому положенні; 6 — задній центр; 7 — задня бабка

Рис. 3.3. Вивіряння довгого вала: 1 — кулачки; 2 — довга заготовка; 3 — задній центр; 4 — призматична підставка



але після розкріплення помітно, що оброблена деталь має радіальне биття, яке визначають положенням осі (5).

Яким чином можна позбутися таких похибок обробки? Спочатку необхідно вивести заготовку на вісь центрів (рис. 3.2) і тільки після цього робити її закріплення кулачками (1) патрона і підтискати заднім центром (3).

Може бути кілька розв'язків цієї проблеми.

1. Оснащення верстата призматичними підставками, що виводять довгу заготовку на вісь центрів як по висоті, так і боком (рис. 3.3). Найкраще, якщо таких підставок буде дві, для обох кінців заготовки. Розташувати підставки потрібно поблизу кінців вала.

2. Використання самоцентрувальних люнетів

Унаслідок конструктивних особливостей люнетів є певні нюанси роботи з ними. Застосування люнета дає змогу уникати прогинів довгих заготовок,

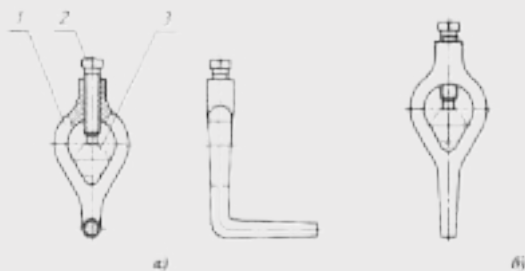


Рис. 3.5. Різновиди токарних хомутиків: а) хомутики з відігнутим хвостовиком; б) хомутики з прямим хвостовиком; 1 — корпус хомутика; 2 — гвинт; 3 — заготовка

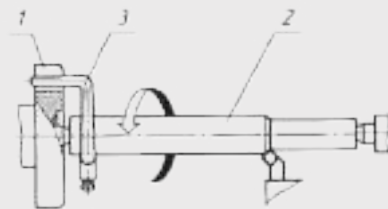


Рис. 3.6. Кріплення довгої заготовки у центрах з використанням токарного хомутика: 1 — планшайба; 2 — заготовка; 3 — токарний хомутик



Рис. 3.7. Сучасні токарні хомутики з блокувальним пристроєм

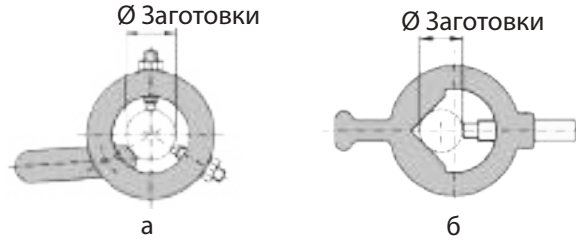


Рис. 3.8. Матеріал для токарних хомутиків:
а — сталь; б — алюміній



Рис. 3.4. Самоцентрувальний токарний люнет

встановлених на верстаті, і знизити вібрації, що виникають у процесі різання металу (рис. 3.4).

➤ **Рекомендації щодо використання люнетів:**

- місце стику фіксатора з деталлю обточують тільки при чорновій роботі. Якщо у заготовки фіксований розмір або її поверхня вже оброблена, попереднє обточування проводити не треба;
- у разі чистової роботи і потреби надійного кріплення деталі можна скористатися спеціальним валиком — накладкою циліндричної форми. Вона повинна бути такого ж діаметру, як діаметр оброблюваної заготовки у тому місці, де вона з'єднана з кулачками. Одну частину накладки фіксують у приладі, іншу — в патроні верстата. Під час роботи з довгими і тонкими деталями не завжди є змога проточити попередньо шийку. У таких випадках треба робити кілька тимчасових шийок з найбільшим наближенням до передньої бабки;
- різець верстата краще налаштувати з негативним кутом, в іншому випадку він може відштовхувати від себе деталь. Унаслідок цього точність обробки знизиться.

3. Використання токарних хомутиків

Сучасні токарні хомутики

Токарний хомутик з блокувальним пристроєм (рис. 3.7) для швидкого кріплення служить для передачі руху оброблюваної заготовки, коли вона розташована між двома точками верстата.

Використання токарних хомутиків є дуже вигідним в процесі обробки. Річ у тім, що з їхньою швидкістю відкриття і закриття зменшується час для заміни заготовки на верстаті з подальшою економією витрат.



Контрольні запитання

1. Які вали належать до довгих?
2. Які вали вважають нежорсткими?
3. Розкажіть про призначення токарних хомутиків.
4. Назвіть різновиди токарних хомутиків.
5. З яких матеріалів виготовляють токарні хомутики?

6. Яке призначення токарних люнетів?
7. У яких випадках використовують одночасно два та більше токарних люнети?
8. Перелічіть основні елементи токарного люнета.
9. Які можуть бути похибки при закріпленні довгого вала на токарному верстаті?
10. Наведіть приклади довгих валів — сучасних деталей машинобудування.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СКЛАДНОЮ УСТАНОВКОЮ

1. До довгих валів належать:

- 1) вали довжиною понад 0,5 м;
- 2) усі вали;
- 3) вали довжиною понад 2,5 м;
- 4) вали довжиною понад 1,5 м.

2. До нежорстких валів належать:

- 1) усі вали;
- 2) вали, які мають відношення довжини до діаметра більше ніж 10;
- 3) вали, які мають відношення довжини до діаметра більше ніж 8;
- 4) вали, які мають відношення довжини до діаметра більше ніж 15.

3. Призначення токарних хомутиків:

- 1) слугують для передачі руху оброблюваної заготовки;
- 2) слугують для передачі руху переміщення інструмента;
- 3) слугують для передачі руху задньої бабки;
- 4) не відіграють ролі.

4. Різновиди токарних хомутиків:

- 1) тільки з відігнутими хвостовиками;
- 2) тільки з прямими хвостовиками;
- 3) хомутики з відігнутим хвостовиком та з прямим хвостовиком;
- 4) тільки зі швидкорізальної сталі.

5. З яких матеріалів виготовляють токарні хомутики?

- 1) Кольорові метали та сплави;
- 2) сталь, алюміній;
- 3) благородні метали;
- 4) неметалеві матеріали.

6. Призначення токарних люнетів:

- 1) точність орієнтації деталі на верстаті;
- 2) підвищення якості обробки;
- 3) підтримка довгих валів і зниження вібрації;
- 4) зменшення кількості різального інструмента.

7. Одночасно два та більше токарних люнетів використовують:

- 1) під час обробки особливо великогабаритних валів;

- 2) під час обробки валів різної довжини;
- 3) під час обробки внутрішніх поверхонь;
- 4) під час нарізування різьби.

8. Основні елементи токарного люнета:

- 1) станина, стійки, вісь, кулачки;
- 2) станина, гвинти, муфта;
- 3) рама, зубчасті колеса, ланцюг;
- 4) ремінна (пасова) передача, станина, муфта.

9. При закріпленні довгого вала на токарному верстаті можуть бути похибки:

- 1) небезпека виривання різального інструмента;
- 2) розкручування кулачків патрона;
- 3) деформації заготовки довгого валу;
- 4) не буде жодних похибок.

10. Приклади довгих валів — сучасних деталей машинобудування:

- 1) штоки гідравлічних циліндрів, борштанги розточувальних верстатів, циліндричні напрямні, вали й скалки різних механізмів, ходові гвинти ковзання й кочення;
- 2) муфти, втулки, зубчасті колеса;
- 3) корпусні деталі;
- 4) деталі для передачі обертів.

4 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ МЕТОДАМИ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

Зміцнення деталей поверхневим пластичним деформуванням — це метод обробки заготовки без зняття стружки, у результаті якого відбувається пластичне деформування поверхневого шару деталей (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Вал, який пройшов обробку методом пластичного деформування

Чистові методи обробки поверхонь без зняття стружки широко застосовують при виготовленні різних деталей машин. Вони забезпечують високу продуктивність обробки й малу шорсткість, а також необхідні фізико-механічні властивості поверхневого шару.

Обробка деталей поверхневим пластичним деформуванням є одним із основних способів підвищення надійності деталей і машин. Цим способом зміцнюють пружини та листові ресори, зубчасті колеса й вагонні осі, лопаті турбін тощо.

Поверхнєве пластичне деформування підвищує втомну міцність, контактну витривалість, твердість. У результаті обробки виникають сприятливі стискаючі залишкові напруження у поверхневому шарі. Обробка методами пластичного деформування дає

змогу поліпшити чистоту поверхні та проводити обробку матеріалів твердістю до 40–45HRC.

➤ **Основними перевагами обробки методом пластичного деформування є:**

- цілісність волокон матеріалу й утворення дрібнозернистої структури поверхневого шару;
- відсутність шаржування оброблюваної поверхні залишками частинок шліфувальних кругів і полірувальних паст;
- відсутність термічних дефектів поверхневого шару;
- збільшення контактної витривалості та втомної міцності деталей;
- продуктивні методи обробки забезпечують стабільну якість.



Обкатник — це простий інструмент з одним робочим елементом, який під час роботи не виконує обертального руху.

Розкатник — це інструмент, де основним елементом є ролик або кульки, що рухаються уздовж заготовки і під час роботи здійснюють обертальні рухи.

Інструменти для обробки деталей методами пластичного деформування ділять на дві групи.

Обкатуванням і розкатуванням обробляють і зміцнюють циліндричні, конічні, плоскі та фасонні зовнішні та внутрішні поверхні (рис. 4.3, 4.4).

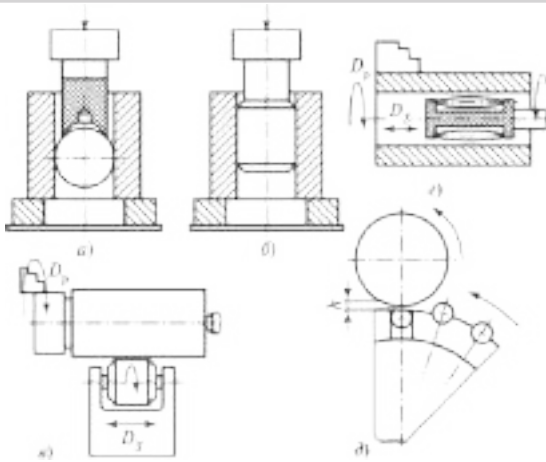


Рис. 4.2. Методи обробки пластичним деформуванням: а — калібрування отвору; б — дорнування (інструмент — дорн); в — обкатування; г — розкатування; д — наклепування поверхні кулькою

Метод електромеханічної обробки

Спосіб зміцнення деталей електромеханічною обробкою полягає у виконанні її трьома інструментами.

Кожен з інструментів підключають до однієї з фаз трифазного джерела струму, наприклад, понижувального трансформатора, утворюючи з деталлю та іншими інструментами загальний електричний ланцюг. Інструменти рухаються одночасно один за одним уздовж деталі й розташовані рівномірно навколо неї, а траєкторія руху наступного інструмента відстає від попереднього на 0,32 ... 0,34 кроку повздовжньої подачі.

При такому способі обробки з високою продуктивністю на поверхні гладкої циліндричної деталі утворюються три зміцнені спіральні гвинтові зони з високою твердістю, міцністю і зносостійкістю, що підвищує характеристики виробів. Такий спосіб пластичного деформування можливий тільки для деталей циліндричної гладкої форми.

Процес зміцнення деталі починають з того, що її закріплюють за допомогою діляльної повідкової планшайби у центрах робочого простору



Рис. 4.4. Обробка поверхонь методами пластичного деформування

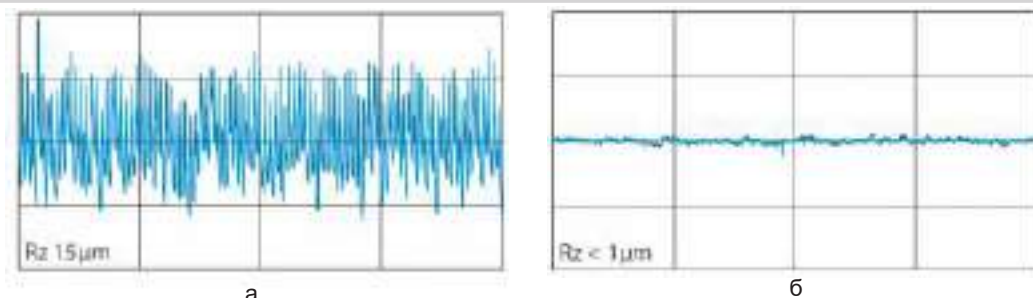


Рис. 4.4. Шорсткість поверхні: а — до обробки методами пластичного деформування; б — після обробки методами пластичного деформування

універсального токарного верстата із застосуванням хомутика. Робочі інструменти розташовують рівномірно навколо оброблюваної поверхні деталі у спеціальному пристосуванні (рис. 4.5).

Пристрій забезпечує їхній рівномірний механічний вплив на оброблювану поверхню і можливість переміщення в повздовжньому осьовому напрямку на необхідну довжину L щодо деталі з заданою поступальною швидкістю v , отримуючи рух від приводу подач супорта верстата (рис. 4.6).



Контрольні запитання

1. Що таке пластичне деформування?
2. До якого засобу за якістю обробки належить пластичне деформування?
3. Які характеристики готової деталі підвищує процес пластичного деформування?
4. До якого класу підвищується якість поверхні після пластичного деформування?
5. Яке значення твердості отримують деталі після пластичного деформування?
6. Назвіть основні переваги обробки методом пластичного деформування.
7. Які є методи пластичного деформування?
8. Що таке обкатник?
9. Що таке розкатник?
10. Для деталей якої форми застосовують метод електромеханічної обробки?

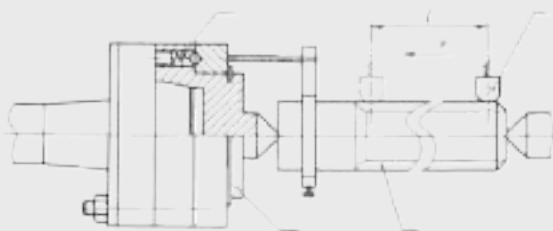


Рис. 4.5. Схема налашки пристрою для зовнішнього пластичного деформування: 1 — деталь; 2 — поводкова планшайба; 3 — інструменти для пластичного деформування; 4 — пружина

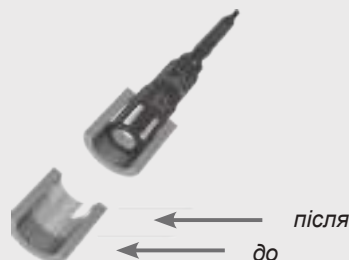


Рис. 4.6. Якість внутрішньої поверхні до та після пластичного деформування

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ МЕТОДАМИ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

1. Пластичне деформування — це:

- 1) обробка поверхневого шару деталей без зняття стружки;
- 2) обробка поверхневого шару деталей зі зняттям стружки;
- 3) обробка поверхневого шару деталей фасонними різцями;
- 4) обробка поверхневого шару деталей прохідними різцями.

2. До якого засобу за якістю обробки належить пластичне деформування?

- 1) Чорнова попередня обробка;
- 2) чистові методи обробки;
- 3) напівчистова обробка;
- 4) фінішна обробка.

3. Процес пластичного деформування підвищує:

- 1) чистоту поверхні;
- 2) стійкість проти корозії;
- 3) підвищення надійності деталей;
- 4) твердість.

4. До ударних методів поверхневого деформування належать зокрема:

- 1) обробка дробом, ультразвукова обробка, відцентрова обробка;
- 2) обробка дробом, ультразвукова обробка, ударне розкатування, вібронакочення;
- 3) чеканка, вібраційна обробка, накочення;
- 4) обробка стальними кульками, вібраційна обробка, калібрування.

5. Яке значення твердості отримують деталі після пластичного деформування?

- 1) 40–45HRC;
- 2) 30–40HRC;
- 3) 50–55HRC;
- 4) твердість не змінюється.

6. Основні переваги обробки методом пластичного деформування:

- 1) не має переваг;
- 2) шорсткість не знижується;
- 3) чистота поверхні не збільшується;
- 4) можливість отримання чистоти поверхні з шорсткістю Ra 0.1–0.05.

7. Методи поверхневого пластичного деформування:

- 1) статичні й ударні;
- 2) фізичні та хімічні;
- 3) технологічні;
- 4) механічні.

8. Обкатник — це:

- 1) складний інструмент, який обертається;
- 2) простий інструмент з одним робочим елементом, який під час роботи не виконує обертального руху;

- 3) цільний інструмент зі швидкорізальної сталі;
- 4) усі варіанти правильні.

9. Розкатник — це:

- 1) інструмент, де основним елементом є ролики або кульки, що рухаються уздовж заготовки і під час роботи здійснюють обертальні рухи;
- 2) різальний інструмент;
- 3) калібрувальний інструмент;
- 4) контрольний інструмент.

10. Метод електро механічної обробки застосовують для:

- 1) для деталей циліндричної гладкої форми;
- 2) для конічних деталей;
- 3) для фасонних деталей;
- 4) для деталей з ділянками складної форми.

5

ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ І ЛЕГКИХ СПЛАВІВ

Сьогодні у багатьох галузях машинобудування: енергетичній, хімічній, авіа-космічній, ядерній енергетиці, у виробах електронної техніки, приладобудуванні — використовують сучасні матеріали, які мають високі показники міцності, термостійкості, жароміцності та жаростійкості. Крім того, металеві вироби усе частіше замінюють вироби з технічної кераміки, яка належить до класу твердих полікристалічних матеріалів.

Звичайними засобами такі матеріали важко обробити та досягти необхідної чистоти й шорсткості обробки. Тому впровадження сучасних матеріалів потребує створення нових технологій і нових засобів обробки.



Складність обробки корозійно стійких і жароміцних сплавів пояснюють:

- схильністю до наклепки;
- низькою теплопровідністю, що спричиняє більше нагрівання інструмента;
- малим розміцненням при нагріванні.

Ці фактори змушують зменшувати швидкість різання і сприяють зниженню стійкості інструмента.



Рис. 5.1. Деталі з тугоплавких матеріалів

Тугоплавкі метали — вольфрам, молібден, ніобій, цирконій — і сплави на їхній основі мають високу твердість, високий коефіцієнт зношування.

Низька оброблюваність високоміцних матеріалів зумовлена тим, що під час їхньої обробки у зоні різання виникають високі температури. Це вимагає великих зусиль під час виконання обробки, а також підвищує імовірність викришування різального краю інструмента і спричиняє його розміцнення та прискорену зношеність.

5.1. Обробка деталей з нержавіючих матеріалів

Висока міцність, жаростійкість і хороша антикорозійні властивості — основні ознаки нержавіючих матеріалів.

Під час різання нержавіючий сплав спочатку пружно деформується і піддається обробці, після чого швидко переходить у стадію зміцнення. На цьому етапі різання можна виконувати тільки зі значними зусиллями.

➤ **Фактори, які необхідно врахувати під час обробки нержавіючих матеріалів:**

- деформаційне зміцнення;
- обмежений ресурс робочого інструмента;
- видалення стружки.

➤ **У виробничих умовах застосовують способи, які дають змогу мінімізувати негативний вплив характеристик нержавіючих матеріалів на процес їхньої обробки:**

- збільшення швидкості обертання шпинделя і зменшення шару, що знімається, завдяки чому оброблена поверхня виходить менш шорсткою;
- використання як мастила кислоти, яка підвищує зносостійкість різців;
- уведення в зону обробки слабких струмів, що дасть змогу керувати процесами електродифузійної й окисної зношеності інструмента;
- вплив на зону різання ультразвукових коливань, що знижує пластичні деформації та коефіцієнт тертя.

Впливати на структуру й механічні характеристики матеріалу можна за допомогою спеціальної термічної обробки.

➤ **Під час виготовлення різальних пластин для роботи з нержавіючими матеріалами застосовують тверді сплави таких типів:**

- зносостійкі — Т30К4, Т15К6;
- більш в'язкі, але менш зносостійкі — Т5К7, Т5К10;
- такі, які мають значну в'язкість і нечутливість до ударів, — ВК8, ВК6А.



Рис. 5.2. Зразки деталей з нержавіючих матеріалів



Рис. 5.3. Обробка деталей з нержавіючих матеріалів



Рис. 5.4. Різці для обробки нержавіючих сталей



Рис. 5.5. Стружка з нержавіючих матеріалів формується у довгі спіралі

Для чистової та оздоблювальної обробки використовують мінералокераміку. Під час обробки нержавіючих матеріалів відбувається скупчення довгих спіральних стружок, яке заважає і порушує процес обробки (рис. 5.5). Тому з урахуванням здатності нержавіючих матеріалів до зміцнення під час деформації розроблено особливі конструкції стружколамів.

Крім цього, застосовують інтенсивне охолодження поверхні відповідним мастилом.

При токарній обробці виробів з нержавіючої сталі широко використовують охолодження під високим тиском. Розпорошується розчин безпосередньо у місці обробки. Потрапляючи на гарячу поверхню, рідина випаровується і відбирає частину тепла. Поверхня охолоджується. Мінус цього способу — велика витрата охолоджувальної рідини. Зате термін використання інструмента збільшується у шість разів.



Обробка нержавіючих і жароміцних сталей

5.2. Обробка деталей з титанових сплавів

Титан — це легкий метал зі сріблястим відтінком.



Рис. 5.6. Деталі з титанових сплавів

Крім чудової механічної стійкості, титан практично не схильний до іржавіння. Це пов'язано з формуванням пасивної оксидної плівки TiO_2 . Процес руйнування відбувається тільки в лужних середовищах.

Токарну обробку виробів з титану виконують із застосуванням спеціальних різальних інструментів.

Існують три основні етапи обробки виробів з титану: попередній, проміжний і остаточний.

Для вибору оптимального режиму роботи необхідно знати основні технічні параметри обробки. Вони залежать від кута розташування інструмента в плані, величини подачі та швидкості різання.

Для контролю нагріву можна змінювати швидкість обертання заготовки, товщину утвореної стружки і глибину різання.

➤ **Рекомендації щодо значень основних параметрів токарної обробки титану залежно від галузі застосування:**

- чорнова обробка — до 10 мм. Застосовують для видалення нерівномірної кірки на титані. З її допомогою відбувається формування кільця, яке відрізають для аналізу стану матеріалу на всій глибині заготовки. Рекомендовані параметри: глибина різання — 3–10 мм; подача — 0,3–0,8 мм/об; швидкість різання — 25 м/хв.
- напівчистова обробка — від 0,5 до 4 мм. Цей етап необхідний для підготовки деталі до остаточного різання. У процесі може змінюватися глибина різання. Матеріал не повинен містити кірок. Рекомендовані параметри: глибина різання — 0,5–4 мм; подача — 0,2–0,5 мм/об; швидкість різання — 40–80 м/хв;
- чистова обробка — 0,2–0,5 мм. На цьому етапі видаляють весь припуск, відбувається формування деталі. До цього етапу висувають високі вимоги. Під час його виконання необхідно максимально точно розрахувати режими: глибина різання — 0,25–0,5 мм; подача — 0,1–0,4 мм/об; швидкість різання — 80–120 м/хв.



Рис. 5.7. Обробка титану на токарному верстаті

Для всіх описаних режимів рекомендовано застосовувати спеціальні охолоджувальні рідини, що дасть змогу зменшити вплив температурного налипання стружки до поверхні різця.

При збільшенні глибини різання необхідно знижувати значення подачі. На криволінійних ділянках значення цього параметра може становити 50% від номінального.

Титан погано обробляється різанням, зважаючи на його характеристики. Токарна обробка титану викликає певні труднощі (рис. 5.7). Основними факторами зношеності різальних пластин є лункоутворення, проточини і пластична деформація.

Для зниження лункоутворення та зменшення проточин необхідно вибирати різці з меншим кутом або пластини круглої форми (рис. 5.8).

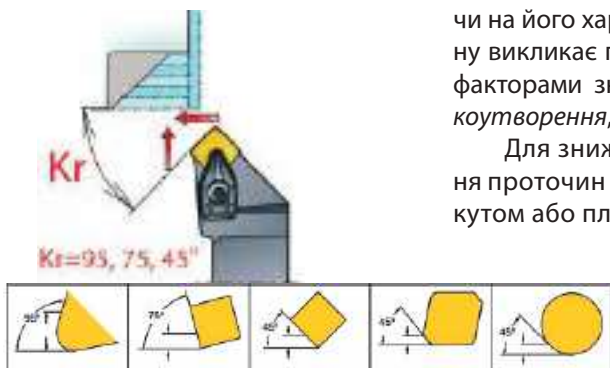


Рис. 5.8. Різець для точіння титану



Токарна обробка титану:
режими, вибір різця

5.3. Обробка деталей з кислотостійких матеріалів і технічної кераміки



Рис. 5.9. Деталі з кислотостійкої сталі

Кислотостійкі сталі мають відносно високий вміст таких елементів як хром, завдяки чому є високостійкими до різних агресивних впливів.

Кислотостійкі матеріали можуть бути **металевими** (високолеговані сталі й чавуни, деякі метали та їх сплави) і **неметалевими** (деякі гірські породи й цементи, кераміка, скло, гуми, спеціальні замазки тощо).

Цей вид сталі широко використовують у будівництві, наприклад, для виготовлення різних повітроводів, де велика ймовірність окислення. Завдяки розвитку сучасних технологій сьогодні виробляють велику кількість різних видів кислотостійкої сталі.

Кислотостійкі сталі застосовують у хімічній промисловості для виготовлення різних місткостей, арматури тощо, а також як кислотостійкі герметики й ущільнювачі.

Технічна кераміка — це спеціальні матеріали, які завдяки високій стійкості до корозії, електро- і термоізоляції виготовляють для використання в умовах високих температур і кислотності (рис. 5.10).

Високотехнологічну кераміку поділяють на три категорії:

- оксидна кераміка (оксид алюмінію, оксид цирконію тощо);
- безоксидна кераміка (карбіди, нітриди, бориди тощо);
- композитна (посилені матеріали, комбінування оксидів із неоксидами тощо).

Залежно від матеріалу, технічна кераміка може мати високу стійкість до теплового удару, термостійкість і надійну ізоляцію. Її використовують у різних установках, таких як конструкційні, генератори гарячого повітря, у ливарних і зварювальних технологіях.

Точіння кераміки. Обробку циліндричних поверхонь ізоляторів можна проводити на звичайних або пристосованих для цього токарних верстатах різцями з різальною частиною із пластинок твердих сплавів. Точіння відбувається при безперервному охолодженні струменем емульсії.

Токарні верстати повинні бути обладнані ефективною витяжною вентиляцією, здатною поглинути весь абразивний пил, що виділяється при обробці кераміки.

У токарній обробці кераміки можна проводити як чорнову, так і остаточну операції точіння, але з чистотою оброблюваної поверхні не вище 3-го класу. Отримувати вищий клас точінням різцями важко й нераціонально, оскільки при цьому різко збільшується частота заточки різців і відповідно — падає продуктивність обробки.

Кераміку можна різати способом плазмового різання. Плазмовий струм виникає при горінні електричної дуги, стовп якої стиснутий газом (аргоном, воднем). На виході з пальника газ, розпадаючись на окремі іонізовані атоми, утворює плазму, температура якої досягає 10 000 °С.



Рис. 5.10. Деталі з технічної кераміки

Токарна обробка — майже ідеальна операція для використання керамічних пластин.



Рис. 5.11. Керамічні пластини для різальних інструментів

Серед керамічних пластин є величезний вибір форм, підкладок, покриттів і геометрії. Їх рекомендують для токарної обробки вуглецевих і легированих сталей (38–64 Rc) або чавуну (рис. 5.11).

Найчастіше пластини з кераміки використовують для високошвидкісного точіння, а також для обробки канавок фрезеруванням.

Специфічні властивості таких сплавів за умови правильного застосування забезпечують високу продуктивність обробки.

Для обробки жароміцних суперсплавів необхідно вибирати пластини з максимально посиленою геометрією.

Круглі пластини найбільше підходять для чорнової обробки, при цьому місце контакту пластини й заготовки не повинно перевищувати 45° за радіусом пластини — для запобігання брязкоту і прослизання. У випадках, коли неможливо використати круглі пластини, необхідно вибрати пластину з максимально можливим радіусом заокруглення різального краю.

Крім того, що товстіша пластина, то довше вона прослужить.



Контрольні запитання

1. Які метали належать до тугоплавких?
2. Назвіть основні характеристики нержавіючих матеріалів.
3. Схарактеризуйте титан.
4. Назвіть ознаки кислотостійких матеріалів.
5. Чи можуть бути кислотостійкі матеріали металевими?
6. Чи можуть бути кислотостійкі матеріали неметалевими?
7. Назвіть характеристики технічної кераміки.
8. Які категорії технічної кераміки ви знаєте?
9. Які основні вимоги до токарних верстатів, на яких обробляють технічну кераміку?
10. Чи використовують технічну кераміку для виготовлення різальних пластин?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ І ЛЕГКИХ СПЛАВІВ

1. Які метали належать до тугоплавких?

- 1) Кольорові метали та їхні сплави;
- 2) вольфрам, молибден, ніобій, цирконій та їхні сплави;
- 3) вуглецеві та конструкційні сталі;
- 4) високоміцні чавуни.

2. Основні характеристики нержавіючих матеріалів:

- 1) висока міцність, жаростійкість і хороші антикорозійні властивості;
- 2) низька температура плавлення;
- 3) щільність;
- 4) низький коефіцієнт теплопровідності.

3. Основні властивості титану:

- 1) електричний опір та електропровідність;
- 2) високі магнітні властивості;
- 3) легкий метал зі сріблястим відтінком, з чудовою механічною стійкістю, не схильний до іржавіння;
- 4) високий ступінь пластичності.

4. Кислотостійкі матеріали відзначаються:

- 1) високою стійкістю до різних агресивних дій;
- 2) низькою пружністю;
- 3) невисокою твердістю;
- 4) якісною зварюваністю.

5. Чи можуть бути кислотостійкі матеріали металевими?

- 1) Ні, це неметалеві матеріали;
- 2) це аморфні матеріали;
- 3) це синтетичні матеріали;
- 4) так, це високолеговані сталі й чавуни, деякі метали та їхні сплави.

6. Чи можуть бути кислотостійкі матеріали неметалевими?

- 1) Так, це цемент, кераміка, скло, гуми, спеціальні замазки;
- 2) це аморфні матеріали;
- 3) ні, це металеві матеріали;
- 4) це синтетичні матеріали.

7. Оберіть ознаку технічної кераміки:

- 1) висока пружність;
- 2) висока твердість;
- 3) висока стійкість до корозії, електро- і термоізоляції;
- 4) низька теплопровідність.

8. Категорії технічної кераміки — це:

- 1) синтетична кераміка;
- 2) оксидна кераміка, безоксидна кераміка, композитна;
- 3) штучна кераміка;
- 4) композитна кераміка.

9. Основна вимога до токарних верстатів, на яких обробляють технічну кераміку:

- 1) ефективна витяжна вентиляція;
- 2) відповідність вимогам ВПІД;
- 3) компактні розміри;
- 4) вібраційна стійкість.

10. Чи використовують технічну кераміку для виготовлення різальних пластин?

- 1) Так, використовують;
- 2) ні, не використовують;
- 3) використовують у поєднанні з іншими інструментальними матеріалами;
- 4) усі відповіді правильні.

6 ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ ЕКСЦЕНТРИКОВИХ ПОВЕРХОНЬ

Ексцентриковими (неспіввiсними) називають деталі, у яких осі окремих поверхонь зміщені паралельно до осей інших поверхонь (рис. 6.1).

Ексцентриситет — відстань між центрами ексцентрикових елементів деталі.

До ексцентрикових деталей належать *ексцентрикові кулачки, ексцентрикові валики, колінчасті вали*.

Ексцентрик є найпростішим кривошипом. Ексцентрикові механізми використовують у різноманітних затискних пристроях, для регулювання зазорів між окремими вузлами машин, для створення малогабаритних вібраційних двигунів.

Заготовку зазвичай отримують вільним куванням з круглого прокату, потім її піддають нормалізації та виконують правку на пресі.

ОБРОБКА ЕКСЦЕНТРИКОВИХ ДЕТАЛЕЙ

➤ Вимоги до точності обробки ексцентрикових деталей:

- точність діаметральних розмірів корінних і шатунних шийок ІТ6 (рідше ІТ5);
- допуски форми корінних і шатунних шийок не більше 0,3 від допуску на діаметр цих шийок;
- кут розвороту колін — у межах $\pm 30'$;
- биття корінних шийок щодо осі центрових отворів — у межах 0,01 ... 0,03 мм;
- шорсткість поверхні корінних і шатунних шийок $Ra = 0,08 \dots 0,32$ мкм;
- дисбаланс колінчастих валів — у межах 15 ... 40 г/мм;
- твердість корінних і шатунних шийок HRCe 58 ... 62 при глибині 3 ... 5 мм.



Рис. 6.1. Зразки ексцентрикових деталей

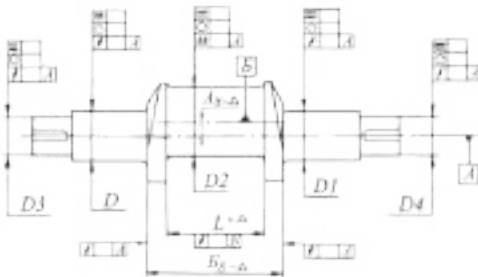


Рис. 6.2. Вимоги до точності колінчастого валу

Таблиця 6.1.

Допуск форми та розташування поверхні

Вид допуску	Знак
Допуск круглості	
Допуск радіального і торцевого биття	
Допуск профілю подовженої площини	

Щоб обточити корінні та кривошипні шийки в ексцентрикових деталях, необхідно засвердлити центрові отвори на паралельних осях ексцентрикових поверхонь (рис. 6.3).

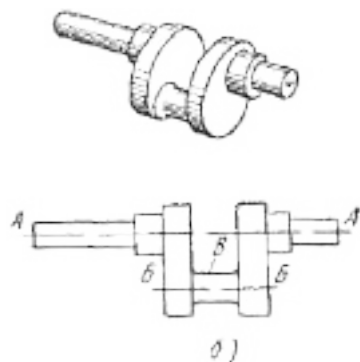


Рис.6.3. Розмітка центрових отворів

Для обточування корінних шийок деталей встановлюють центровими отворами на осі AA, а для обточування ексцентрикових шийок діаметрів (В)-центровими отворами — відповідно по осях BB. Ексцентрикові валики зазвичай обточують у центрах.

Центрові отвори попередньо розмічають і свердлять зі зміщенням на величину ексцентриситету. При обробці у центрах один зміщують щодо іншого. Такий спосіб забирає час на виставлення задньої бабки, а після закінчення роботи — повернення осі центрів верстата у вихідне положення.

Більш продуктивний спосіб обробки ексцентрикових деталей — у трикулачковому патроні. Для цього встановлюють підкладку між заготовкою та одним з кулачків патрона (рис. 6.4).

Товщину підкладки визначають за формулою:

$$t = 1,5e (1 + e / (2D))$$
 , де:

t — товщина підкладки;
 e — величина ексцентриситету;
 D — діаметр поверхні, що затискається в кулачках.

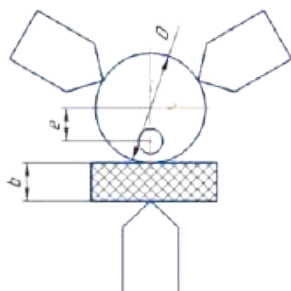


Рис. 6.4. Точіння ексцентрикового вала в трикулачковому патроні

Заготовка зміщується на задану величину, тобто ексцентриситет, шляхом підкладання пластини під один з кулачків.

Величину b можна знайти таким чином.

За формулою знаходимо величину A .

$$A = e/D$$
 , де:

e — задане значення ексцентриситету, мм;
 D — діаметр заготовки у мм;
 b — товщина пластини, яку підкладають.

Згідно зі знайденим значенням A визначаємо коефіцієнт k за таблицею.

Таблиця 6.2

Визначення товщини підкладки

A	K	A	K	A	K	A	K
0,005	0,008	0,055	0,084	0,105	0,149	0,155	0,215
0,010	0,015	0,060	0,090	0,110	0,156	0,160	0,221
0,015	0,023	0,065	0,095	0,115	0,163	0,165	0,227
0,020	0,030	0,070	0,102	0,120	0,169	0,170	0,234
0,025	0,038	0,075	0,109	0,125	0,176	0,175	0,241
0,030	0,045	0,080	0,116	0,130	0,182	0,180	0,248
0,035	0,053	0,085	0,122	0,135	0,189	0,185	0,254
0,040	0,060	0,090	0,129	0,140	0,195	0,190	0,260
0,045	0,066	0,095	0,136	0,145	0,202	0,195	0,269
0,050	0,073	0,100	0,143	0,150	0,208	0,200	0,276

Потім знаходимо величину b — товщину підкладки.

$$b = K \times D$$

, де:

де b — величина підкладки;

K — коефіцієнт, знайдений в таблиці, відповідно до величини A .

Якщо відстань між осями AA і BB настільки велика, що центрові отвори не розташовано на торцях деталі, то на кінцях деталі закріплюють спеціальні фланці, які попередньо зацентровані таким чином, щоб їхні осі збігалися з віссю ексцентрикової поверхні. Таким способом обточують шатунні шийки довгих колінчастих валів.

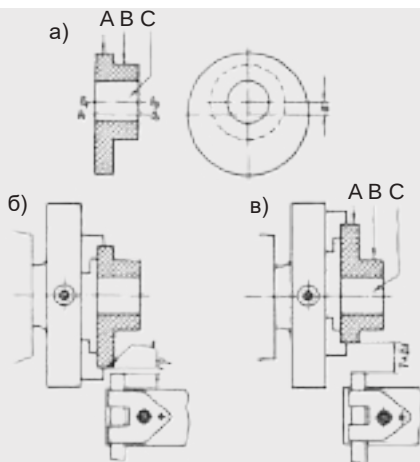


Рис. 6.5. Послідовність обробки ексцентрикової деталі: *а* — у деталі, закріпленій у чотирикулачковому патроні за поверхню A , обробляють поверхню B , отвір C і торці, доступні для обробки; *б* — у деталі, встановленій на оправку, центрові отвори зміщені щодо її зовнішньої поверхні на величину e ; *в* — обробка поверхні A деталі та останнього торця

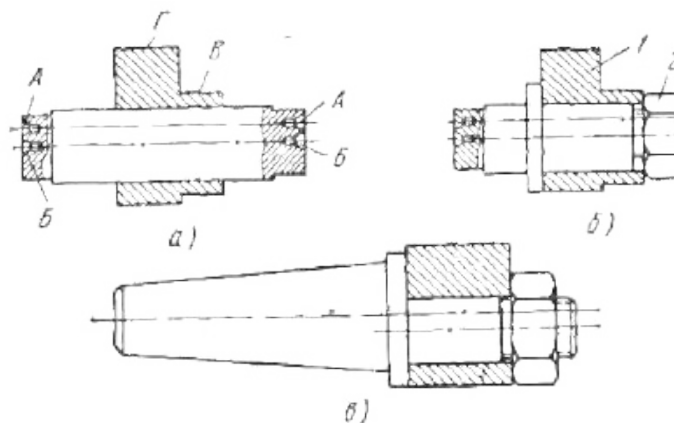


Рис. 6.6. Оправки для обточування ексцентрикових деталей:

а, б — центрові оправки;
в — консольні оправки

Перевірити величину ексцентриситету обробленої деталі можна індикатором, як показано на рис. 6.8, а і б. Установлюють деталь до центрів і визначають нижню точку ексцентрикової поверхні. Потім ставлять циферблат індикатора на нуль і повертають деталь приблизно на 180° до отримання максимального відхилення стрілки індикатора.

У цьому випадку ексцентриситет деталі дорівнюватиме половині відліку, який показує стрілка індикатора.

За відсутності центрових отворів ексцентриситет можна визначити на розмічальній плиті за допомогою плоскопаралельних вимірювальних плиток. Сума товщини підкладених плиток:

$$M = D / 2 + e - d / 2$$

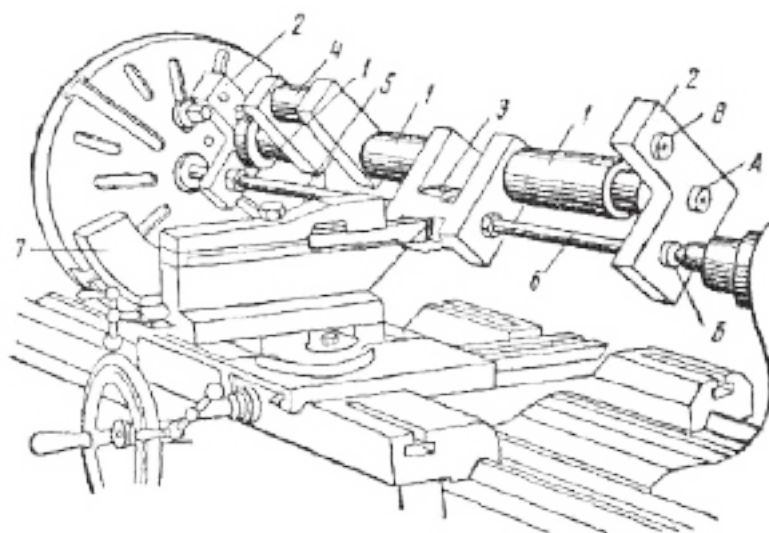


Рис. 6.7. Установлення колінчастого вала для обточування шатунних шийок: 1 — вал; 2, 8 — спеціальні фланці; 3 — шатун на шийка; 4 — друга шийка; 5, 6 — розпорні стрижні; 7 — противага

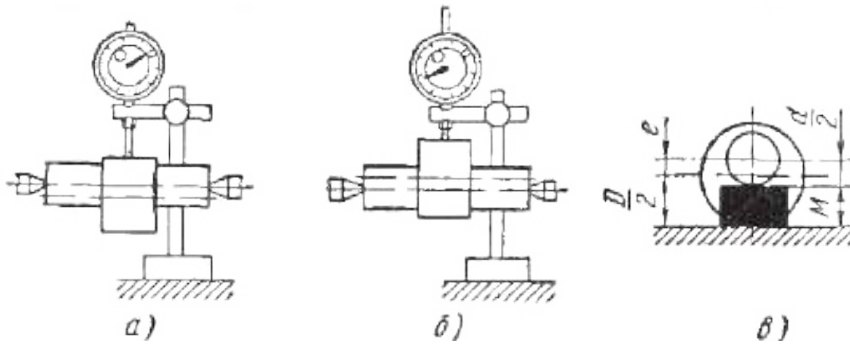


Рис. 6.8. Методи контролю обробки ексцентрикових валів: а, б — за допомогою індикатора; в — за допомогою мірної пластини

Сучасні методи обробки ексцентрикових деталей

Обробка ексцентрикових деталей стає значно простішою, якщо її виконувати на сучасних обробних центрах з програмним керуванням (рис. 6.9).

Обробка на таких верстатах дає змогу операторам виключити допоміжні переміщення заготовки на декілька універсальних верстатів.

Процес ексцентрикового точіння аналогічний традиційному точінню, але з додаванням осі заготовки, яка паралельна з центральною віссю. Для створення деталі ексцентрикової форми різальний інструмент видаляє матеріал на необхідну глибину при повороті деталі, як правило, на низькій швидкості.

В обробних центрах з програмним керуванням деталь обертається на шпинделі, а інструмент розташований у револьверній голівці. Для формування про-



Рис. 6.9. Сучасний токарний центр з можливостями обробки ексцентрикових деталей



Рис. 6.10. Свердління отвору на шийці ексцентрикової деталі

філю деталі використовують осі X і Y, а також вісь Z, щоб пройти вниз деталлю. Існують обмеження швидкості, тому що відбувається комплексне переміщення багатьох осей.



Контрольні запитання

1. Які деталі називають ексцентриковими?
2. Що таке ексцентриситет?
3. Назвіть основні вимоги допуску форми поверхонь ексцентрикових деталей.
4. Які є методи контролю ексцентрикових деталей?
5. Для чого під час обробки ексцентрикових деталей у токарному патроні установлюють підкладку?
6. Які оправки використовують при обробці ексцентрикових деталей?
7. Яким чином перевіряють величину ексцентриситету обробленої деталі?
8. Як визначають ексцентриситет за відсутності центрових отворів?
9. Які інструменти використовують при обробці ексцентрикових деталей?
10. Перелічіть основні вимоги до точності обробки ексцентрикових деталей.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ ЕКСЦЕНТРИКОВИХ ПОВЕРХОНЬ

1. Ексцентриситет — це:

- 1) найпростіший кривошип;
- 2) деталі, у яких осі окремих поверхонь зміщені паралельно до осей інших поверхонь;
- 3) відстань між центрами ексцентрикових елементів деталі;
- 4) деталь із дисбалансом більше 60 г/мм.

2. До ексцентрикових деталей належать:

- 1) ексцентрикові кулачки, ексцентрикові валики, шестерні;
- 2) ексцентрикові кулачки, ексцентрикові валики, колінчасті вали;
- 3) ексцентрикові валики, ексцентрикові кулачки, планшайби;
- 4) колінчасті вали, ексцентрикові кулачки, кутники.

3. Оправки для обточування ексцентрикових деталей бувають:

- 1) центрові, трикулачкові;
- 2) консольні, центрові;
- 3) центрові, індикаторні, консольні;
- 4) консольні, кривошийні, корінні

4. Методи контролю ексцентриситету деталей — це:

- 1) індикатор, кривошипна шийка, діаметр заготовки;
- 2) корінна шийка, індикатор, розмічальна плита;
- 3) плоскопаралельні вимірювальні плитки, індикатор;
- 4) кривошипна шийка, корінна шийка, індикатор.

5. Ексцентриковими називають деталі, у яких:

- 1) осі окремих поверхонь зміщені паралельно до осей інших поверхонь;
- 2) осі окремих поверхонь перпендикулярні до осей інших поверхонь;
- 3) осі окремих поверхонь не зміщені відносно осей інших поверхонь;
- 4) осі окремих поверхонь перетинаються з осями інших поверхонь під довільним кутом.

6. Для того щоб обточити корінні та кривошипні шийки в ексцентрикових деталях, необхідно:

- 1) засвердлити кутові отвори на паралельних осях ексцентрикових поверхонь;
- 2) засвердлити кутові отвори на перпендикулярних осях ексцентрикових поверхонь;
- 3) засвердлити центрові отвори на перпендикулярних осях ексцентрикових поверхонь;
- 4) засвердлити центрові отвори на паралельних осях ексцентрикових поверхонь.

7. Закріплені на кінцях деталей спеціальні фланці центрують таким чином, щоб:

- 1) їхні осі збігалися з віссю ексцентрикової поверхні;
- 2) їхні осі були перпендикулярними до осей ексцентрикової поверхні;
- 3) їхні осі були паралельними до осей ексцентрикової поверхні;
- 4) їхні осі були зміщені щодо центру ексцентрикової поверхні;

8. Для створення деталі ексцентрикової форми різальний інструмент:

- 1) видаляє матеріал уздовж деталі, як правило, на низькій швидкості;
- 2) видаляє матеріал на необхідну глибину при повороті деталі, як правило, на низькій швидкості;
- 3) видаляє матеріал на необхідну глибину при повороті деталі, як правило, на високій швидкості;
- 4) видаляє матеріал на необхідну глибину при закріпленні деталі, як правило, на низькій швидкості.

9. Обмеження швидкості при обробці ексцентрикових деталей існує у зв'язку з:

- 1) комплексним переміщенням багатьох осей;
- 2) свердління крайніх отворів деталі;
- 3) встановленням вимірювальних плиток;
- 4) зміною діаметру поверхні, затиснутої в кулачках.

10. Якою літерою позначають товщину підкладки і за якою формулою її визначають?

- 1) b ; $b = K \times D$;
- 2) A ; $A = b \times D$;
- 3) A ; $A = e/D$;
- 4) B ; $b = A \times D$.

7

**ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА РІЗНИХ ВЕРСТАТАХ
ТОКАРНОЇ ГРУПИ**

Металообробний верстат — це машина, призначена для обробки заготовок з метою створення заданих поверхонь шляхом зняття стружки або пластичного деформування. Обробку проводять переважно за допомогою різання лезовим або абразивним інструментом.

Металообробні верстати застосовують також для вигладжування поверхні деталі, обкатування поверхні роликками. Металообробні верстати ріжуть неметалічні матеріали, наприклад, дерево, текстоліт, капрон та інші пластичні маси. Спеціальні верстати обробляють кераміку, скло та інші матеріали.

Металообробні верстати залежно від виду обробки й технологічного призначення поділяють на дев'ять груп, а кожному з них — на дев'ять типів.

➤ **Основні типи токарних верстатів:**

- автомати й напівавтомати одношпиндельні;
- автомати й напівавтомати багатошпиндельні;
- револьверні;
- токарно-відрізні;
- карусельні;
- токарні лобові;
- багаторізцеві;
- спеціалізовані та спеціальні;
- різні.

У кожному типі (типорозмірі) верстати відрізняються за конструктивним виконанням, технологічним призначенням (для внутрішньої (внутрішньошліфувальні) чи зовнішньої обробки), розташуванням робочих органів (горизонтальні чи вертикальні), ступенем автоматизації (напівавтомати й автомати).

7.1. Токарні автомати й напівавтомати одношпиндельні

Токарний автомат — це верстат, усі операції якого автоматизовані для максимальної продуктивності.

Основні завдання токарного автомата — це безпосереднє виготовлення деталі, а допоміжні — від подачі заготовки до вилучення готової деталі. При цьому операції проводяться одночасно, що значно скорочує загальний час виготовлення деталей.

➤ **Операції, які виконують на токарних автоматах і напівавтоматах:**

- обточування простих і складних поверхонь;
- нарізування різьби;

- накочення різьби;
- відрізка;
- розгортання;
- свердління;
- фрезерування приводним інструментом.

➤ **Як заготовки на токарних автоматах використовують:**

- калібрований пруток шестигранного, квадратного і круглого профілю;
- трубу;
- штучні заготовки.

За способом завантаження заготовки токарні автомати діляться на *пруткові й магазинні*.

Токарний автомат з подачею заготовки через отвір у шпинделі називається **прутковим** (рис. 7.2).

Для кожної виготовленої деталі пруток подається і затискається автоматично. Інший варіант — завантаження штучних заготовок у спеціальний магазин. Звідти маніпулятор передає заготовку для затиску в шпинделі.

Рис. 7.1. Зразки деталей, виготовлених на токарних автоматах і напівавтоматах



Рис. 7.2. Схема обробки заготовки на одношпиндельному токарному автоматі: 1 — шпиндельна бабка; 2 — шпиндель; 3 — пруток; 4 — різець; 5 — верхній супорт; 6 — упор; 7 — револьверна головка; 8 — поперечний супорт; 9 — повздовжній супорт I-VI — позиції револьверної головки

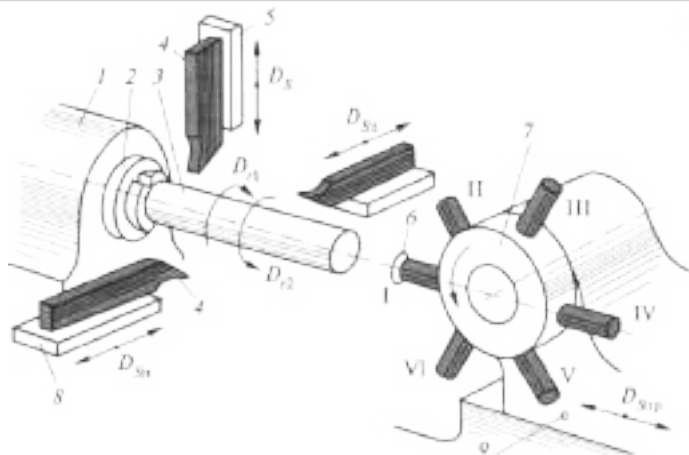
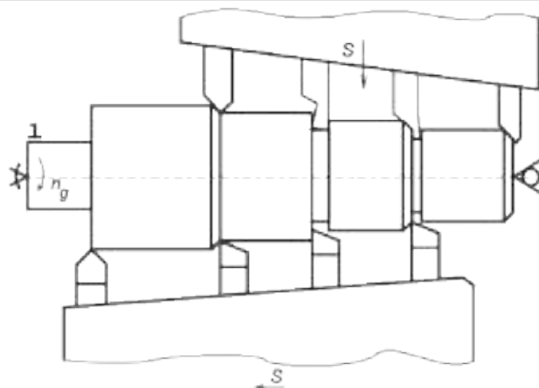


Рис. 7.3. Схема обробки вала на багаторізцевому напівавтоматі



Напівавтомат — це токарний автомат з ручним завантаженням і розвантаженням заготовок. У ньому відсутній завантажувально-розвантажувальний пристрій.

Одношпиндельний токарний автомат обробляє одну деталь в одному шпинделі верстака. Ця операція скорочує загальний час виготовлення партії деталей. Токарний автомат може одночасно виконувати кілька операцій.

На багаторізцевих напівавтоматах використовують велику кількість різців, які працюють одночасно і рухаються за однаковими траєкторіями. Ці різці установлюють на повздовжньому і поперечному супортах.

На точність багаторізцевого обточування впливає похибка у налаштуванні взаємного положення різців, їхня нерівномірна зношеність, змінні віджимання технологічної системи за різнотривалого вступу різців у роботу, жорсткість заготовки.

На копіювальних багаторізцевих напівавтоматах профіль заготовки обробляють одним різцем копіювального супорта з керуванням його роботою по копіву. Точіння канавок проводять канавковими різцями з поперечного супорта (рис. 7.4).

Копіювальні напівавтомати при переході на обробку іншої заготовки переналаштовують шляхом зміни копіву. За наявності копіювального барабана з декількома копіями можлива багатопрохідна обробка.

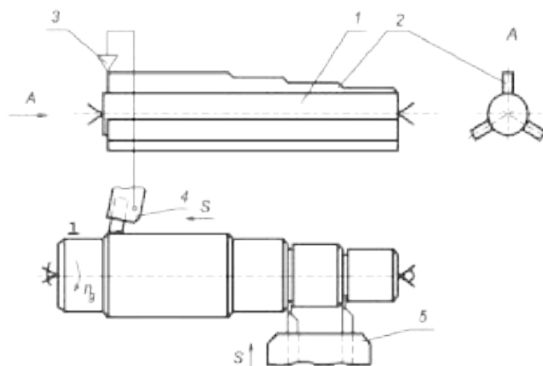


Рис. 7.4. Схема обробки вала на копіювальному напівавтоматі: 1 — барабан; 2 — копів; 3 — щуп; 4 — повздовжній супорт; 5 — поперечний супорт

7.2. Токарні автомати й напівавтомати багатшпиндельні

Багатшпиндельні токарні автомати — як класичні кулачкові, так і найсучасніші високотехнологічні верстати з ЧПК, — виконують обробку одночасно в декількох шпинделях.

Що більше шпинделів — то більше операцій можна зробити з заготовкою і відповідно складнішу деталь можна виготовити.

Після операцій, виконаних в одній позиції, шпиндель з деталлю повертається у наступну позицію для подальшої обробки.

Усі шпинделі повертаються одночасно, переміщуючи оброблювані деталі або до наступної позиції обробки, або для завантаження заготовки / вивантаження готової деталі. Усе це, а разом з тим і жорстка коробчаста конструкція багатшпиндельних токарних автоматів підвищують продуктивність, точність і якість обробки на не досяжний для верстатів інших конструкцій рівень.

➤ **За принципом роботи токарні багатшпиндельні автомати поділяють на:**

- автомати паралельної дії;
- автомати послідовної дії;
- горизонтальні багатшпиндельні токарні автомати;
- вертикальні токарні багатшпиндельні напівавтомати.

Автомати паралельної дії

На автоматах паралельної дії на всіх шпинделях одночасно проводять однаковий вид обробки (рис. 7.5) і за один цикл завершують обробку заготовок, кількість яких відповідає числу шпинделів.

Такі автомати мають обмежені технологічні можливості. Їх використовують для виготовлення деталей простої форми, оскільки обробку ведуть обмеженою кількістю різальних інструментів.

Автомати послідовної дії

Найбільш поширені багатшпиндельні автомати й напівавтомати послідовної дії. На них заготовки з завантажувальної позиції періодичним поворотом

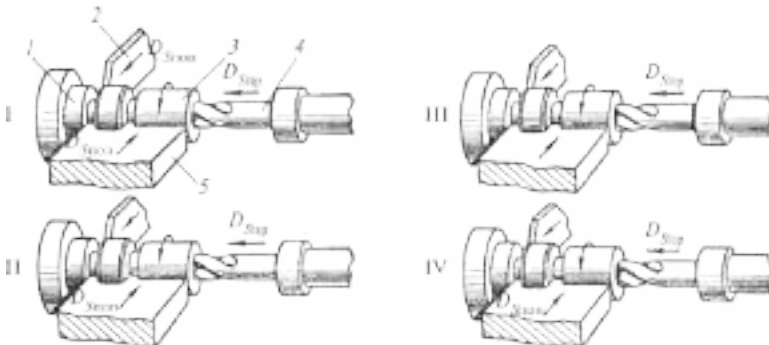
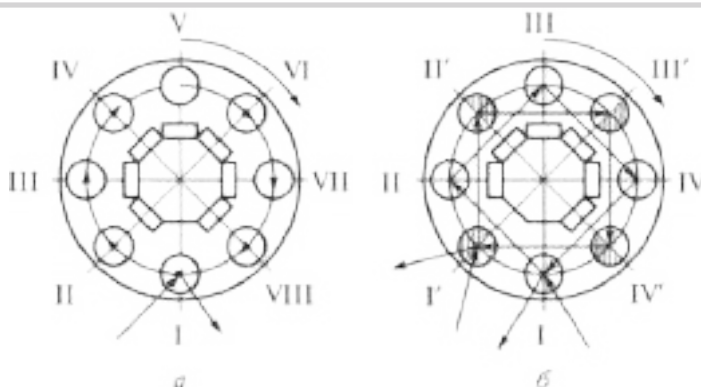


Рис. 7.5. Виконання обробки заготовок на токарному багатшпиндельному автоматі паралельної дії: 1 — шпиндель; 2, 5 — різці; 3 — заготовка (пруток); 4 — свердло; I...IV — позиції шпинделів

Рис. 7.6. Схема роботи багатошпиндельних токарних автоматів послідовної та паралельно-послідовної дії: I — VIII; I'-VIII' — позиції верстата



з подальшою індексацією шпиндельного столу або шпиндельного блоку послідовно підводять до робочих позицій та одночасно обробляють на них групами інструментів відповідно до технологічного процесу.

Велика кількість робочих позицій і шпинделів (6 ... 8) дає змогу використовувати їх у різних поєднаннях. Заготовки складної форми обробляють на всіх позиціях верстата, при цьому в кожному циклі вони переміщуються на наступну позицію.

Для простіших заготовок, які можна обробити на меншій кількості робочих позицій, застосовують більш продуктивну схему паралельно-послідовної обробки.

У цьому випадку використовують дві позиції. Цей варіант підходить для обробки заготовок з двох сторін: заготовку, яку обробили з одного боку за перший оберт столу (барабана), встановлюють з переверотом на сусідній затискний пристрій. На ньому відбувається обробка заготовки з іншого боку.

Завантаження та вивантаження готових деталей поєднують з часом обробки і виконують маніпуляторами.

Горизонтальні багатошпиндельні токарні автомати

Горизонтальні багатошпиндельні токарні автомати виготовляють у патронному і прутковому виконанні. У патронному виконанні верстат може бути оснащений маніпулятором для автоматизації завантаження заготовки й вивантаження готової деталі. У прутковому виконанні комплектують пристроєм для підтримки обертових прутків.

Напрямні труби (рис. 7.7 (10)) — пристрій для підтримки обертових прутків в автоматі.

Передні кінці прутків розташовані у шпиндельному блоці (1) і закріплені в шпинделях за допомогою цангових патронів. У шпиндельному блоці розташований поворотний барабан з чотирма, шістьма або вісьмома шпинделями (2).

У кожній позиції шпиндельного блоку заготовки обробляють інструментом, установленим на поперечних (3, 7 і 8) супортах, а також на центральному повздовжньому супорті (4), які після закінчення обробки відводять, даючи змогу шпиндельному барабану повернутися.

Повздовжній супорт, розташований на центральній гільзі (6), виконаний у вигляді шестикутника, на кожній грані якого встановлюють державки з необхідними різальними інструментами.

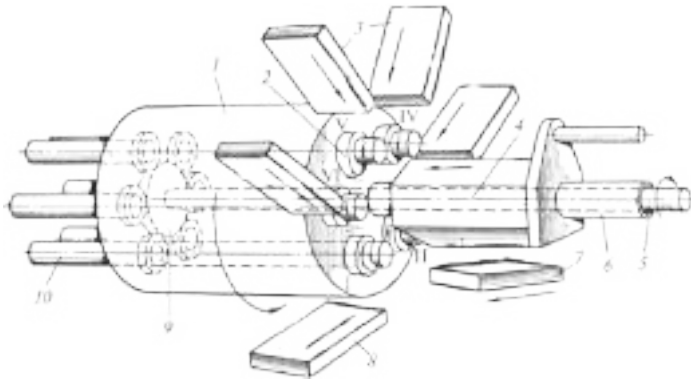


Рис. 7.7. Схема роботи горизонтального багатошпindelьного токарного автомата: 1 — шпindelний блок; 2 — шпindel; 3, 7, 8 — поперечні супорти; 4 — повздовжній супорт; 5 — приводний вал; 6 — центральна гільза; 9 — центральне зубчасте колесо; 10 — напрямна труба

Шпindelі автомата приймають обертання від приводного вала (5) через загальне центральне зубчасте колесо (9) і тому мають однакову частоту обертів.

Вертикальні токарні багатошпindelьні напівавтомати

Вертикальні токарні багатошпindelьні напівавтомати широко застосовують для обробки литих і штампованих заготовок середніх і великих розмірів.

Їхнє вертикальне компонування дає змогу економно використовувати займану верстатом площу, полегшує завантаження верстата заготовками.

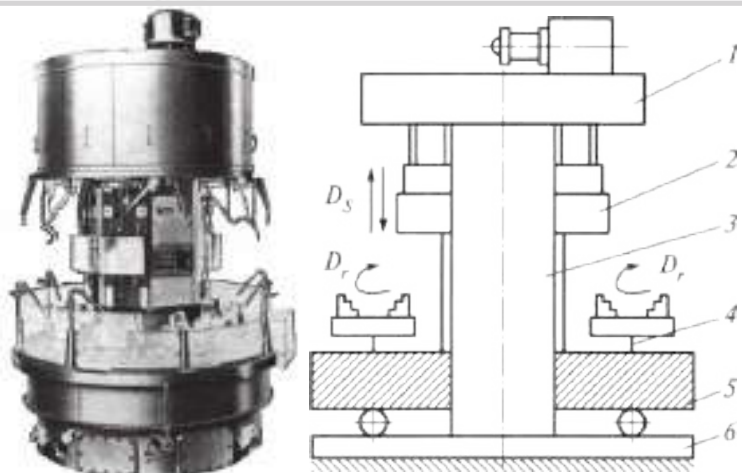
Вертикальний восьмишпindelний токарний напівавтомат призначений для чорнової і чистової обробки у патроні заготовок типу дисків, фланців та ін.

Верстати виготовляють у двох виконаннях: одні слугують для обробки заготовок з великими припусками (силове виконання), інші використовують для виготовлення деталей невеликого розміру або для обробки заготовок з кольорових металів (швидкісне виконання).



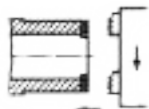
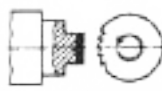
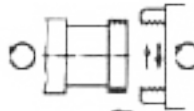
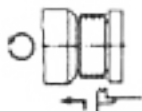
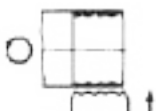
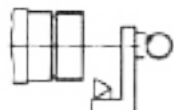
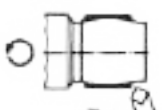
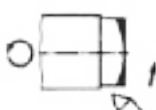
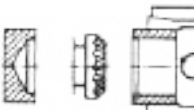
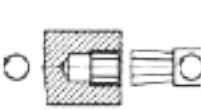
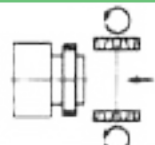
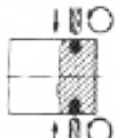
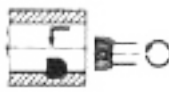
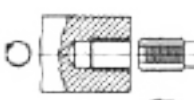
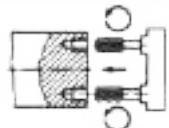
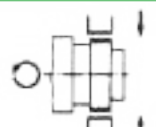
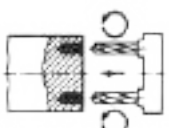
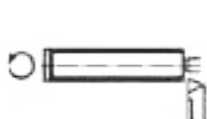
Токарні автомати й напівавтомати

Рис. 7.8. Загальний вигляд і схема роботи вертикального багатошпindelьного напівавтомата: 1 — корпус; 2 — супорт; 3 — колона; 4 — шпindel; 5 — стіл; 6 — основа; D_r — головний рух різання; D_s — рух подачі



Таблиця 7.1.

Технологічні можливості токарних автоматів

7.3. Токарно-револьверні верстати

Особливістю **револьверних верстатів** є наявність багатопозиційної поворотної головки, яка здатна нести різні інструменти для багатьох технологічних операцій (точіння, свердління, зенкування тощо).

Токарно-револьверні верстати залежно від моделі та призначення виробляють з типовою конструкцією або доповнюють системою ЧПК.

➤ Підготовка токарно-револьверного верстата до роботи:

- установлення пристосування для закріплення оброблюваної заготовки (деталі), допоміжного й різального інструмента;
- налаштування упорів для подачі прутків і обмеження ходу супортів;
- установлення руків'їв або кулачків для отримання необхідної частоти обертання шпинделя і подач різального інструмента;
- обробка двох-трьох заготовок;
- перевірка виготовлених пробних деталей;
- підналаштування положення інструмента й упорів.

Конструкція верстатів цієї групи розроблена таким чином, що інструменти фіксують у заданій послідовності у спеціальному пристосуванні. Його називають **револьверна головка** (рис. 7.9).

Для обмеження ходу інструмента токарно-револьверні верстати оснащені спеціальними упорами, які відключають повздовжню і поперечну подачу (рис. 7.10).

Рис. 7.9. Токарно-револьверний верстат з вертикальним розташуванням револьверної головки: 1 — револьверна головка; 2 — коробка подач; 3 — шпиндельна бабка; 4 — фартух

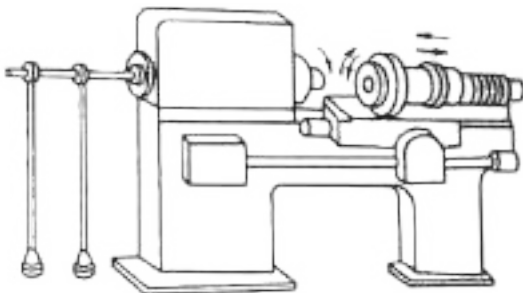
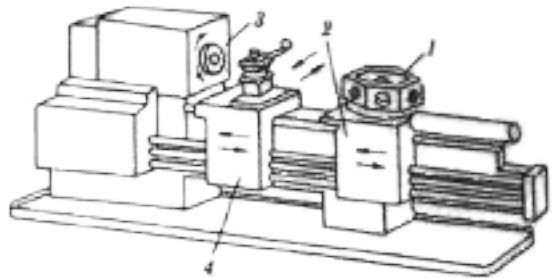


Рис. 7.10. Токарно-револьверний верстат з горизонтальним розташуванням револьверної головки



Рис. 7.11. Конструкція револьверної головки

Револьверна головка здатна здійснювати поворот після виконання одного робочого ходу і дає змогу в потрібний момент використовувати для виконання обробки саме необхідний інструмент.

➤ **Токарно-револьверні верстати від вітчизняних виробників класифікують за двома основними параметрами:**

- за типом оброблюваних деталей поділяються на моделі для пруткових або патронних робіт;
- за розташуванням осі, в якій міститься револьверна головка, верстати ділять на горизонтальні, вертикальні й похилі.

Токарні верстати револьверної групи можуть бути оснащені планшайбами, три- або чотирикулачковими патронами, які приводять у дію за допомогою ручного або гідравлічного приводу. Це дає змогу виконувати обробку заготовок значних розмірів. Це можуть бути заготовки, які були попередньо отримані за допомогою кування, штампування або лиття.

Функціональні можливості револьверного верстата дають змогу здійснювати майже весь спектр токарних технологічних операцій.

Детальми, які обробляють на таких пристроях, можуть бути болти, гайки, кільця, ступінчасті валики, фланці, втулки та ін.

➤ **Найпоширеніші типи операцій, які виконують на токарно-револьверних верстатах:**

- нарізування внутрішньої та зовнішньої різьби різними інструментами;
- обробка торцевої поверхні заготовок;
- обточування деталей циліндричної форми;
- проточування канавок з різними геометричними параметрами.

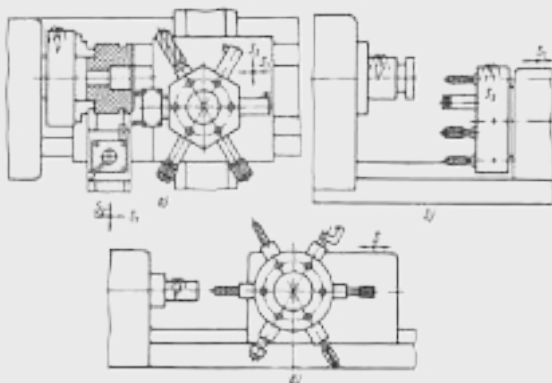


Рис. 7.12. Типи револьверних головок: а — револьверна головка з вертикальною віссю обертання; б — револьверна головка з горизонтальною віссю обертання, яка паралельна з віссю шпинделя; в — револьверна головка з горизонтальною віссю обертання, перпендикулярною до осі шпинделя

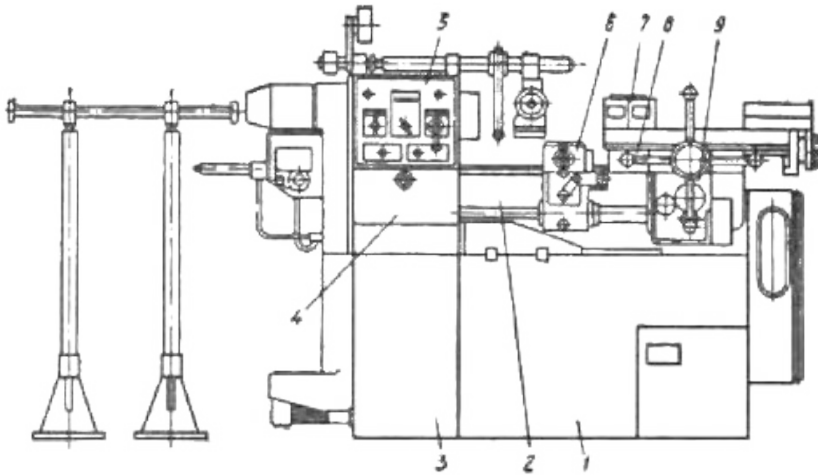


Рис. 7.13. Токарно-револьверний верстат 1H325: 1 — корпус; 2 — станина; 3 — редуктор; 4 — коробка подач; 5 — шпіндельна бабка; 6 — поперечний супорт; 7 — шестипозиційна головка; 8 — каретка; 9 — фартух

Основні параметри револьверних верстатів — найбільший діаметр оброблюваного прутка і найбільший діаметр обробки над станиною.

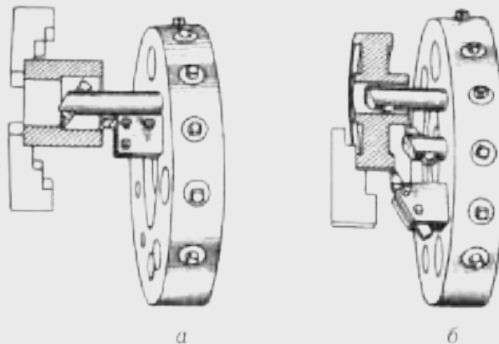
Токарно-револьверний верстат 1H325

Токарно-револьверний верстат 1H325 є універсальним загального призначення для обробки деталей із прутка діаметром до 25 мм або штучних заготовок, які закріплюють у патроні.

Верстат має шестигранну револьверну головку з револьверною віссю обертання. На верстаті можна виконувати всі види токарних робіт, також нарізування різьби мітчиками або за допомогою різьбонарізного копіра (рис. 7.13).

Налагодження токарно-револьверних верстатів на обробку деталей (рис. 7.14)

Рис. 7.14. Налагодження інструментів токарно-револьверного верстата з горизонтальною віссю повороту головки: а — розточування отвору та точіння фаски; б — розточування отвору і точіння фаски на ступиці



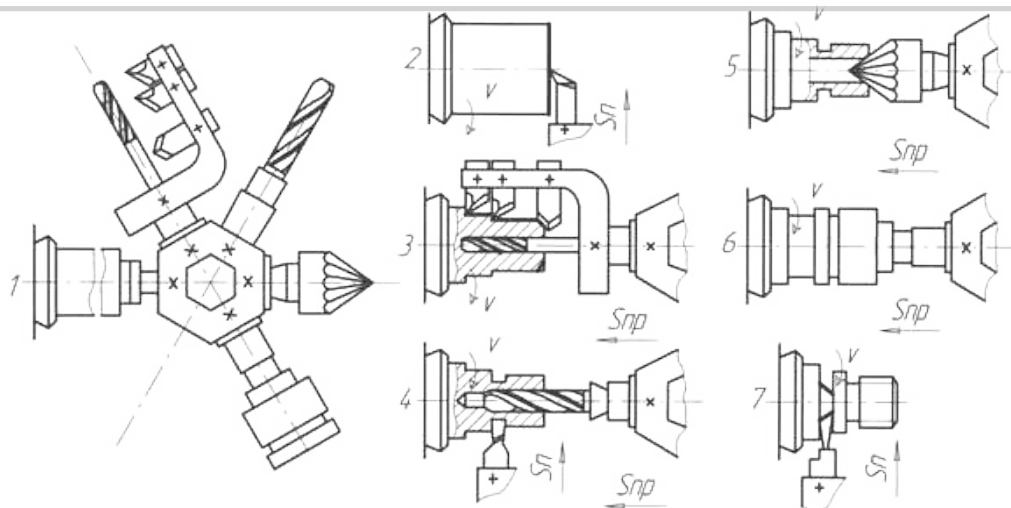
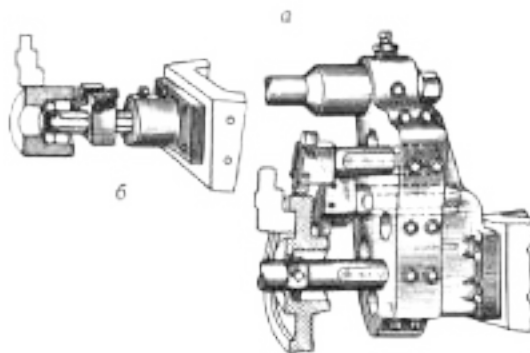


Рис. 7.15. Схема обробки деталі «Штуцер» на токарно-револьверному верстаті: 1 — подача прутка до упору; 2 — зацентрування торця; 3 — проточування, зняття фаски та свердління; 4 — розсвердлювання та проточування канавки; 5 — зенкування; 6 — зміна положення прутка упором; 7 — відрізка вала

Рис. 7.16. Налаштування інструментів токарно-револьверного верстата з вертикальною віссю повороту головки: а — розточування отвору та точіння фаски на маточині; б — розточування отвору і точіння фаски



Послідовність обробки деталі на багатошпиндельному автоматі послідовної дії (рис. 7.17)

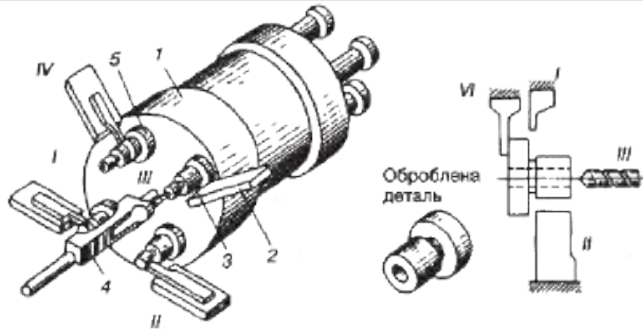
При періодичному повороті блока кожний шпиндель послідовно займає позиції (I-IV). У позиції (I) прутки подають до упору й закріплюють, а потім закріплений у поперечному супорті різець прорізує канавку.

На позиції (II) встановленим на другому поперечному супорті різцем обробляють зовнішню поверхню.

Після наступного повороту шпиндельного блока шпиндель із заготовкою займає позицію (III), де встановленим у повздовжньому супорті свердлом виконують отвір. У позиції (IV) відрізають готову деталь.

Продуктивність чотиришпиндельних автоматів у 2,5–3 рази перевищує продуктивність близьких до них за можливостями одношпиндельних токарно-револьверних автоматів.

Рис. 7.17. Схеми обробки деталі на багатошпиндельному токарному автоматі послідовної дії: 1 — шпиндельний блок; 2 — поперечний супорт; 3 — заготовка; 4 — повздовжній супорт; 5 — шпинделі



Токарно-револьверні верстати з програмним керуванням

Системи програмного керування зазвичай застосовують, якщо токарний автомат призначений для випуску деталей у серійному або дрібносерійному виробництві.

► Програмне забезпечення в токарно-револьверних верстатах дає змогу:

- автоматизувати процес обробки;
- поліпшити якість оброблюваних деталей;
- значно скоротити час налагодження верстата.



Призначення, класифікація, сфера застосування токарно-револьверних верстатів



Рис. 7.18. Токарно-револьверний верстат з програмним керуванням з 12-позиційною револьверною головкою

7.4. Токарно-відрізні верстати

Токарно-відрізні верстати застосовують для розрізання труб і круглого металу діаметром здебільшого до 120–150 мм. Токарно-відрізні верстати мають нескладний різальний інструмент (різці), прості в обслуговуванні та можуть працювати з автоматизованим робочим циклом.

До недоліків токарно-відрізних верстатів належать широкий проріз у порівнянні з ножівковими верстатами і необхідність видалення задирок, які залишаються на торцях після відрізки.

Автомат токарно-відрізний чотиришпиндельний горизонтальний прутковий моделі 1Б240–0

Передня бабка токарно-відрізного верстата має пустотілий шпиндель, пристосований для відрізання прутків діаметром до 40 мм. На обох кінцях шпинделя розташовані трикулачкові затискні патрони, що дають змогу затискати пруток у двох місцях.

Токарно-відрізні верстати мають два супорти — передній і задній. Отже, можна одночасно працювати двома різцями.

Для збереження постійної швидкості різання на цих верстатах при наближенні різців до центру число обертів шпинделя постійно збільшується.

Технічні характеристики токарно-відрізного верстата моделі 1Б240–0

Токарно-відрізні верстати моделі 1Б240–0 обробляють складні деталі за один цикл і виключають доопрацювання на інших верстатах.

Клас точності верстата за ГОСТ 8–82, (Н, П, В, А, С)	А
Діаметр прутка найбільший, мм	40
Кількість шпинделів	4
Подача дроту, мм	710_530_530
Габарити верстата, мм (довжина*ширина*висота)	6630*1360*1950
Маса	8000
Потужність двигуна, кВт	11
Межі частоти обертання шпинделя, Min/Max, об/хв	128/1536



Рис. 7.19. Загальний вигляд токарного відрізного верстата моделі 1Б240-0

7.5. Токарно-карусельні верстати

Обробка масивних деталей є одним із найскладніших завдань виробничого процесу. Для її здійснення необхідно використовувати спеціальні типи обладнання. Це, зокрема, токарно-карусельні верстати.

Їхньою головною відмінністю від іншого токарного обладнання є конструкція і розташування планшайби. Вона має горизонтальну орієнтацію та одночасно виконує функції робочого столу.

Токарно-карусельні верстати застосовують для обробки важких деталей великого діаметра й порівняно невеликої довжини. На цих верстатах можна виконувати майже всі токарні операції.

Токарно-карусельні верстати виготовляють двох типів: *одностоякові* та *двостоякові*. Верстати з планшайбою діаметром до 1600 мм зазвичай одностоякові, а верстати з планшайбами більшого діаметра — двостоякові.

Одностоякові токарно-карусельні верстати

Одностояковий верстат моделі 1512 (рис. 7.20) є універсальним верстатом і призначений для обробки різноманітних виробів з чорних і кольорових металів в умовах дрібносерійного і серійного виробництва.

Модель 1512 є найбільш поширеною серед токарно-карусельних верстатів. Верстат дає змогу проводити токарну обробку деталей діаметром до 1250 мм, висотою до 1 метра і масою до 3200 кг.

На верстаті можна виконувати циліндричне й конічне обточування і розточування, обробку площин — як внутрішніх, так

і зовнішніх, свердління, зенкування і розгортання центральних отворів, а також напівчистове й чистове обточування плоских торцевих поверхонь.



Верстат має два супорти:

- вертикальний з п'ятипозиційною револьверною головкою з автоматичним поворотом і фіксацією на кожній позиції;
- горизонтальний (бічний) з чотирьохпозиційним різцетримачем.

Рис. 7.20. Верстат токарно-карусельний одностояковий універсальний 1512



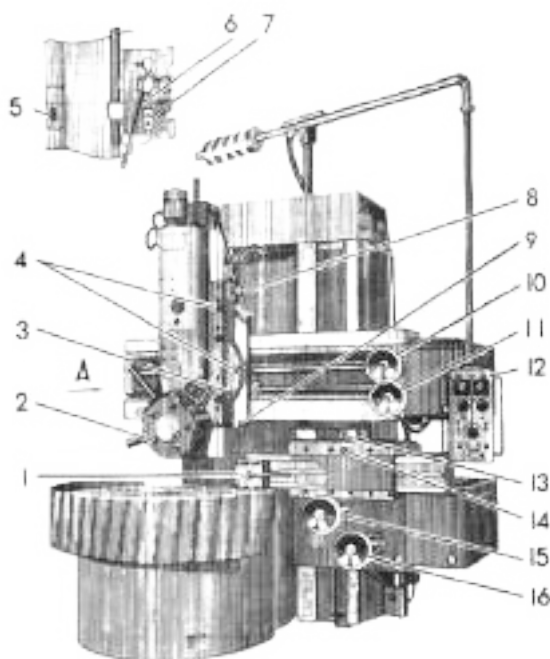


Рис. 7.21. Органи керування верстатом 1512

Технологічні можливості верстата значно розширюються за допомогою трикулачкової планшайби, пристосувань (для нарізування різьби, обробки конічних поверхонь, обточування фасонних поверхонь тіл обертанням по копіру, обробки деталей по упорах) і пристосувань для обробки з охолодженням.

Перелік органів керування верстатом 1512 (рис. 7.21)

1. Руків'я кріплення різцевої головки бокового супорта.
2. Гвинт фіксації оправки різального інструмента у гнізді револьверної головки.
3. Гвинт фіксації повзуна вертикального супорта.
4. Гайки кріплення поворотних полозків вертикального супорта.
5. Руків'я автоматичного підключення верстата до електромережі.
6. Руків'я затиску поперечини.
7. Кнопки переміщення поперечини «вгору», «вниз».
8. Квадрат черв'ячного повороту повзуна вертикального супорта.
9. Гвинт фіксації вертикального супорта.
10. Маховик ручного вертикального переміщення повзуна вертикального супорта.
11. Маховик ручного горизонтального переміщення вертикального супорта.
12. Підвісний пульт керування.
13. Гвинт фіксації повзуна бокового супорта.
14. Гвинт фіксації бокового супорта.
15. Маховик ручного горизонтального переміщення повзуна бокового супорта.
16. Маховик ручного вертикального переміщення бокового супорта.

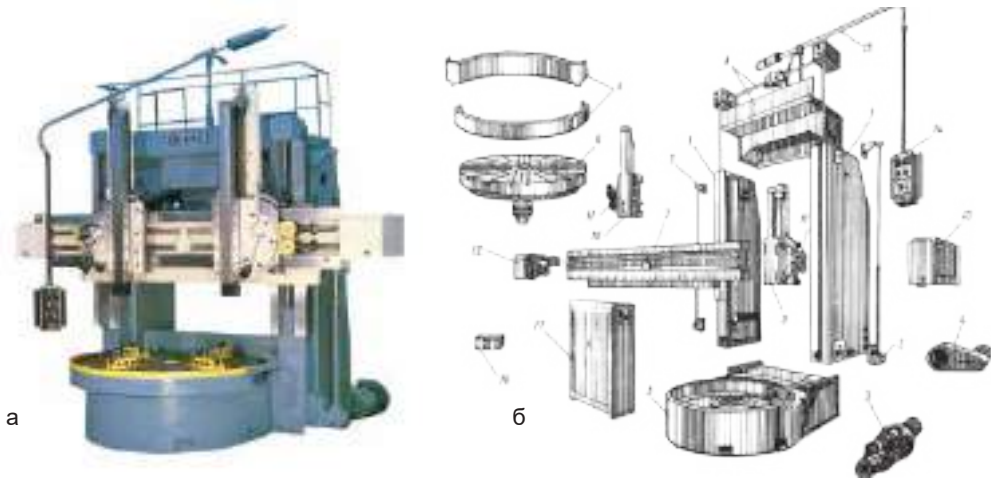


Рис. 7.22. Двостояковий токарно-карусельний верстат моделі 1Л532: а — загальний вигляд верстата; б — розташування основних частин верстата:

1. Стійки. 2. Механізм передачі руху на подачу. 3. Коробка швидкостей. 4. Кожух. 5. Стіл. 6. Планшайба. 7. Поперечина. 8. Механізм переміщення поперечини. 9. Правий вертикальний супорт. 10. Лівий вертикальний супорт. 11. Механізм ручного переміщення супортів. 12. Коробка подач ліва. 13. Коробка подач права. 14. Підвісний пульт керування. 15. Підвіска підвісного пульта керування. 16. Показчик потужності. 17. Електрошкаф.

Двостоякові токарно-карусельні верстати (рис. 7.22, 7.23)

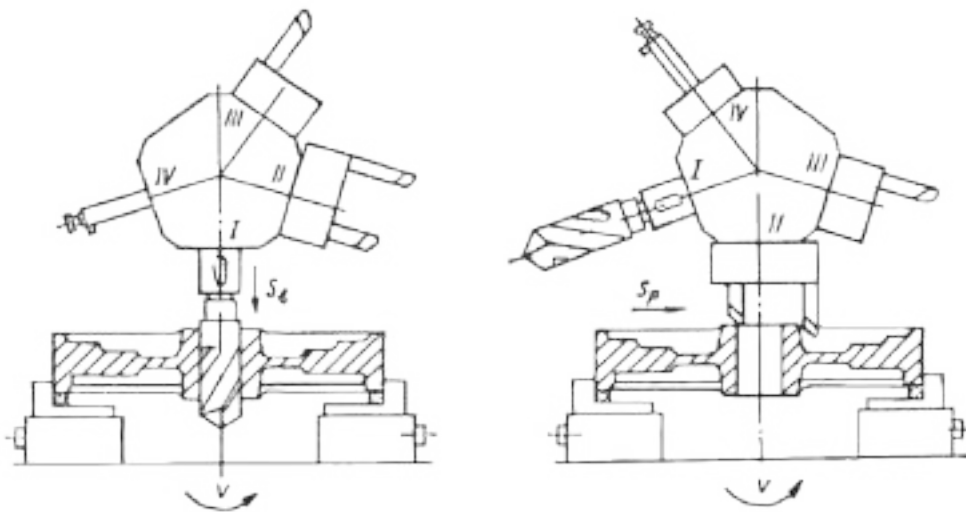


Рис. 7.23. Зразок обробки деталі «Шків» на токарно-карусельному верстаті

Токарно-карусельні верстати з програмним керуванням моделі 1A516МФЗ

Токарно-карусельний верстат з програмним керуванням моделі 1A516МФЗ призначений для вертикальної токарної обробки криволінійних поверхонь різних заготовок з чорних і кольорових металів в умовах одиничного, дрібносерійного і серійного виробництва.

➤ **Токарний верстат моделі 1A516МФЗ, оснащений пристроєм ЧПК, є вертикальним обробним центром, на якому можна виконувати такі операції:**

- токарна обробка торцевих, циліндричних, конічних і криволінійних поверхонь зовнішнього і внутрішнього контуру деталей кільцевої форми діаметром до 1250 мм;
- свердління, зенкування і розгортання отворів в діапазоні діаметрів 8–50 мм, розташованих поза віссю обертання деталі та на її бічних поверхнях під будь-яким кутом до осі обертання; розточування цих отворів;
- фрезерування площин, пазів, заглиблень і вікон будь-якої форми кінцевими фрезами діаметром 20–50 мм і торцевими фрезами діаметром 100–200 мм;
- нарізування внутрішніх різьб мітчиками розміром М10–М30 на торцевих і бічних поверхнях деталі під будь-яким кутом до осі її обертання або різцями на внутрішніх і зовнішніх поверхнях діаметром до 1250 мм з кроком 1,0–100 мм.

Карусельні верстати 1A516МФЗ оснащені контурно-позиційним пристроєм числового програмного керування і пристроєм для автоматичної зміни інструментів.

➤ **На верстатах у напівавтоматичному циклі за визначеною програмою можна виконувати такі операції:**

- обточування і розточування поверхонь заготовок як із прямолінійними, так і криволінійними твірними; обточування торцевих поверхонь;



Рис. 7.24. Загальний вигляд токарно-карусельного верстата з програмним керуванням моделі 1A516МФЗ



Рис. 7.25. Обробка деталі на токарно-карусельному верстаті з програмним керуванням моделі 1A516МФЗ

- прорізання кільцевих канавок;
- напівчистове й чистове проточування прямолінійних і криволінійних поверхонь зі збереженням постійної швидкості різання та нарізування різьб на різних поверхнях.

7.6. Токарні лобові верстати

Для обробки коротких заготовок великого діаметра і невеликої довжини типу шківів, великих зубчастих коліс, маховиків в умовах індивідуального виробництва, а також у ремонтних майстернях застосовують токарні лобові верстати (рис. 7.26).

Лобові верстати — верстати, які відрізняються від звичайних токарних переважно тим, що у них відсутня задня бабка.

За зовнішнім виглядом вони відрізняються від звичайних токарних верстатів порівняно малою довжиною і великим (до чотирьох метрів) діаметром планшайби, а також відсутністю задньої бабки (рис. 7.27).

Рис. 7.26. Загальний вигляд токарно-лобового верстата

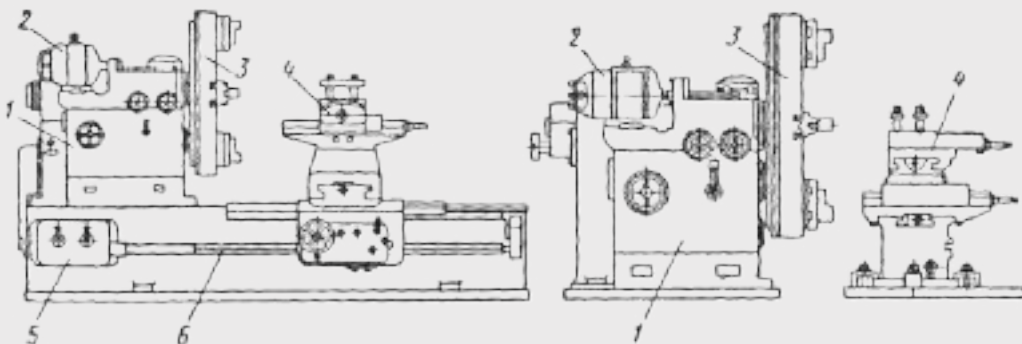


Рис. 7.27. Лобові токарні верстати: 1 — передня бабка; 2 — електродвигун привода головного руху; 3 — планшайба; 4 — супорт; 5 — коробка подач; 6 — ходовий вал

Рис. 7.28. Лоботокарний верстат з ЧПК



Лоботокарний верстат з ЧПК (рис. 7.28)

Лоботокарний верстат з ЧПК дає змогу обробляти деталі вагою до 5000 кг. Верстат призначений для обробки деталей типу диск або фланець. Максимальна довжина оброблюваної деталі 700 мм. Оснащується безступінчастим регулюванням швидкості обертання шпинделя.

У передній бабці розташована коробка швидкостей, на шпинделі якої закріплена планшайба. Поперечна станина з двома супортами розташована на окремій плиті, ізольованій від бабки.

Супорт складається з каретки, яка рухається в поперечному напрямку по напрямних станини, середньої (поворотної) частини, що може бути встановлена паралельно або під кутом до осі шпинделя, і верхньої частини з різцетримачем.

Сьогодні через невисоку точність, складнощі установки заготовки, а також низьку продуктивність лобові верстати застосовують рідко; їх витіснили досконаліші карусельні верстати.



Токарно-лобові верстати, їхнє призначення та область застосування

7.7. Багаторізцеві токарні верстати

Токарні багаторізцеві верстати є високопродуктивними спеціалізованими токарними верстатами, призначеними для обробки деталей типу ступінчастих валиків, блоків шестерень тощо у патроні або у центрах в умовах серійного і масового виробництва.

У багаторізцевих токарних верстатах — два і більше супорти. На кожному з них може бути встановлено кілька різців, які працюють одночасно. Це дає змогу скоротити машинний час, оскільки кожен різець при обробці прохо-

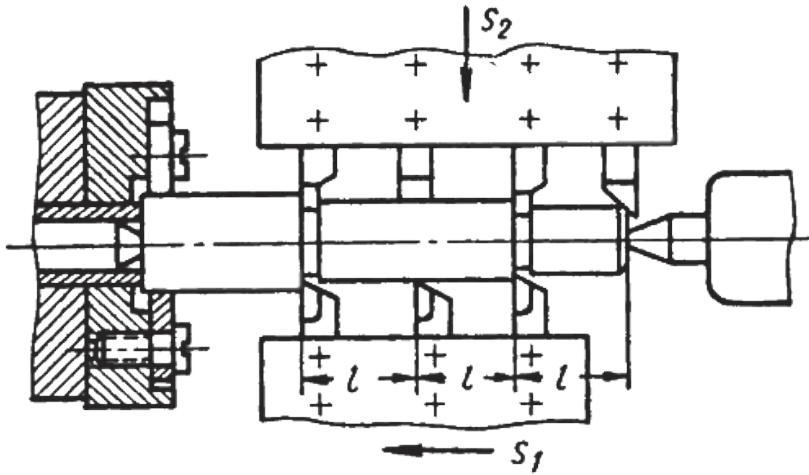


Рис. 7.29. Обробка ступінчастого валика на багаторізцевому верстаті

дять лише частину всієї довжини заготовки, а час роботи супортів може бути поєднаним.

Передній супорт багаторізцевих верстатів призначений для обточування окремих ступенів валиків і має повздовжню робочу подачу (переміщення) S_1 (рис. 7.29).

Задньому супорту надають рух тільки поперечної подачі S_2 , необхідний для проточування канавок, підрізування торців, зняття фасок і для обробки невеликих фасонних поверхонь фасонними різцями.

Токарні багаторізцеві верстати працюють у напівавтоматичному циклі. Оператор токарного верстата тільки встановлює заготовку, запускає верстат і знімає готову деталь, що дає змогу одному робітникові обслуговувати одночасно кілька верстатів (багатоверстатне обслуговування).

Схема роботи токарного багаторізцевого верстата 1730

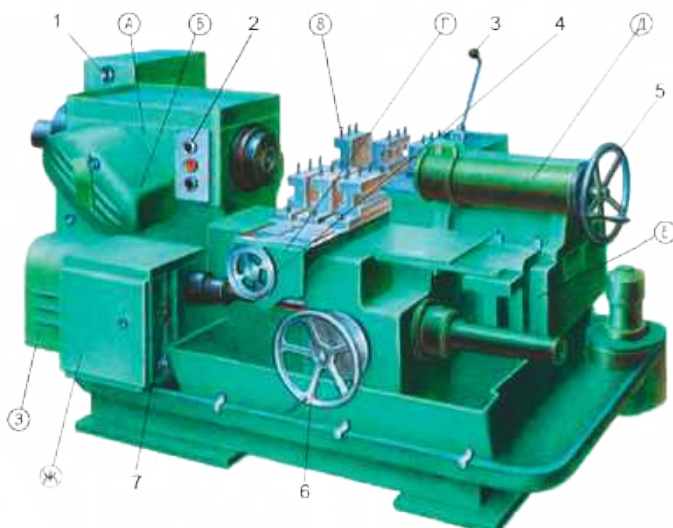
Токарний багаторізцевий напівавтомат (рис. 7.30) призначений для високопродуктивної напівчистової та чистої токарної обробки однорізцевим або багаторізцевим копіювальним способом валів, кілець, підшипників, фланців, шестерень та інших деталей у центрах, патроні або на оправці в умовах серійного і масового виробництва.

Одновременна робота великої кількості різців, кожен з яких обробляє свою ділянку заготовки, дає змогу отримати деталі заданих форм і розмірів шляхом найпростіших і коротких циклів роботи супортів — а отже, значно скоротити час обробки.

➤ Основні вузли верстата 1730:

- станина і корито;
- передня бабка;
- коробка змінних шестерень;

Рис. 7.30. Загальний вигляд токарного багаторізевого автомата 1730: 1 — руків'я ввімкнення насоса для МОР; 2 — кнопкова станція; 3 — руків'я затиску пінолі задньої бабки; 4 — маховичок ручного поперечного переміщення переднього супорта; 5 — маховичок переміщення пінолі задньої бабки; 6 — маховичок ручного повздовжнього переміщення полозків переднього супорта; 7 — руків'я пуску верстата



- коробка подачі і автоматики;
- передній супорт;
- коробка передачі до заднього супорта;
- задній супорт;
- задня бабка;
- система охолодження і моторна установка.

Зняття деталі, встановлення заготовки, її затиск у патроні або у центрах передньої і задньої бабок, а також пуск верстата проводять вручну. Підведення супортів з різцями, обробку заготовки, повернення супортів у початкове положення і зупинку верстата здійснюють автоматично.

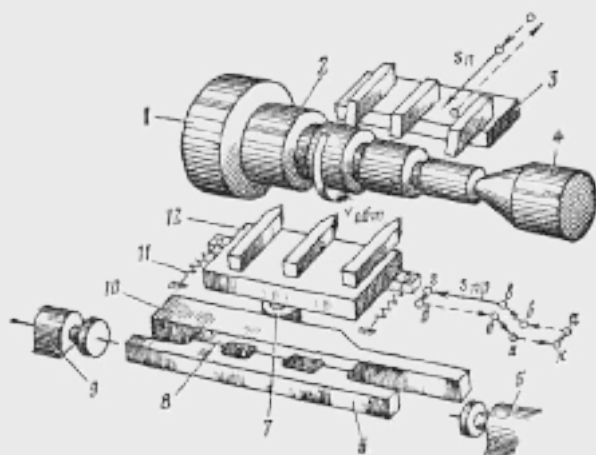


Рис. 7.31. Схема токарного багаторізевого верстата 1730: 1 — передня бабка; 2 — заготовка; 3 — поперечний супорт; 4 — задня бабка; 5, 9 — упор; 6, 8 — планка; 7 — ролик; 10 — лінійка; 11 — пружина; 12 — повздовжній супорт

Повздовжній супорт рухається разом із планками відносно нерухомої лінійки. При цьому ролик супорта перекочується робочою поверхнею лінійки і постійно притискається до неї пружинами.

➤ **Цикл роботи повздовжнього супорта (рис. 7.31):**

- швидке підведення супорта до заготовки (ділянка а-б);
- врізання різців при переміщенні ролика по конусній поверхні лінійки (ділянка б-в);
- обточування заготовки при робочій подачі (ділянка в-г);
- відскакування супорта назад у поперечному напрямку (ділянка г-д);
- швидкий відхід супорта в початкове праве положення (ділянки д-е, е-і, і-к);
- переміщення супорта вперед у початкове робоче положення (ділянка к-а).

Варіанти комплексної обробки деталі на токарних верстатах-автоматах з програмним керуванням показано на рис. 7.33.

Токарні автомати з ПК характеризуються синхронністю рухів вузлів і одночасністю здійснення різноманітних технологічних операцій.



Одношпиндельні токарні багаторізцеві напівавтомати

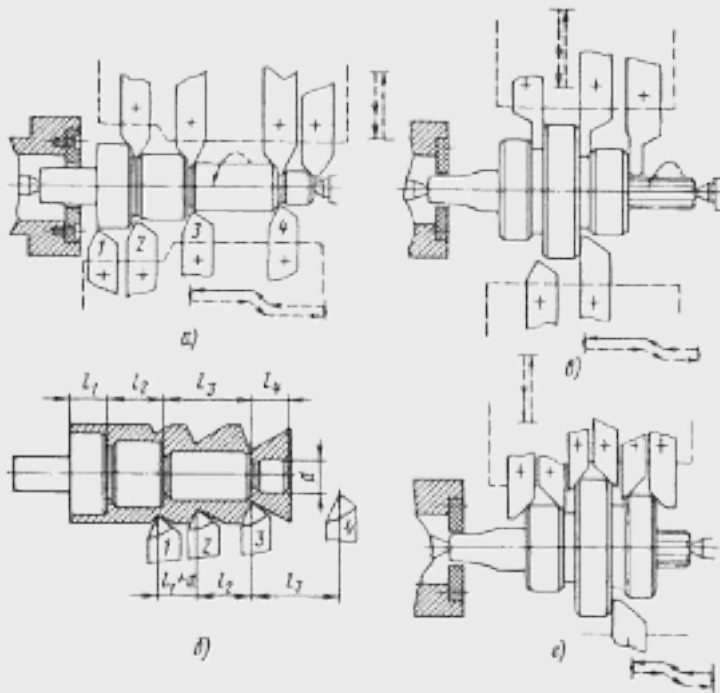


Рис. 7.32. Типові схеми обробки заготовки на багаторізцевому токарному автоматі 1730: а — різці в кінцевих положеннях; б — установлення різців і зони їх врізання; в, г — схеми обробки однієї заготовки за дві послідовні операції
1–4 — токарні різці

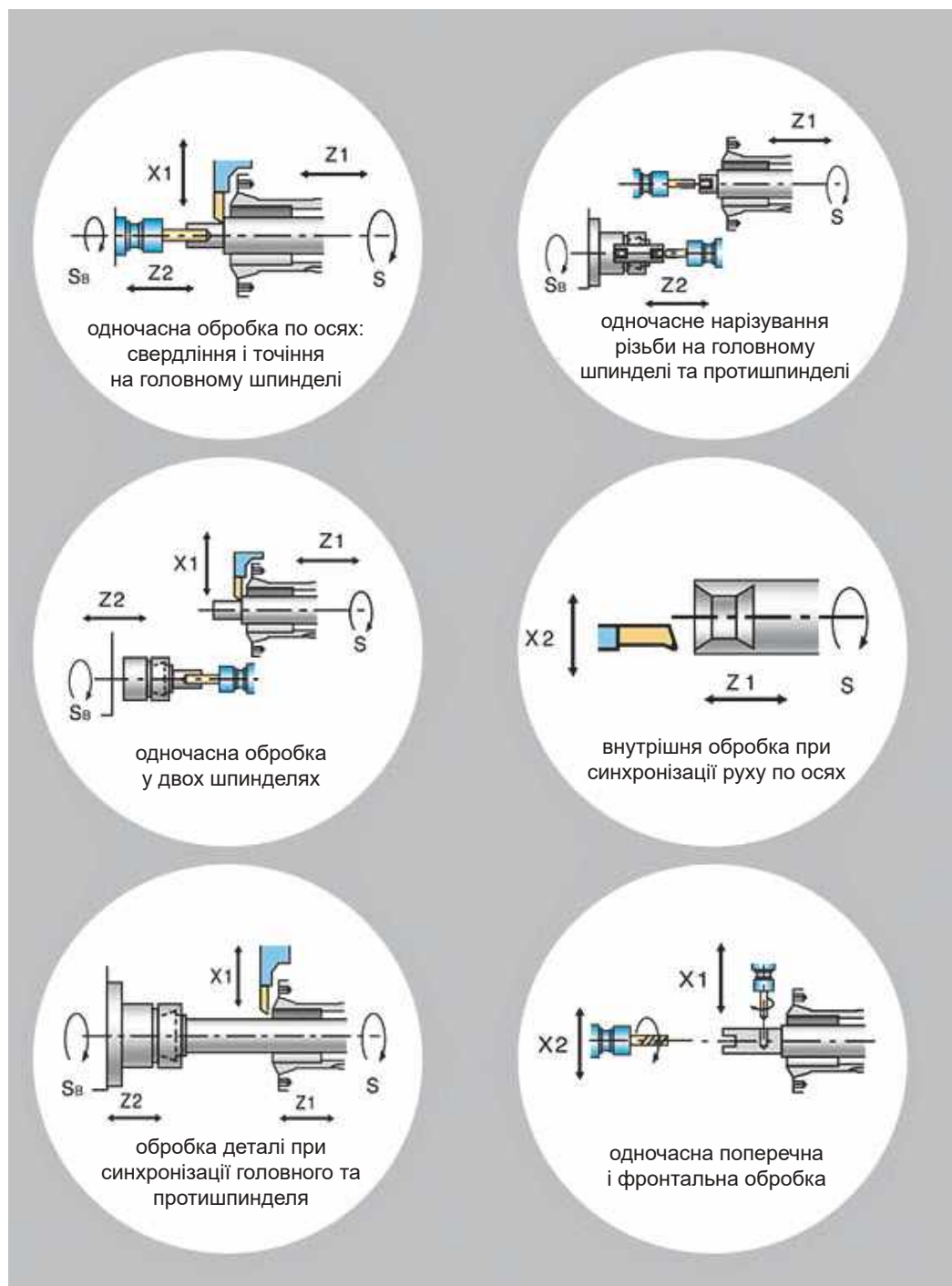


Рис. 7.33. Варіанти комплексної обробки на токарних автоматах з ПК

7.8. Спеціалізовані та спеціальні токарні верстати

СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ТОКАРНІ ВЕРСТАТИ

Останнім часом відзначають інтенсивний розвиток виробництва багатофункціональних токарних верстатів для повної комплексної обробки деталей, на яких, крім відомих стандартних операцій з обробки деталей лезовим інструментом, почали широко застосовувати шліфування, лазерну обробку поверхонь, зварювання та ін. До таких верстатів належать спеціалізовані токарні верстати, призначені для обробки деталей, схожих за конфігурацією та розмірами.

Спеціалізовані верстати — це верстати, призначені для обробки деталей одного найменування, але різних розмірів.

До спеціалізованих верстатів належать верстати для обробки труб, муфт, колінчастих валів, а також зубо- та різьбообробні, токарно-затилочні верстати тощо. Їм властиве швидке переналаштування змінних пристроїв і пристосувань; їх використовують у серійному і великосерійному виробництві.

Використання такого обладнання сприяє не тільки значному підвищенню точності обробки деталей, але й суттєвому зростанню продуктивності праці, скороченню циклу виготовлення продукції в цілому.

Водночас при створенні нових зразків різної продукції помітна тенденція скорочення загальної кількості деталей у виробі, при цьому конструкцію самих деталей значно ускладнюють. Для продуктивної і точної обробки таких деталей у багатьох випадках потрібне спеціальне верстатне обладнання.

Як приклад можна навести спеціальні токарні верстати з ЧПК високого класу точності в пилозахищеному виконанні. Вони призначені для обробки графітових деталей і фінішної профільної обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь металевих і неметалевих деталей (рис. 7.34). Такі верстати виготовлені на базі токарних верстатів горизонтального компонування з напрямними кочення. Вони мають герметичне облицювання кабінетного типу й оснащені системою примусової витяжки пилу із зони різання. У конструкції зазначених верстатів використовують: електродвигуни, револьверні головки, пульт управління, електрошафу та інші компоненти з особливим ступенем захисту.



Рис. 7.34. Робоча зона верстата для обробки графіту та інших пилоутворювальних матеріалів



Рис. 7.35. Спеціалізований верстат для нарізування внутрішньої різьби та довбання повздожнього паза

У спеціалізованих верстатах застосовують систему подачі надлишкового тиску очищеного повітря у шпіндельну бабку, танкетки напрямних кочення та інші механізми для запобігання проникнення пилу у внутрішні порожнини.

Спеціалізований верстат з ЧПК для нарізування внутрішньої різьби і довбання повздожнього паза в трубі оснащений спеціальною розточеною антивібраційною оправкою для нарізування різьби з великим кроком (рис. 7.35).

Жорсткість верстата дає змогу проводити довбання повздожнього паза в отворі деталі в умовах дії великих динамічних навантажень.

Використання індексного поворотного патрона при нарізуванні різьби у муфтах дає змогу на 20–25% підвищити продуктивність обробки деталей у порівнянні з обробкою з переустановленням у звичайному трикулачковому патроні, а також забезпечити співвісність оброблюваних різьб у межах 20 мкм.

СПЕЦІАЛЬНІ ТОКАРНІ ВЕРСТАТИ

Спеціальні токарні верстати — це верстати, призначені для обробки однакових деталей або для виконання тільки однієї операції.

На тепловозо- та вагонобудівних заводах і під час ремонту залізничного рухомого складу застосовують колесотокарний і осетокарний верстати, призначені для обточування бандажів, ободів і осей колісних пар для рухомого складу залізниць.

Для виготовлення великогабаритних деталей: бандажів, ободів і осей колісних пар для рухомого складу залізниць на тепловозо- і вагонобудівних заводах і при ремонті залізничного рухомого складу використовують колесотокарні й осетокарні спеціальні верстати.

Спеціальний колесотокарний верстат моделі UDA 125N

Основним корпусом верстата є портал, виконаний як однорідний чавунний виливок, до якого прикріплюють загартовані напрямні для переміщення шпіндельних бабок і супортів.



Рис. 7.36. Колесотокарний верстат моделі UDA 125N

Після перекату колісної пари рейками на верстат відбувається її підйом до рівня центрів верстата за допомогою підіймача. Зафіксовану в центрах колісну пару закріплюють за допомогою поводків з кулачками.

Усі ці операції відбуваються автоматично. Верстат оснащений двома супортами, які за допомогою програми системи числового програмного керування одночасно вимірюють і обточують профілі обох коліс в автоматичному циклі обробки.

Спеціальний токарно-накатний верстат РТ30101



Рис. 7.38. Деталі, які обробляють на спеціальному верстаті моделі РТ30101

Верстат призначений для обробки підступичної частини осі вагонної колісної пари РУ1 або РУ1Ш і виробів, яким потрібна висока якість фінішної поверхні без використання інших верстатів (рис. 7.39).

Накатку проводять двома роликами — зміцнювальними і згладжувальними, що забезпечує високу якість оброблюваної поверхні.

Накатний пристрій розташований на каретці з приводом роликів від двох паралельно з'єднаних гідроциліндрів односторонньої дії. Компактна

гідростанція змонтована на станині і не вимагає додаткового фундаменту.

Верстат виконаний за класичною схемою. Станина — цілісна, лита, чавунна. Жорсткість конструкції РТ30101 дає змогу використовувати сучасний швидкорізальний і твердосплавний інструмент.

7.9. Особливості роботи на важких токарних верстатах

Важкі токарні верстати призначені для обробки масивних деталей зі сталі або чавуну. На верстатах можна здійснювати обточування зовнішніх циліндричних поверхонь як у центрах, так і з установкою в планшайбу передньої бабки й центру задньої бабки, обробку роторів турбін, обточування конусних поверхонь, нарізку метричних, дюймових різьб і спіралі, обробку деталей складного профілю при установці спеціальних пристосувань.

Передбачене управління верстатами — дистанційне.



Рис. 7.37. Спеціальний токарний верстат моделі РТ30101

Фундамент — це основа, на яку встановлюють і закріплюють шпиндельну бабку і станину з супортами.

Станина важкого токарного верстата має форму коробки і внутрішні ребра, які пов'язують задню з передньою стінкою і забезпечують жорстку конструкцію.

Шпиндель зазвичай приводять у рух за допомогою реверсивного приводу з двигуном постійного струму. На станині токарного верстата є дві каретки: права і ліва.

➤ **Важкі токарні верстати за масою поділяють на:**

- важкі — понад 10 т;
- великі — від 16 до 30 т;
- власне важкі — від 30 до 100 т;
- особливо важкі — понад 100 т.

У важких верстатах на дві напрямні спирається токарний супорт, водночас інші напрямні служать для приймання передньої бабки, люнетів або роликів опор. Такий принцип гарантує не тільки абсолютну стабільність і точність, а й безперешкодне переміщення супорта на всій довжині зони обробки. Через широкі отвори здійснюється швидке видалення стружки. Таким чином точність напрямних не порушується під термічним впливом гарячої стружки.

Важкий токарний верстат РТ117ФЗ РМЦ-8000 призначений для ефективної обробки великогабаритних виробів, наприклад, суднових валів, роторів турбін, устаткування для бурових установок.

Головною особливістю цього верстата є наявність двох паралельно розташованих станин, які встановлені одна щодо іншої залежно від розмірів виробу.

Основні технічні характеристики РТС160

Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм	залежить від довжини станин
Діаметр встановлюваної деталі над станиною, мм	макс. 1800
Діаметр обробки над супортом, мм	макс. 1800
Діаметр отвору в шпинделі, мм	140
Вага деталі, яка встановлюється на верстаті у центрі, кг	макс. 10000
Клас точності верстата	H



Рис. 7.39. Важкий токарний верстат РТС160

Інструменти для важких токарних верстатів

Токарні різці, які призначені для роботи на важких токарних верстатах, працюють зі значними питомими навантаженнями на леза, в умовах ускладненого відведення стружки, що призводить до великої кількості ламань різальних пластин.

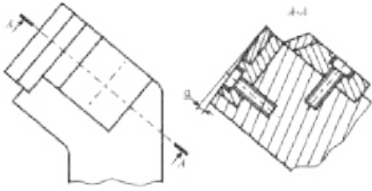


Рис. 7.40. Твердосплавні різці для важких токарних верстатів

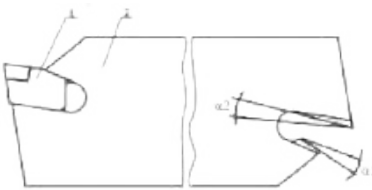


Рис. 7.41. Конструкція збірного відрізного різця для важких токарних верстатів: 1 — різальний клиновий елемент; 2 — корпус

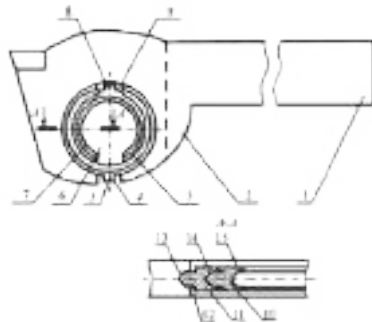


Рис. 7.42. Відрізний різець з підвищеною вібростійкістю

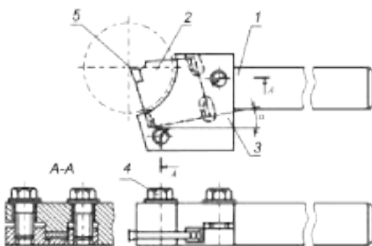


Рис. 7.43. Відрізний збірний різець з механічним кріпленням різальної пластини

Прохідні різці

Твердосплавні різці для важких верстатів (рис. 7.40) мають великі габарити і масу до 60 кг. Різці складної конструкції з припаяною пластинкою з твердого сплаву спричиняють великі незручності як під час виготовлення, так і при експлуатації.

Недоліки різців складної конструкції можна усунути шляхом застосування збірної конструкції.

Такі різці обладнані змінною різцевою вставкою з припаяною пластинкою з твердого сплаву. Вставку закріплюють гвинтом у корпусі різця. Силу різання приймають базові поверхні корпусу, на які спирається різцева вставка. У результаті гвинт кріплення ножа розвантажений від сили різання, і його призначення полягає у тому, щоб забезпечити базування вставки. Таким чином, фактично для кріплення вставки використана сила різання. Різець має стружкозавивач.

З метою удосконалення токарних різців для важких верстатів розробляють такі конструкції різців, які мають підвищену міцність і твердість механічного кріплення. Так, збірний відрізний різець складається з різального клинового елемента (рис. 7.41 (1)) і корпусу (2), причому опорна і притискна V-подібні опуклі поверхні клинового паза корпусу скошені щодо своїх твірних.

Відрізні різці з підвищеною вібростійкістю

Для відрізання заготовок, діаметр яких залежить від розмірів різальної вставки, використовують збірний відрізний різець.

Конструкція різця (рис. 7.42) складається з державки (1), різальної вставки (2), притискної планки (3) і двох гвинтів (4). Різальна вставка забезпечена чотирма різальними краями (5).

Різець має підвищену жорсткість і може працювати зі збільшеними подачами та швидкостями різання у порівнянні зі звичайними відрізними різцями.

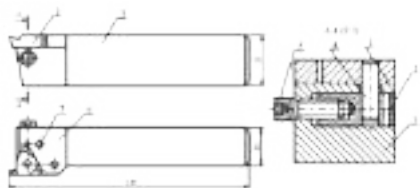


Рис. 7.44. Канавковий різець з механічним кріпленням різальної пластини



Рис. 7.45. Різець прохідний з віброзміцненою пластиною

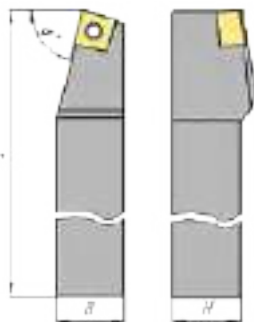


Рис. 7.46. Різець прохідний для чорнового точіння чавунних відливок і сталених поковок

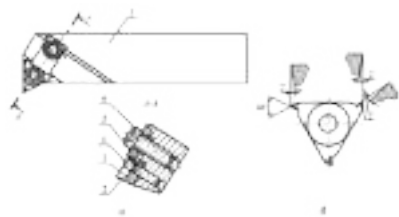


Рис. 7.47. Різець різьбовий з механічним кріпленням різальної пластини

Відрізний збірний різець

Для відрізання заготовок, діаметр яких залежить від розмірів різальної вставки, використовують збірний відрізний різець (рис. 7.43).

Конструкція різця складається з державки (1), різальної вставки (2), притискної планки (3) і двох гвинтів (4). Різальна вставка забезпечена чотирма різальними краями (5). Різець має підвищену жорсткість і може працювати зі збільшеними подачами і швидкостями різання у порівнянні зі звичайними відрізними різцями.

Канавковий різець з механічним кріпленням різальної пластини

Збірний канавковий різець (рис. 7.44) призначений для прорізання канавок упритул до торця (уступу) оброблюваної деталі. Основні деталі різця: твердосплавна пластина (2); тяга (3); штифт (4, 7); гвинт (5) і накладна планка (6). Як різальний елемент використовують твердосплавну пластину (2) з трьома різальними краями. Відмінною особливістю різальної пластини від інших є те, що її форма забезпечує прорізання канавок упритул до торця деталі. Прорізання канавок таким різцем замість шліфування забезпечує підвищення продуктивності у 5–6 разів при обробці сталі 95X18 ($HRC \geq 58$) й утричі при обробці сталі 20X3M-BF ($HRC \geq 58$); стійкість підвищується у 7 разів і більше. Шорсткість обробленої поверхні становить $Ra = 0,63\text{--}1,25\text{ мкм}$.

Прохідні різці

Різець різьбовий з механічним кріпленням різальної пластини

Різець з механічним кріпленням різальної пластини (рис. 7.47 а) призначений для нарізування різьб в отворах як на прохід, так і впритул у глухих отворах.

Різальну пластину (2) (рис. 7.47 б) виготовляють із тригранної твердосплавної пластили № 0214–080404 за ГОСТ 19048–80. Сферична форма головки штифта (4) сприяє самовстановленню притиснення різальної пластили до опорної пластили (3). Кут клина $1\text{--}2^\circ$ між різальною пластиною і прихватом (5) забезпечує надійне закріплення пластили у державці (1). Кут клина між державкою і прихватом становить $20\text{--}25^\circ$.

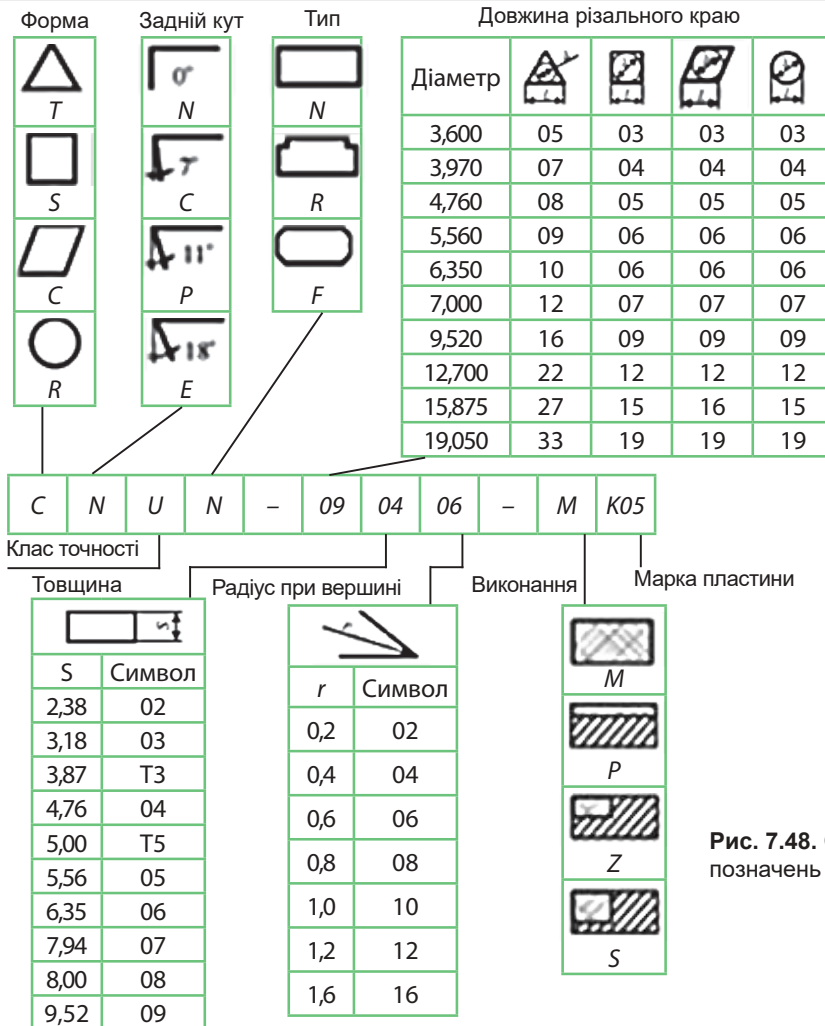


Рис. 7.48. Система умовних позначень пластин

Основним напрямком удосконалення конструкцій лезових інструментів для важких токарних верстатів є використання непереточуваних пластин. Заготовки пластин бувають: *цільні* (без підкладки) і *двошарові* (з підкладкою, як правило, твердосплавною). З них виготовляють круглі та багатогранні різальні пластини.

Наявність підкладки дає змогу підвищити міцність різальних елементів, зменшити товщину шару полікристалічних надтвердих матеріалів (ПНТМ), здійснювати пайку пластины безпосередньо до корпусу різального інструмента.

При позначенні різальної пластины з ПНТМ вказують: форму, задній кут, клас точності пластины, тип пластины, довжину різального краю L , товщину пластины S і радіус r при вершині пластины, а також виконання пластины і марку ПНТМ. Розрізняють чотири виконання різальних пластин: цільні M , двошарові D , складні з полікристалів монолітні Z і двошарові S (рис. 7.48).

7.10. Спеціальні безцентрово-токарні верстати

Спеціальні безцентрово-токарні верстати призначені переважно для видавлення дефектного і безвуглецевого шару з поверхні сталевих круглих прутків великої довжини. Принцип роботи ґрунтується на поєднанні двох рухів: обертання різцевої головки та подачі прутка. Роботу спеціальних безцентрово-токарних верстатів розглянемо на прикладі верстата моделі КЖ9301М.

Безцентрово-токарний верстат моделі КЖ9301М

Спеціальний безцентрово-токарний верстат моделі КЖ9301М призначений для обточування і накатки прутків з вуглецевих і легированих сталей на заводах чорної металургії. Пристрій працює в автоматичному циклі. Шпиндельна бабка забезпечує обертання різцевої головки. Верстат оснащений багаторізцевою головкою з набором різцевих блоків.

Подавальний механізм, зазвичай роликового типу, забезпечує затиск і подачу прутків через центрувальний механізм в різцеву головку. Центрувальний і підтримувальний механізми забезпечують гасіння коливань прутка під час різання.

Верстат обладнаний завантажувальним і розвантажувальним пристроями, а також транспортером стружки. Завантажувальний пристрій забезпечує поштучну подачу прутків з бунту на рольганг механізму. Механізм відокремлює оброблений пруток від оброблюваного і подає його на розвантажувальний пристрій, який вивантажує оброблений пруток у накопичувач.

Керування автоматичним циклом роботи верстатів здійснюють програмованими командними контролерами.

Конструкція спеціальних безцентрово-токарних верстатів забезпечує можливість переналаштування різців на величину зношеності різального краю без зупинки процесу обробки.

Верстати допускають можливість переналаштування механізмів на різні діаметри обробки. Процес різання здійснюють при інтенсивному охолодженні МОР і використанні стружколамача для роздрібнення зливної стружки.



Рис. 7.49. Спеціальний безцентрово-токарний верстат моделі КЖ9301М

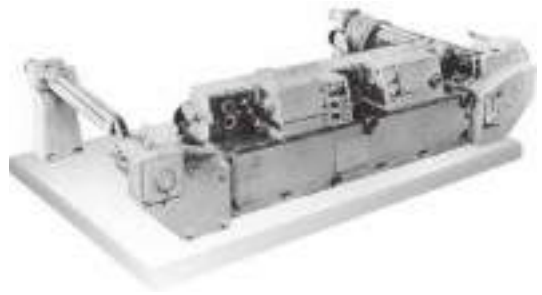


Рис. 7.50. Спеціальний безцентрово-токарний верстат моделі КЖ9304

7.11. Токарні верстати з програмним керуванням

Токарні верстати з програмним керуванням (ПК) — сучасне і багатофункціональне обладнання, покликане розв'язувати широке коло завдань, пов'язаних з металообробкою (рис. 7.52).



Рис. 7.51. Деталі, які обробляють на токарних верстатах з ПК



Токарні верстати з ПК мають багато переваг:

- високий рівень автоматизації виробничого процесу та його автономності;
- втручання оператора в роботу верстата зведено до мінімуму і зазвичай обмежено візуальним контролем і завантаженням заготовок;
- висока виробнича гнучкість і простота налаштування: для обробки деталей одного типу на верстаті з ПК необхідно лише провести заміну керувальної програми;
- високий рівень точності ЧПК-обробки та її повторюваність: у разі необхідності за однією і тією ж програмою на сучасному токарному верстаті можна виготовляти тисячі практично ідентичних деталей;
- тривалий термін роботи до капітального ремонту, висока надійність, зносостійкість і довговічність.

Вітчизняні верстати з програмним керуванням просто визначити за літеро-цифровим позначенням у кінці назви марки верстата. Ці позначення вказують, у якій системі на певному верстаті утворене програмне керування.

Ф1 — верстати, в яких робочий інструмент переміщують за попередньо заданими координатами, при цьому в них передбачена цифрова індикація;

Ф2 — моделі, де переміщення інструмента реалізовано за позиційною схемою;

Ф3 — токарне устаткування, у якому реалізована контурна схема управління рухом інструмента;

Ф4 — моделі токарних верстатів з ЧПК з адаптивною (універсальною) системою управління;

Ц — циклове програмне керування;

Т — оперативна система керування.



Рис. 7.52. Загальний вигляд токарного верстата з програмним керуванням

Основні поняття про програмне керування

Керувальна програма (КП) — сукупність команд мовою програмування, що відповідає визначеному алгоритмові функціонування верстата для обробки конкретної заготовки.

Числове програмне керування (ЧПК) верстатом — управління обробкою заготовки на верстаті за КП, у якій дані внесені у цифровій формі.

Позиційне ПК (позиційне керування) — керування, при якому робочі органи верстата переміщуються у задані точки, причому траєкторії переміщення не задаються.

Контурне ПК верстатом (контурне керування) — керування, при якому робочі органи верстата переміщуються заданою траєкторією із заданою швидкістю для отримання необхідного контуру обробки.

Адаптивне ПК верстатом (адаптивне керування) — ПК, при якому забезпечується автоматичне налаштування процесу обробки заготовки, що змінюється відповідно до умов обробки за визначеними критеріями.

Ручна підготовка керувальної програми (КП) — підготовка і контроль КП без застосування ЕОМ.

Автоматизована підготовка КП — підготовка і контроль КП із застосуванням ЕОМ.

Програмоносії — носій даних, на якому записана КП. Носіями даних можуть бути: перфострічка, магнітна стрічка, магнітний диск, накопичувач інформації (флешка) тощо.

Системи програмного керування — це сукупність необхідних для роботи верстата спеціалізованих пристроїв, методів і засобів, призначена для видачі керувальних дій виконавчим органом верстата відповідно до керувальної програми.

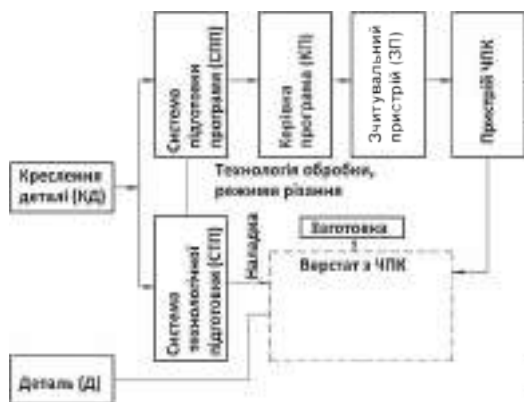


Рис. 7.53. Структурна схема системи ЧПК

Креслення деталі (КД) одночасно вводять у систему підготовки програми (СПП) і систему технологічної підготовки (СТП). СТП забезпечує СПП даними про розроблюваний технологічний процес, режими різання та ін. На основі цих даних розробляють керувальну програму (КП). Наладчики встановлюють на верстат пристрої, різальні інструменти згідно з документацією СТП. Установку заготовки та зняття головної деталі здійснює оператор.

➤ Існує два різновиди програмного керування:

- **дискретне** — призначене для виконання базових функцій. Його використовують для роботи на верстаті з заготовками простої форми;
- **контурне** — з його допомогою відбувається складна обробка заготовок.

Керувальні програми для роботи верстатів з ПК

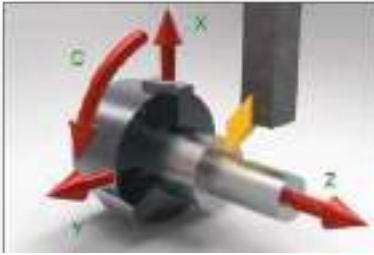


Рис. 7.54. Система координат при токарній обробці: Z – вісь Z, яка збігається з віссю шпинделя; X – вісь X перпендикулярна осі Z; Y – вісь Y перпендикулярна осі X; C – обертання шпинделя

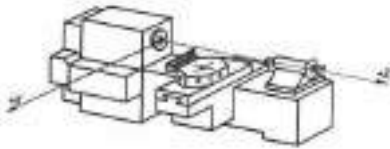


Рис. 7.55. Система координат токарного верстата з ПК

Система координат верстата є головною розрахунковою системою, у якій визначають граничні переміщення, початкові та поточні положення виконавчих органів верстата.

Традиційно для токарних верстатів з ЧПК нульову точку верстата приймають на перетині торця шпинделя з віссю його обертання (рис. 7.55).

Система координат інструмента (рис. 7.56) призначена для задання положення його різальної частини щодо державки, що важливо при налагодженні інструмента поза верстатом. При цьому інструмент описують у робочому положенні у зборі з державкою.

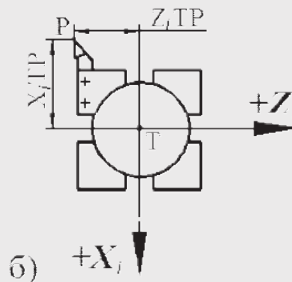
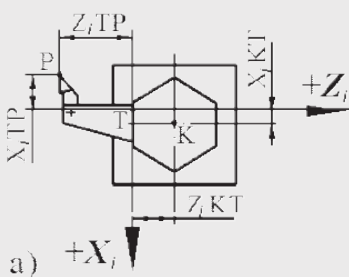


Рис. 7.56. Система координат інструмента на токарних верстатах з ПК

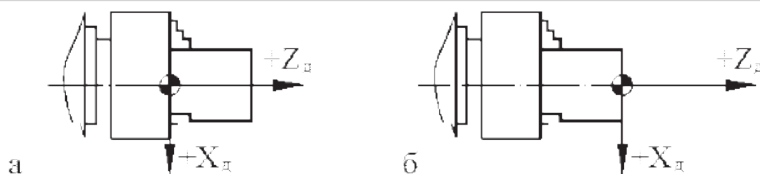


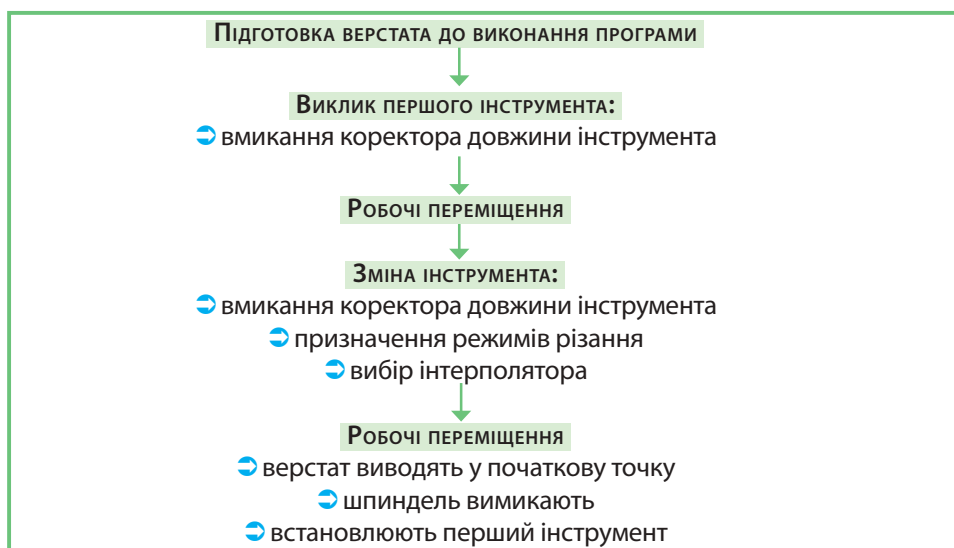
Рис. 7.57. Системи координат деталі (програми) на токарних верстатах з ПК: а — нульова точка, розташована на перетині осі обертання деталі та її лівого торця; б — нульова точка, розташована на перетині осі обертання деталі та її правого торця

Система координат деталі — це система, у якій визначені усі розміри деталі й подані координати усіх опорних точок її контуру.

Нульову точку системи координат деталі (програми) (рис. 7.57) для токарних верстатів традиційно розташовують на перетині осі обертання деталі та її торця — лівого або правого.

За позитивний напрямок переміщення виконавчого органу верстата прийнято той, при якому інструмент або заготовка відходять одне від одного.

Послідовність складання керувальної програми



Перед створенням керувальної програми складають розрахунково-технологічну карту.

РТК (розрахунково-технологічна карта) — це траєкторія руху інструмента при обробці деталі, а також координати опорних точок переміщення, різальний інструмент і режими різання.

Перед складанням РТК необхідно визначити послідовність обробки деталі з призначенням припусків на обробку. Після цього нанести на креслення деталі траєкторію переміщення різального інструмента і визначити координати опорних точок, вибрати режими різання (частоту обертання деталі й подачу) та занести дані в таблицю РТК.

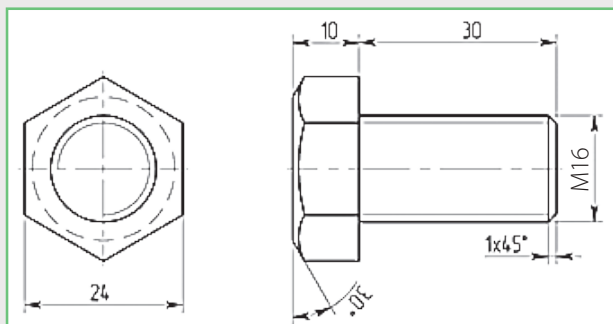
Зразок керувальної програми для обробки деталі «Болт М16» на токарному верстаті з ПК

Матеріал деталі «Болт» — сталевий (сталь 45) шестигранник 24 мм. Для обробки заготовки використані *три* (прохідний, різьбовий і відрізний різці) інструментальні позиції з восьми можливих на різцетримачі. Робочий час виконання КП ≈ 1 хв.

M3 S800;
T0202; — **прохідний
різець. Обдирання по-
верхні до зовнішнього
діаметра різьби**
G99 G0 X34 Z0;
G1 X-1 F0.2;
X24 Z1;
Z-30;
X25 Z1 F1.0;
X21;
Z-30;
X22 Z1 F1.0;
X18;
Z-30;
X19 Z0 F1.0;
X13.8;
X15.8 Z-2;
Z-30;
G0 X80 Z80;

T0303; — **різьбовий
різець. Нарізування
різьби, параметри об-
робки в циклі G76**
S1000;
X22 Z5;
G76 P020360 Q2000 R0.1;
G76 X13.546 Z-25 P12270
Q1200 F2.0;
G0 X80 Z80;

T0505; — **відрізний
різець. Відрізання
готового виробу «болт
М16»**
S600;
X30 Z-35;
G1 X0 F0.2;
G0 X80 Z80;
M5;
M30;



► У керувальній програмі застосовані команди:

- X, Y, Z — координатні осі;
- M — допоміжна функція;
- T — інструмент;
- S — частота обертання шпинделя;
- G — підготовча (технологічна функція);
- F — позначення подачі;
- Q — позначення третинного переміщення;
- R — позначення радіуса.

Для обробки таких малих деталей доцільно використовувати механізм подачі прутка й уловлювачі готових виробів.

Таблиця 7.3

Умовні позначення на розрахунково-технологічних картах

Піктограма	Опис
.....>	швидкий підхід інструмента

Продовження таблиці

Піктограма	Опис
	робоча подача інструмента
	вихідна точка (розташування інструмента перед початком обробки)
	точка відходу від контуру з відміткою корекції



Рис. 7.59. Сучасна система ПК CNC-11 TITANIUM



Рис. 7.60. Приводний пульт для верстатів з ПК

Пульт управління дає змогу операторові дистанційно керувати процесом і контролювати стан механізмів верстата.

Сучасне обладнання верстатів дає змогу використовувати як провідні, так і бездротові пульти керування (рис. 7.59, 7.60). Перевагою бездротового пульта є універсальність і зручність організації робочого місця оператора верстатів з числовим програмним пристроєм.

Токарні верстати з ПК зазвичай мають кілька пультів управління. Один із них завжди розташований на системі ПК. Інші (один або два) є оперативними і призначені для контролю та управління роботою механізмів і вузлів верстата і розташовані близько до робочої зони верстата.

На виносні пульти, як правило, дублюють команди з пульта програмного управління: автоматичне перемотування програми в початкове положення, запуск програми, її зупинка, поворот револьверної головки тощо.

Приводний пульт для верстатів з ПК

У ПК програма на пульт інтегрується через плагін. Пульт дає змогу керувати осями координат верстата з ПК за допомогою поворотного енкадера і кнопок. Пульт регулює оберти шпинделя, має 7 налаштовуваних кнопок і 7 налагоджувальних світлодіодів індикації режимів роботи. Пристрій працює від порту USB через спеціальний інжектор живлення.

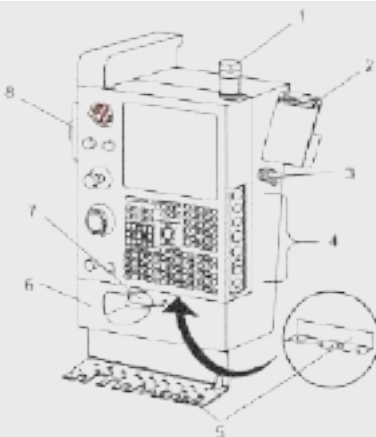


Рис. 7.61. Підвісний пульт керування токарного верстата з ПК: 1 — сигнальний маячок; 2 — буфер обміну; 3 — кнопка оператора; 4 — органи керування боковою панеллю; 5 — кронштейн для інструментів; 6 — бункерний лоток; 7 — таблиця G та M кодів; 8 — підстанційний маховичок товчкової подачі

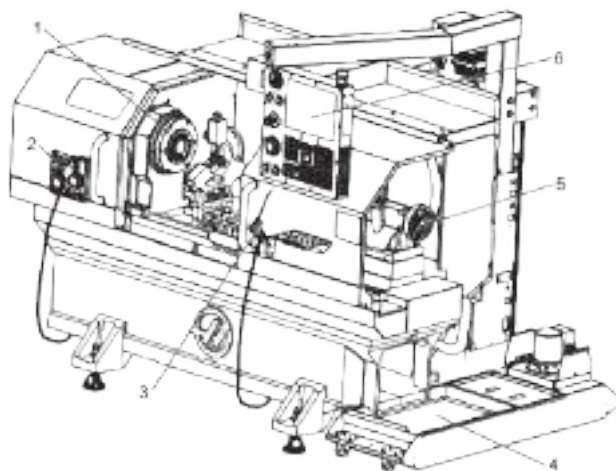


Рис. 7.62. Токарний верстат серії Toolroom (Haas) (вигляд спереду): 1 — вузол шпинделя; 2 — електронний маховичок; 3 — пістолет для продування; 4 — резервуар МОР; 5 — задня бабка; 6 — підвісний пульт керування



Контрольні запитання

1. Якою цифрою позначають групу токарних верстатів?
2. Скільки підгруп токарних верстатів ви знаєте? Як вони називаються?
3. Що таке токарний автомат?
4. Які бувають токарні автомати за кількістю шпинделів?
5. Чим група револьверних токарних верстатів відрізняється від інших?
6. Розкажіть про призначення токарно-відрізних верстатів.
7. Чим відрізняється від інших група токарно-карусельних верстатів?
8. Які верстати застосовують для обробки коротких заготовок великого діаметра і невеликої довжини типу шківів, зубчастих коліс тощо?
9. У чому призначення багаторізцевих верстатів?
10. Які верстати називають спеціалізованими?
11. Які верстати називають спеціальними?
12. Розкажіть про призначення важких токарних верстатів.
13. Що таке РТК?
14. Що таке КП?
15. Яку точку називають опорною?
16. Яку точку називають контрольною?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА РІЗНИХ ВЕРСТАТАХ ТОКАРНОЇ ГРУПИ

1. Якою цифрою позначається група токарних верстатів?

- 1) 6;
- 2) 2;
- 3) 1;
- 4) 7.

2. Скільки підгруп токарних верстатів ви знаєте?

- 1) 7;
- 2) 4;
- 3) 9;
- 4) 5.

3. Токарний автомат — це:

- 1) верстат, усі операції якого автоматизовані для максимальної продуктивності;
- 2) верстат, усі операції якого виконують вручну;
- 3) верстат, усі операції якого механізовані;
- 4) верстат, усі операції якого виконують два оператори.

4. Які бувають токарні автомати за кількістю шпинделів?

- 1) Працюють без встановлення деталі у шпиндель;
- 2) двошпиндельні;
- 3) тришпиндельні;
- 4) одно- та багатошпиндельні.

5. Група револьверних токарних верстатів відрізняється від інших:

- 1) наявністю окремого супорта;
- 2) наявністю ділильної головки;
- 3) наявністю багатопозиційної поворотної головки;
- 4) наявністю пристроїв для одночасного встановлення заготовок.

6. Токарно-відрізні верстати призначені:

- 1) для точіння фасонних поверхонь;
- 2) для розрізання труб і круглого металу діаметром до 120–150 мм;
- 3) для нарізування точних різьб;
- 4) для обробки корпусних деталей.

7. Група токарно-карусельних верстатів відрізняється від інших:

- 1) підвищеною точністю обробки;
- 2) встановленням тільки однієї деталі;
- 3) горизонтально розташованою планшайбою;
- 4) можливістю одночасного встановлення великої кількості різальних інструментів.

8. Для обробки коротких заготовок великого діаметра й невеликої довжини типу шківів, зубчастих коліс тощо застосовують:

- 1) токарно-револьверні верстати;
- 2) лобові токарні верстати;
- 3) токарно-відрізні верстати;
- 4) верстати з програмним керуванням.

9. Багаторізцеві верстати призначені:

- 1) для обробки деталей типу ступінчастих валиків, блоків шестерень тощо у патроні або в центрах в умовах серійного і масового виробництва;
- 2) для обробки деталей складної форми;
- 3) для нарізування різьб;
- 4) для тонкого точіння.

10. Спеціалізованими називаються:

- 1) токарно-гвинторізні верстати;

- 2) верстати, які призначені для обробки деталей одного найменування, але різних розмірів;
- 3) карусельні верстати;
- 4) верстати для обробки деталей типу ступінчастих валиків, блоків шестерень тощо у патроні або в центрах в умовах серійного й масового виробництва.

11. Спеціальними називають:

- 1) верстати для обробки деталей типу ступінчастих валиків, блоків шестерень тощо у патроні або в центрах в умовах серійного й масового виробництва;
- 2) верстати, які призначені для обробки деталей одного найменування, але різних розмірів;
- 3) верстати з програмним керуванням;
- 4) верстати, які призначені для обробки однакових деталей або для виконання тільки однієї операції.

12. Важкі токарні верстати призначені для:

- 1) точної обробки деталей;
- 2) копіювальних операцій;
- 3) ефективної обробки великогабаритних виробів, наприклад, суднових валів, роторів турбін, устаткування для бурових установок;
- 4) обробки заготовок складної форми.

13. РТК — це:

- 1) ремонтно-технічний контроль;
- 2) розрахунково-технологічне креслення;
- 3) розрахунок технологічних контурів;
- 4) розрахунково-технологічна карта.

14. КП — це:

- 1) керувальна програма;
- 2) контрольний пункт;
- 3) контрольна програма;
- 4) контрольна перевірка.

15. Опорною точкою називають:

- 1) точку, в якій верстат зупиняється для проведення контрольних вимірів;
- 2) точку початку координат;
- 3) точку початку роботи програми;
- 4) точку, в якій інструмент змінює напрямок свого руху.

16. Контрольною точкою називають:

- 1) точку, в якій верстат зупиняється для проведення контрольних вимірів;
- 2) точку початку роботи програми;
- 3) точку, в якій інструмент змінює напрямок свого руху;
- 4) точку початку координат.

8 НАЛАГОДЖЕННЯ РЕВЕРСИВНИХ МЕХАНІЗМІВ, МЕХАНІЗМІВ АВТОМАТИЧНОЇ ЗУПИНКИ І БЛОКУВАННЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА

8.1. Реверсивні механізми

Реверсивні механізми застосовують для зміни напрямку руху робочих органів верстатів. З цією метою використовують циліндричні та конічні трензелі, а також деякі інші механізми (кулькові варіатори, планетарні механізми та ін.).

Трензель — механізм для зміни напрямку й вимкнення повздовжньої механічної подачі у токарних верстатах.

Трензель слугує для реверсування (зміни напрямку) подачі. На рис. 8.1а показаний трензель з циліндричними зубчастими колесами. За допомогою руків'я здійснюється перемикання з положення I у положення II, при цьому паразитні зубчасті колеса входять у зачеплення з колесом z_1 і змінюється на-

прямок обертання веденого валу, на якому сидить зубчасте колесо z_2 .

На рис. 8.1 б показана схема реверсивного механізму з переміщуваними на шліцьовому валу зубчастими колесами.

На рис. 8.1 в, г наведено схеми механізму, в яких реверсування здійснюють за допомогою двосторонньої кулачкової муфти при переміщенні руків'я у положення А і Б.

8.2. Механізми блокування токарного верстата

Для запобігання неправильних увімкнень, які можуть призвести до несправності верстата, інструмента або поранення робітника, у механізмах токарно-гвинторізних верстатів зазвичай є блокувальні пристрої.

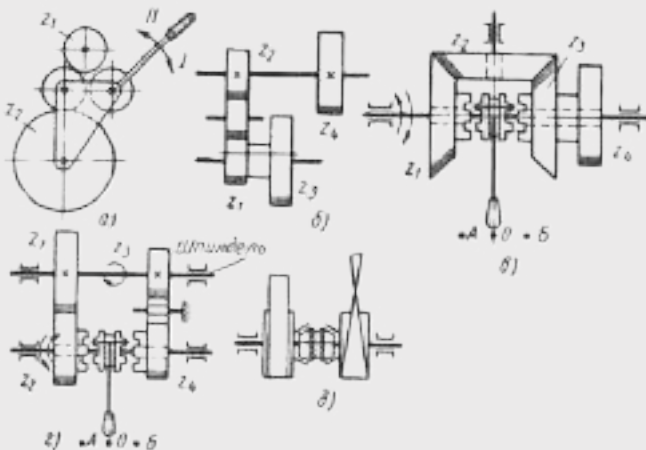


Рис. 8.1. Схеми реверсивних механізмів: а — трензель з циліндричними зубчастими колесами; б — схема реверсивного механізму з переміщуваними на шліцьовому валі зубчастими колесами; в, г — реверсування здійснюють за допомогою двосторонньої кулачкової муфти; д — ремінна реверсивна передача

Наприклад, не можна вмикати механізм подачі, який приводять у дію від ходового валу, й одночасно з'єднувати на ходовому гвинті половини рознімної гайки, оскільки це може спричинити несправність верстата. Не можна також одночасно вмикати повздовжню і поперечну подачі супорта.

При зачиненому замку виступ втулки *Г* входить у виріз гайки *В* і не дає змоги переміщувати у жодну сторону, тобто не вмикати подачу від ходового валу. При відчиненому замку виступ втулки *Г* виходить з вирізу гайки *В* і дає змогу, переміщаючи її, вмикати подачу від ходового валу. При цьому виступи зміщеної гайки *В* не дають змоги повернути руків'я *Д* ліворуч і замкнути замок ходового гвинта (рис. 8.2).

Блокувальні пристрої призначені для запобігання одночасному ввімкненню двох рухів, які можуть призвести до ламання механізмів верстата. На рис. 8.3 показано схему пристрою, призначеного для запобігання одночасному ввімкненню ходового валика і ходового гвинта.

Механізм блокування розташований у фартусі токарно-гвинторізного верстата. На малюнку показано положення блокувального механізму, коли ходовий гвинт (7) токарно-гвинторізного верстата з'єднаний з матковою гайкою (6), при цьому ввімкнена повздовжня подача супорта.

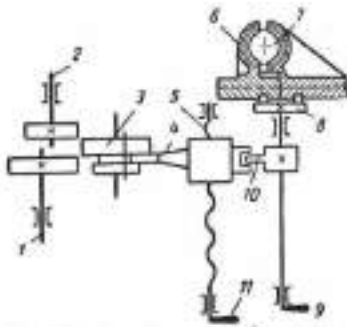


Рис. 8.3. Схеми блокувального пристрою: 1, 2 — вал; 3 — зубчасте колесо; 4 — маткова гайка; 5 — гвинт; 6 — гайка; 7 — ходовий гвинт; 8 — диск; 9, 11 — руків'я; 10 — язичок

Ковзне зубчасте колесо (3) буде перебувати між колесами, посадженими на валу (1) і (2). Щойно руків'я повернеться (9), маткова гайка (6) за допомогою диска (8) розімкнеться і звільнить ходовий гвинт (7). Одночасно язичок (10) виходить із паза гайки (4). При повороті руків'я (11) приводиться в обертання гвинт (5), переміщується гайка (4), з'єднуючись з одним із двох зубчастих коліс (3).

При з'єднанні зубчастого колеса (3) із зубчастим колесом, посадженим на валу, відбудеться повздовжня подача супорта, а при з'єднанні з колесом, посадженим на валу (2), — поперечна подача. Як тільки гайка (4) переміститься, повернути руків'я (9) неможливо, оскільки язичок (10) не потрапить в паз гайки (4), а отже, диск (8) не повернеться і маткова гайка не буде активована. Крім описаної схеми, існують інші блокувальні пристрої.



Рис. 8.2. Блокувальний механізм токарно-гвинторізного верстата 1А62

РОЗДІЛ III.

РОЗРЯД 6

1 ВИКОНАННЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ

Суперфінішування — метод дуже тонкої оздоблювальної обробки поверхонь за допомогою двох дрібнозернистих абразивних брусків.



Рис. 1.1. Отримання гладкої поверхні суперфінішуванням

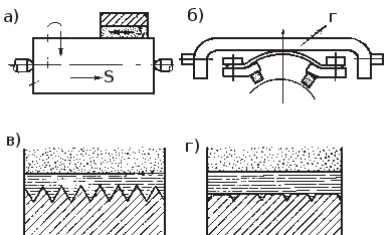


Рис. 1.2. Суперфінішування:
а — схема процесу; б — суперфінішна головка; в — поверхня до суперфінішування; г — поверхня після суперфінішування

Суперфінішуванням можна обробляти як зовнішні, так і внутрішні поверхні. Однак на практиці цей метод застосовують переважно для обробки зовнішніх поверхонь обертання.

Призначенням суперфінішної обробки є отримання гладкої поверхні, а не доведення деталі до заданого розміру.

Процес різання відбувається при поєднанні обертального і поступального руху оброблюваної деталі та короткого зворотно-поступального руху брусків.

Методом суперфінішування не можна виправити макрогеометричне спотворення поверхні. Тому перед суперфінішем необхідно проводити дуже точну обробку.

Для суперфінішної обробки застосовують абразивні бруски з карбиду кремнію і з електрокорунду на керамічній зв'язці (рідше на бакелітовій) зернистістю від 4 до M5.

Процес різання суперфінішуванням проводять з використанням мастильної рідини (близько 2,5 л/хв). Зазвичай мастилом є гас у суміші з турбінним або веретенним мастилом.

➤ **Режими різання при суперфінішуванні:**

- припуск: $5 \div 10$ мкм;
- окружна швидкість деталі: до 15 м/хв;
- повздовжня подача брусків (або деталі): 0,10–0,15 мм/об;
- число коливальних рухів брусків: 500–1500 за хв;
- амплітуда коливань: $3 \div 4$ мм.

При суперфінішуванні знімають незначний шар металу, внаслідок чого не змінюється мікроструктура поверхневого шару й легко досягати параметрів шорсткості поверхні $Ra = 0,16\text{--}0,05$ мкм; $0,05\text{--}0,03$ мкм.

Тривалість суперфінішування повинна бути коротка ($0,2 \div 0,5$ хв), оскільки при надмірній тривалості обробки може вийти не поліпшення, а погіршення чистоти поверхні.

При суперфінішуванні деталей із матеріалів, які мають низьку твердість і високу пластичність, відбувається налипання металу на робочу поверхню бруска, що спричиняє погіршення якості оброблюваної поверхні.

Використання ультразвукових коливань при виконанні суперфінішування

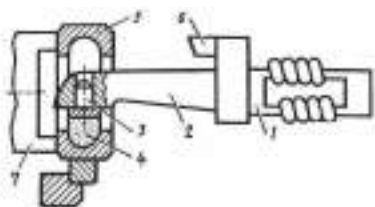


Рис. 1.3. Схема головки для ультразвукового суперфінішування:
1 — магнітостриктер; 2 — концентратор; 3 — державка; 4 — брусок;
5 — оброблювана деталь; 6 — кронштейн; 7 — опора

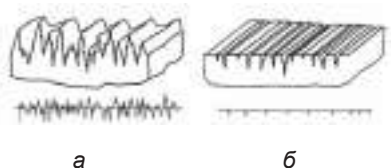


Рис. 1.4. Хвилястість та огранка поверхні: а — до виконання операції; б — після виконання операції

Накладення ультразвукових коливань на абразивний брусок при суперфінішуванні стабілізує процес, сприяє очищенню бруска від частинок металу. При цьому продуктивність процесу підвищується удвічі-утричі, різко зростає чистота обробки. На рис. 1.3 наведена схема головки для ультразвукового суперфінішування жолобів кілець кулькових підшипників.

➤ Матеріали для суперфінішної обробки:

- обробка сталей — бруски з електрокорунду;
- обробка чавунів, кольорових металів — карбід кремнію.

Для збільшення продуктивності та зростання стійкості різального інструмента (у 80–100 разів) використовують алмазні бруски.

У більшості випадків застосовують бруски на керамічній або бакелітовій зв'язках. У сучасних методах обробки використовують абразивні стрічки.



Хонінгування. Суперфінішування



Контрольні запитання

1. Що таке суперфінішування?
2. Які поверхні можна обробляти суперфінішуванням?
3. Що дає використання ультразвукових коливань при виконанні суперфінішування?
4. Які матеріали використовують для суперфінішної обробки сталей?
5. Які матеріали використовують для суперфінішної обробки чавунів і кольорових металів?
6. Які види основи використовують при виготовленні брусків для фінішної обробки?
7. Чи використовують абразивні стрічки для фінішної обробки?
8. Чи потрібна мастильна рідина для виконання операції суперфінішування?
9. Якою має бути поверхня деталі перед суперфінішуванням?
10. Для чого призначена суперфінішна обробка?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ

1. Суперфінішування — це:

- 1) тонке точіння;
- 2) шліфування;
- 3) метод дуже тонкої оздоблювальної обробки поверхонь за допомогою двох, досить дрібнозернистих, абразивних брусків;
- 4) тонке фрезерування.

2. Суперфінішуванням можна обробляти:

- 1) як зовнішні, так і внутрішні поверхні;
- 2) різьбові поверхні;
- 3) поверхні, отримані швидкісним точінням;
- 4) не має значення.

3. Що дає використання ультразвукових коливань при виконанні суперфінішування?

- 1) Підвищення корозійної стійкості оброблених поверхонь;
- 2) створення твердої поверхневої шкірки;
- 3) підвищення коефіцієнта оброблюваності;
- 4) сприяє очищенню бруска від частинок металу.

4. Для суперфінішної обробки сталей використовують:

- 1) бруски з електрокорунду;
- 2) мідні бруски;
- 3) чавунні бруски;
- 4) сталеві бруски.

5. Для суперфінішної обробки чавунів і кольорових металів використовують:

- 1) тверді сплави;
- 2) вуглецеві сталі;
- 3) карбід кремнію;
- 4) синтетичні алмази.

6. Які види основи використовують при виготовленні брусків для фінішної обробки?

- 1) Керамічну або бакелітову;
- 2) пластмасову;
- 3) гумову;
- 4) чавунну.

7. Чи використовують абразивні стрічки для фінішної обробки?

- 1) Ні, не використовують;
- 2) так, використовують;
- 3) можливо, використовують;
- 4) використовують у крайніх випадках.

8. Чи потрібна мастильна рідина для виконання операції суперфінішування?

- 1) Потрібна;
- 2) не потрібна;
- 3) можливо, потрібна;

4) усі варіанти правильні.

9. Поверхня деталі перед суперфінішуванням повинна бути:

- 1) необробленою;
- 2) обробленою чорновим точінням;
- 3) точно обробленою;
- 4) загартованою.

10. Призначення суперфінішної обробки:

- 1) отримання додаткової міцності поверхні;
- 2) отримання чистоти поверхні;
- 3) отримання гладкої поверхні;
- 4) отримання точних геометричних розмірів.

2

ВИКОНАННЯ ПРАВИЛ ПРИЙМАННЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА ПІСЛЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

Для якісної та безпечної роботи металообробних верстатів потрібно дотримуватися правил своєчасного догляду за ними. Якщо не виконувати вимоги технічного обслуговування, можливе порушення функціоналу верстата, зниження якості його роботи й навіть несправність.

Капітальний ремонт виконують для повного відновлення справності обладнання. Під час здійснення капітального ремонту можлива заміна основних вузлів верстата.

Капітальний ремонт — це найскладніший і найбільш витратний вид планового ремонту.

Капітальний ремонт передбачає повний розбір усіх вузлів і агрегатів верстата з занесенням помічених несправностей і відхилень у дефектну відомість, повний ремонт задньої бабки та шпинделя,

заміну або відновлення усіх несправних агрегатів.

Під час капітального ремонту також може відбуватися технічна модернізація обладнання з метою підвищення його продуктивності та зниження кількості бракованої продукції.

Правила експлуатації верстата після проведення робіт

При прийманні верстата з ремонту проводять зовнішній огляд, перевіряють якість збірки й комплектність. Спочатку верстат випробовують на холостому ходу, потім — під навантаженням. Результати випробувань заносять в акт.

Попередньо усі поверхні повинні бути змащені. Системи змащення й охолодження необхідно заповнити. Експлуатацію верстата після ремонту допускають тільки після остаточного приймання комісією.

Випробування токарних верстатів після ремонту



Для підтвердження працездатності відновленого токарного верстата на фінальному етапі його тестують у різних режимах функціонування:

- на холостому ходу;

- шляхом створення різнорівневого навантаження у процесі обробки деталі;
- перевірка точності шляхом вимірювання отриманих під час обробки результатів;
- перевірка стійкості верстата, відсутність вібраційних перешкод;
- тестування надійності з'єднань і синхронізація усіх основних вузлів і механізмів;
- контроль параметрів зазорів шпинделя.



Рис. 2.1. Токарний верстат після капітального ремонту

Обкатка верстата

Зібраний після ремонту верстат піддають обкатці (приробіткові). Метою обкатки є поліпшення якості поверхонь тертя. Приробіток важливий для втулок, підшипників, зубчастих коліс та інших подібних деталей, а також напрямних. Спочатку його проводять на холостому ході, а потім з поступовим збільшенням навантаження.

Тривалість процесу обкатки залежить переважно від якості припасування сполучених поверхонь. Що краще підігнані деталі, то менше часу потрібно на приробіток.

До вузла шпинделя висувають високі вимоги щодо точності обертання і жорсткості опор, і тому цей вузол обкатують особливо ретельно.

Випробування верстата

Після капітального ремонту верстат необхідно оглянути ззовні, випробувати на холостому ході, а також під навантаженням у процесі роботи. Крім цього, металорізальні верстати перевіряють на точність і жорсткість. Усе це здійснюють на спеціальних стендах, наявних у ремонтно-механічному цеху, або ж на місці експлуатації обладнання.

Зовнішній огляд

➤ При зовнішньому огляді повинні бути перевірені:

- комплектність верстата;
- відповідність зовнішнього вигляду й доступних оглядові внутрішніх поверхонь;
- відповідність монтажу електропроводки та електроапаратури;
- якість збірки, доступна перевірці без ввімкнення.

Випробування верстата на холостому ході

➤ Випробування здійснюють у такому порядку:

- заповнити масляні резервуари до відповідного рівня. При випробуванні верстата на холостому ході необхідно стежити за подачею мастила за мастиловказівником, перевірити роботу органів управління, чіткість фіксації руків'їв;
- перевірити плавність роботи усіх механізмів: їхні пуск і реверсування повинні відбуватися легко тощо.

Випробування верстата під навантаженням і в роботі

Необхідно провести випробування верстата згідно з режимами під навантаженням. Протягом 5 хвилин перевірити систему охолодження на відсутність протікання і безперебійну подачу охолоджувальної рідини.

Якщо всі пройдені випробування відповідають нормам, то підписують акт здачі верстата в експлуатацію.



Контрольні запитання

1. Навіщо здійснюють капітальний ремонт верстатів?
2. У чому суть капітального ремонту верстатів?
3. Назвіть основні правила приймання верстатів після капітального ремонту.
4. Що таке обкатка верстатів?
5. Як випробовують верстат після капітального ремонту?
6. Коли підписують акт здачі верстата в експлуатацію?
7. Яке призначення операції перевірки верстата на холостому ходу?
8. Як здійснюють перевірку верстатів на точність і жорсткість?
9. У який документ заносять результати випробувань верстата після капітального ремонту?
10. Коли допускають експлуатацію верстата після капітального ремонту?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ВИКОНАННЯ ПРАВИЛ ПРИЙМАННЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА ПІСЛЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

1. Капітальний ремонт верстатів виконують для:

- 1) зміни технологічного призначення верстата;
- 2) повного відновлення справності обладнання;
- 3) зменшення кількості конструктивних деталей;
- 4) зниження остаточної вартості верстата.

2. Суть капітального ремонту верстатів:

- 1) розбір усіх вузлів і агрегатів верстата із занесенням помічених несправностей і відхилень у дефектну відомість без ремонту задньої бабки;
- 2) розбір усіх вузлів і агрегатів верстата із занесенням помічених несправностей і відхилень у дефектну відомість без ремонту шпинделя;
- 3) розбір усіх вузлів і агрегатів верстата із занесенням помічених несправностей і відхилень у дефектну відомість без заміни або відновлення усіх несправних агрегатів;
- 4) повний розбір усіх вузлів і агрегатів верстата із занесенням помічених несправностей і відхилень у дефектну відомість, повний ремонт задньої бабки і шпинделя, заміна або відновлення всіх несправних агрегатів.

3. Основні правила приймання верстатів після капітального ремонту:

- 1) при прийманні верстата з ремонту проводять зовнішній огляд, перевіряють якість збірки й комплектність. Спочатку верстат випробовують на холостому ходу, потім — під навантаженням. Результати випробувань заносять в акт;

- 2) верстат приймають без зовнішнього огляду;
- 3) верстат приймають без приймального акта;
- 4) верстат приймають за підсумками часткового огляду.

4. Обкатка верстатів — це:

- 1) виконання приробітку окремих деталей;
- 2) робота верстата на холостому ходу, а потім з додатковим навантаженням, яке поступово збільшують;
- 3) виконання приробітку тільки відповідальних деталей;
- 4) виконання приробітку тільки деталей з різьбою.

5. Випробування верстата після капітального ремонту проводять з метою:

- 1) перевірки плавності роботи окремих механізмів;
- 2) перевірки плавності роботи усіх механізмів тільки на холостому ходу;
- 3) перевірки плавності роботи відповідальних механізмів у робочому режимі;
- 4) перевірки плавності роботи усіх механізмів (їхні пуск і реверсування повинні здійснюватися легко тощо).

6. Акт здачі верстата в експлуатацію підписують:

- 1) коли ремонтні роботи виконані частково;
- 2) коли верстат здають у ремонт;
- 3) коли всі пройдені випробування відповідають нормам;
- 4) коли верстат у розібраному стані.

7. Призначення операції перевірки верстата на холостому ходу:

- 1) перевірка рівня вібрацій верстата;
- 2) перевірка роботи органів керування, чіткості фіксації руків'їв;
- 3) перевірка роботи окремих органів керування;
- 4) перевірка наявності мастила в мастиловказівнику.

8. Як здійснюють перевірку верстатів на точність і жорсткість?

- 1) Випробування верстата згідно з режимами під навантаженням;
- 2) у робочому режимі із закріпленою заготовкою;
- 3) у холостому режимі;
- 4) у процесі зняття першої стружки.

9. Документ, у який заносять результати випробувань верстата після капітального ремонту, називають:

- 1) паспорт верстата;
- 2) бланк-перелік виконаних робіт;
- 3) акт здачі верстата в експлуатацію;
- 4) особиста картка слюсаря-ремонтника.

10. Експлуатацію верстата після капітального ремонту допускають:

- 1) до підписання акта здачі верстата в експлуатацію;
- 2) після підписання акта здачі верстата в експлуатацію;
- 3) під час виконання ремонтних робіт;
- 4) за домовленістю.

3

ВІДНОВЛЕННЯ СПРАЦЬОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ

Під час капітального ремонту токарного верстата проводять відновлення спрацьованих деталей.



Можливі несправності основних елементів токарного верстата:

- **корпусні деталі:** тріщини, відколи, зношеність отворів, пошкодження різьби, відхилення від прямолінійності площин;
- **вали:** зношеність шийок, шпонкових пазів, центрових отворів;
- **фланці:** тріщини й відколи у кріпильних отворах, зношеність поверхонь з'єднання;
- **шестерні та вали-шестерні:** зношеність зуба і радіальне биття зубчастого вінця;
- **шпindelь:** зношеність шийок, переднього внутрішнього конуса і шліцьового з'єднання;
- **ходовий гвинт:** зношеність різьби та шийок;
- **валик ходової:** зношеність шпонкового паза та шийок;

Найпоширенішими проблемами можна вважати зношеність підшипників, напрямних, вилок включення шестерень та ін.

На підставі огляду та контрольних замірів цих компонентів визначають необхідність ремонту і проводять підготовку до ремонтно-відновлювальних робіт. Огляд верстата на необхідність ремонту починають зі шківів, який на токарному верстаті передає рух від головного двигуна до шпинделя.

Відновлення напрямних станини

Станина токарного верстата (рис. 3.1) — це лита конструкція з ребрами жорсткості, на якій монтують усе інше обладнання токарного верстата.



Рис. 3.1. Станина токарного верстата

На верхній частині станини розташовані чотири повздовжні напрямні токарного верстата: дві плоскі та дві призматичні. Від стану їхніх поверхонь залежить точність позиціонування задньої бабки й каретки супорта, а також співвісність передньої та задньої бабок.

При виборі способу відновлення напрямних станини керуються ступенем їхньої зношеності. Коли похибка не перевищує 0,15 мм на відрізьку довжини в 1000 мм, то їх відновлюють *шабруванням*. За більшої зношеності вдаються до механічної обробки: *шліфування* або *стругання*. Коли напрямні загартовані, основним методом ремонту є *шліфування*.



Існує чотири способи механічної обробки, за допомогою яких виконують ремонт напрямних токарного верстата:

- ручне шабрування;
- шліфування з застосуванням переносного шліфувального обладнання;



а



б

Рис. 3.2. Напрявні токарного верстата: а — до капітального ремонту; б — після капітального ремонту

- шліфування на плоскошліфувальному обладнанні;
- стругання на повздовжньо-стругальному верстаті.

Якщо зношеність напрямних становить менше ніж 15 мкм на 1000 мм, геометрію поверхні відновлюють методом *ручного шабрування*. Якщо більше — застосовують верстатне обладнання або метод напилення.

Шліфування напрямних із використанням переносного шліфувального обладнання, встановленого на станині, застосовують у двох випадках: за неможливості доставки станини у ремонтний цех і якщо довжина станини більше довжини столу шліфувального обладнання.

Найефективніший спосіб відновлення напрямних станини — це обробка на шліфувальних і повздовжньо-стругальних верстатах у ремонтних цехах або на спеціалізованих підприємствах. Так забезпечують найвищу точність і гарантують якість.

Відновлення каретки

➤ **Ремонт каретки супорта токарно-гвинторізного верстата включає дві технологічні операції:**

- відновлення нижніх напрямних, пов'язаних з напрямними станини;
- відновлення поперечних напрямних, що примикають до напрямних нижньої частини супорта.



Рис. 3.3. Каретка токарно-гвинторізного верстата

Перед початком робіт каретку встановлюють на виставлену станину разом із рейкою і коробкою подач. Після цього на каретку монтують притискні планки, фартух, ходовий гвинт і вал ходової, виставляють її на точність, роблять виміри й перевіряють зачеплення шестерні фартуха з рейкою.

За результатами контрольних замірів визначають ступінь зношеності поверхонь напрямних і обробляють їх ручним і механічними способами до досягнення нормативних значень прямолінійності, площинності й паралельності. На фінальній стадії точність прилягання до станини токарного верстата забезпечують обробкою шабером і шліфувальними пристроями.

Відновлення коробки швидкостей



Рис. 3.4. Ремонт коробки швидкостей

➤ Основні операції з відновлення коробки швидкостей:

- розбирання, промивання, дефектування;
- ремонт і заміна складників;
- заміна підшипників;
- внутрішнє забарвлення;
- збірка.

Відновлення фартуха



Рис. 3.5. Ремонт фартуха

➤ Основні операції з відновлення фартуха:

- розбирання, промивання, дефектування;
- ремонт (заміна) муфт і втулок;
- заміна підшипників;
- внутрішнє забарвлення;
- збірка.

Відновлення задньої бабки



Рис. 3.6. Задня бабка токарного верстата

➤ Ремонт задньої бабки токарного верстата передбачає технологічні операції з відновлення параметрів таких компонентів:

- поверхонь корпусу, пов'язаних з поверхнями плити;
- поверхонь плити, що прилягають до корпусу і станини;
- отворів під піноль.

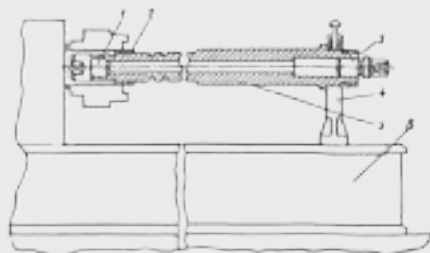
При відновленні плоских поверхонь застосовують шабрування і шліфування, а при обробці пінолі — розточування.

Відновлення шпинделя

Шпиндель — це одна з найвідповідальніших деталей металообробних верстатів.

Від точності й жорсткості шпинделя, а також точності заданого руху значною мірою залежить якість виконуваних на верстаті операцій і виготовлених деталей.

Рис. 3.7. Схема встановлення шпинделя для контролю якості його поверхонь: 1, 3 — технологічні пробки; 2, 5 — шпиндель; 4 — люнет; 6 — верстат



У процесі експлуатації верстата поверхні шпинделя зношуються унаслідок впливу певних факторів.

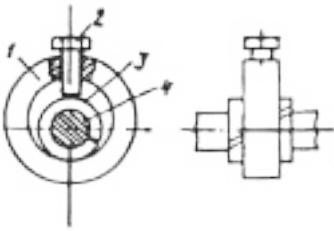


Рис. 3.8. Жимок для притирання шийок шпинделя: 1 — кільце-хомутик; 2 — гвинт; 3 — втулка-притир; 4 — шпиндельна шийка

Одним зі способів відновлення зношених поверхонь шпинделя є застосування тонкостінних компенсаційних кілець і втулок, які встановлюють на епоксидний клей.

Ремонтна практика показує, що термін служби таких шпинделів довший, а в деяких випадках і працюють вони краще, ніж нові, якщо компенсаційні кільця і втулки виконані з матеріалів, які мають вищі експлуатаційні властивості, ніж основний матеріал шпинделя.

Шпинделі, що мають зношеність шийок на сторону 0,005–0,01 мм, ремонтують притиранням на токарному верстаті. Притирання здійснюють спеціальним інструментом — **жимком**.

За умови зношеності основних поверхонь шпинделів до 0,05 мм на сторону спочатку виконують їх попереднє шліфування для відновлення точності геометричної форми поверхонь. Потім здійснюють їх хромування — електролітичне нанесення хромового покриття.

При зношеності більше ніж 0,05 мм на сторону здійснюють нарощування поверхонь металом одним з відомих способів, наприклад вібродуговим наплавленням, потім проводять механічну обробку.

Для контролю точності відновленого конічного отвору шпинделя використовують стандартний конусний калібр, контрольна риска на якому не повинна входити в отвір.

Між рискою і торцем шпинделя повинна бути відстань $1 \div 2$ мм. Биття осі цього отвору перевіряють індикатором по контрольній оправці, вставлений в отвір.



Рис. 3.9. Коробка подач

➤ **Відновлення коробки подач:**

- розбирання, промивання, дефектування;
- ремонт і заміна зношених деталей;
- внутрішнє забарвлення;
- збірка.

➤ **Заміна привідних пасів:**

- ремонт ходового гвинта й вала;
- ремонт гітари;
- ремонт (заміна) гвинта й вала;
- виготовлення нових гайок;
- складання.



Рис. 3.10. Привідні паси на токарному верстаті

Відновлення ходових гвинтів

Ремонт ходових гвинтів починають із зачистки або розточування центрових отворів. Далі гвинт

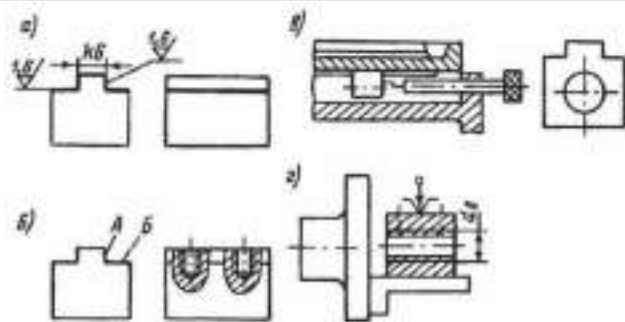
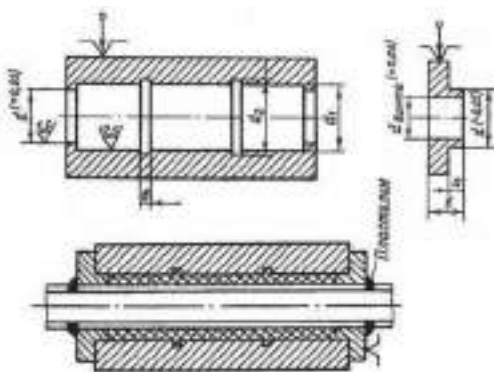


Рис. 3.11. Схема виготовлення нерегульованої гайки: а — фрезерування базових поверхонь; б — свердління отвору та нарізування різьби; в — підготовка поверхні під різьбу; г — нарізування різьби

Рис. 3.12. Ремонт гайки шляхом заливки акрилопласта



установлюють у центрах токарного верстата і проводять його перевірку на биття. Викривлені гвинти рихтують за допомогою стяжок, важелів або на пресах.

Потім різбову частину гвинта проточують або шліфують за зовнішнім діаметром, прорізають канавку різьби і проточують бічні поверхні трапеції або різьбу трикутного профілю, при цьому зберігаючи усі її параметри, крім зовнішнього і внутрішнього діаметрів. До гвинта за відновленою різьбою виготовляють нову нестандартну гайку (рис. 3.11).

Відновлення гайок

Ремонт гайок, пов'язаних з ходовими гвинтами, здійснюють у тому випадку, якщо гвинтова пара працює з невеликими навантаженнями. В інших ситуаціях виготовляють нові гайки по відремонтованих гвинтах.

4 УЧАСТЬ У МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ

Автоматизація — це процес створення приладів, пристроїв і механізмів, яким частково або повністю передаються функції управління верстатом і контролю якості обробки деталей.

Основна мета автоматизації та механізації верстатів при модернізації — зменшення допоміжного часу при одночасному збереженні або підвищенні точності обробки та полегшення праці верстатника.

Механізація — це оснащення верстата пристроями, які полегшують працю токаря і звільняють його від виконання фізично важких, трудомістких і втомливих робіт.

- механізований привід подач задньої бабки;
- гідросупорт, який дає змогу обробляти заготовки по копіру, закріпленому у центрах і в патроні на зовнішніх і внутрішніх поверхнях.

➤ **Шляхи автоматизації керування і скорочення часу холостих ходів для токарних верстатів:**

- установлення механізмів прискорених повздовжніх переміщень супорта;
- автоматизація подачі верхніх поворотних полозків;
- установлення гідропневматичних пристроїв.

Використання гідравлічних приводів

Застосування напівавтоматичного гідравлічного копіра доцільне навіть при невеликих партіях деталей, якщо на них є велика кількість уступів.

Оброблювані деталі можуть бути *ступінчастими, конічними та фасонними* або мати поєднання зазначених поверхонь. Гідравлічний копир у багатьох випадках є більш вигідним, ніж обробка на багаторізцевих верстатах. Це пояснюють насамперед можливістю застосування швидкісних режимів різання. На багаторізцевих верстатах не завжди можна працювати з кількістю обертів більше ніж 200 за хвилину. Продуктивність праці при обробці деталей на універсальних токарних верстатах з гідросупортами у 3–4 рази вища, ніж на багаторізцевих верстатах.

Сьогодні існують верстати, які оснащені двома гідросупортами. Верстати, оснащені системами з двох гідросупортів, змонтованих на передньому й задньому супортах, є більш продуктивними, ніж верстати з одним гідросупортом.

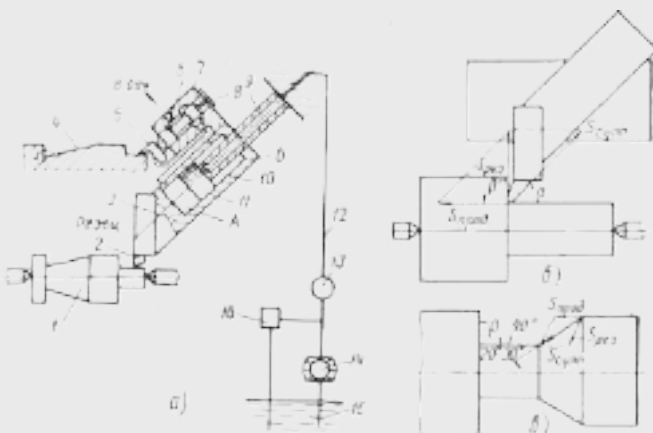


Рис. 4.1. Схема роботи гідравлічного копіювального супорта: а — схема гідравлічної слідувальної системи; б — схема підрізки торця; в — схема обробки зворотного конуса.

1 — заготовка; 2 — різець; 3 — гідрокопіювальний супорт; 4 — копир (шаблон); 5 — щуп; 6 — золотник; 7 — важіль; 8 — пружина; 9 — шток; 10 — корпус гідрокопіювального супорта; 11 — шток; 12 — трубопровід; 13 — датчик тиску; 14 — насос; 15 — гідробак; 16 — фільтр

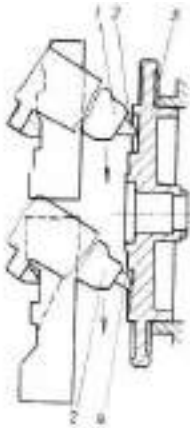


Рис. 4.2. Схема обробки деталі двома паралельно рухомими гідросупортами: 1, 2 — гідросупорти; 3, 4 — прохідні різці; 5 — деталь

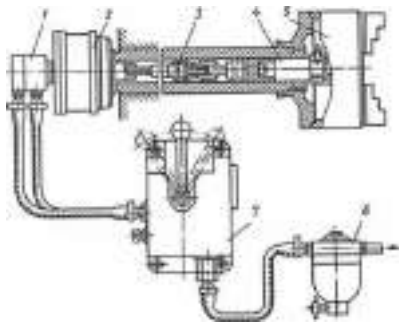
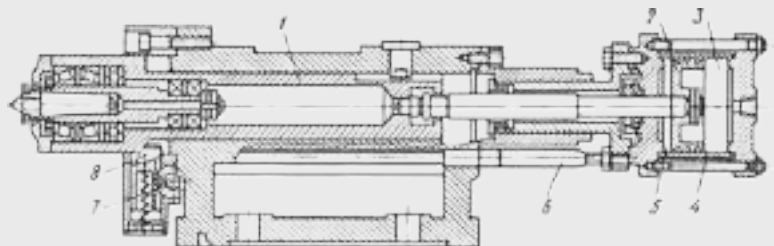


Рис. 4.3. Токарний патрон із пневматичним приводом: 1 — нерухома муфта; 2 — пневмоциліндр; 3 — муфта; 4 — тяга; 5 — патрон; 6 — вологовідділювач; 7 — кран керування

Після закінчення обробки повітря подають у порожнину циліндра. Спочатку ліворуч рухається циліндр разом із тягою, що повертає колесо. При цьому відводять фіксатор, яким стопорять піноль у висунутому положенні, переміщують праворуч поршень разом з піноллю і заготовку звільняють (рис. 4.4).

Рис. 4.4. Піноль задньої бабки з пневмоприводом: 1 — піноль; 2 — поршень; 3 — порожнина; 4 — циліндр; 5 — порожнина циліндра; 6 — тяга; 7 — колесо; 8 — фіксатор



На рис. 4.2 зображено схему обточування складної циліндричної поверхні одночасно двома гідросупортами, що рухаються паралельно один з іншим. Один із супортів обточує циліндричні поверхні, розташовані в центрі, а інший — у периферії.

Система двох супортів у цьому випадку дає змогу обробити складний контур виробу відразу, без повторної установки.

Використання пневматичних приводів

Пневматичні приводи, у порівнянні з приводами інших типів, відрізняються високою швидкістю і забезпечують регулювання та контроль сили затиску заготовки, зручні в керуванні й не вимагають докладання великих фізичних зусиль.

Патрон пов'язаний з пневмоциліндром тягою з муфтою, які розташовані всередині шпинделя верстата. Стиснене повітря з магістралі через вологовідділювач і кран керування подають через нерухому муфту в передню або задню порожнини пневмоциліндра, що обертається разом зі шпинделем верстата.

Переміщення поршня зі штоком і пов'язаних з ним муфт й тяги пускає у хід кулачки патрона.

Пневмоциліндр для автоматизації пінолі задньої бабки токарного верстата

Зусилля, необхідні для затиску деталі центром, створюють стисненим повітрям, яке надходить у порожнину циліндра і переміщує поршень разом з піноллю. Рух поршня припиняється тільки після створення необхідної осьової сили для затиску оброблюваної заготовки.

Використання електромеханічних приводів

Електромеханічні приводи влаштовані значно простіше пневмо- і гідроприводів і зручніші в експлуатації. До складу електромеханічного приводу входять електродвигун, передавальний механізм та електрична система управління електродвигуном.

Патрон (12) (рис. 4.6) з'єднаний з електродвигуном (7) за допомогою черв'ячної передачі (3) і вала (8), тяги, гайки (10) і муфти (4) і (7). Для затиску деталі (14) в кулачках (13) патрона (12) вмикають електромагніт (6), який через важіль (5) вводить у зачеплення зуби муфти (4), забезпечуючи передачу обертання від електродвигуна (7) через черв'ячну передачу (3) на вал (8) з гайкою (10).

Гайка (10) змушує тягу (11) (при переміщенні уздовж осі) зводити або розводити кулачки патрона.

При досягненні необхідної сили затиску кулачки муфти (9) виходять із зачеплення, стискають пружину (2) і натискають на кінцевий вимикач (1), який вимикає електродвигун (7) й електромагніт (6).

Використання магнітних пристосувань

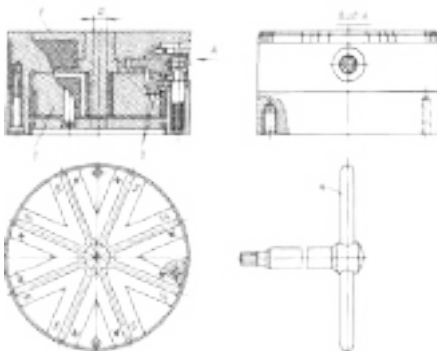


Рис. 4.5. Магнітний патрон

➤ Переваги магнітних пристосувань:

- немеханічні способи кріплення деталей, що виключає додаткове зосереджене навантаження;
- вільний доступ до оброблюваної поверхні;
- зручність установки та закріплення заготовки.

Закріплення заготовки на дзеркалі магнітного пристосування здійснюють магнітним потоком, створюваним електромагнітом або постійним магнітом.

Патрон складається з нерухомого магнітного блоку (рис. 4.5) (1) з набором радіально розташованих магнітів і рухомого блоку (2), переміщення якого вручну здійснюють руків'ям (4) через конічні зубчасті колеса (3). Таким чином змінюють магнітний потік для закріплення або зняття заготовки. Патрон кріплять на кінці шпинделя за допомогою перехідного фланця так само як і токарний патрон.

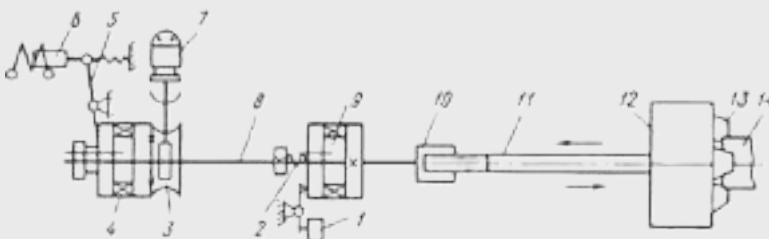


Рис. 4.6. Токарний патрон з електромеханічним приводом



Контрольні запитання

1. Що таке автоматизація?
2. Що таке механізація?
3. У чому полягає продуктивність використання гідравлічних приводів?
4. Як зростає продуктивність праці при обробці деталей на універсальних токарних верстатах з гідросупортами?
5. Скільки гідросупортів може бути на токарному верстаті?
6. Чим відрізняються пневматичні приводи від гідравлічних?
7. Опишіть принцип роботи електромеханічних приводів.
8. Розкажіть про переваги магнітних пристосувань.
9. Яке призначення магнітних пристосувань?
10. У чому полягає основна мета автоматизації та механізації верстатів при модернізації?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ

1. Автоматизація — це:

- 1) заміна зношених механізмів;
- 2) встановлення відремонтованих пристроїв і деталей;
- 3) процес створення приладів, пристроїв і механізмів, яким частково або повністю передають функції керування верстатом і контролю якості обробки деталей;
- 4) відновлення відповідальних деталей.

2. Механізація — це:

- 1) процес створення приладів, пристроїв і механізмів, яким частково або повністю передаються функції керування верстатом і контролю якості обробки деталей;
- 2) відновлення відповідальних деталей;
- 3) зміна зношених механізмів;
- 4) оснащення верстата пристроями, які полегшують працю токаря й звільняють його від виконання фізично важких, трудомістких і утомливих робіт.

3. Якою є продуктивність використання гідравлічних приводів?

- 1) Низький рівень продуктивності;
- 2) особливої ролі у роботі верстата гідравлічні приводи не відіграють;
- 3) можливість застосування швидкісних режимів різання;
- 4) високий рівень продуктивності.

4. Як підвищується продуктивність праці при обробці деталей на універсальних токарних верстатах з гідросупортами?

- 1) У 3–4 рази вища, ніж на багаторізцевих верстатах;
- 2) низький рівень продуктивності;
- 3) високий рівень продуктивності;
- 4) особливої ролі у роботі верстата гідравлічні приводи не відіграють.

5. Скільки гідросупортів може бути на токарному верстаті?

- 1) До 2-х;
- 2) 1;
- 3) 4;
- 4) 3.

6. Чим відрізняються пневматичні приводи від гідравлічних?

- 1) Нічим не відрізняються;
- 2) зниженими показниками режимів різання;
- 3) підвищеними показниками режимів різання;
- 4) високою швидкістю, забезпечують регулювання та контроль сили затиску заготовки, зручні в напрямку й не вимагають докладання великих фізичних зусиль.

7. Принцип роботи електромеханічних приводів:

- 1) влаштовані значно простіше пневмо- й гідроприводів, зручніші в експлуатації;
- 2) складні в експлуатації;
- 3) робота електромеханічних приводів створює додаткові незручності;
- 4) підвищується рівень утомлюваності токаря.

8. Переваги магнітних пристосувань:

- 1) немеханічні способи кріплення деталей, що виключає додаткове зосереджене навантаження; вільний доступ до оброблюваної поверхні; зручність установки й закріплення заготовки;
- 2) ослаблений затиск заготовки;
- 3) незручність установки й закріплення заготовки;
- 4) відсутність вільного доступу до оброблюваної поверхні.

9. Призначення магнітних пристосувань:

- 1) закріплення заготовки на дзеркалі магнітного пристосування;
- 2) закріплення різального інструмента;
- 3) закріплення верстатних пристосувань;
- 4) закріплення шпиндельних оправок.

10. Основна мета автоматизації та механізації верстатів при модернізації:

- 1) підвищити якість обробки;
- 2) зменшити кількість різальних інструментів;
- 3) підвищити продуктивність праці та полегшити умови праці токаря;
- 4) змінити технологічний процес обробки.

5 СУЧАСНІ МЕТОДИ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ

Якими правильними, точними та досконалими не були б технології класичної токарної обробки, науково-технічний прогрес і раціоналізаторство не стоять на місці. Нові методи токарної обробки систематично упроваджують як на уже наявних моделях, так і на сучасних токарних верстатах.

Усе частіше на виробництві застосовують швидкісне, ротаційне, вібраційне точення, обробку металу та неметалевих виробів різальними інструментами з використанням сучасних матеріалів і сплавів.

5.1. Швидкісне точіння

➤ **До верстатів для швидкісного точіння висувають вищі вимоги, ніж до звичайних токарних верстатів:**

- робота різальними інструментами, оснащеними пластинками з твердих сплавів або мінералокерамічними пластинками;
- підвищені технічні характеристики: високі оберти шпинделя (1000–3000 об/хв) і потужніший електродвигун;
- підвищені вимоги до жорсткості верстата, зайвих зазорів у підшипниках шпинделя і в рухомих з'єднаннях супорта, неврівноваженості окремих частин верстата — патрона або оброблюваної деталі;
- окремі частини повинні мати достатню твердість і вібростійкість;
- підвищений ступінь жорсткості шпинделя, супорта і задньої бабки;
- забезпечення плавного переміщення каретки й поперечної частини супорта напрямними;
- зменшення допоміжного часу для підвищення ефективності використання верстата.

➤ **Верстати для швидкісного різання повинні мати автоматичні та інші пристрої, що дають змогу скорочувати допоміжний час:**

- на установку й закріплення деталей (пневматичні швидкої дії, електромеханічні та механічні патрони, трикулачні люнети тощо);
- на зміну швидкостей обертання шпинделя;
- на зміну подачі;
- на швидкі холості переміщення супорта як у повздовжньому, так і поперечному напрямках;
- на вимір деталей (лімби для відліку повздовжніх і поперечних переміщень супорта);
- на точне вимикання подачі.



Рис. 5.1. Обробка деталей на токарному верстаті для швидкісного точіння

5.2. Ротаційне точіння

Ротаційне точіння обертовими (ротаційними) різцями застосовують при обробці важкооброблюваних матеріалів (жаростійких і нержавіючих сталей, титанових сплавів та ін.), коли до різального інструмента висувають підвищені вимоги щодо стійкості та продуктивності.

Особливості ротаційного різця полягають у тому, що його різальний край має вигляд кола, а сам різець установлений у корпусі (державці) вільно на підшипниках кочення.

Під дією сил тертя, що виникають у процесі різання у місцях контакту круглого різального краю різця з заготовкою, різець захоплюється в обертання й автоматично обкатує оброблювану поверхню.

➤ **Для реалізації методу ротаційного різання інструмент повинен мати такі основні елементи:**

- підшипниковий вузол;
- різальну частину, яку закріплюють на підшипниковому вузлі;
- державку для установки та орієнтації інструмента.

Необхідність обертання різального елемента при ротаційній обробці передбачає наявність у конструкції інструмента підшипникового вузла, що є його основним елементом. Від якості виготовлення підшипникового вузла багато в чому залежить працездатність ротаційного інструмента загалом.

➤ **Є чотири основні класи підшипникових вузлів, що базуються на таких підшипниках:**

- кочення;
- ковзання;
- комбінованих;
- гідростатичних опорах.

Підшипники кочення (рис. 5.2). Найбільш широко представлені у конструкціях ротаційного інструмента. Вони вирізняються високою точністю обертання, довговічністю, малими втратами на тертя, достатньою жорсткістю.

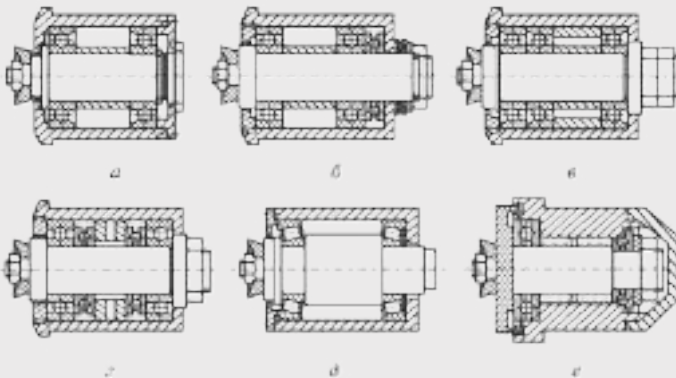


Рис. 5.2. Конструкція ротаційних різців на підшипниках кочення: а — радіально-упорні; б — два радіальних підшипники; в — спарені підшипники; г — два упорних підшипники; д — конічні роликові підшипники; е — упорні кулькові підшипники

Підшипники ковзання. Підшипникові вузли на опорах ковзання вирізняються компактністю, високою вібростійкістю. Однак вони менш довговічні, чутливі до високих температур, характеризуються значними витратами на тертя і вимагають точного виготовлення поверхонь ковзання.

Гідростатичні підшипники. Високою надійністю і низькими втратами на тертя відзначаються інструментальні вузли на гідростатичних опорах. Їхнє застосування може розширити технологічні можливості ротаційного інструмента.

Як джерела енергії найбільш поширені окремі електричні двигуни, трапляються схеми з гідромоторами, пневмоприводом або приводом за допомогою кінематичного зв'язку з ходовим гвинтом верстата.

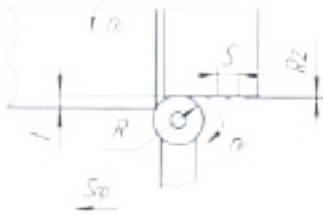


Рис. 5.3. Кінематика різання ротаційним різцем: n_d — частота обертів деталі; n_p — частота обертів різальної пластини; S — подача; t — глибина різання; R_z — шорсткість поверхні; R — радіус різальної пластини різця

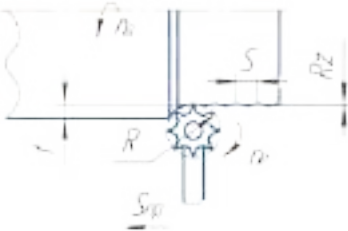


Рис. 5.4. Кінематика різання ротаційним різцем: n_d — частота обертів деталі; n_p — частота обертів різальної пластини; S — подача; t — глибина різання; R_z — шорсткість поверхні; R — радіус різальної пластини різця

Кінематика різання ротаційним різцем

Безперервна зміна робочої ділянки різального краю створює інтенсивний тепловідвід із зони різання, знижує тертя між заготовкою і робочими поверхнями різця, що забезпечує значне підвищення його стійкості.

Різальну частину можна виготовляти зі швидко-різальної сталі у вигляді вставки з конічним хвостовиком, який вставляють в оправлення і затягують болтом. Оправлення встановлене в корпусі на двох конічних роликотпідшипниках, між якими розташоване проміжне кільце. На рис. 5.3 представлений різець з круглою пластинною, а на рис. 5.4 на різці є окремі сектори для дроблення стружки.

➤ Переваги ротаційного точіння:

- суттєве підвищення стійкості різального інструмента;
- збільшення продуктивності завдяки прискоренню подачі;
- низька шорсткість поверхні — $Ra\ 0,2\ \mu m$;
- можливість заміни операції шліфування;
- відсутність МОР.

Недоліком ротаційного точіння є утворення зливної стружки. Цю проблему можна вирішити шляхом поділу різального краю на окремі сектори.

5.3. Полігональне точіння

Полігональне точіння — це процес механічної обробки граней профілів, заснований на поєднанні двох обертальних рухів деталі та різального інструмента й поступального руху подачі в осьовому або радіальному напрямку.

Переважаю полігональне точіння використовують для отримання квадратних і шестигранних головок болтів або гайок на токарних оброблювальних центрах з двома керованими



Рис. 5.5. Полігональний верстат з програмним керуванням моделі FC-1540



Зразки полігональної контурної обробки

осями та приводним інструментом. На такому обладнанні обробку здійснюють шляхом інтерполяції рухів заготовки та різального інструмента.

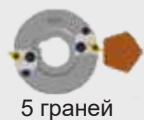
Важливою перевагою полігонального точіння є продуктивність обробки, яка за основним часом відповідає продуктивності точіння круглих валів.

➤ **Процес полігонального точіння має такі параметри:**

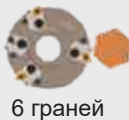
- співвідношення кутових швидкостей деталі й різального інструмента;
- кількість різальних елементів інструмента Z;
- напрямок подачі (осьовий або радіальний).

Німецька компанія DIETERLE розробила спеціальний різальний інструмент для полігонального точіння різної кількості граней (рис. 5.7).

Рис. 5.6. Зразки деталей, отриманих методом полігонального точіння



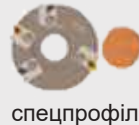
5 граней



6 граней



2 грані



спецпрофіль

Рис. 5.7. Інструмент для полігонального точіння

5.4. Вібраційне точіння

Вібраційне точіння характерне тим, що на прийняту для традиційного методу обробки кінематичну схему різання накладаються додаткові коливання інструмента або заготовки.

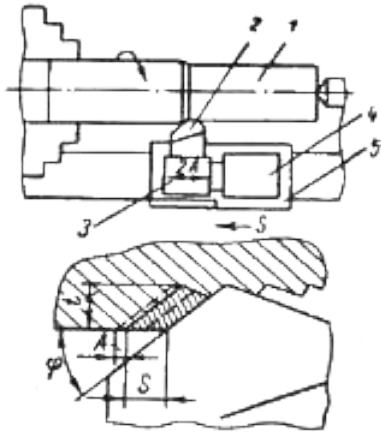


Рис. 5.8. Схема вібраційного точення: 1 — заготовка; 2 — різець; 3 — різцетримач; 4 — гідравлічний вібраційний супорт; 5 — повздовжній супорт

Недоліки вібраційного точення: зниження періоду стійкості різального інструмента.

Метод вібраційного точення використовують для поділу стружки, для обробки важкооброблюваних матеріалів (нержавіючих і жаростійких сталей тощо).

Вібраційне різання здійснюють за допомогою гідравлічних вібраційних супортів, які встановлюють на супорті токарного верстата. При повздовжній подачі різця вони створюють додатковий коливальний рух інструмента.

Ступінь дроблення стружки залежить від співвідношення між кількістю обертів шпинделя та частотою вібрацій.

Вібраційне точення доцільно використовувати при виконанні операції чорнової та напівчистої обробки в'язких, пластичних і важкооброблюваних матеріалів.

➤ Переваги вібраційного точення:

- забезпечення стійкого дроблення стружки на окремі елементи;
- зниження опору металу процесові деформування;
- створення умов для ефективної потужності різання;
- відсутність наросту на інструменті та задирок на обробленій поверхні.

5.5. Ультразвукова обробка металів



Рис. 5.9. Ультразвукова обробка на токарному верстаті

Ультразвукова обробка є різновидом механічної обробки. Руйнування поверхні матеріалів походить від удару абразивних зернин, які отримують енергію від інструмента, що коливається з ультразвуковою частотою. У результаті цього з поверхні заготовки вибиваються невеликі частинки матеріалу.

Джерелами ультразвукових коливань є аеродинамічні, механічні, гідродинамічні, електромагнітні, електродинамічні, магнітострикційні та п'єзоелектричні випромінювачі.

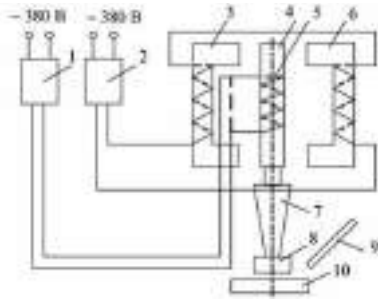


Рис. 5.10. Схема магнітострикційного перетворювача: 1 — генератор струму високої частоти; 2 — випрямляч; 3, 6 — електромагніти; 4, 8 — перетворювачі; 5 — обмотка; 7 — концентратор; 9 — шланг; 10 — деталь

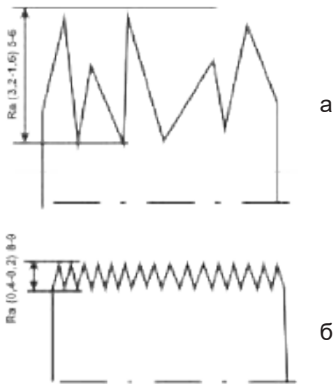


Рис. 5.11. Порівняльна схема звичайного (а) та ультразвукового (б) різання

Пакет магнітострикційного перетворювача (рис. 5.10) — це сердечник з тонких пластин, на якому розташована обмотка для зумовлення появи в ньому змінного електромагнітного поля високої частоти. При магнітострикційному ефекті знак деформації сердечника залишається постійним навіть при зміні напрямку електромагнітного поля на зворотний. Частота зміни деформації удвічі більша, ніж частота зміни змінного струму, що проходить обмоткою перетворювача, оскільки в обидва півперіоди відбувається деформація одного знака.

Різання на ультразвукових верстатах забезпечує високу точність, дає змогу отримувати не тільки прямі круглі отвори, але й вирізи складних перерізів, криволінійні канали (рис. 5.11). Ультразвук, підведений до інструмента звичайного металорізального верстата (наприклад, свердла, різці), інтенсифікує обробку й покращує дроблення стружки.

Переваги: метод дає змогу проводити обробку за високим класом точності та чистоти (8–9 клас) на металообробному обладнанні нормального класу точності.



Прогресивні методи обробки матеріалів різанням



Контрольні запитання

1. Які вимоги до токарних верстатів швидкісного точіння?
2. Що таке ротаційне точіння?
3. Перелічіть недоліки ротаційного точіння.
4. Що таке полігональне точіння?
5. Які деталі отримують методом полігонального точіння?
6. Що таке вібраційне точіння?
7. Які недоліки вібраційного точіння?
8. Розкажіть про ультразвукову обробку металів.
9. Який клас чистоти отримують ультразвуковою обробкою металів?
10. Назвіть інструмент для ротаційного точіння.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

СУЧАСНІ МЕТОДИ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ

1. Вимоги до токарних верстатів швидкісного точіння:

- 1) не висувають;
- 2) менші, ніж до звичайних токарних верстатів;
- 3) більші, ніж до звичайних токарних верстатів;
- 4) усі варіанти правильні.

2. Ротаційне точіння — це:

- 1) точіння двома різцями;
- 2) точіння фасонними різцями;
- 3) точіння обертовими (ротаційними) різцями;
- 4) точіння з додатковими приводами.

3. Недоліки ротаційного точіння:

- 1) утворення зливної стружки;
- 2) утворення якісної поверхні;
- 3) високі режими різання;
- 4) високий рівень кваліфікації токаря.

4. Полігональне точіння — це:

- 1) сучасний метод точіння;
- 2) сучасна робота двох токарів;
- 3) процес механічної обробки граней профілів, заснований на поєднанні двох обертальних рухів деталі й різального інструмента і поступального руху подачі в осьовому або радіальному напрямку;
- 4) процес механічної обробки граней профілів, заснований на поєднанні обертального руху деталі та поступального руху різального інструмента.

5. Деталі, які отримують методом полігонального точіння:

- 1) квадратні й шестигранні головки болтів або гайок;
- 2) фасонні складної форми;
- 3) різьбові: зовнішні та внутрішні;
- 4) деталі з високою якістю.

6. Що таке вібраційне точіння?

- 1) Коли на прийняту для традиційного методу обробки кінематичну схему різання накладають додаткові коливання інструмента або заготовки;
- 2) процес механічної обробки граней профілів, заснований на поєднанні двох обертальних рухів деталі й різального інструмента і поступального руху подачі в осьовому або радіальному напрямку;
- 3) процес механічної обробки граней профілів, заснований на поєднанні обертального руху деталі та поступального руху різального інструмента;
- 4) усі відповіді правильні.

7. Недоліки вібраційного точіння:

- 1) підвищення періоду стійкості;
- 2) потребує високої кваліфікації токаря;

- 3) зниження періоду стійкості різального інструмента;
- 4) зниження якості оброблених деталей.

8. Суть ультразвукової обробки металів:

- 1) зміна поверхні обробленої деталі;
- 2) руйнування поверхні матеріалів походить від удару абразивних зерен, які отримують енергію від інструмента, що коливається з ультразвуковою частотою;
- 3) процес механічної обробки граней профілів, заснований на поєднанні обертального руху деталі та поступального руху різального інструмента;
- 4) усі відповіді правильні.

9. Який клас чистоти отримують ультразвуковою обробкою металів?

- 1) 2–3;
- 2) 4–5;
- 3) 8–9;
- 4) 6–7.

10. Інструмент для ротаційного точіння:

- 1) різці з напайками;
- 2) різьбові різці;
- 3) різці з різальною головкою, яка обертається;
- 4) комбіновані різці.

ДОДАТОК 1

Міжнародні стандарти різьби

У світі застосовують кілька поширених стандартів таких країн як Велика Британія (BS), Німеччина (DIN), Франція (NF), Японія (JIS), США (UNC). Основними причинами відмінностей між ними є традиційно різні системи заходів і способи задання розмірів різьби у різних країнах, а також особливі сфери застосування різьби. Однак за минуле сторіччя сильно зміцнив свої позиції у світі метричний стандарт ISO — International Organization for Standardization (Міжнародна організація зі стандартизації), що своєю чергою сприяло взаєморозумінню технічних фахівців.

Однак використовують також інші стандарти.

Основні стандарти різьби

SAE (Society of Automotive Engineers) — американський стандарт, дюймова різьба (60°);

JIC (Joint Industrial Council) — американський стандарт, дюймова різьба (60°);

JIS (Japanese Industrial Standard) — японський стандарт;

DIN (Deutscher Institut für Normung) — німецький стандарт, метрична різьба (60°);

BSP (British Standard Pipe) — англійський стандарт;

BSPT — трубна конічна (Tapered) різьба (55°);

BSPP — трубна циліндрична (Parallel) різьба (55°);

BSW (British Standard Whitworth) — англійський стандарт, циліндрична різьба Витворта (55°);

UN (Unified thread) — американський стандарт (60°);

UNF — дрібна (Fine) дюймова різьба;

UNC — велика (Coarse) дюймова різьба;

UNS — спеціальна (Special) різьба;

NPT (National Pipe Tapered) — американський стандарт (60°);

NPTF — трубна конічна різьба для палива (Fuel);

NPSM — трубна циліндрична (Straight Mechanical) різьба;

SF (Straight Flange) — пряме фланцеве з'єднання;

ORFS — фланцеве з'єднання з ущільнювальним Про-Ring;

ГОСТ 9150–81 — метрична різьба (60°) — аналог ISO;

ГОСТ 25229–82 — конічна різьба метрична (60°);

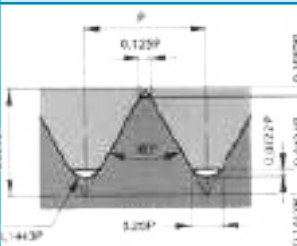
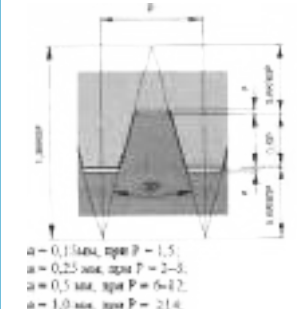
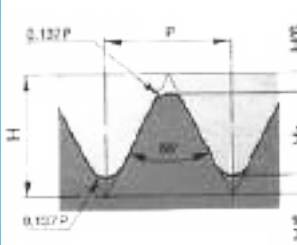
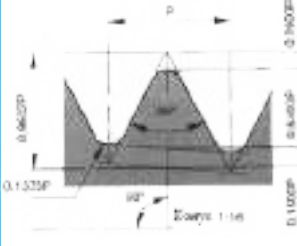
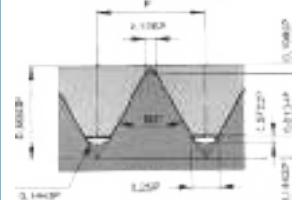
ГОСТ 6111–52 — конічна дюймова різьба (60°) — аналог NPTF;

ГОСТ 6357–81 — трубна циліндрична різьба (55°) — аналог BSPP;

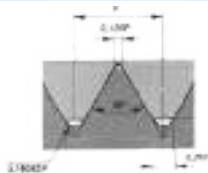
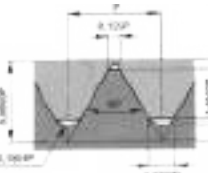
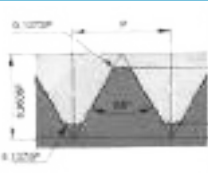
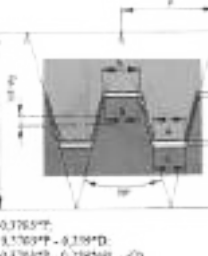
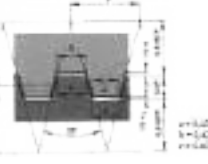
ГОСТ 6211–81 — трубна конічна різьба (55°) — аналог BSPT;

ГОСТ 633–80 — труби гладкі, високогерметичні, з висадженими назовні кінцями та муфти до них (NKT).

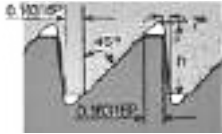
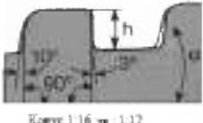
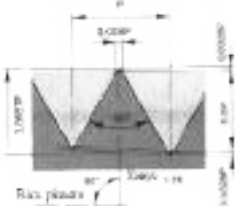
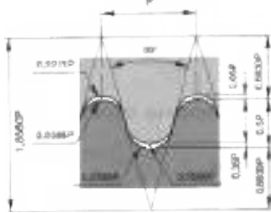
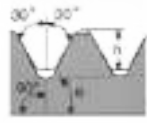
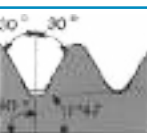
Таблиця відповідності різьб

Тип різьби, позначення	Галузь застосування	Нормативно-технічні документи	Ескіз різьби
Метрична M12; M20x2; M20x2 LH	загальномашинобудівна	ISO 724; DIN 13 (Німеччина); BS 3643 (Англія); ANSI/ASME B1.13M (США); NF E 03-050 (Франція); JIS B 0205, JIS B 0207 (Японія)	
Трапецієподібна Tr 40x7; Tr 40x7 LH	ходові гвинти у загальному машинобудуванні	ISO 2904; DIN103 (Німеччина); BS 5346 (Англія); NF E 03-618 (Франція); JIS B 0216 (Японія)	 $a = 0.134a$, при $P = 1-5$; $a = 0.25$ мм, при $P = 2-3$; $a = 0.5$ мм, при $P = 6-12$; $a = 1.0$ мм, при $P = 21-4$.
Трубна циліндрична 55° G 1 1/2	використовують у циліндричних різьбових з'єднаннях	ISO 228/1; DIN ISO 228, DIN 259 (Німеччина); BS 2779 (Англія); ANSI/ASME B1.20.1, ANSI B 20.3 (США) NF E 03-005 (Франція); JIS B 0202 (Японія)	
Трубна конічна різьба (55°) чи Британська трубна конічна різьба BSPT Rc 1 1/2; Rp 1 1/2; R 1 1/2	використовують у газовій, водопостачальній та каналізаційній арматурі	ISO 7/1 DIN 2999, DIN 3858 (Німеччина) BS 21 (Англія); ANSI/ASME B1.20.1, ANSI B 20.3 (США) NF E 03-004 (Франція); JIS B 0203 (Японія)	
Уніфікована різьба (дюймова різьба ISO) 1/4-20UNC-2A; 0,250-20UNC-2A; 10-32UNF-2B; 0,190-32UNF-2B	загальномашинобудівна, розповсюджена у США	ISO 725; BS 1580 (Англія); ANSI/ACME B 1.1 (США)	

Продовження таблиці

Тип різьби, позначення	Галузь застосування	Нормативно-технічні документи	Ескіз різьби
Метрична різьба з профілем MJ MJ 6x1	використовують в авіаційній та космічній промисловості	ISO 5855; DIN ISO 5855 (Німеччина); BS 6293 (Англія)	
Уніфікована (дюймова) зовнішня різьба с нормованим радіусом впадини UNR, UNRC, UNRF и UNREF	-	ANSI B 1.1 (США)	-
Уніфікована (дюймова) різьба зі збільшеним радіусом впадини UNJ, UNJC, UNJF и UNJEF	використовують в авіаційній та космічній промисловості	ISO 3161; BS 4084 (Англія); ANSI B 1.1 (США)	
Уніфікована (дюймова) різьба зі спеціальними діаметрами, кроками та довжинами згвинчування UNS	-	ANSI B 1.1 (США)	-
Циліндрична дюймова різьба Витворта 1/4-20 BSW или BSF, BSP	використовують у газовій, водопостачальній та каналізаційній арматурі	DIN 49301, DIN 477, DIN 4668 (Німеччина); BS 84:1956 (Англія)	
Трапецієподібна різьба 1 3/4-4 ACME-2G	ходові гвинти в загальному машинобудуванні	BS 1104 (Англія); ANSI B 1.5 (США); JS B 0222 (Японія)	
Трапецієподібна різьба зі зменшеною висотою профіля 0,500-20 STUB ACME	ходові гвинти в загальному машинобудуванні	ANSI B 1.8 (США)	
Упорна різьба (метричний Баттресс) S 48x8	загальне машинобудування	DIN 513 (Німеччина)	

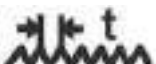
Продовження таблиці

Тип різьби, позначення	Галузь застосування	Нормативно-технічні документи	Ескіз різьби
Панцирна трубна різьба Pg 21	використовують в електротехніці	DIN 40430	
Упорна дюймова (американський «Баттресс») 2,5–8 BUTT	обсадні труби в гірничій справі	ANSI B 1.9 (США)	
Різьба «Баттресс» (API Battress)	обсадні труби в гірничій справі	API спец. 5B (США)	
Трубна кінцева дюймова різьба з кутом профілю 60° K3/8" 3/8–18 NPT	штуцери та з'єднання машин і верстатів	ANSI/ASME B 1.20.1 (США)	
Трубна кінцева дюймова різьба з кутом профілю 60° 1/8–27 NPTF	герметична різьба паливних проводів	ANSI B 1.20.3 (США)	-
Кругла різьба RD	використовують у харчовій промисловості та системах пожежогасіння	DIN 405 (Німеччина)	
Замкова різьба по API 3-117 4 1/2 Reg	обертний буровий інструмент (штанги, долота)	API специфікація 7 (США)	
Замкова різьба API RD 8 TPI	насосно-компресорні, обсадні та бурильні труби	API специфікація 5B (США)	

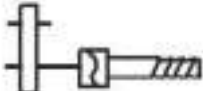
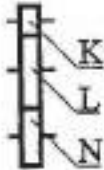
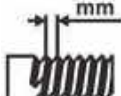
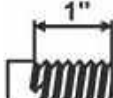
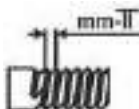
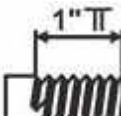
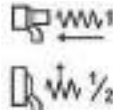
Примітки: UNC, UNF, UNEF — різьби з відповідним кроком для різних діаметрів: UNC — крупний крок; UNF — дрібний крок; UNEF — особливо дрібний крок; UN — різьби з одним значенням кроку для різних діаметрів.

ДОДАТОК 2

Таблиця графічних символів для токарно-гвинторізних верстатів

СИМВОЛ	ЗНАЧЕННЯ СИМВОЛА
	Частота обертів за хвилину
	Швидкість змінювати тільки після зупинення верстата
	Швидкість на ходу не перемикає
	Крок різьби
	Різьба з нормальним кроком
	Різьба зі збільшеним кроком
	Ліва різьба з нормальним кроком
	Ліва різьба зі збільшеним кроком
	Подачі з нормальним кроком
	Подачі зі збільшеним кроком
	Відключення шпинделя від коробки швидкостей для нарізування багатозахідної різьби поворотом шпинделя на певний кут
	Механічне вимкнення — нейтральне положення
	Багатозахідна різьба
	Багатозахідна різьба
	Поеднання трикутного покажчика E з нульовою ризкою ділильного кільця шпинделя перед нарізуванням багатозахідної різьби

Продовження таблиці

СИМВОЛ	ЗНАЧЕННЯ СИМВОЛА
	Поворот шпинделя F на необхідне число поділок ділильного кільця перед нарізуванням наступного витка багатозахідної різьби
	Підключення ходового гвинта безпосередньо до гітари, минаючи механізми коробки подач. Можна застосовувати при нарізуванні точної різьби. Налаштування на необхідний крок різьби здійснюють змінними шестернями (K, L, M, N) коробки подач (гітари).
	Змінні шестерні (K, L, N) коробки подач (гітари). Стандартний набір шестерень для верстата 16K20, який постачає завод-виробник: K = 40, L = 86, N = 64; $(K/L) \cdot (L/N) = (40/86) \cdot (86/64) = 5/8 = 0,625$. Така комбінація змінних шестерень забезпечує нарізування метричних і дюймових різьб.
	Метрична різьба — крок різьби вимірюють у міліметрах. Метричну й дюймову різьби застосовують у різьбових з'єднаннях і гвинтових передачах.
	Дюймова різьба — крок різьби вимірюють або в частках дюйма (дюйм = 25,4 мм), або числом ниток на дюйм (наприклад, 18 ниток на дюйм). Метричну й дюймову різьби застосовують у різьбових з'єднаннях і гвинтових передачах.
	Модульна різьба — крок різьби вимірюють модулем (m). Щоб отримати розмір у міліметрах, треба модуль помножити на число π. Модульну й пітчеву різьби застосовують при нарізуванні черв'яка черв'ячної передачі.
	Пітчева різьба — крок різьби, одиниця виміру — Пітч (p "). Для отримання числового значення у міліметрах досить пітч помножити на число π. Числове значення у дюймах — число пі (π) розділити на пітч. Модульну і пітчеву різьбу застосовують при нарізуванні черв'яка черв'ячної передачі.
	Повздовжня та поперечна подача
	Ручка перемикавання
	Праве обертання шпинделя (пряме, за годинниковою стрілкою)
	Ліве обертання шпинделя (пряме, за годинниковою стрілкою)

ДОДАТОК 3

Сучасні верстати токарної групи

Токарні верстати з похилою станиною

Більшість лідерів світового верстатобудування випускає токарні верстати з напрямними, розташованими у площині під кутом щодо опорної поверхні верстата і верхнім розташуванням різцетримача. Таке компонування називають **токарний верстат з похилою станиною**.

1. Токарні верстати з похилою станиною моделей TCK36 (Ø точіння 360 мм), TCK46 (Ø точіння 460 мм), TCK520 (Ø точіння 520 мм), TCK56 (Ø точіння 560 мм), TCK66 (Ø точіння 360 мм).

Ці верстати можуть застосовувати для обробки валів довжиною до 1000 мм. Мають усі необхідні можливості й функції, починаючи від гідравлічної підтримки люнетів і закінчуючи функцією приводного інструмента для токарно-фрезерної обробки.

На ринках країн Євросоюзу, США, Японії й Тайваню давно застосовують методи отримання заготовок, які дають змогу мінімізувати припуски під обробку, а отже — збільшити продуктивність, швидкість і точність механічної обробки. У зв'язку з цим більшість великих і всесвітньо відомих виробників, як правило, не випускають верстатів з прямою станиною, а концентруються на випуску верстатів з похилою станиною.



Рис. 1. Токарний верстат з програмним керуванням з похилою станиною

2. Токарні трубонарізні верстати з похилою станиною серії УРТ. Основною їхньою рисою є великий діаметр наскрізного отвору в шпинделі (від 190 мм). Переміщення супорта на таких верстатах проводять на напрямних ковзання.



Рис. 2. Токарний трубонарізний верстат з похилою станиною

3. Важкі токарні верстати з ЧПК з похилою станиною серії СКУ. Як і трубонарізні верстати з похилою станиною, вони оснащені напрямними ковзання.



Рис. 3. Важкі токарні верстати з похилою станиною

Токарні верстати для глибокого свердління

Для забезпечення високої якості та продуктивності при обробці глибоких отворів потрібний сучасний, високопродуктивний і надійний спеціальний верстат.

Сучасні токарні верстати для глибокого свердління дають змогу обробляти як малогабаритні деталі довжиною від 200 мм і вагою від кількох кілограмів (колінвали ДВС), так і великогабаритні деталі довжиною до 10 м і вагою до кількох тонн (циліндри високого тиску, спеціальні вали, теплообмінники).



Рис. 4. Токарний верстат для глибокого свердління



Рис. 5. Обробка отворів на токарних верстатах для глибокого свердління

➤ Основні операції:

- свердління і розточування деталей після відцентрового лиття;
- розточування ротора турбіни;
- розточування конічних пресованих циліндрів;
- точіння шасі літаків;
- чистове полірування розкатними роликми й хонінгування зварних і безшовних труб гарячої катки та холоднотягнутих;
- обробка внутрішніх фасонних профілів.

➤ Варіанти компоновання таких верстатів:

- класичне виконання: обертання заготовки;
- універсальне виконання: обертається заготовка й обертається інструмент;

- обертається інструмент;
- спеціальне виконання: для виконання розточувальних операцій на великогабаритних заготовках, що мають особливий профіль; їх неможливо закріпити у центрах, де деталь кріпиться на відповідному столі або на плитному настилі.

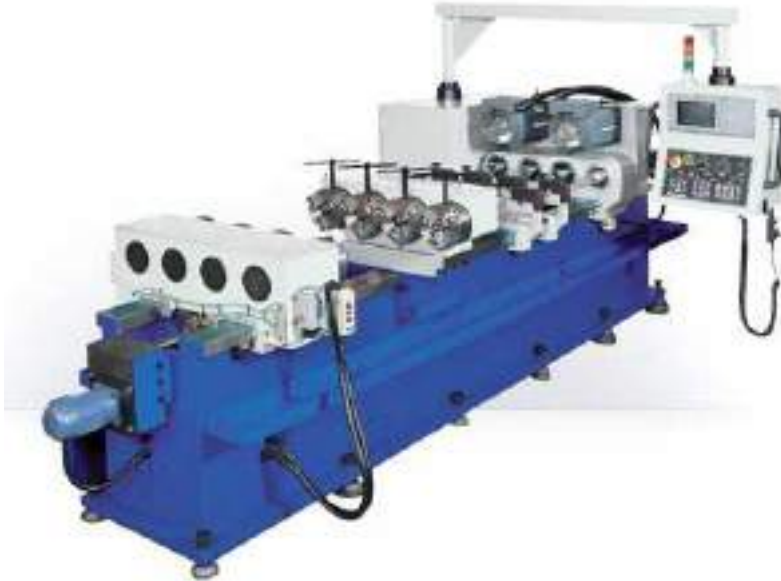


Рис. 6. Багатошпindelний верстат для глибокого свердління

На верстатах для глибокого свердління можна виконувати найрізноманітніші операції свердління. Можна реалізувати однокрайове свердління, глибоке свердління із зовнішнім охолодженням та зняттям зливної стружки, розточування, а також застосування нових високопродуктивних дволезових інструментів.

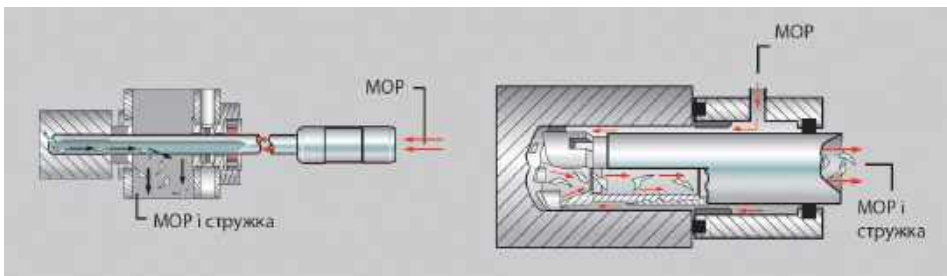


Рис. 7. Метод однокрайового глибокого свердління

Процес свердління може відбуватися з обертанням або без обертання оброблюваної деталі, рухомим або обертовим нерухомим інструментом. Для обробки довгих деталей передбачено люнет для заготовки, а для великої довжини свердління — люнет інструмента. Як інструмент використовують рушничні свердла з внутрішнім підведенням МОР і зовнішнім відведенням стружки.

Мастилоприймальник забезпечує підтиск заготовки, відведення стружки та МОР із зони різання.



Рис. 8. Основні елементи верстата для глибокого свердління: 1 — шпиндель; 2 — люнет для заготовки; 3 — мастилоприймальник; 4 — люнет для підтримки різального інструмента; 5 — задня бабка

Годинникові токарні верстати

Годинникові токарні верстати не мають ні патрона, ні різцетримача. Заготовку закріплюють цангами, а точіння проводять ручними різцями з опорою на лінійку-підручник — приблизно як на токарному верстаті по дереву.

Водночас такі верстати дуже точні. Станина маленького годинникового верстата у вигляді стрижня D-подібного перетину зазвичай закріплена тільки одним краєм. Привід шпинделя спочатку був ножним від великого колеса й педалі (як у швейній машині), пізніше почали застосовувати електродвигуни.



Рис. 9. Годинниковий токарний верстат

Годинниковий токарний верстат призначений для дрібних деталей, виготовлення яких вимагає спеціального обладнання й особливих прийомів, таких як закріплення деталей в цанзі, а не в патроні, застосування кондукторів при свердлінні інструментом малого діаметра та ін.



Рис. 10. Годинниковий токарний верстат Gem Glorious

Для забезпечення необхідної швидкості різання при дуже малому діаметрі деталі потрібна висока частота обертання шпинделя.



Рис. 11. Збіг конусів переднього і заднього центрів



Рис. 12. Передача обертання від двигуна до шпинделя годинникового верстата

Верстат токарний настільний ТЕХНОРЕАЛ 180х300V-M

Єдиний верстат на ринку у своєму габаритно-ваговому сегменті зі швидкозмінним різцетримачем під 16-міліметрові різці. Різцетримач можна за секунди встановлювати під будь-яким з 40 кутів до заготовки, що істотно знижує необхідну для обробки кількість інструмента.



Рис. 13. Верстат токарний настільний ТЕХНОРЕАЛ 180х300V-M



Рис. 14. Таблиця метричних і дюймових різьб верстата токарного настільного ТЕХНОРЕАЛ 180х300V-M



Рис. 15. Верстат токарний настільний ТЕХНОРЕАЛ 180х300V-M, оснащений швидкозажимною задньою бабкою, хід пінолі 60 мм

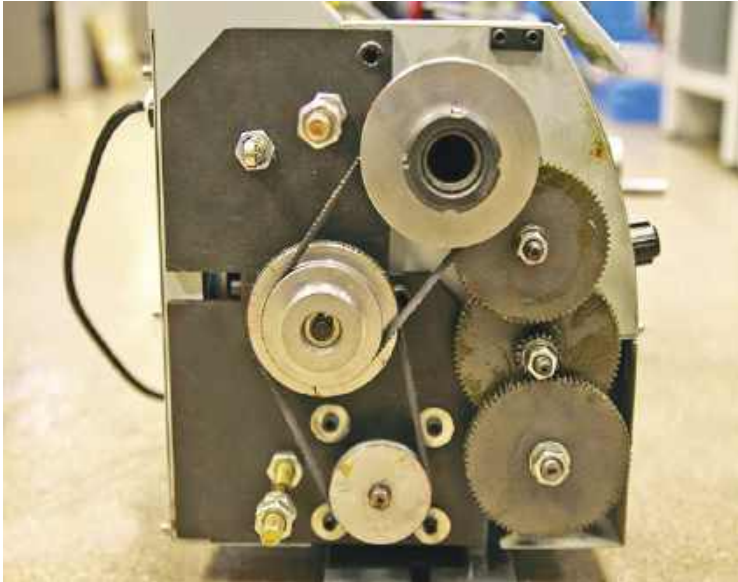


Рис. 16. Шестерні гітари для нарізування різьби; металеві. Є змога відключення гітари від повідної шестерні шпинделя, що знижує шум під час роботи верстата

Класичні токарні верстати з ручним керуванням

Особливою рисою і перевагою цього верстата є сучасна децентралізована привідна техніка, тобто він має окремі регульовані приводні електродвигуни для головного приводу, повздовжньої та поперечної осей.



Рис. 17. Класичний токарний верстат з ручним керуванням KD400

► **Переваги:**

- простота обслуговування;
- сучасна технологія;
- децентралізована привідна техніка.



Рис. 18. Основні вузли токарного верстата з ручним керуванням KD400

Традиційних елементів передньої бабки з механізмом перемикавання, коробкою передач, ходовим валом і фартухом, з відповідними зубчастими колесами й деталями розподільного пристрою, що падає черв'яком, і матковою гайкою, у цьому верстаті вже немає.

Попри окремі електродвигуни, повздовжню і поперечну каретки можна звичайно переміщувати вручну, за допомогою маховичків. Їхнє зчеплення і розчеплення відбувається автоматично.

Токарний верстат з ручним керуванням KD400, окрім необхідного для обробки матеріалів додаткового обладнання, може бути оснащений пристроєм для обробки радіусів.



Рис. 19. Пристрій для обробки радіусів на токарному верстаті з ручним керуванням KD400

Універсально-токарно-гвинторізні верстати Cormak 330x700

Призначення:

універсальні токарно-гвинторізні верстати Cormak 330x700 мають сучасні технічні характеристики, що дає змогу використовувати їх для обробки великої номенклатури деталей. Низький рівень шуму і зручність перемикання режимів роботи роблять верстат простим і легким у використанні.



Рис. 20. Універсальний токарно-гвинторізний верстат Cormak 330x700

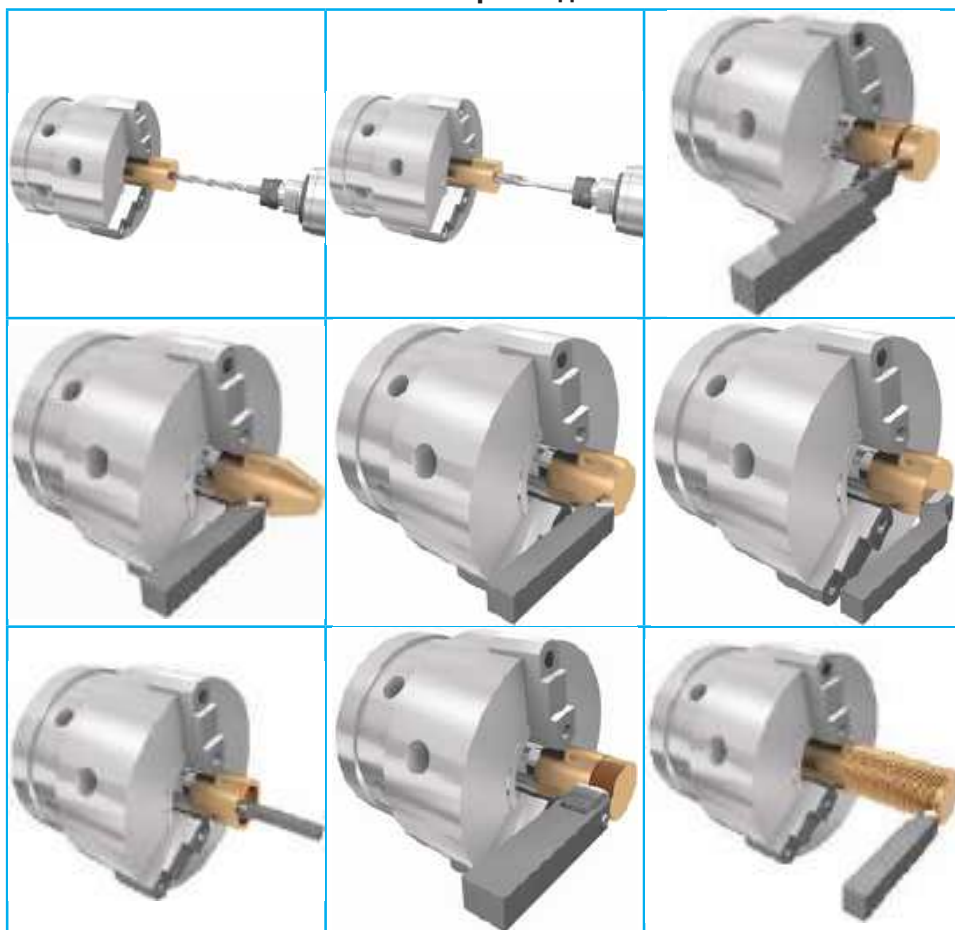
Галузь застосування:

Верстати Cormak 330x700 використовують як на великих, так і невеликих виробництвах, а також ремонтних підприємствах.

Отримувані вироби:



Схеми обробки деталей

**Токарний трубонарізний верстат ZMM C10T.12/1500**

Болгарський трубонарізний верстат ZMM C10T.12 / 1500 призначений для токарної обробки труб і деталей трубних з'єднань (НКТ, бурильна труба), які використовують для видобутку і транспортування нафти і природного газу.

➤ **Верстати застосовують для виконання різноманітних токарних робіт, зокрема точіння конусів і нарізування різьби:**

- метричної;
- дюймової;
- модульної;
- пітчевої;
- конічної.



Рис. 21. Токарний трубонарізний верстат ZMM C10T.12/1500

У шпиндельному вузлі використовують підшипники та схеми їхньої установки провідних фірм *SKF* і *FAG*. Усі основні частини верстата C10T.12 виготовлені з високоякісної сталі, що забезпечує надійну роботу верстата і збереження точності обробки протягом довгих років.

Висока потужність приводу і жорсткість верстата, широкий діапазон частоти обертання шпинделя і подач дають змогу повністю використовувати можливості прогресивних інструментів при обробці різних матеріалів.

ДОДАТОК 4

Сучасні токарні різці



Відрізнi різці

Головні переваги твердосплавних пластин для відрізн-них різців порівняно з інструментом зі швидкорізальних сталей — це можливість роботи з високими швидкостями різання (до 500 м/с для сталі) і збереження твердості при високій (до 900°С) температурі в зоні обробки.

Основна перевага цього різця — полегшення відведення стружки, тому що при зворотному обертанні шпинделя вона під власною вагою відразу йде вниз. При такому режимі різко знижується ймовірність забивання канавки стружкою, що нерідко є причиною заклинювання й ламання інструмента.

До інших плюсів цієї моделі належать: простота заточування леза; робота на великому вильоті; поліпшення режиму охолодження (стружка знизу, МОР зверху); великий ресурс навіть при багаторазовому переточуванні пластини. Крім того, його оправка має систему точного регулювання по висоті, що звільняє від підгонки положення інструмента з використанням прокладок.

Двосторонні відрізнi пластини



Відрізнi канавкові різці



Різець канавковий для торцевих канавок



Прохідні різці

Різці зі змінними пластинами



Для чорнової обробки

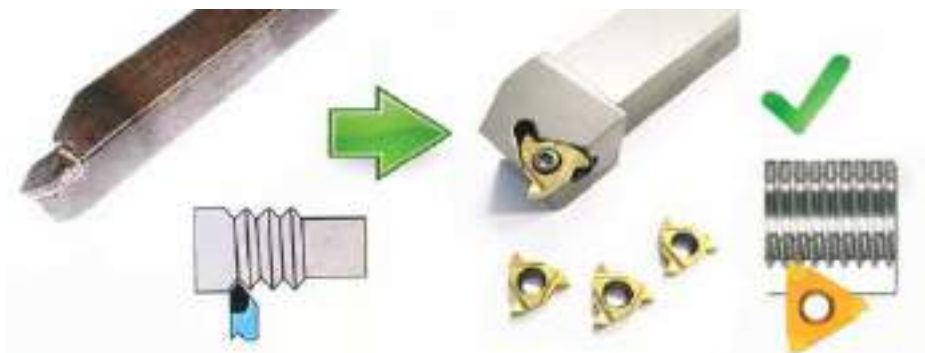


Для чистової обробки

Різновиди прохідних різців



Різьбові різці



Різьбові гребінки



Різьбові гребінки рекомендують застосовувати тоді, коли дрібну за кроком різьбу нарізують у м'яких металах. Кут різальної зони на гребінках зазвичай дорівнює 25–30 градусів. Роблять це для того, щоб навантаження рівномірно розподілялося на всі зуби інструмента.

Завдяки такій конструкції окремі зубці (їхні вершини) віддалені від осі деталі на різні дистанції, що дає змогу зрізувати опрацьований матеріал послідовно й ефективно.

ДОДАТОК 5

Словник ключових термінів

Автоматизація — процес створення приладів, пристроїв і механізмів, яким частково або повністю передають функції управління верстатом і контролю якості обробки деталей.

Базування — надання заготовці перед її механічною обробкою необхідного розташування відносно різального інструмента.

Верстатні пристосування — механізми, які слугують для розширення технологічних можливостей верстатів.

Вимірювання — знаходження фізичних величин дослідним шляхом за допомогою спеціальних вимірювальних засобів.

Виробнича санітарія — система організаційних, гігієнічних, санітарно-технічних заходів і засобів, спрямованих на запобігання виробничій небезпеці, зумовленій шкідливими чинниками.

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

Галтель — уступ напівкруглої форми.

Глибина різання, t — товщина шару, який зрізають з металу за один прохід різця.

Головний рух на токарному верстаті — обертання шпинделя із заготовкою.

Допоміжні рухи на токарному верстаті: швидке переміщення супорта в повздовжньому і поперечному напрямках; ручні переміщення супорта і задньої бабки; поворот різцетримача.

Ексцентрикovi (неспіввісні) деталі — деталі, у яких осі окремих поверхонь зміщені паралельно осям інших поверхонь.

Ексцентриситет — відстань між центрами ексцентрикових елементів деталі.

ЄСТД (єдина система технологічної документації) — комплекс державних стандартів, які встановлюють взаємопов'язані правила і положення розробки, оформлення, комплектації та обігу технологічної документації. Усі машинобудівні та приладобудівні організації і підприємства застосовують її у виробництві.

Заготовка — предмет виробництва, з якого при подальшій обробці шляхом зміни форми, розмірів, властивостей поверхні та матеріалу отримують готову деталь.

Інструкція з охорони праці для токаря — документ, що містить обов'язкові для дотримання токарем вимоги з охорони праці під час виконання робіт, визначених його функціональними обов'язками.

Калібри — безшкальні засоби вимірювання, які призначені для контролю розмірів, форми та розташування поверхонь деталей.

Канавка — конструкційне або технологічне заглиблення різного профілю на деталях.

Комплексний контроль різьби — це такий вид контролю, при якому одночасно контролюють середній діаметр, крок, половину кута профілю, а також внутрішній і зовнішній діаметри різьби.

Контроль — визначення придатності деталі без вказування числового розміру.

Масовий тип виробництва — тип виробництва, який характеризується випуском вузької номенклатури виробів протягом тривалого періоду і великим обсягом зі стабільною повторюваністю.

Механізація — оснащення верстата пристроями, які полегшують працю токаря і звільняють його від виконання фізично важких, трудомістких і утомливих робіт.

Мітчик — різальний інструмент у вигляді загартованого гвинта з кількома прорізаними на ньому повздовжніми прямими або гвинтовими канавками, які утворюють різальні краї.

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

Одиничний тип виробництва — тип виробництва, який характеризується широкою номенклатурою виробів і випуском малих обсягів однакових виробів, повторне виготовлення яких, як правило, не передбачено.

Операційний контроль — контроль продукції або процесу під час виконання або після завершення технологічної операції.

Операція — частина технологічного процесу, яку безперервно виконують на одному верстаті з обробки однієї або одночасно декількох деталей.

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

Перехід — частина установу з обробки однієї поверхні одним різальним інструментом при певному режимі різання.

Плашка — загартована гайка зі стружковими канавками, які утворюють різальні грані.

Подача, S — величина переміщення різця за один оберт заготовки. Вимірюють у міліметрах на оберт (мм/об).

Поелементний контроль різьби — такий вид контролю, при якому окремо перевіряють власне середній діаметр, крок і половину кута профілю.

Похибка вимірювання — різниця між значенням вимірюваного розміру, одержаного за допомогою вимірювального засобу, і дійсним значенням.

Припуск — зайвий шар матеріалу, який зрізають під час обробки.

Раціональний режим різання — такий режим обробки, при якому найбільш ефективно використовують потужність верстата, стійкість різального інструмента, досягають найвищої якості обробки за безпечних умов праці.

Різьба — гвинтова канавка певного профілю, яка прорізана на циліндричній або конічній поверхні.

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

Рух подачі на токарному верстаті — повздовжнє і поперечне переміщення супорта з різцем.

Серійний тип виробництва — тип виробництва, який спеціалізується на виготовленні обмеженої номенклатури виробів порівняно невеликих обсягів з повторюваними через визначений час партіями (серіями).

Станина — основа токарного верстата, на якій монтують основні його вузли. Вона має дві напрямні для пересування каретки супорта та задньої бабки.

Стійкість інструмента, T — машинний час роботи інструментом від переточування до переточування (або до визначеної величини зношеності).

Технологічний процес — частина виробничого процесу; спрямовані дії на зміну й подальше визначення стану засобів праці (заготовки й виробів).

Тип виробництва — сукупність ознак, що визначають організаційно-технічну характеристику виробничого процесу, здійснюваного на одному або багатьох робочих місцях у масштабі ділянки, цеху, підприємства.

Торець — крайня частина деталі.

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

Трензель — механізм для зміни напрямку й вимкнення повздовжньої механічної подачі у токарних верстатах.

Установ — дії, пов'язані з наданням заготовці визначеного положення на верстаті.

Уступ — перехід від однієї поверхні до іншої під кутом 90° .

Фаска — скошена частина деталі. Фаски полегшують з'єднання деталей. Частіше зріз виконують під кутом 45° . У такому разі в позначення фаски входить розмір катета зрізу зі зазначенням кута.

Швидкість різання, V — шлях, який проходить різальний край різця відносно оброблюваної заготовки в напрямку головного руху за одиницю часу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гайворонський В. А. Програмування автоматизованого обладнання. Частина 1. Технологічні основи обробки корпусних деталей: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2007. 290 с.
2. Головінов В. П. Програмування оброблення на токарному верстаті з пристроєм ЧПК моделі 2Р22: Проб. навч. посіб. К.: Вища шк., 2002. 102 с.: іл.
3. Державний стандарт професійно-технічної освіти. ДСПТО 8211.D0.28.52–2014. Токар 2, 3, 4, 5, 6 розрядів [Електронний ресурс]. URL: <http://www.dnvcpprmgz.org.ua/files/book/standarts/8211-tokar-2014.pdf>
4. Кузнецов Ю. М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2. К. — Тернопіль: ТОВ «ЗМОК» — ПП «Гнозіс», 2001. 298 с.: іл.
5. Про затвердження Державного стандарту професійно-технічної освіти. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 серпня 2002 р. № 1135. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/>.
6. Стискин Г. М., Гаевский В.Д. Токарные станки с оперативным управлением. К.: Техника, 1989. 175 .
7. Стискін Г. М. Інструменти для механічної обробки матеріалів. Л.: Оріяна-Нова, 2002. 240 с.
8. Стискін Г. М. Технологія механічної обробки на металообробних верстатах Т38. К.: Техніка, 2005. 512 с.
9. Стискін Г. М., Ревнівцев М. П., Мелещик В. А. Технологія токарної обробки. К.: Либідь, 1998. 176 с.
10. Сидоренко В. К. Токарна і фрезерна справа: навч. посіб. для 10–11 кл. загальноосвіт. навч. закл. К. : Техніка, 2005. 344 с.
11. Щербаков В. П. Програмування оброблення на токарному верстаті з пристроєм ЧПК моделі «Електроніка НЦ-31»: Пробний навч. посіб. К.: Вища шк., 2003. 221 с.: іл.

Навчальне видання

**БАЗЬ Олександр Станіславович
ЗАХАРЕНКО Ганна Степанівна
ПАРЖНИЦЬКИЙ Олександр Вікторович**

ТОКАРНА СПРАВА

Частина 2

**Навчальний посібник
для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти**

Схвалено для використання в освітньому процесі

**Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено**

Посібник відповідає Державним санітарним нормам і правилам
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

У посібнику використано матеріали з вільних інтернет-джерел

Редактори *Костянтин Ігнатченко, Мирослава Токарюк*
Коректор *Інна Криворук*
Дизайн та верстка *Анни Андрєєвої*

Формат 70х100/16.

Ум. друк. арк. 14,25. Обл.-вид. арк. 12,00.

Наклад 5671 прим. Зам. № 1622.

МПП «Букрек»,

вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000.

Тел./факс: (0372) 55-29-43. E-mail: info@bukrek.net. Сайт: www.bukrek.net

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єкта видавничої справи

ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.

Замовлення № 21-330.

Віддруковано на ПрАТ «Білоцерківська книжкова фабрика»

Свідоцтво серія ДК № 5454 від 14.08.2017 р.

09117, м. Біла Церква, вул. Леся Курбаса, 4.

Тел./Факс (0456) 39-17-40

E-mail: bc-book@ukr.net; сайт: <http://www.bc-book.com.ua>