

ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРСТАТНИХ РОБІТ



ПІДРУЧНИК

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ**

Д. В. Гоменюк, Л. А. Романов, М. М. Шимановський

ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРСТАТНИХ РОБІТ

Підручник

ЖИТОМИР «ПОЛІССЯ» 2021

*Схвалено для використання в закладах професійної
(професійно-технічної) освіти
(Лист Державної наукової установи
«Інститут модернізації змісту освіти» МОН України
№22.1/12-Г-1021 від 23.11.2020 р.)*

*Друкуються на підставі рішення вченої ради
Інституту професійно-технічної освіти НАПН України
(протокол № 12 від 26.10.2020 року)*

Рецензенти:

Каленський А. А., доктор педагогічних наук, професор, завідувач лабораторії науково-методичного супроводу підготовки фахівців у коледжах і технікумах, Інститут професійно-технічної освіти НАПН України;

Колихан А. П., заступник директора з навчально-виробничої роботи, Державний навчальний заклад «Київський центр професійно-технічної освіти»;

Шолудько Л. В., заступник директора з навчально-виробничої роботи, Державний професійно-технічний навчальний заклад «Київське вище професійне училище машинобудування та комп'ютерно-інтегрованих технологій».

Технології верстатних робіт: підручник / [Гоменюк Д. В., Романов Л. А., Т 38 Шимановський М. М.]. – Житомир, "Полісся", 2021. – 492 с.; ілюстр.

ISBN 978–966–655–999–2

У підручнику викладено основні характеристики технологічного процесу токарної обробки деталей та металообробних верстатів, їх експлуатацію, ремонт та налагодження. Описано алгоритм виготовлення заготовок та поверхонь, що утворюються внаслідок процесу різання при обробці заготовок на токарному верстаті. Подано також відомості про інноваційні технології верстатних робіт (адитивні технології; верстати, що працюють на електрофізичних ефектах; технології лазерного зварювання тощо).

Видання призначене для використання у закладах професійної (професійно-технічної) освіти, що здійснюють підготовку майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівного профілю.

УДК 377.3:621.9(075)

© Інститут професійно-технічної освіти
НАПН України, 2021.

© Гоменюк Д. В., Романов Л. А.,
Шимановський М. М., 2021.

ISBN 978–966–655–999–2

DOI <https://doi.org/10.32835/978-966-655-999-2/2021>

Зміст

ПЕРЕДМОВА.....	7
<i>РОЗДІЛ 1. ВІДОМОСТІ ТА ЗМІСТ ТОКАРНОЇ</i>	
ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ	9
1.1 Будова, частини та вузли токарного верстата	9
1.2. Зміст токарної обробки.....	12
1.3. Токарні різці, їх будова та характеристики	14
1.4. Заточування різців та їх чистове доведення	21
1.5. Інструментальні матеріали для виготовлення різців	30
1.6. Геометричні характеристики різця	32
Питання для перевірки знань	35
<i>РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ РІЗАННЯ ЯК СКЛАДОВА</i>	
ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ.....	36
2.1. Процес утворення стружки	36
2.2. Новоутворення та фізичні явища в процесі різання металів.....	39
2.3. Стійкість різців та причини їх передчасного спрацювання ...	42
2.4. Режими різання при точінні	46
2.5. Загальноприйняті вимоги до деталей з зовнішніми циліндричними поверхнями та методи контролю	49
2.6. Токарна обробка зовнішніх циліндричних поверхонь та підрізування торців	53
§ 2.7. Відрізування, виточування та прорізування зовнішніх канавок.....	64
2.8. Організація робочого місця токаря	71
2.9. Правила безпеки при роботі на токарному верстаті	73
<i>РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ЗОВНІШНІХ ТА ТОРЦЕВИХ</i>	
ПОВЕРХОНЬ, ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ.....	80
3.1. Токарні патрони та кріплення заготовок.....	80
3.2. Технологія обробки деталей типу вал	92
3.3. Технологія обробки дисків	99
Питання для перевірки	100
<i>РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ТА ЗАГОТОВОК</i>	
З ВНУТРІШНІМИ ЦИЛІНДРИЧНИМИ ПОВЕРХНЯМИ	101
4.1. Загальна характеристика деталей з отворами та їх контроль.....	101

4.2. Свердління отворів	105
4.3. Технологія свердління отворів на токарних верстатах	110
4.4. Технологія розточування отворів на токарних верстатах.....	115
4.5. Технологія зенкерування та розгортання отворів.....	124
4.6. Технологія центрування деталей при виконанні токарних робіт	134
РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЯ НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ	
НА ЗОВНІШНІХ ТА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ	138
5.1. Класифікація різьб та загальні відомості про різьбу.....	138
5.2. Методи контролю різьби	144
5.3. Методи нарізування зовнішньої різьби плашками.....	148
5.4. Методи нарізання внутрішньої різьби мітчиками.....	153
5.5. Накатування різьби.....	158
Питання для перевірки знань.....	159
РОЗДІЛ 6. ОБРОБКА КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ	
160	
6.1. Технологія обробки конічних поверхонь та їх контроль.....	160
6.2. Обробка конічних поверхонь широким різцем та за допомогою верхньої частини супорта	165
6.3. Обробка конічних поверхонь за допомогою зміщення заднього центра	168
6.4. Обробка конічних поверхонь за допомогою копіювальної (конусної) лінійки.....	172
6.5. Обробка стандартних внутрішніх конічних поверхонь	174
Питання для перевірки знань.....	178
РОЗДІЛ 7. ОБРОБКА ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ.....	
179	
7.1. Загальні поняття про фасонні поверхні.....	179
7.2. Обробка фасонних поверхонь фасонними різцями	181
7.3. Обробка фасонних поверхонь за допомогою копіра	185
7.4. Обробка сферичних поверхонь	189
Питання для перевірки знань.....	191
РОЗДІЛ 8. НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ РІЗЦЯМИ.....	
192	
8.1. Налаштування токарно-гвинторізного верстата на нарізування різьби різцем.....	192
8.2. Різці для нарізування різьби.....	195
8.3. Способи нарізування різьби різцями.....	200
8.4. Нарізування трапецієвої та прямокутної різьб.....	205
8.5. Нарізування багатозахідної різьби.....	208

<i>РОЗДІЛ 9. ОБРОБКА ЗАГОТОВОК</i>	
ЗІ СКЛАДНИМ УСТАНОВЛЕННЯМ	212
9.1. Обробка валів за допомогою люнетів.....	212
9.2. Обробка ексцентрикових деталей та заготовок.....	217
9.3. Обробка втулок.....	222
9.4 Обробка заготовок на планшайбі та за допомогою косинця.....	229
Питання для перевірки знань.....	234
Список рекомендованих джерел.....	234
<i>РОЗДІЛ 10. СУЧАСНІ ВЕРСТАТНІ ТЕХНОЛОГІЇ.....</i>	
235	
10.1. Система автоматизованого проектування та адитивні верстатні технології.....	246
10.1.1. Адитивні верстатні технології.....	249
10.1.2. Процес 3D-сканування	251
10.1.3. Різновиди сканерів. Активні та пасивні 3D-сканери	253
10.1.4. 3D-моделювання.....	254
10.1.5. Моделювання сплайнами	257
10.1.6. Програми для 3D-моделювання	259
10.1.7. Редагування.....	260
Питання для перевірки знань.....	264
10.2. Верстати водоструменевого різання	265
10.2.1. Верстати для різання водним струменем	271
10.2.2. Абразивні матеріали	275
Питання для перевірки знань.....	279
10.3. Верстати порошкової металургії. Металокераміка.....	280
10.3.1. Верстати порошкової металургії.....	280
10.3.2. Застосування порошкової металокераміки.....	282
10.3.3. Металокерамічні порошкові тверді сплави	284
10.3.4. Високотемпературна порошкова металокераміка	284
10.3.5. Фізико-хімічний спосіб отримання дисперсних порошоків	286
10.3.6. Основні можливості порошкової металургії	287
Питання для перевірки знань.....	291
10.4. Верстати лазерного зварювання, різання, гравірування та маркування. Лазерна графіка	292
10.4.1. Різання металу лазером	296
10.4.2. Обладнання для лазерного гравіювання	299
10.4.3. Програмне забезпечення лазерних верстатів.....	300

10.4.4. Лазерне зварювання.....	301
10.4.5. Різновиди лазерного зварювання.....	302
10.4.6. Верстати на оптоволоконних лазерах	304
10.4.7. Лазерний верстат для розкрою металу	305
Питання для перевірки знань.....	306
10.5. Технології роботи верстатів, які працюють на електрофізичних ефектах.....	306
10.5.1. Електрофізичні ефекти, на основі яких виготовляють сучасні верстати:	307
10.5.2. Електроерозійні верстати.....	307
10.5.3. Електроерозійна обробка металів.....	309
10.5.4. Електроіскровий режим	311
10.5.5. Електроімпульсний режим	312
10.5.6. Види верстатів для електроерозійної обробки металів.....	313
10.5.7. Плазмові верстати	321
Питання для перевірки знань.....	327
Список рекомендованих джерел.....	328
Глосарій	330
Додатки	353

ПЕРЕДМОВА

У будь-якій місцевості, де б ми не перебували, нас будуть оточувати різні механізми. Сучасний автомобіль, годинник, ткацький верстат, трактор, комбайн – усі ці вироби працюють на основі рухомих механізмів.

Але як і на чому виготовити деталі, щоб у кінцевому результаті отримати надійні в роботі механізми?

Всю різноманітність обладнання людство отримало як наслідок розвитку науки і техніки. Створені різні механічні вироби в більшості галузей господарства замінюють важку працю багатьох мільйонів людей, і все це – завдяки широкому й інтенсивному розвитку машинобудування.

Машинобудування – це комплекс галузей промисловості, які виготовляють знаряддя виробництва, транспортні засоби, а також предмети споживання та іншу промислову продукцію. Воно відображає технічний прогрес країни і має велике значення для розвитку її продуктивних сил, підвищення економічної могутності держави та добробуту народу, отож його, по праву, називають серцем індустрії.

Вирішальну роль у створенні машин і механізмів відіграє технологія машинобудування. Термін «технологія» – грецького походження, який означає майстерність, уміння, тобто сукупність способів переробки матеріалів, виготовлення виробів і процеси, що супроводжують ці види робіт.

Професія токаря – одна з найпоширеніших і творчих професій у металообробці. Здобувачі професійної (професійно-технічної) освіти отримують необхідну теоретичну підготовку і набувають практичні навички роботи на сучасному обладнанні. Це певний мінімум знань та навичок, який необхідно мати токарю для виконання металообробних робіт.

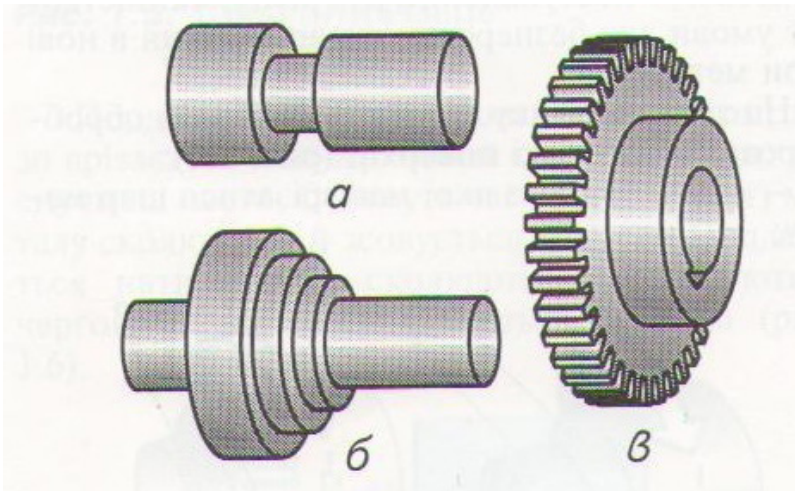
Авторський колектив (Гоменюк Д. В. (передмова, розділи 1–8), Романов Л. А. (розділ 9), Шимановський М. М. (розділ 10) сподівається, що це видання допоможе здобувачам професійної (професійно-технічної) освіти сприйняти основні відомості та засвоїти знання про токарну обробку та ознайомитися з сучасними технологіями металообробки з урахуванням інноваційних металорізальних верстатів, що використовуються на високопродуктивних лініях цехів і заводів.

РОЗДІЛ 1
ВІДОМОСТІ ТА ЗМІСТ ТОКАРНОЇ
ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

1.1. Будова, частини та вузли токарного верстата

Серед усіх методів виготовлення деталей для машин і механізмів найчастіше використовують обробку різанням: точіння, фрезерування, стругання, шліфування, свердління тощо.

На токарних верстатах обробляють деталі, які належать до тіл обертання (рис. 1.1). Використовуючи токарну обробку, можна отримати поверхні циліндричної, конічної, фасонної та інших форм, можливе нарізання зовнішньої різьби, зняття фасок різної форми.



*Рис. 1.1. Деталі, що виготовляються
на токарних верстатах:*

а – східчастий вал; б – шків; в – зубчасте колесо

Токарний верстат, який укомплектований спеціальним пристроєм для нарізування різьби, називають токарно-гвинторізним. Наприклад: 1А616, 1К62, 16К20, ТВ320 (рис. 1.2).

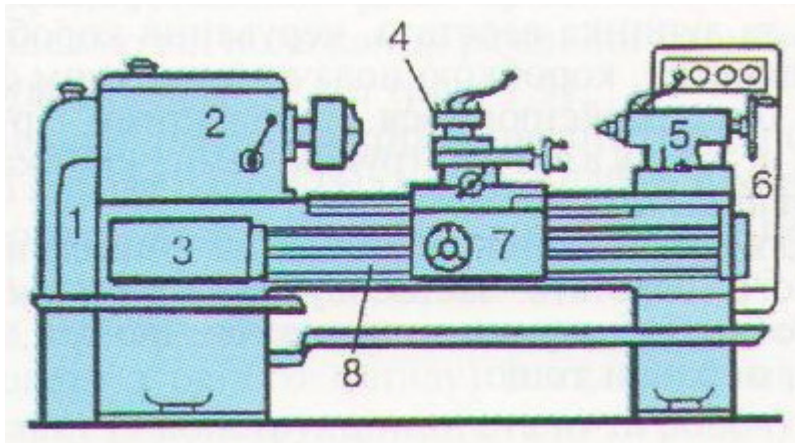


Рис. 1.2. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата:

1 – гітара змінних зубчастих коліс (шестерень); 2 – передня бабка з коробкою швидкостей; 3 – коробка подач; 4 – супорти; 5 – задня бабка; 6 – шафа з електроустаткуванням; 7 – фартух; 8 – станина

Розглянемо основні вузли та частини токарно-гвинторізного верстата.

1. Гітара змінних зубчастих коліс передбачена для налагодження токарного верстата на потрібні кроки нарізувальної різьби.

2. Передня бабка – це чавунна коробка прямокутної форми, всередині якої кріпиться головний робочий орган токарного верстата – шпиндель – і коробка швидкостей. Шпиндель має форму вала з вісьовим наскрізним отвором.

На правому кінці шпинделя кріпиться 3-кулачковий або 4-кулачковий патрон – пристрій, у якому кріпиться заготовка або деталь. Шпиндель отримує обертання від електродвигу-

на, який розташований у лівій тумбі токарного верстата, через клиновидну передачу і механізм зібраний із зубчастих коліс, що розміщується у середині передньої бабки. Цей механізм називається коробкою швидкостей і передбачений для зміни частоти обертання шпинделя (числа обертів за 1 хвилину).

3. Коробка подач – це є механізм, який передає обертання від шпинделя до ходового гвинта або вала. Вона змінює швидкості руху, руху подачі супорта (або кроку різьби). Обертальний рух до коробки передач передається від шпинделя через реверсивний механізм (трэнзель) і гітару зі змінними шестернями.

4. Супорт – це пристрій для закріплення ріжучого інструменту – різця, який забезпечує рух подачі, переміщуючи різець у повздовжньому або поперечному напрямках. Подача супорта може здійснюватися вручну або автоматично. Автоматичний рух подачі супорта забезпечується через обертальний рух ходового гвинта або вала.

Супорт складається з таких вузлів: каретки, яка переміщується по напрямних станини; фартуха (7), де розташований механізм перетворення обертального руху; ходового вала і ходового гвинта на забезпечення прямолінійного руху супорта; поперечних полозків; верхніх (різцевих) полозків; різцетримача.

5. Задня бабка передбачена для підтримування протилежного кінця довгих заготовок у процесі обробки, а також для кріплення стержневих інструментів (свердел, зенкерів, розверток).

6. Електроустаткування токарного верстата. Вмикання і вимикання електродвигуна, пуск і зупинка верстата, керування коробкою швидкостей, коробкою подач, механізмом фартуха. Для кріплення заготовок на шпинделі токарного верстата застосовують затискні пристрої: патрони, планшайби, центри, люнети, оправки тощо.

7. Станина – це важка і масивна чавунна основа, на якій кріпляться головні вузли верстата. Верхня частина її має дві плоскі і дві призматичні напрямні, по яких переміщується супорт і задня бабка. Станина встановлюється на двох тумбах.

1.2. Зміст токарної обробки

Обробка різних матеріалів на токарних верстатах за рахунок різання є не що інше, як зняття зайвого шару металу, пластмаси, деревини із заготовки (цей зайвий шар називають припуском).

Заготовкою називають прокатну продукцію різних форм (кругляк, квадрат, шестигранник), з якої шляхом зняття зайвого шару, а відповідно зміни форми, розмірів, властивостей матеріалів, шорсткості поверхні, отримують деталь потрібних розмірів та конфігурації.

Заготовки отримують за рахунок ливарного виробництва (відливки), ковальського (поковки), штампувального (прокат).

При виготовленні заготовки її намагаються виготовити за формою, максимально наближеною за конфігурацією до готової деталі.

Товщина зрізувального шару заготовки (припуску) має бути такою, щоб, зрізавши його, можна було отримати деталь в чистому вигляді, згідно заданих розмірів; надто малий припуск може призвести до браку, так як на поверхні деталі можуть залишитися необроблені ділянки, а великий припуск призведе до лишніх витрат матеріалу та втрат часу на чергову обробку.

В залежності від зрізу зрізувального припуску, розрізняють два види обробки деталей: чорнову та чистову. З метою забезпечення нормального процесу різання на токарному верстаті потрібно здійснити два рухи (рис. 1.3): головний, це обертання заготовки у патроні, і наступальний рух різця у поздовжньому або поперечному напрямках.

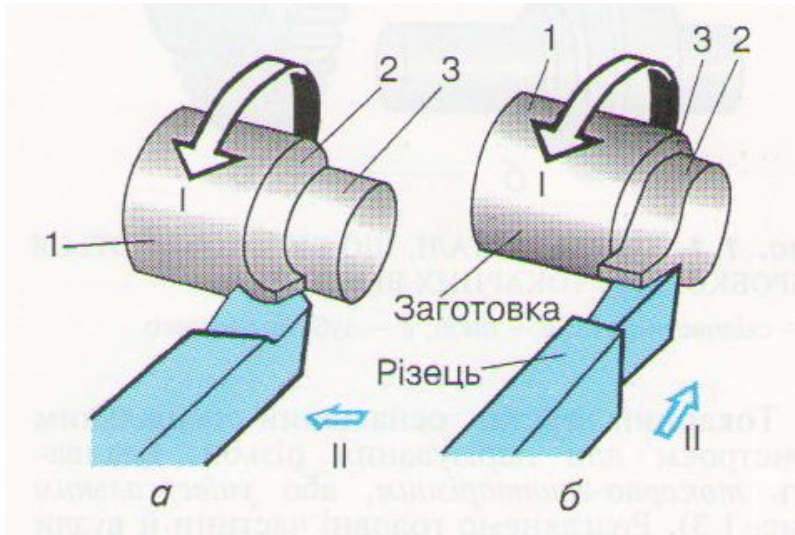


Рис. 1.3. Рухи при токарній обробці:

а – обточування; б – обробка торця; 1 – оброблювана поверхня;
 2 – поверхня різання; 3 – оброблена; I – головний рух;
 II – рух подачі

На заготовці, яку обробляють на токарному верстаті, розрізняють такі поверхні (рис. 1.3):

- оброблювальну, з якої буде зрізатися потрібний шар матеріалу;
- оброблену, отриману за рахунок зняття відповідного шару оброблюваного матеріалу;
- поверхню різання, яка утворюється на оброблюваній заготовці після проходу різальної кромки ріжучого різця. Поверхня різання може бути циліндричною, площинною, конічною, фасонною, залежно від того, яку форму має ріжуча кромка різця (рис. 1.4).

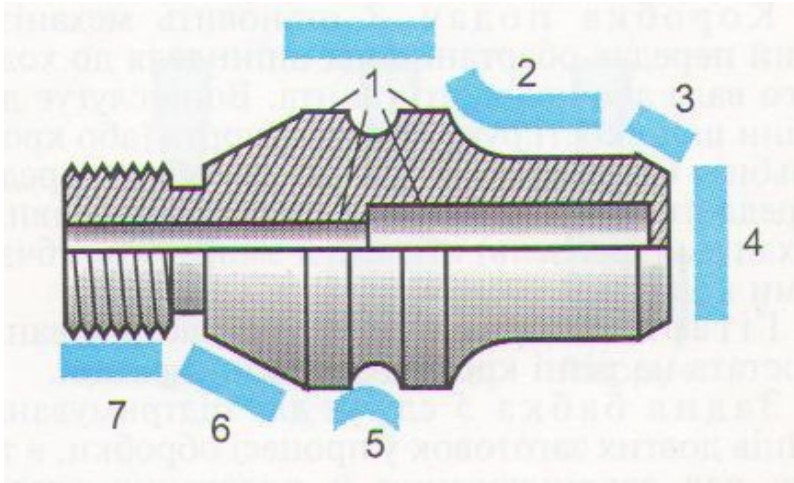


Рис. 1.4. Види поверхонь після токарної обробки:

1 – циліндричні; 2 – галтель; 3 – фаска;
 4 – площинна (торцева); 5 – фасонна; 6 – конічна; 7 – різьбова

1.3. Токарні різці, їх будова та характеристики

Різець є головним ріжучим інструментом при токарній обробці. Він складається зі стержня (державки) і головки як різального матеріалу (рис. 1.5). На головці різця кріпиться різальний твердосплавний матеріал. Кріплення різального матеріалу може бути механічне, але в значній більшості кріпиться за рахунок спеціальної пайки.



Рис. 1.5. Токарний різець

За рахунок створюваної токарним верстатом сили «Р», лезо з твердосплавного ріжучого матеріалу вривається в поверхневий шар заготовки. Стиснута частина металу, сплаву сколюється і зсувається у вигляді стружки (рис. 1.6).

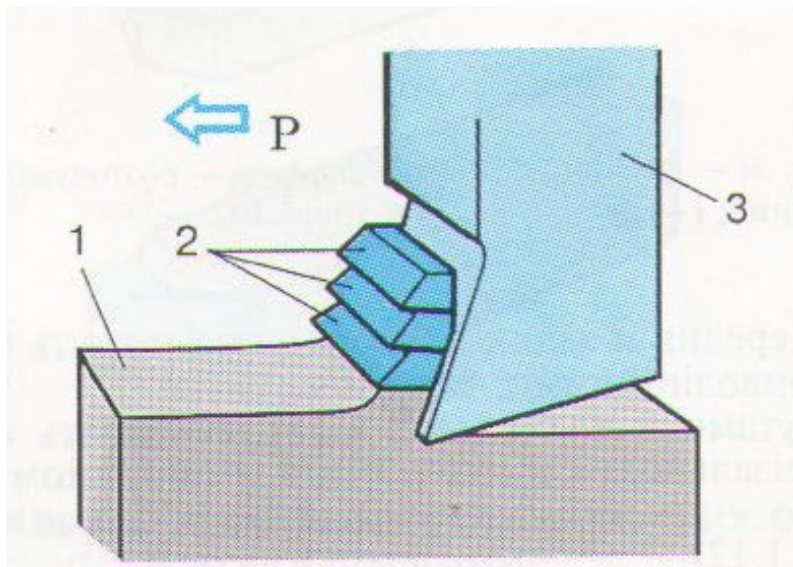


Рис. 1.6. Процес утворення стружки:
1 – заготовка; 2 – стружка; 3 – різець

Різці розрізняють за формою головки та за призначенням:
– за формою головки: прямі, відігнуті та з відтягнутою головкою (рис. 1.7).

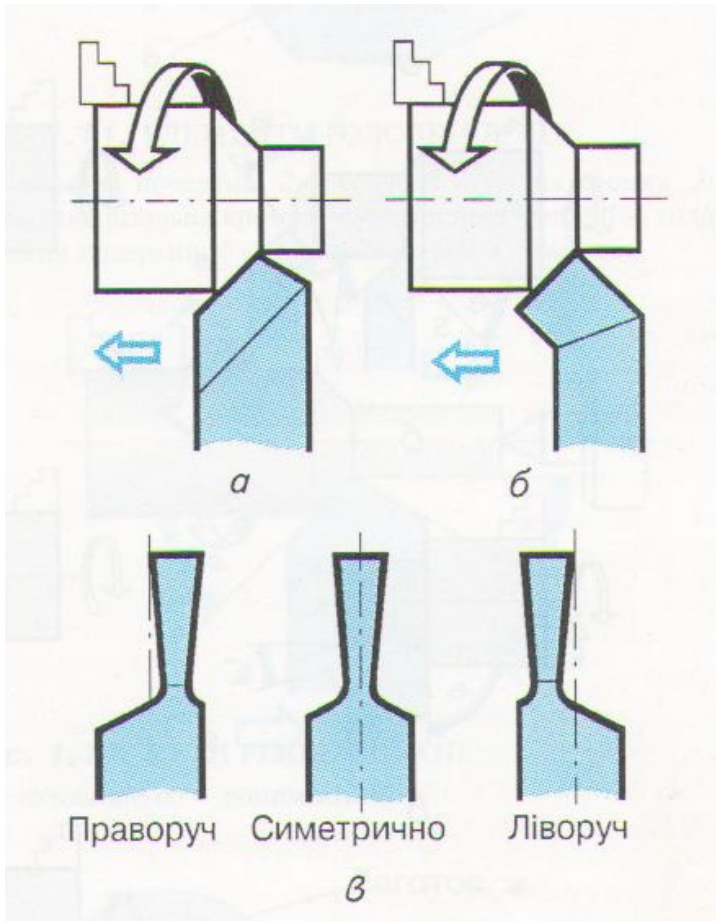


Рис. 1.7. Види різців:

a – прямий; *б* – відігнутий; *в* – з відтягнутою головкою

– за призначенням: прохідні, прохідні упорні, прохідні відігнуті, підрізні, прорізні, фасонні, відрізні, різьбові та розточувальні (рис. 1.8).

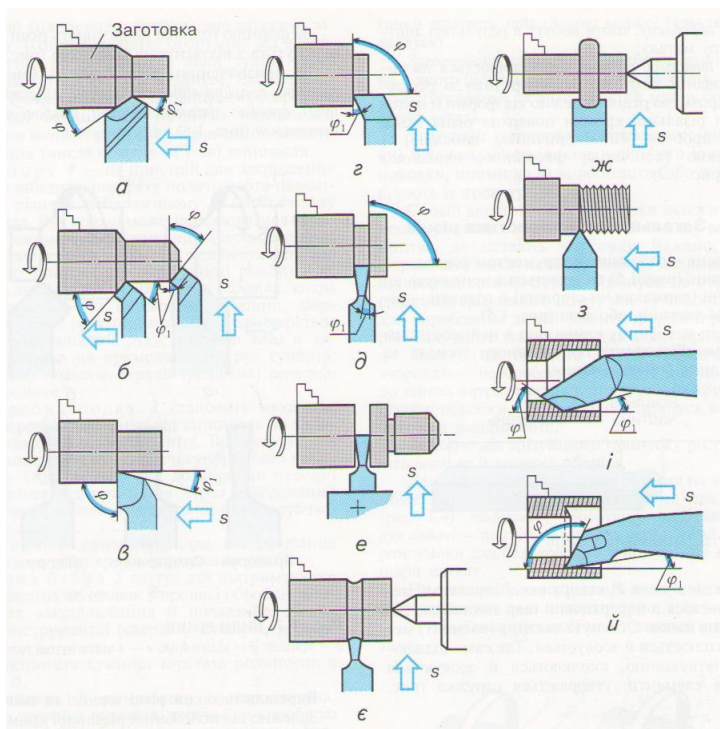


Рис. 1.8. Класифікація різців:

*а – прохідний прямий; б – прохідний відігнутий; в – упорний;
 г – підрізний; д – прорізний; е – відрізний; є, ж – фасонні;
 з – різьбовий; и – розточувальний прохідний;
 і – розточувальний упорний*

За видами обробки поверхонь різці є чорнові та чистові, а в залежності від положення різальної кромки праві та ліві.

Правий різець використовують при русі поздовжнього супорту справа наліво (від задньої бабки верстата до передньої), а лівий при русі поздовжнього супорту зліва направо.

За конструкцією різці можуть бути суцільні (зроблені зі швидкорізальної сталі Р9, Р18), або сумісні, які мають державку (стержень) з конструкційної сталі, а робочу частину з твердого сплаву, яку до державки припаюють або кріплять механічно (рис. 1.9).

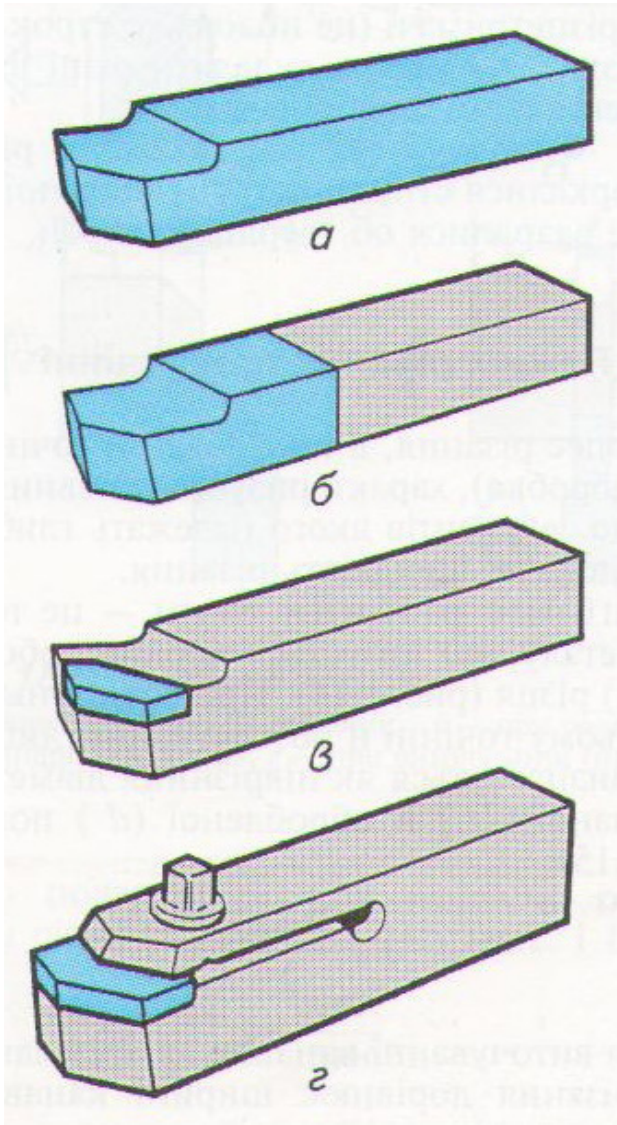


Рис. 1.9. Види різців за способом кріплення:
а – суцільний; б – стиковарний; в – напаяваний;
г – з механічним кріпленням твердосплавної пластинки

Стійкість та працездатність різця залежать від його геометричних параметрів, його леза, тобто від сукупності кутів, що визначають положення у просторі елементів леза (рис. 1.10):

- передня поверхня – це та, за рахунок якої у процесі різання сходять стружка;
- головна задня поверхня – це та, яка в процесі різання контактує з поверхнею заготовки;
- допоміжна задня поверхня – це та, яка повернута до заготовки, але не контактує з нею.

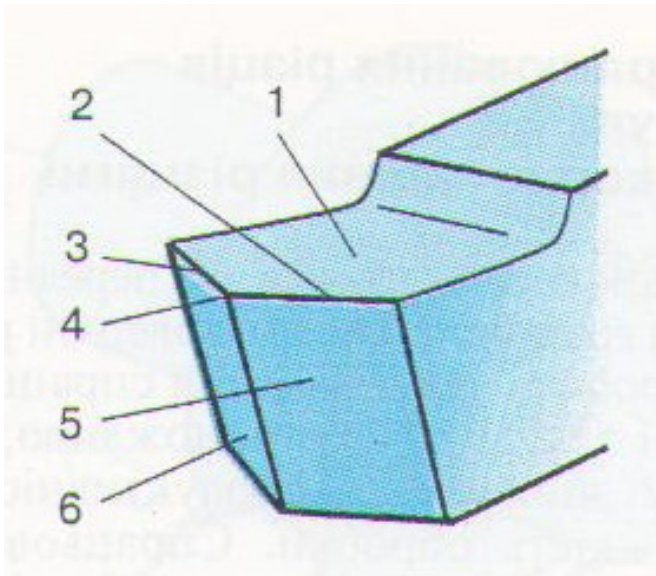


Рис. 1.10. Елементи готовки різця:

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

Кутами в плані називають кути між різальною кромкою різця і напрямом подачі: φ – головний кут у плані, φ_1 – допоміжний (рис. 1.11). Основними кутами різця є: передній кут γ ; головний кут δ ; кут загострення β ; кут різання δ (рис. 1.12).

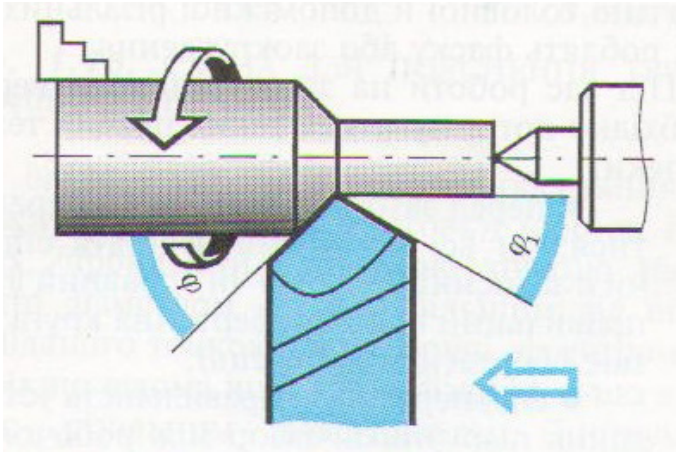


Рис. 1.11. Кути різця в плані:
 φ – головний; φ_1 – допоміжний

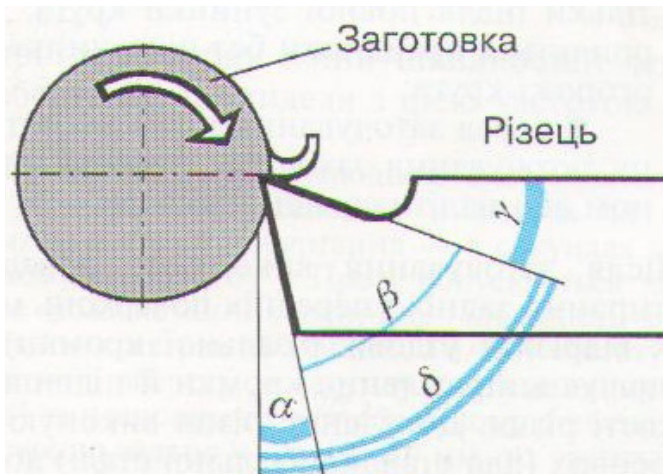


Рис. 1.12. Основні кути різця:
 γ – передній; β – заострення; α – задній; δ – різання
 Значення кутів різця в градусах визначають у залежності від оброблюваного матеріалу, умов обробки, користуючись таблицями у «Довіднику токаря».

1.4. Заточування різців та їх чистове доведення

У процесі обробки деталей на токарному верстаті ріжучий інструмент – різець зношується. Причинами зношування є висока температура нагріву ріжучої кромки через тертя головної задньої поверхні різця об заготовку, тертя стружки об передню поверхню. В результаті зношування ріжучої частини різця знижується точність і якість оброблюваної деталі, а відповідно і продуктивність праці, оскільки у токаря виникне необхідність зниження режиму різання.

Ріжучий інструмент (різець) потрібно по мірі зносу перезаточувати та доводити до потрібної кондиції.

Заточування різців відбувається на точильно-шліфувальному верстаті.

У послідовності заточують головну та допоміжну задні поверхні, а тільки потім передню поверхню. На перетині головної і допоміжної різальних кромek виконують фаску.

Під час заточування різального інструменту (різця) на заточувальному верстаті необхідно дотримуватися таких правил техніки безпеки:

- потрібно врахувати, що абразивний матеріал (круг) обертається з великою швидкістю і під час заточування різця маленькі частинки абразиву можуть відколюватись від периферичної частини заточувального круга та можуть пошкодити очі, якщо їх не захистити захисним екраном або захисними окулярами. Також потрібно розуміти, що в результаті тертя поверхонь різця об периферичну частину заточного круга відбувається відчутний нагрів державки різця, а тому його потрібно час від часу охолоджувати у спеціальній рідині;

- до початку заточування потрібно переконатися в тому, що всі механізми заточного верстата справні, чи працює система блокування абразивного круга після підняття захисного екрана, чи в потрібному напрямі обертається абразивний круг (круг має обертатися на різець);

- потрібно перевірити відстань між підручником заточу-

вального верстата та периферичною частиною круга, яка не повинна перевищувати 3 мм;

– переустановлення підручника допускається після повної зупинки обертання абразивного круга.

Заточування різального інструменту без підручника категорично не допустимо.

Після завершення заточування різця виконують наступну операцію, яка називається доведення (притирання задніх і передніх поверхонь уздовж різальної кромки).

Доведення забезпечує вирівнювання поверхні різальної кромки та підвищує стійкість різця.

Різці зі швидкорізальної сталі (Р9, Р18) доводять на ельборових кругах (електрокорунд білий), а на основі твердих сплавів (ВК6, ВК8, Т15К6, Т30К4) на алмазних доводочних кругах.

Дотримання геометрії різця контролюють за допомогою спеціальних шаблонів, кутомірів, а досвідчені токарі уміють контролювати навіть візуально.

Різальний інструмент можуть заточувати централізовано в заточувальних відділеннях, а в механічних, інструментальних, ремонтних цехах з одиночним виробництвом різці заточують самі токарі.

Правила користування різцями:

– під час зберігання різців у інструментальній шафі не допускати торкання кромки різця до стінок шафи, тому що кромка різця може притупитися або викришитися;

– після вимикання подачі потрібно відвести різець від заготовки, що дає змогу уникнути викришування ріжучої кромки;

– не допускати значного затуплення ріжучої кромки різця по задній поверхні, потрібно переточувати різець до настання викришування різальної кромки;

– необхідно періодично доводити різальну кромку дрібнозернистим абразивним або алмазним бруском безпосередньо у різцетримачі.

Як правило, найшвидше зношуються передня та задня поверхні різця. Об задню поверхню третяся заготовка, яка виконує обертотний рух, а через передню поверхню сходить стружка, яка створює тертя.

У результаті відбувається тертя, а як результат нагріву різця – останній втрачає свою стійкість і різальні властивості.

Різець потрібно зняти з різцетримача і повторно заточити на точильно-шліфувальному верстаті (рис. 1.13). На точильному верстаті встановлюється два круги, на одному кінці вала електрокорундовий (ЕБ) для заточки різців з швидкорізальної сталі, а на другому – з карбіду кремнію земного для заточування різців з напайками твердого сплаву.

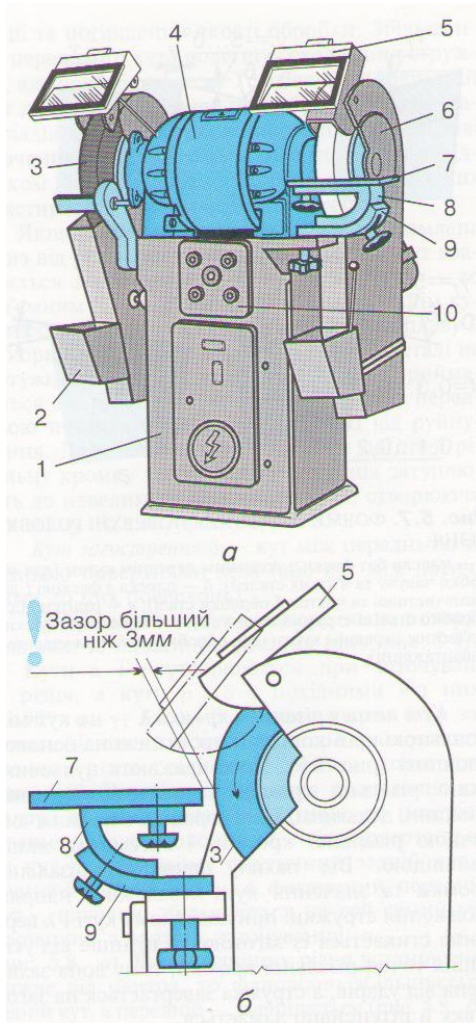


Рис. 1.13. Точильно-шліфувальний верстат:

- а – загальний вигляд; б – схема встановлення підручника;
 1 – станина; 2 – резервуар для води; 3 – шліфувальний круг;
 4 – шпиндельна головка; 5 – щиток; 6 – захисний кожух;
 7 – регульований підручник; 8 – поворотний сегмент;
 9 – поворотний столик; 10 – пульт керування

Різець встановлюють нижньою частиною на підручник (рис. 1.13, б), виставляють потрібний круг, регулюють положення різця відносно шліфувального круга. Різець, а точніше його вершина, повинна бути на рівні середини заточувального круга. Різець з невеликим зусиллям притискають до периферичної частини круга (рис. 1.14).

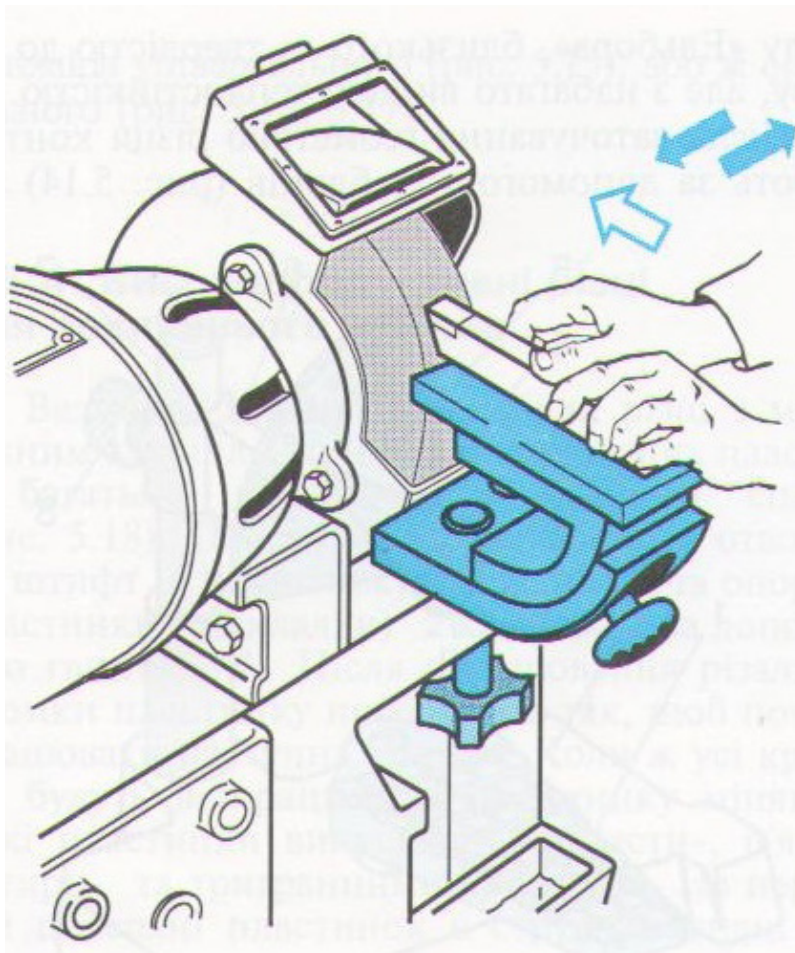


Рис. 1.14. Заточування відрізного різці з використанням периферії площинного круга

Після заточування різця його потрібно довести на алмазному доводочному кругу, а точніше, різальну кромку (рис. 1.15).

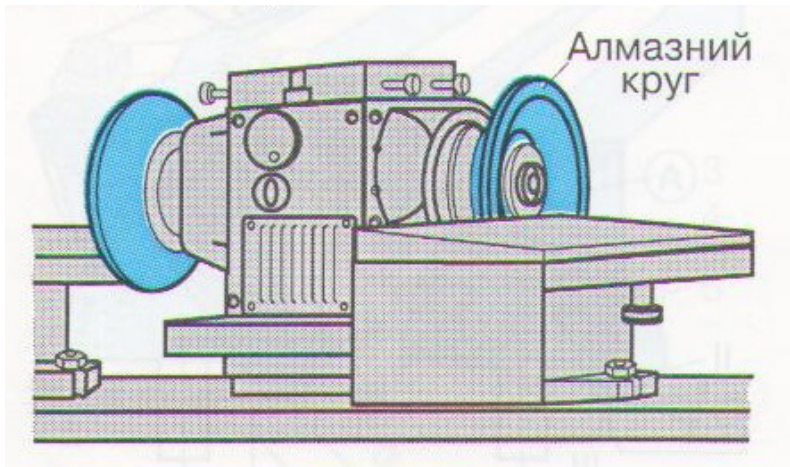


Рис. 1.15. Пристрій для алмазного доведення різців

Доведення різальної кромки виконують на заточувальних верстатах, застосовуючи алмазні круги на металевій зв'язці. Швидкість обертання алмазного круга при доведенні різальної кромки різця становить $20 \div 25$ м/с.

Алмазне доведення дає можливість досягти шорсткості поверхні 10–11-го класів, високу гостроту різальної кромки, збільшує довговічність різця в $1,5 \div 2$ рази.

Різець заточується у такій послідовності: спочатку заточують головну і допоміжні задні поверхні по державці, а потім по пластинці твердого сплаву.

Після цього заточують і доводять стружколамну канавку (рис. 1.16).

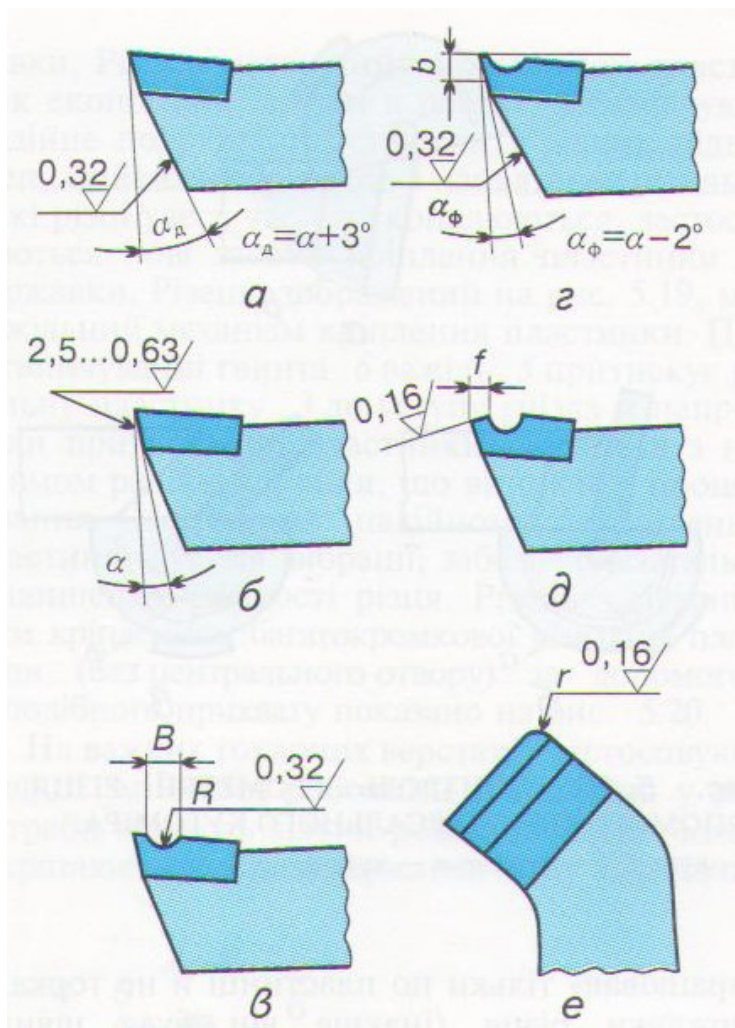


Рис. 1.16. Порядок заточування та доведення твердосплавних різців:

- a* – заточування по державці; *б* – по пластинці;
- в* – радіусна канавка ($B = 3$ мм, $R = 5$ мм); *г* – доведення по задній поверхні; *д* – по передній поверхні ($f = 1-2$ мм; $\gamma = 3^\circ$);
- е* – по вершині ($r = 1-2$ мм)

Точність кутів різця контролюють за допомогою шаблонів (рис. 1.17) або універсального кутоміра (рис. 1.18).

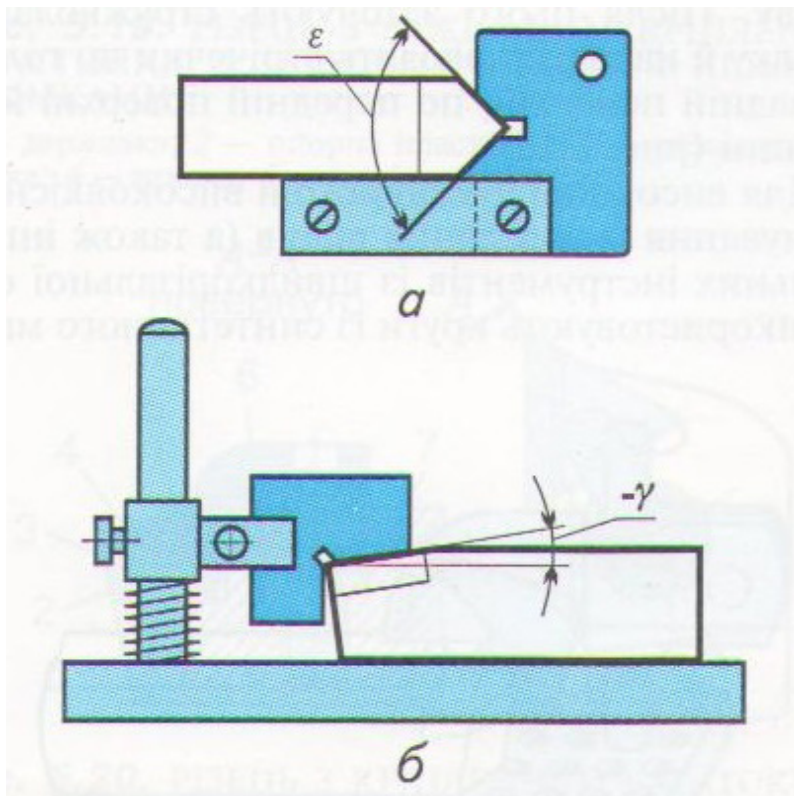


Рис. 1.17. Контроль геометрії різця за допомогою шаблонів:
а – ручного; б – закріпленого в стояку

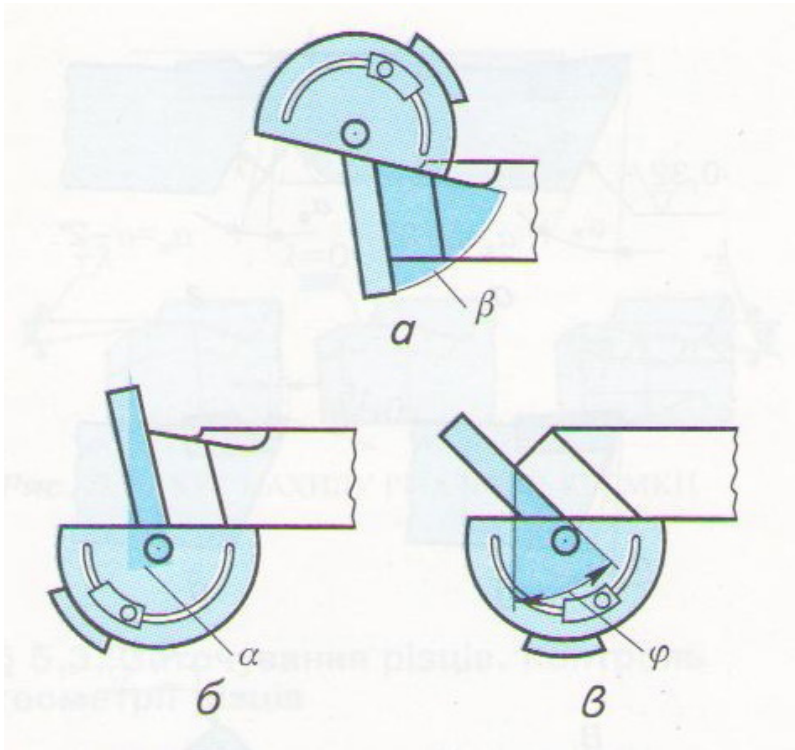


Рис. 1.18. Контроль геометрії різця
за допомогою універсального кутоміра:
а – кута β ; б – кута α ; в – кута φ

1.5. Інструментальні матеріали для виготовлення різців

До матеріалів, з яких виготовляється різальна частина різця, висуваються відповідні вимоги.

Різальна частина різця має перевершувати по твердості оброблювальний матеріал, адже різальна частина повинна відколоти непотрібний шар металу у вигляді стружки. Інструментальному матеріалу має бути властива висока міцність та в'язкість, щоб різальний матеріал при знятті відповідного шару металу не перегрівся від високої температури і не викришився під дією навантаження. Крім цього, різальний матеріал повинен бути зносостійким.

Швидкорізальні сталі P9, P18 – це леговані сталі, що містять у своєму складі значну кількість вольфраму (до 19 %), хрому (до 4,5 %), молібдену (до 5 %), а також ванадій, кобальт та інші домішки.

Після гартування та відпуску твердість швидкорізальної сталі дорівнює 62÷65 HRC і межа теплостійкості 650 °С.

Різальні інструменти виготовляють з швидкорізальної сталі, які витримують швидкість різання у 4 рази більшу у порівнянні з інструментами, виготовленими з вуглецевих сталей.

Швидкорізальні сталі поділяються на сталі підвищеної теплостійкості та сталі стандартних марок.

До сталей підвищеної теплостійкості належать: P9K5 (вольфраму 9 %, кобальту 5 %), P18K5Ф2 (вольфраму 18 %, кобальту 5 %, ванадію 2 %), P10K5Ф5, P9Ф5, P6M5K5, які забезпечують нормальну роботу різального інструменту до температури 630 °С.

Різці, виготовлені з цих сталей, застосовують при обробці сплавів підвищеної твердості.

Ще одна окрема група сталей стандартних марок P9M4K8, P9K10, P18K5Ф2, теплостійкість яких перебуває в межах 650 °С. Такі швидкорізальні сталі використовують для обробки твердих і в'язких конструкційних матеріалів, особливо нержавкої сталі та титанових сплавів.

При обробці твердих і в'язких матеріалів швидкорізальними сталями потрібно обов'язково подавати охолоджувальну рідину в зону різання. Якщо цього не робити, різальний інструмент швидко втрапить свою стійкість і різальні властивості.

На порядок вище характеристики мають металокерамічні тверді сплави. Вони мають твердість HRA90 і не змінюють своїх властивостей до температури 1000 °С. Виготовляють такі тверді сталі з порошків карбідів вольфраму з титаном і порошком кобальту як в'язальної речовини.

Пластинки твердого сплаву пресують у пресформах, потім спікають за температури 1600 °С. Тверді сплави мають набагато вищу твердість у порівнянні з швидкорізальними сталями, але вони є і набагато крихкішими.

Вони поділяються на однокарбідні (карбід вольфраму), група ВК, двокарбідні (карбіди вольфраму і титану), група ТК та трикарбідні (карбіди, вольфраму, титану, танталу) група ТТК.

Тверді сплави поділяються на три групи Р, М, К. Кожна група має своє призначення і застосування.

Наприклад, сплави групи Р застосовують при виготовленні інструменту, призначеного для обробки сталі і міді як в'язких матеріалів; сплави групи К – для обробки сірих та відбілених чавунів, тобто твердих матеріалів.

Сплави групи М є універсальними сплавами, оскільки можливе їх використання як для обробки сталей, так і чавунів.

Переважно ці сплави використовують для обробки нержавіючих сталей, легованих сталей та титанових сплавів.

Марки твердих сплавів наведено в *таблиці № 1*.

1.6. Геометричні характеристики різця

Різальна частина різця має форму клина. Клин лежить в основі всіх ріжучих інструментів (ніж, сокира, зубило і т.д.). Сила P , яка прикладається до клина зубила (рис. 1.19, а), розкладається на дві сили Q , кожна з яких більша від сили P .

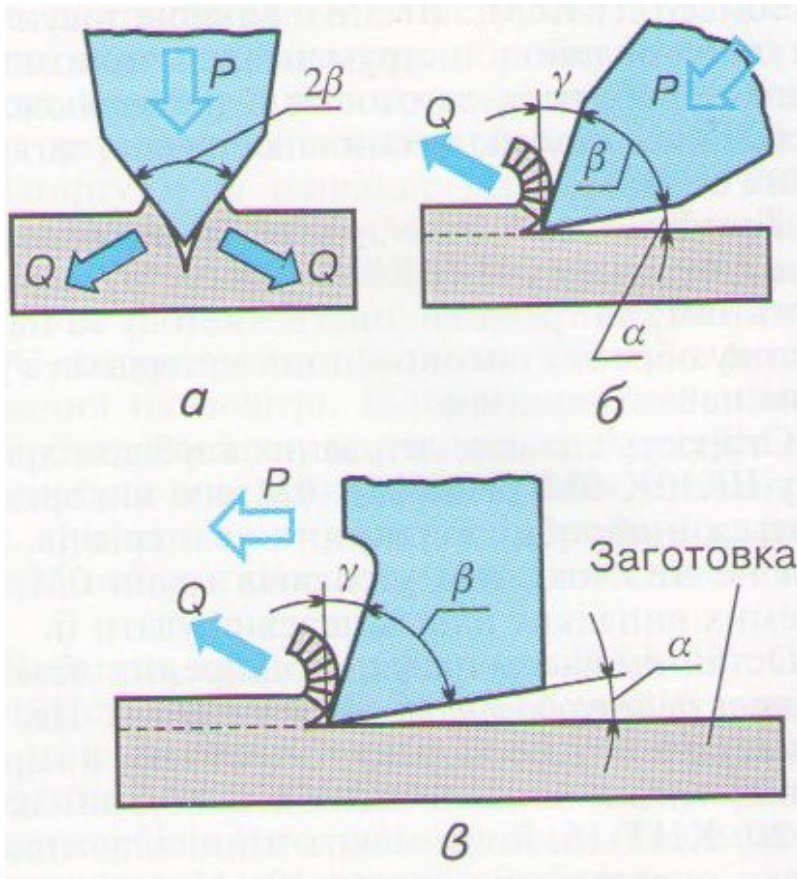


Рис. 1.19. Сколювання стружки клином:

а, б – при рубанні зубилом; в – при струганні різцем

Саме ці дві сили і розклинують метал. Якщо ми рубаємо метал зубилом у лещатах, з-під зубила виділяється шар металу у вигляді стружки (рис. 1.19, б).

Аналогічні дії щодо зубила виконує різець (рис. 1.19, в).

Геометрія різця класично відображена на (рис. 1.20).

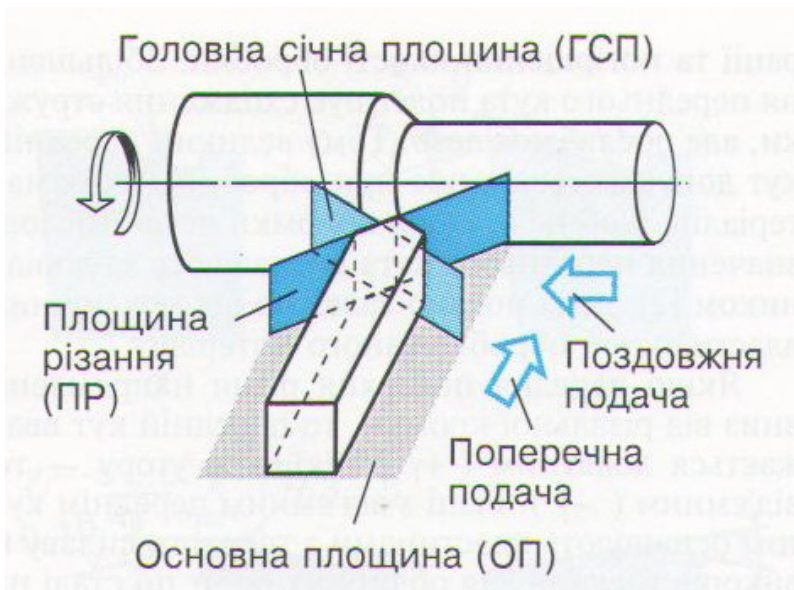


Рис. 1.20. Умовні площини для вивчення геометрії різця

Основна площина (ОП). В ній виконується подача різця.

Площина різання (ПР) – вона є дотичною до поверхні різання і проходить через різальну кромку (рис. 1.21).

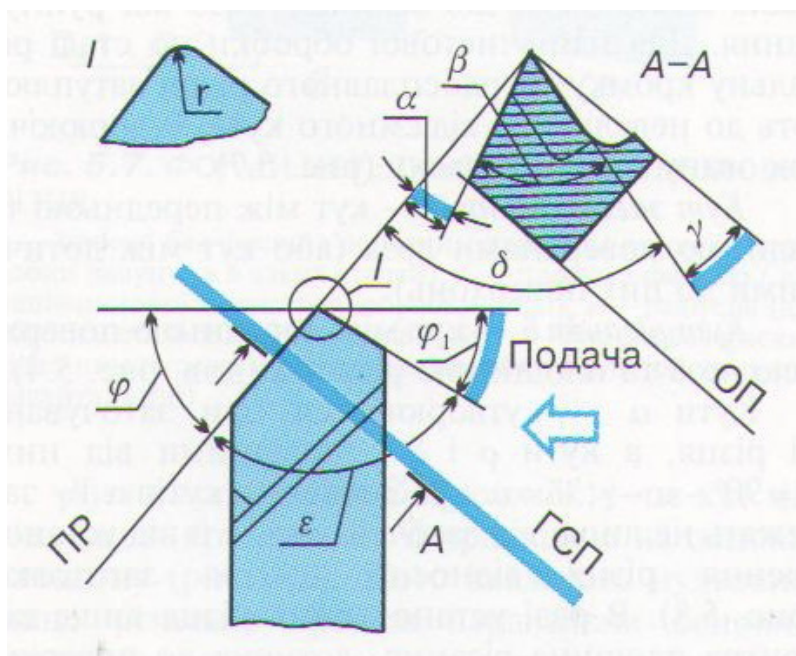


Рис. 1.21. Кути різця в плані та в головній січній площині

Головна січна площина (ГСП) перпендикулярна до площини різання і проходить через різальну кромку. Проекція цієї площини на основну площину (рис. 1.22) зображена прямою лінією, перпендикулярною до проекції головної різальної кромки різця.

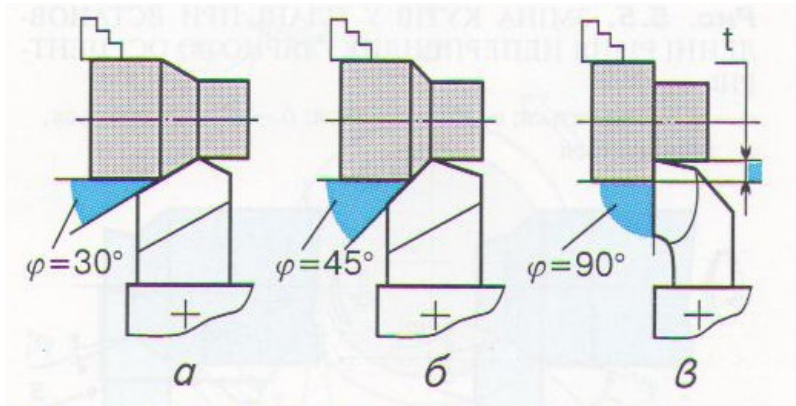


Рис. 1.22. Головний кут різця в плані

Ці кути називають кутами в плані.

Кут між проекцією на основну площину різальної кромки за напрямом подачі називається головним кутом у плані, позначається буквою φ (рис. 1.22). Чим менший кут у плані, тим більше частина різальної кромки задіяна в роботі, що дає змогу поліпшити відведення тепла від вершини різця, підвищити його стійкість (рис. 1.22).

Питання для перевірки знань

1. Що таке глибина різання, швидкість різання, подача та в яких одиницях вони вимірюються?
2. Назвати основні частини, елементи та кути токарного різця.
3. Назвати інструменти, які мають бути на робочому місці токаря.
4. Назвати основні частини і вузли, з яких складається токарний верстат 16К20, та пояснити їх призначення.
5. У чому полягає сутність токарної обробки?
6. Пояснити послідовність встановлення токарного різця в різцетримачі.

ТЕОРІЯ РІЗАННЯ ЯК СКЛАДОВА ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

2.1. Процес утворення стружки

Стружка утворюється в результаті холодної обробки металів різанням і зняттям зайвого шару металу припуску з заготовки для отримання деталі відповідно до потрібної форми, розмірів і чистоти поверхні.

Процес різання – це є не що інше, як сколювання частин металу або іншого матеріалу під дією сили, з якою передня поверхня різця вдавлюється у зрізувальний припуск.

Сколювання металу у вигляді стружки відбувається у площині, розміщеній під кутом, і становить: $V_1=30\div 400$ до оброблюваної поверхні. В середині кожного елемента відбуваються міжкристалічні зсуви під кутом $V_2=60\div 650$ (рис. 2.1).

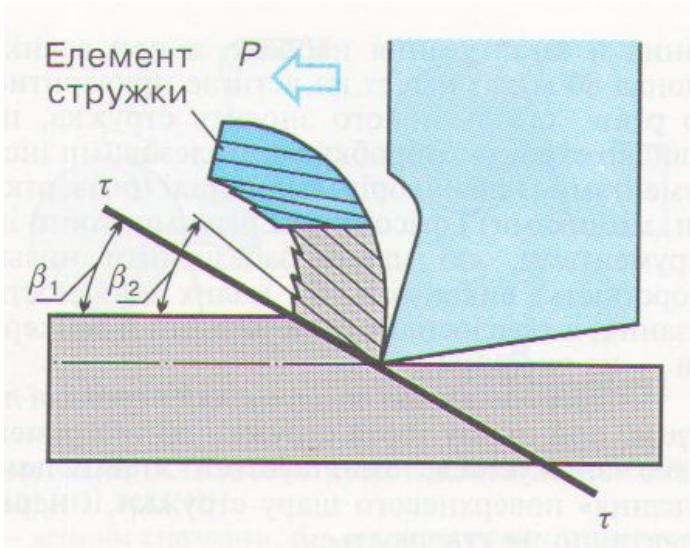


Рис. 2.1. Схема утворення стружки

У залежності від твердості та пластичності оброблюваного металу та режимів різання утворюється стружка різних видів (рис. 2.2): східчаста, сколювання, зливна, спіральна, зливна пружна, надлому.

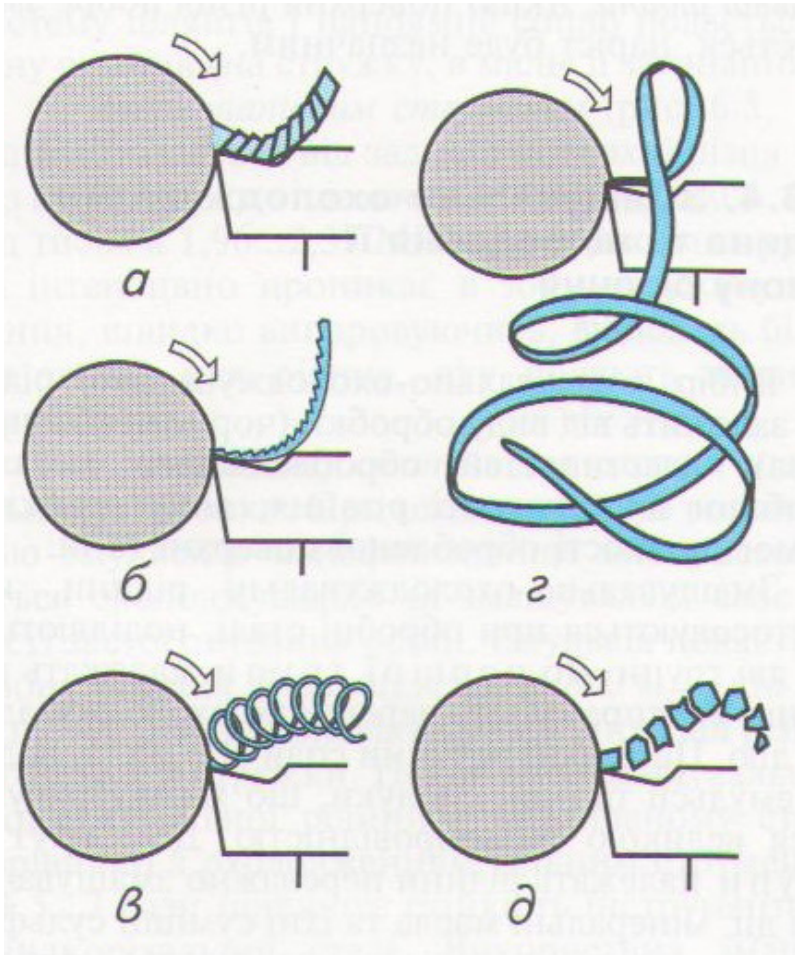


Рис. 2.2. Види стружок:

а – східчаста; б – сколювання; в – зливна спіральна;
г – зливна путана; д – надлому

Стружка надлому частіше утворюється при обробці крихких та сипучих матеріалів (чавун, бронза).

За рахунок здавлювання силою передньої поверхні різця стружка ущільнюється і її довжина завжди буде меншою, аніж довжина поверхні, з якої вона зрізана (сколота) (рис. 2.3).

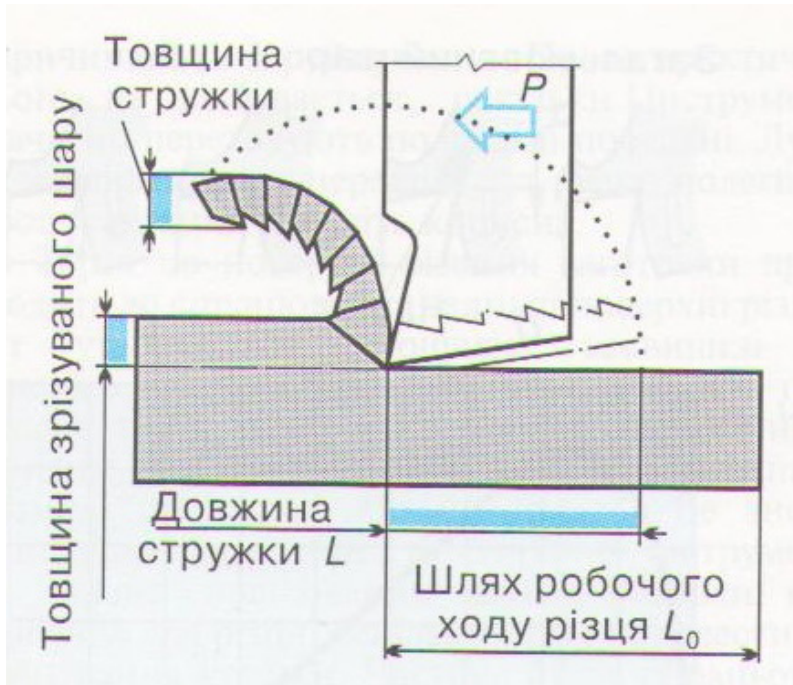


Рис. 2.3. Схема усадки стружки

Цей процес називається усадкою стружки і характеризується коефіцієнтом усадки:

$$k = \frac{L_0}{L},$$

де L_0 – довжина оброблювальної поверхні в міліметрах;

L – довжина стружки в міліметрах.

Чим більший коефіцієнт усадки, тим більший опір зрізуванню чинить оброблювальний матеріал.

За коефіцієнтом усадки можна робити технологічні висновки щодо доцільності вибору геометрії різця, режимів різання. За рахунок процесу тертя різальної кромки об заготовку відбувається перетворення механічної енергії в теплову. Орієнтовно, близько 75 % тепла забирає на себе стружка, до 20 % сприймає на себе різець, близько 4 % оброблювана заготовка і близько 1 % сприймає на себе навколишнє середовище.

При правильному заточуванні різця стружка сходить через його передню поверхню і встигає передати різцю значну частину тепла, а тому різець може перегрітися і частково або повністю втратити різальні властивості.

У результаті втрати різальних властивостей різцем на різальній кромці створюється оплавлення, що є також наслідком неправильного вибору режиму різання.

2.2. Новоутворення та фізичні явища в процесі різання металів

Під час процесу холодної обробки різанням відбуваються різні закономірні явища, вивчення яких дає можливість правильно обґрунтувати умови режиму різання, геометрії різця, змащувальної охолоджувальної рідини.

Одним з таких явищ є наклеп, глибина наклепаного шару досягає 1÷2 мм і залежить від механічних властивостей оброблюваного матеріалу, краще наклепуються більш пластичні і в'язкі матеріали, гірше крихкі.

Наклеп є наслідком зміни структури поверхневого шару оброблюваного матеріалу під дією деформації, яка супроводжує сколювання елементів стружки.

Знімається наклеп за рахунок такого виду термічної обробки, як відпалювання.

Наріст – він надзвичайно твердий, оскільки в результаті

його нагріву і охолодження відбувається процес загартування, крім загартування, він значно ущільнюється.

Наріст утворюється під час холодної обробки пластичних металів на різальній кромці різця у вигляді маленької грудочки металу, яка з'явилася на передній поверхні різального інструменту (рис. 2.4, 2.4, а). Наріст має як позитивні, так і негативні моменти.

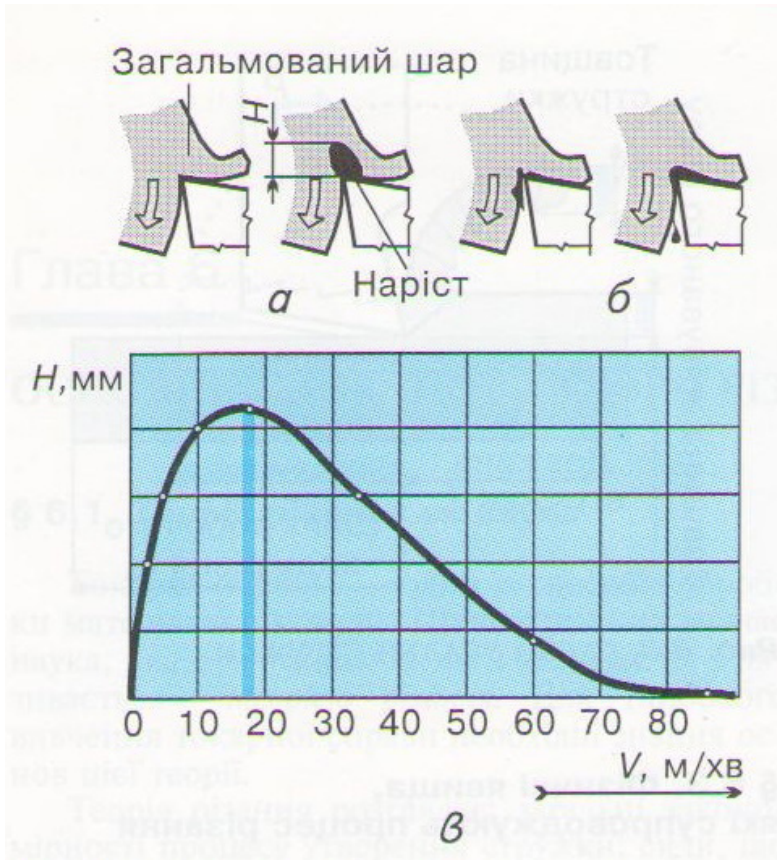


Рис. 2.4. Процес утворення наросту при точінні:
а – схема утворення наросту; б – зрив наросту;
в – залежність висоти наросту H від швидкості різання v

Наприклад, наростоутворення відіграє свою позитивну роль при черговій обробці, коли знімається основний шар металу; беручи на себе велике навантаження, він запобігає перегріванню і передчасному спрацюванню передньої поверхні різця.

При чистовій обробці явище наростоутворення не бажане, бо знижує точність обробки і негативно впливає на якість чистоти оброблювальної поверхні.

Наріст час від часу збільшується і відламується від різальної частини різця. Його дрібні уламки, потрапляючи між різальною і оброблювальною заготовкою, царапають поверхню майбутньої деталі і не дають можливості токарю досягти потрібної чистоти обробленої поверхні.

За наявності наросту не можливо отримати поверхню високого класу чистоти, максимально це може бути 5 клас.

Позбутися наросту можна за рахунок зміни швидкості різання. Найчастіше наростоутворення має місце за низької швидкості різання, близько 70 м/хв (рис. 6.4, б). У зв'язку з тим, що температура в зоні різання низька і не забезпечує процес стікання і загартовування наросту, за великої швидкості різання (понад 80 м/хв) наріст не встигає приваритися до різальної частини різця, оскільки його прибирає швидкорухома стружка, яка сходить через передню поверхню головки різця.

Малоймовірним буде наростоутворення в разі доведення або полірування передньої поверхні різця, в цьому випадку різко знижується тертя стружки об різальний інструмент, збільшується швидкість сходження стружки і наріст практично не утворюється.

Можливе зменшення вірогідності утворення наросту в разі інтенсивного застосування змащувально-охолоджувальної рідини.

2.3. Стійкість різців та причини їх передчасного спрацювання

Стійкістю різального інструменту називають період роботи різця до переточування.

Вже відомо, що стружка після процесу сколу сходить через передню поверхню різця, виробляючи на ній заглиблення «h» (рис. 2.5, б). У процесі тривалого точіння заглиблення збільшується і може максимально наблизитися до різальної кромки, спричинивши її руйнацію. Щоб процес руйнації не відбувся, різальний інструмент завчасно переточують по задній поверхні.

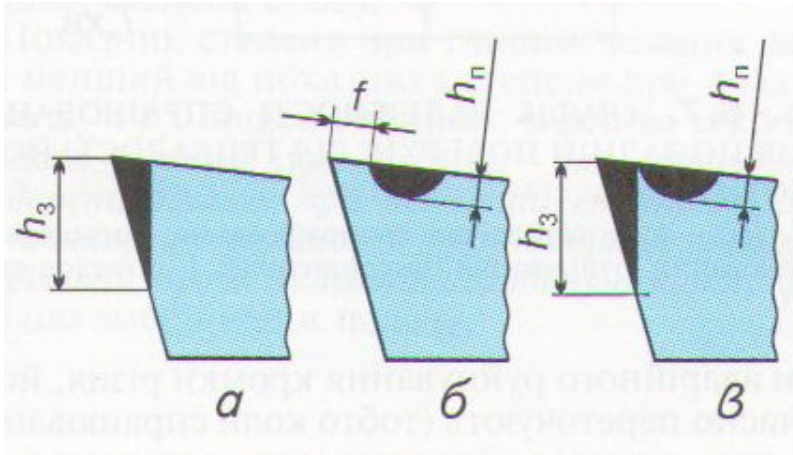


Рис. 2.5. Види спрацювання різця:

- а – по задній поверхні – майданчик;
- б – по передній поверхні – лунка;
- в – по передній і задній поверхнях

Зі збільшенням заглиблення збільшується передній кут різця і покращується процес врізання різця в оброблювальний матеріал.

У процесі різання заготовка постійно третяся об задню поверхню різця, утворюючи майданчик заввишки h_3 (рис. 2.5, а). Зі збільшенням майданчика збільшується тертя, а відповідно збільшується нагрівання і відбувається інтенсивне стирання різця. Значне стирання різця по задній поверхні може призвести до швидкої руйнації різальної кромки.

Ідеальним є рівномірне спрацювання по задній та передній поверхнях різця (рис. 2.5, в). Основними причинами спрацювання різців є:

- надмірне примикання м'яких під дією нагріву частинок металу різального інструменту до стружки, що сходить через передню поверхню.

Зі збільшенням температури нагрівання збільшується примикання частинок металу різального інструменту, відповідно прискорюється його зношування. Це є теплове спрацювання, і воно характерне при обробці в'язких сплавів.

Різець спрацьовується нерівномірно. На початку роботи різального інструменту стираються шорсткості на лезі після заточки і знеуглеводнений під час загартовування тонкий шар.

Згодом настає час нормального спрацювання. Коли висота майданчика тертя досягає максимального значення, відбувається підвищення температури нагріву, пом'якшення твердого сплаву і руйнування різальної кромки.

Щоб запобігти руйнації різальної кромки, потрібно своєчасно перезаточити різець, дотримавшись потрібних значень кутів заточування.

Нормативні значення допустимого спрацювання можна визначити за довідником.

Наприклад, для прохідного твердосплавного різця перерізом 16 x 25 мм допустиме спрацювання $h_{\text{доп.}} = 2$ мм по сталі і $h_{\text{доп.}} = 4$ мм для чавуну; для планових прохідних, відрізних і нарізних різців $h_{\text{доп.}} = 0,5$ мм (рис. 2.6).

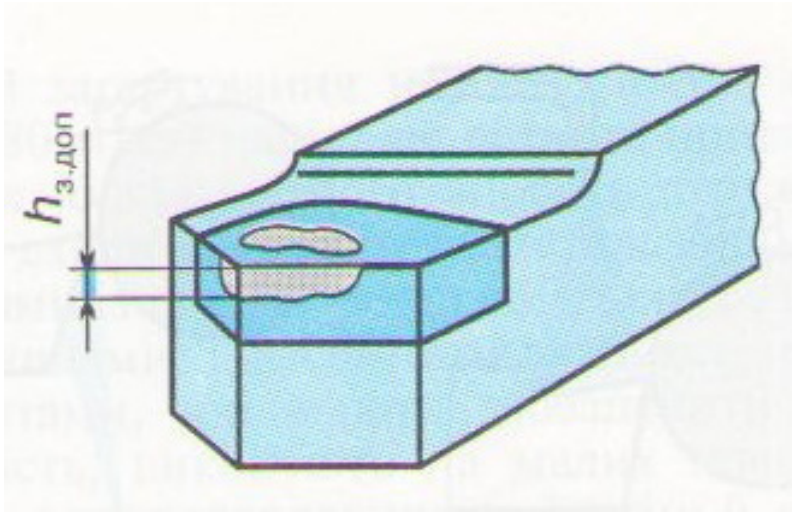


Рис. 2.6. Допустиме спрацювання леза різця по задній поверхні

Контроль за спрацюванням різального інструменту можна здійснити за допомогою оптичного приладу в умовах лабораторії.

З метою контролю за стійкістю різального інструменту на верстаті встановлюють амперметр, який вмикається в мережу статора електродвигуна. Такий прилад у сучасних верстатів міститься на електрощиті.

Як тільки спрацьовується різальний інструмент, миттєво зростає потужність, що витрачається на процес різання, і стрілка амперметра різко відхиляється в бік збільшення.

Сигналом щодо спрацювання різального інструменту може бути поява на обробленій поверхні блискучої жовтої смужки.

Стійкість різального інструменту залежить від багатьох факторів: матеріалу, з якого він виготовлений, оброблювального матеріалу, дотримання геометрії заточування, правильності вибору режимів різання, якості змащувально-охолоджувальної рідини.

Вирішальну роль відіграє швидкість різання. Чим більша швидкість різання, тим більше витрачається енергії на процес

різання, відповідно збільшується тепловиділення, в результаті активніше зношується різальний інструмент, відповідно зменшується період його стійкості.

Аналітичним і практичним шляхом доказано, що якщо збільшити швидкість різання у 2 рази при використанні твердосплавного різця, то його період стійкості зменшиться у 32 рази.

Але якщо зменшувати швидкість різання, то неодмінно знизиться продуктивність праці і збільшиться собівартість виробу.

З метою отримання можливості на збільшення швидкостей різання нашими вченими та вченими інших країн розробляються більш ефективні тверді сплави, які можуть витримувати високі температури при максимальних режимах різання, не втрачаючи при цьому своїх різальних властивостей і стійкості.

Найбільш економічно вигідною швидкістю різання буде та швидкість, за якої собівартість виготовлення деталей буде мінімальною.

Стійкість інструменту, що відповідає економічній швидкості різання, називається економічною швидкістю $T_{ек}$ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Середнє значення економічної стійкості та економічної швидкості різання для різних інструментів

Інструменти	Стійкість $T_{ек}$, хв	Швидкість різання $v_{ек}$, м/хв
Різці прохідні Р6М5	30...60	15...50
Різці прохідні Т15К6	60...90	120...350
Свердла Р6М5 при обробці сталі	10...110	10...55
Свердла ВК6 при обробці чавуну	40...80	50...100
Зенкери Р6М5	30...100	10...40
Розвертки Р6М5 при обробці сталі	40...120	2...15

2.4. Режими різання при точінні

Якість оброблювальної поверхні деталі, точність її виготовлення залежить від правильності заточування різального інструменту та вибору оптимальних режимів різання.

До режимів різання в процесі токарної обробки належать такі елементи, як глибина різання, подача і, як підсумок, швидкість різання, яка забезпечує продуктивність праці токаря.

Глибина різання – це товщина шару металу, що зрізується за один прохід різця (рис. 2.7).

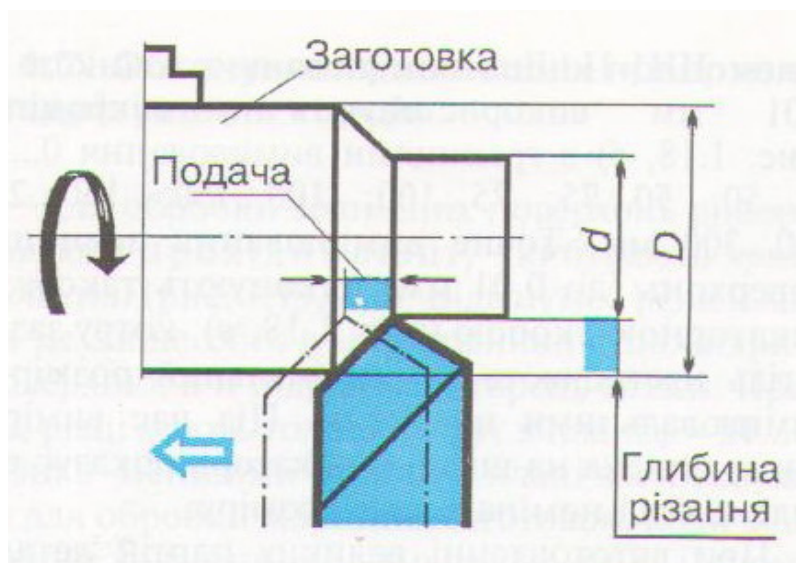


Рис. 2.7. Подача s , мм/об та глибина різання t , мм

Позначається буквою « t » і вимірюється в міліметрах.

При зовнішньому поздовжньому точінні і розточуванні глибина різання визначається як піврізниця діаметрів оброблювальної (D) та обробленої (d) поверхонь (рис. 2.8).

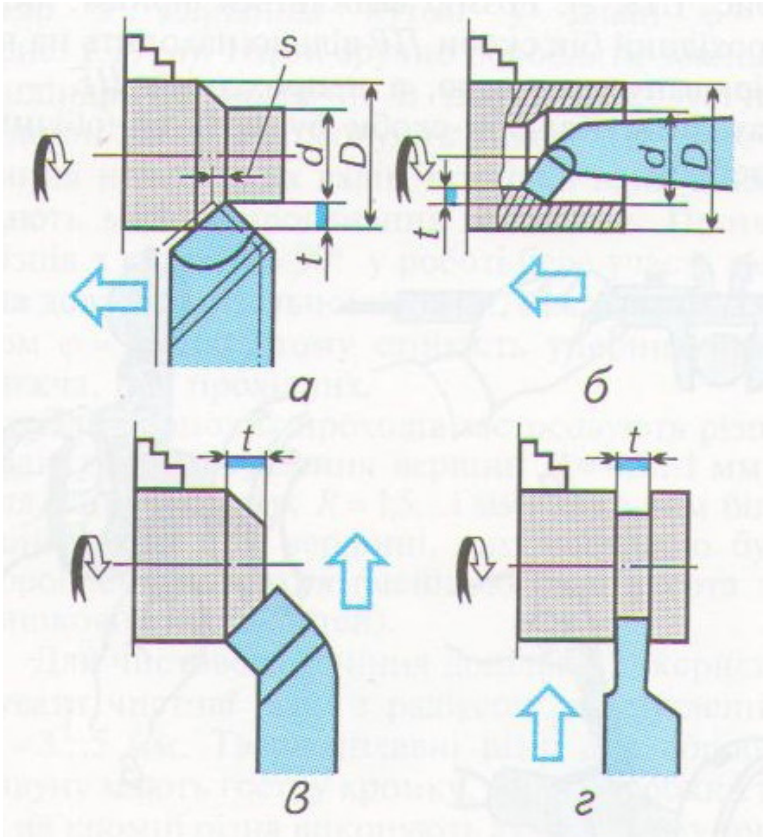


Рис. 2.8. Глибина різання:

а – при зовнішньому обточуванні; *б* – при розточуванні;
в – при підрізанні торця; *г* – при виточуванні (прорізанні) канавки

Глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{D-d}{2}$$

При виточуванні канавок і відрізуванні глибина різання дорівнює ширині канавки, що утворюється різцем.

Подача це переміщення різальної кромки різця за один оберт заготовки (рис. 2.7).

Подача позначається буквою S і визначається в мм/об.

Швидкість різання – це шлях, пройдений найвіддаленішою від вісі обертання точкою поверхні різання відносно різальної кромки різця за одиницю часу (рис. 2.9).

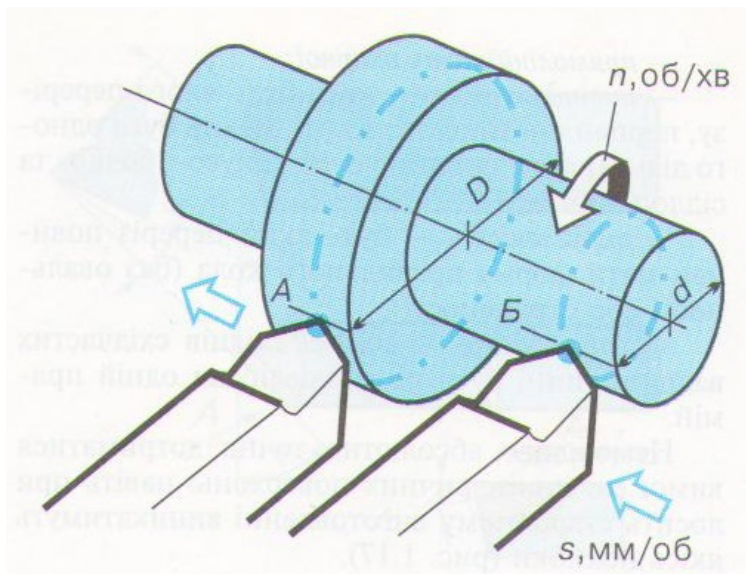


Рис. 2.9. Схема для пояснення терміну «швидкість різання»

Швидкість різання позначається буквою V та обліковується в метрах на хвилину (м/хв.).

Визначити швидкість різання можна за формулою:

$$V = \frac{\pi d n}{1000},$$

де π – шлях, пройдений точкою на поверхні різання за один оберт заготовки (3,14 constanta),

d – діаметр заготовки,

n – число обертів шпинделя в об/хв.

Отже, використовуючи формулу, можна зробити висновок, чим більший діаметр заготовки, тим більша швидкість різання при одній і тій самій частоті обертання шпинделя.

Знаючи швидкість різання V (за довідником) і діаметр заготовки, можна визначити потрібну частоту обертання шпинделя токарного верстата n в обертах на хвилину (об/хв.).

2.5. Загальноприйняті вимоги до деталей з зовнішніми циліндричними поверхнями та методи контролю

Неможливо виготовити деталь абсолютно ідеальної форми, розмірів, але можливо виготовити деталь, максимально наближену до ідеальної в межах допусків.

Деталі машин та механізмів, вали, втулки, зубчасті колеса, вісі, шпонки, поршні, які мають зовнішні циліндричні поверхні, повинні відповідати таким вимогам:

циліндричність – при замірі зовнішнього діаметру деталі циліндричної форми в будь-якій точці по всій довжині діаметри повинні бути однакового розміру.

Не допускається конусоподібність, бочкоподібність, сідлоподібність;

округленість – будь-який переріз деталі повинен мати форму правильного кола без овальності та ограненості;

співвісність – усі вісі сідців сідчастих валів повинні бути розташовані на одній прямій (рис. 2.10).

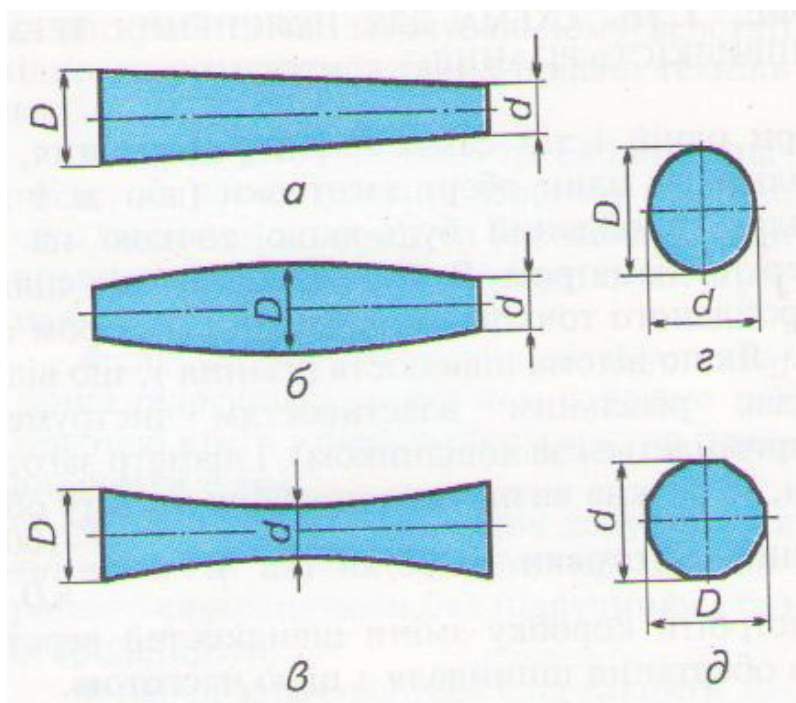


Рис. 2.10. Похибки форми циліндричних дринчних поверхонь:
a – конусоподібність; *б* – бочкоподібність; *в* – сідлоподібність;
г – овальність; *д* – ограненість

До площинних торцевих поверхонь висуваються такі вимоги:
 – площинність – має бути за відсутності опуклості або заглибленості;

- перпендикулярність до вісі;
- паралельність уступів між собою.

Допустимі відхилення від форми та розташування поверхонь умовно позначають на креслениках або вказують текстом.

З метою контролю точності діаметрів зовнішніх циліндричних поверхонь використовують різні вимірювальні інструменти в залежності від того, з якою точністю потрібно виміряти деталь.

З точністю до 0,1 мм здійснюють штангенциркулем ШЦ-I (рис. 2.11, а), а з точністю 0,5 мм – штангенциркулем ШЦ-II.

Для замірів з більш високою точністю – 0,01мм застосовують мікрометри (рис. 2.11, б) з межами вимірювання від 0÷25; 25÷50; 75÷100; 100÷150; 150÷200; 200÷300 мм.

З точністю до 0,01 мм можна здійснювати контроль розмірів циліндричних деталей індикаторною скобою (рис. 2.11, в), яку заздалегідь налаштовують на номінальний розмір, використавши вимірювальні плитки.

При вимірюванні діаметру циліндричної деталі стрілка на шкалі індикатора показує відхилення від номінального розміру.

При виготовленні великих партій деталей діаметр зовнішніх циліндричних поверхонь контролюють граничними калібрами-скобами (рис. 2.11, г). Якщо прохідний бік скоби ПР вільно знаходить на вимірювальну поверхню, а на прохідний НЕ не находить, то розмір вважається правильним, тобто перебуває у межах допуску на виготовлення цієї деталі.

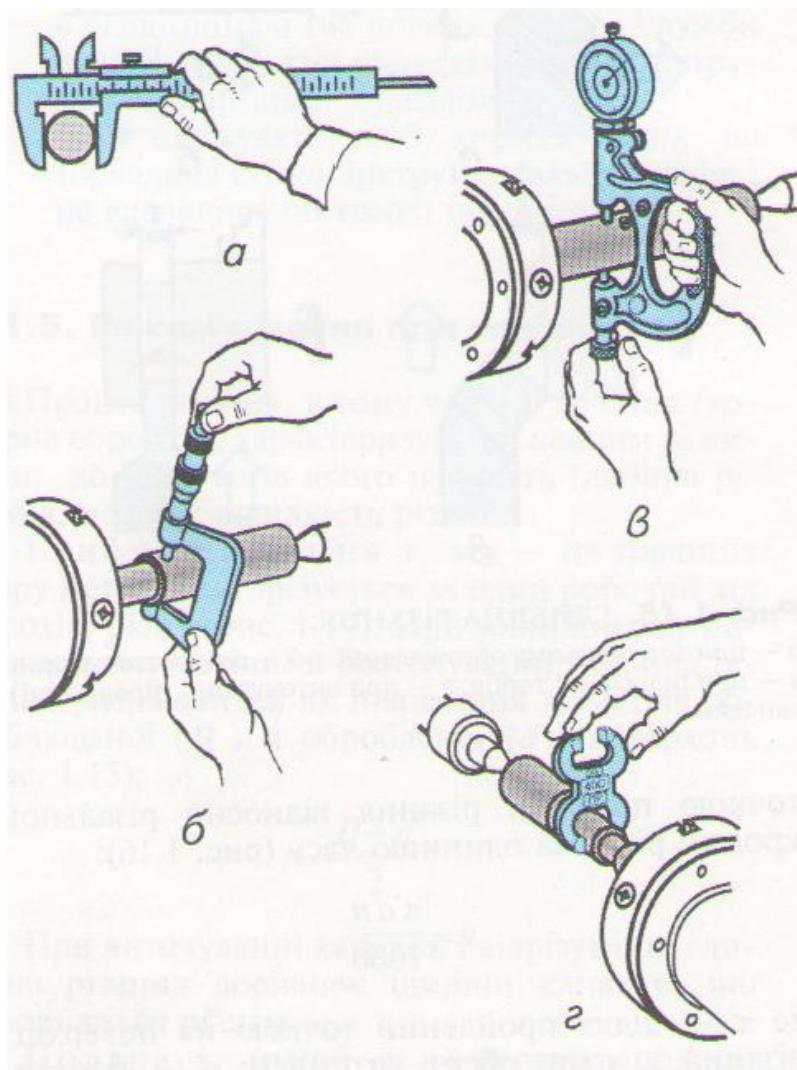


Рис. 2.11. Контроль діаметра заготовки (деталі):

а – штангенциркулем; б – мікрометром;
в – індикаторною скобою; г – калібром-скобою

§ 2.6. Токарна обробка зовнішніх циліндричних поверхонь та підрізування торців

Зовнішні циліндричні поверхні обробляються прохідними різцями, які бувають прямими і відігнутими (рис. 2.12, а, б).

Прохідним відігнутим різцем можна обточувати зовнішні циліндричні поверхні та підрізати торці деталей. Переважно прохідні різці мають головний кут в плані $\varphi=30\div 60^\circ$.

Дуже часто використовують прохідні упорні різці з головним кутом у плані $\varphi=90^\circ$ (рис. 2.12, в). Ними зручно проточувати деталі, отримуючи прямий кут, та підрізувати уступи. Упорні різці часто використовують для обточування нежорстких валів, оскільки вони викликають менше прогинання заготовки.

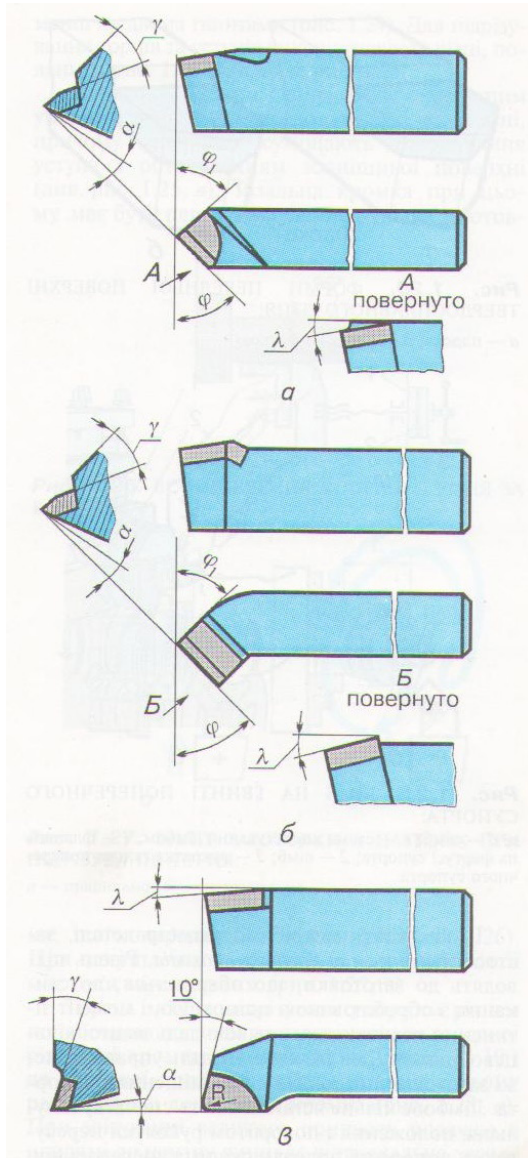


Рис. 2.12. Різи для обробки зовнішніх поверхонь:
 а – прохідний прямий; б – прохідний відігнутий; в – упорний

Недоліком цих різців є те, що їхня стійкість менша, ніж у прохідних, у зв'язку з тим, що у роботі задіяна менша частина різальної кромки.

Важливу роль для чистоти поверхні при токарній обробці відіграє радіус закруглення при вершині різця: чим більший радіус, тим чистіша поверхня.

Для чорнової обробки рекомендують радіус $R=0,5\div 1\text{мм}$, а для напівчистої $R=1,5\div 1\text{мм}$. Для чистового точіння доцільно використовувати чистові різці з радіусом закруглення $R=3\div 5\text{мм}$. Твердосплавні різці для обробки чавуну мають гостру кромку, а для обробки сталі на кромці різця роблять вузьку фаску (рис. 2.13).

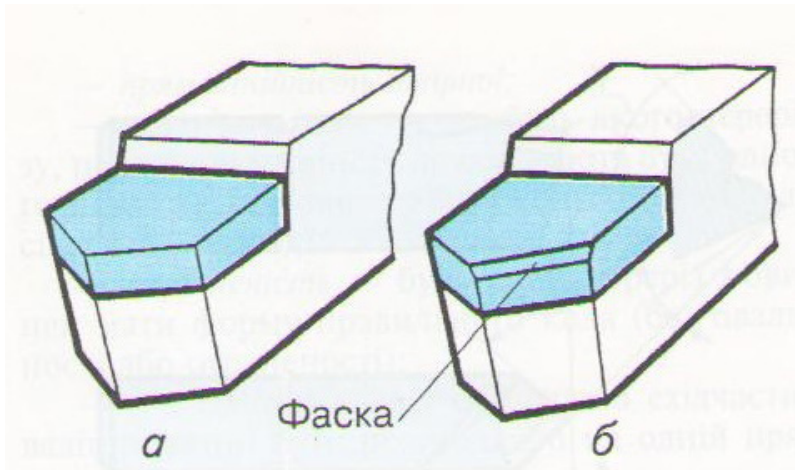


Рис. 2.13. Форми передньої поверхні твердосплавного різця:
а – плоска; б – плоска з фаскою

Перед початком роботи токар вивчає креслення на деталь, яку потрібно виготовити, розраховує, за скільки проходів він зможе зняти основний припуск із заготовки.

Вибравши потрібну глибину різання за допомогою лімба з поділками та інші режими різання, токар приступає до виконання токарної операції (рис. 2.14, а, б).

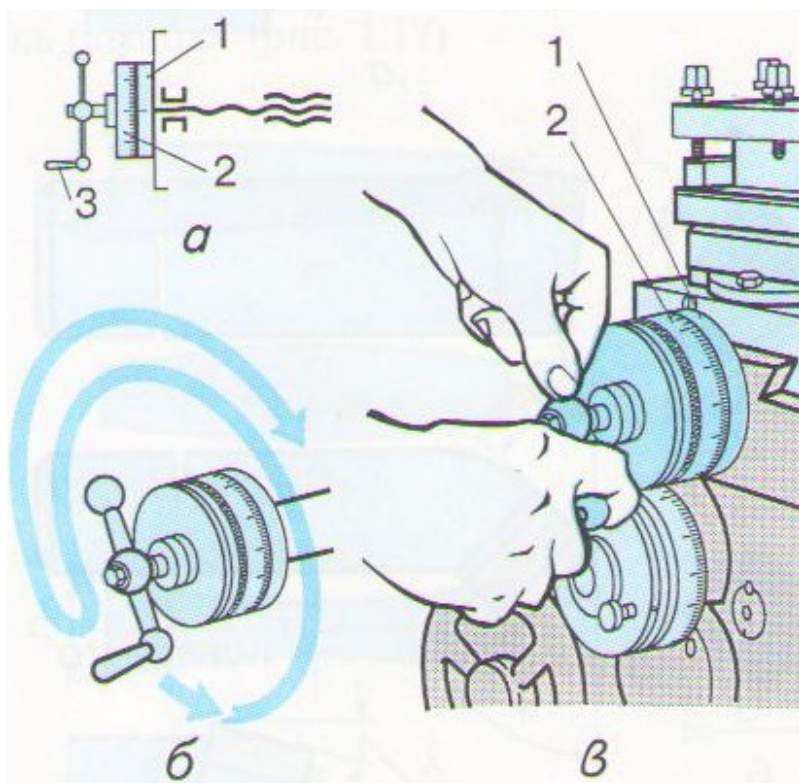


Рис. 2.14. Лімба на гвинті поперечного супорта:

а, б – лімба; в – схема користування лімбом;

1 – фланець на фартусі супорта; 2 – лімба;

3 – рукоятка гвинта поперечного супорта

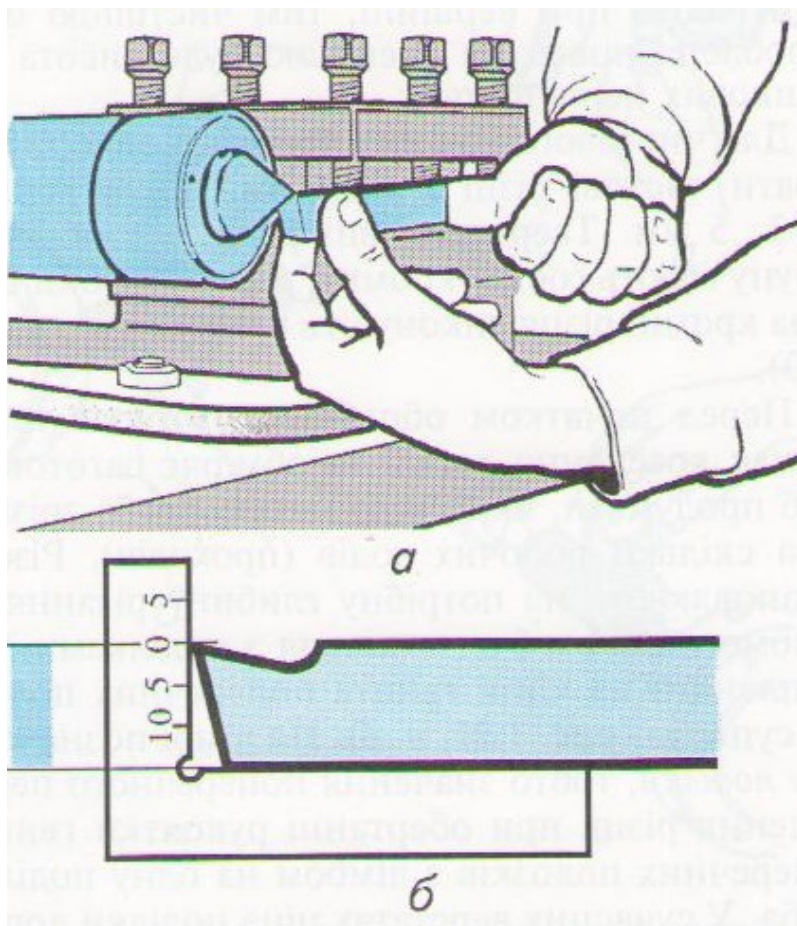
На лімбі відображено ціну поділки, тобто значення переміщення різця у поперечному напрямі при обертанні рукоятки гвинта поперечних полозків з лімбом на одну поділку лімба. У сучасного покоління токарних верстатів ціна поділки дорівнює 0,05 мм на сторону. Отже, якщо ми перемістимо шкалу лімба на одну поділку за годинниковою стрілкою, то ми знімаємо шар металу 0,1 мм ($0,05 \times 2 = 0,1$ мм).

Для того, щоб отримати потрібний діаметр деталі, застосовують метод пробних проходів. Різець повільно підводять до заготовки, що обертається, поки він не торкнеться її. Орієнтиром може бути поява ледь помітної кільцевої риски. Далі різець відводиться вправо від заготовки поздовжнім переміщенням супорту. Лімбове кільце встановлюють спочатку в нульове положення, далі поворотом рукоятки переміщують поперечний супорт вперед на відстань трохи меншу, аніж потрібно для отримання остаточного розміру.

Далі ручною подачею поперечного супорту обточують невелику ділянку циліндричної поверхні на довжину 3÷4 мм, відводять різець і штангенциркулем або мікрометром вимірюють розмір проточеної ділянки. Визначившись, на яку відстань потрібно подати різець вперед для отримання номінального розміру, токарь обробляє всі деталі без пробних робочих ходів, контролюючи розмір вибірково в розрахунку на зниження стійкості різального інструменту різця.

При підборі розміру за лімбом потрібно врахувати, що між гвинтом поперечних ползків та гайкою існує незначний люфт, а тому, щоб не допустити похибку при встановленні різця за лімбом, рукоятку гвинта потрібно обертати лише за годинниковою стрілкою, тобто праворуч, зробивши попередньо один оберт лімбу проти годинникової стрілки (*рис. 2.14, в*).

Надзвичайно важливою процедурою є встановлення різця в різцетримачі, який розрахований на кріплення чотирьох різців. Вершина токарного різця має бути виставлена по центру оброблювальної деталі, тобто на рівні вісі. Контроль за правильністю встановлення різця можна здійснювати, використавши центр, встановлений у піноль задньої бабки токарного верстата (*рис. 2.15, а*).



*Рис. 2.15. Контроль встановлення вершини різця:
а – за центром задньої бабки; б – за шаблоном*

У разі, якщо різець стає нижче центру, потрібно під його нижню частину підкласти підкладки з м'якої листової сталі, кількість яких має бути якомога меншою, а нижня частина державки різця повинна повністю всією товщиною спиратися на підставки (рис. 2.16).

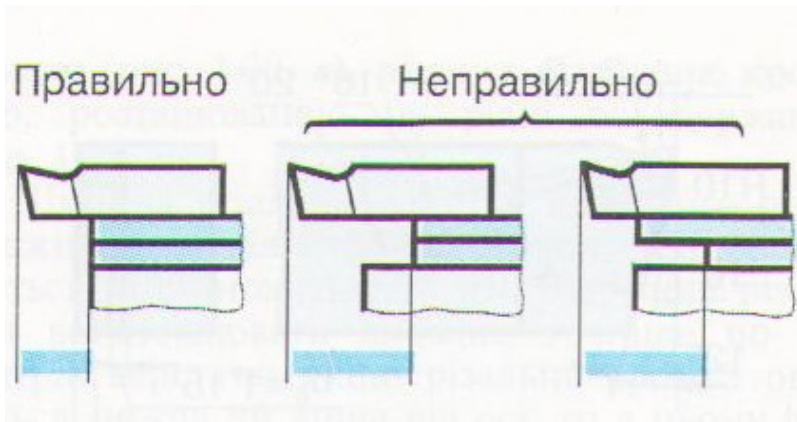


Рис. 2.16. Встановлення підкладок під підошву різця

Виліт різця з різцетримача не повинен перевищувати півтори висоти державки ($b=1,5H$). Різець затискають у різцетримачі не менш, як двома гвинтами, краще трьома (рис. 2.17).

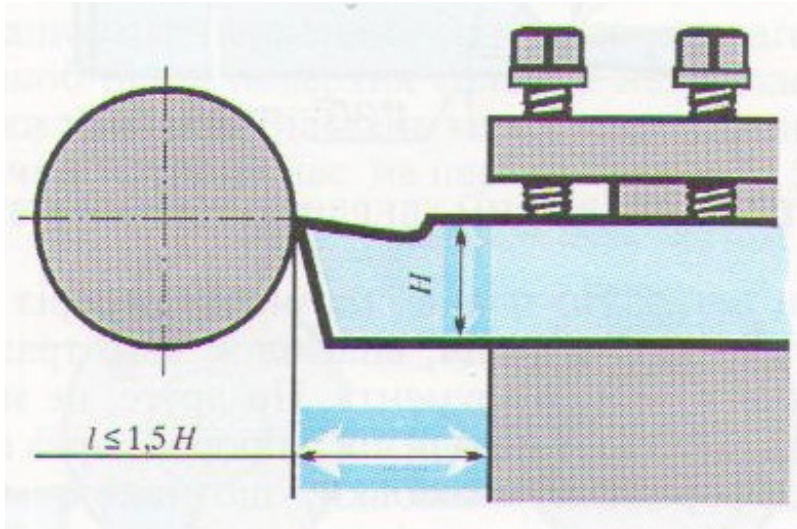


Рис. 2.17. Виліт різця з різцетримача

Для підрізування торців деталей використовують прохідні відігнуті різці та прохідні упорні (рис. 2.12, а, б, в та рис. 2.18).

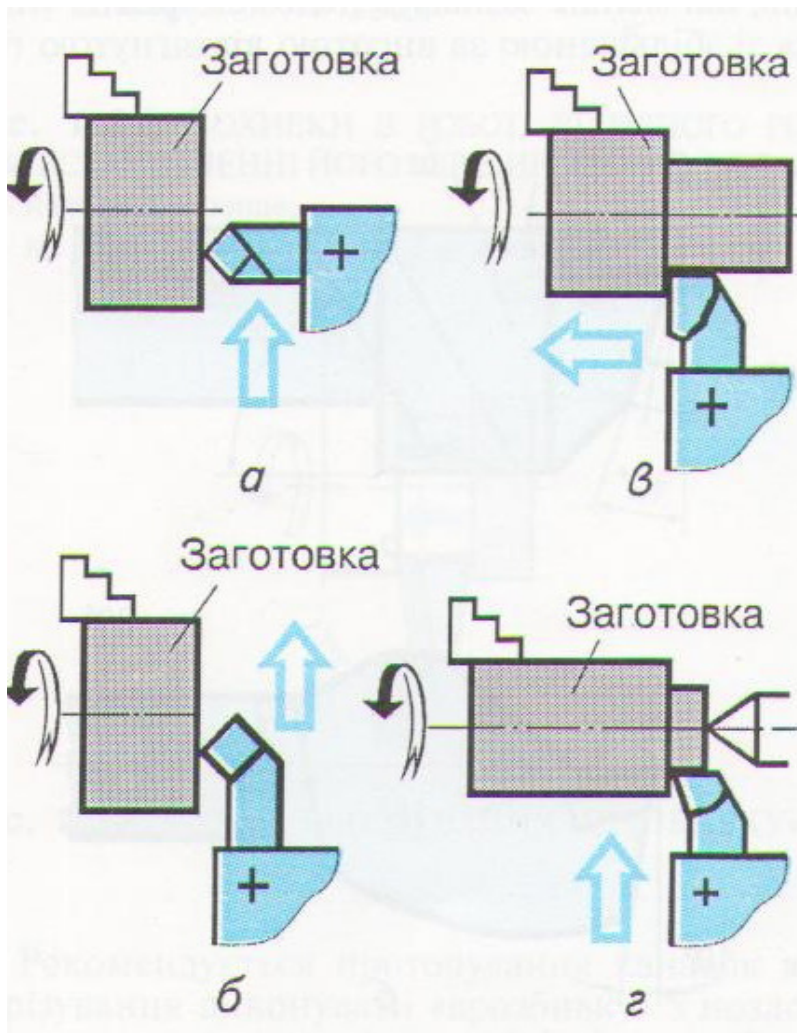


Рис. 2.18. Підрізання торця різцем:
а – прохідним прямим; б – прохідним відігнутим;
в – упорним; г – підрізним (торцевим)

Невисокі уступи підрізають прохідними упорними різцями за рахунок поздовжньої подачі супорту. Зазвичай суміщають підрізування уступу з обточуванням зовнішньої поверхні (рис. 2.18, в). Різальна кромка при цьому має бути перпендикулярною до вісі заготовки, яка контролюється кутником (рис. 2.19).

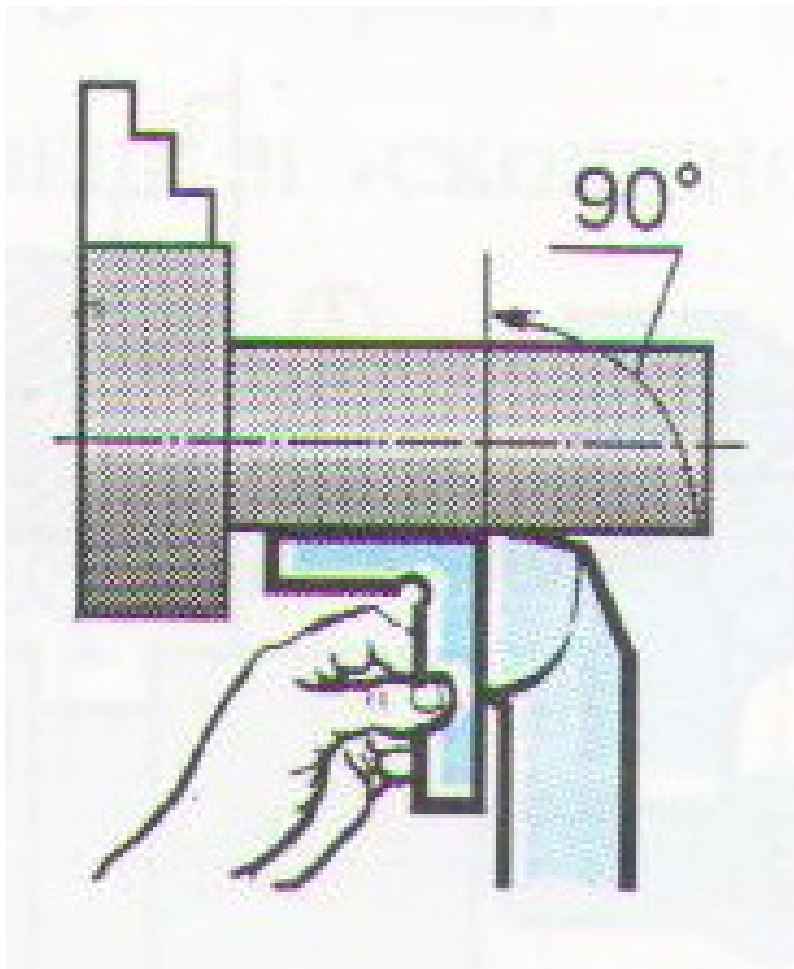


Рис. 2.19. Встановлення упорного різця за косинцем

При закріпленні заготовки в патроні її виліт має бути щонайменшим, щоб забезпечити жорсткість системи ВІПД (верстат, інструмент, пристосування, деталь) (рис. 2.20, а).

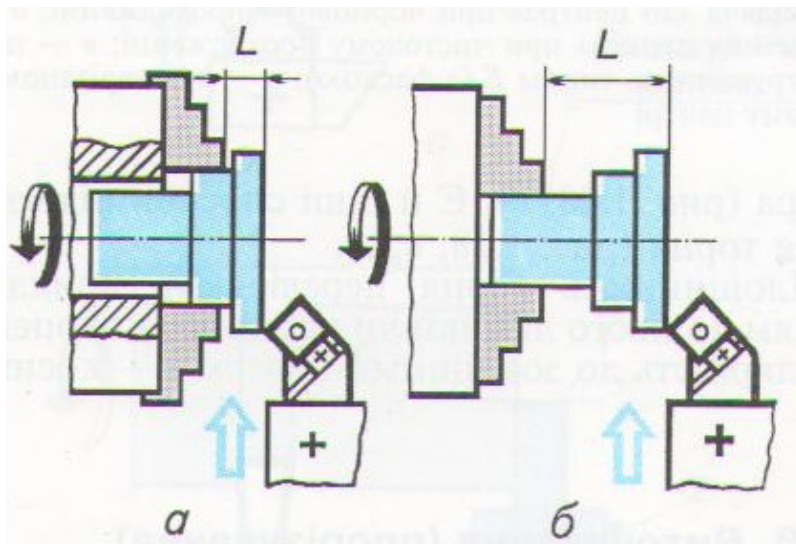


Рис. 2.20. Виліт заготовки з патрона при підрізуванні торця:
а – правильно; б – неправильно

Торець оброблюваної деталі можна підрізати упорним різцем за рахунок поперечної подачі, встановивши головку різальної кромки під кутом ($5 \div 10^\circ$) до торцевої поверхні за допомогою допоміжної різальної кромки (рис. 2.21, а). Якщо припуск занадто великий і в напрямі до центру виникає відтискальне зусилля з боку допоміжної кромки, то в цьому випадку рекомендується чистове проходження подачею від центру (рис. 2.21, б). Існують й інші способи відрізування торця (рис. 2.21, в, г).

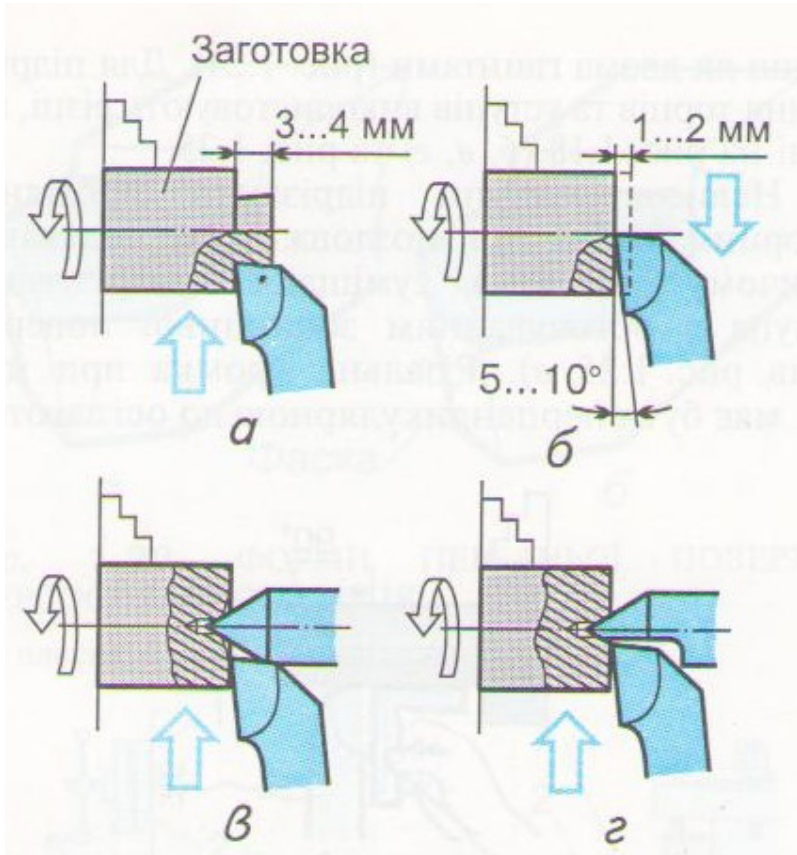


Рис. 2.21. Підрізування торця поперечною подачею упорного різця:

- а* – подача «до центра» при чорновому проходженні;
- б* – подача «від центра» при чистовому проходженні;
- в* – при зацентруванні за типом Б (з фаскою);
- г* – при «зрізаному» задньому центрі

Точність площинності торця можна перевірити прикладанням до нього лінійки або кутника, а перпендикулярність до зовнішньої поверхні – тільки кутником.

2.7. Відрізування, виточування та прорізування зовнішніх канавок

Найбільші проблеми у токарів-початківців виникають саме з відрізуванням заготовок та готових деталей і, в першу чергу, через неуміння правильно заточити різець та виставити його по центру. Через малий переріз відтягнутої головки відрізного різця виникає пружна деформація, яка призводить до заклинювання різального інструменту у прорізі заготовки і, як наслідок, до поломки.

Дослідивши та вивчивши цю проблему, токарі-новатори запропонували конструкції відрізних (канавочних) різців, які менше зазнають поломок: різець «півник», зі збільшеною за висотою відтягнутою головкою (рис. 2.22, а), різець із різальною кромкою, розташованою на рівні вісі державки (рис. 2.22, б).

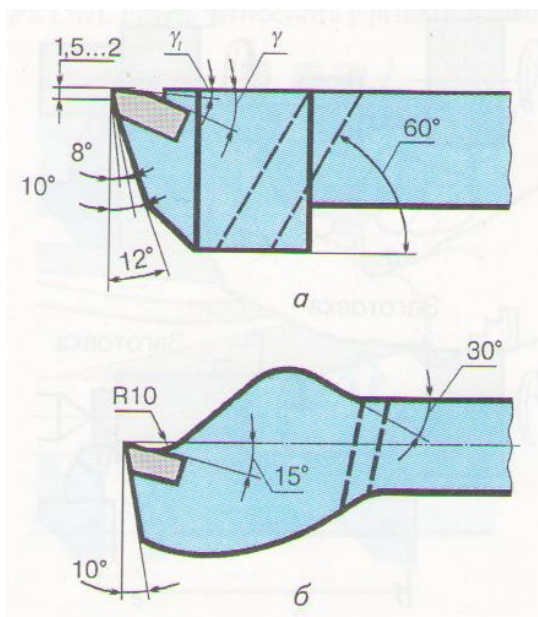


Рис. 2.22. Відрізні різці з «підсиленою» головкою:

а – з головкою типу «півник»;

б – з розташуванням вершини на рівні осі державки

Ширина різальної кромки відрізного різця залежить від діаметра заготовки, що обробляється, і становить $3 \div 8$ мм. Відрізний різець потрібно виставляти якомога точніше по центру (піввісі центру токарного верстата). Якщо різальна кромка опиниться вище центра, різець буде торкатися оброблюваної частини задньою поверхнею, що призведе до швидкого нагрівання і, як наслідок, поломки різця, якщо різальна кромка буде нижче центру, то в цьому випадку деталь буде накочуватися на різальну кромку і під завершення підрізання зламає її (рис. 2.23).

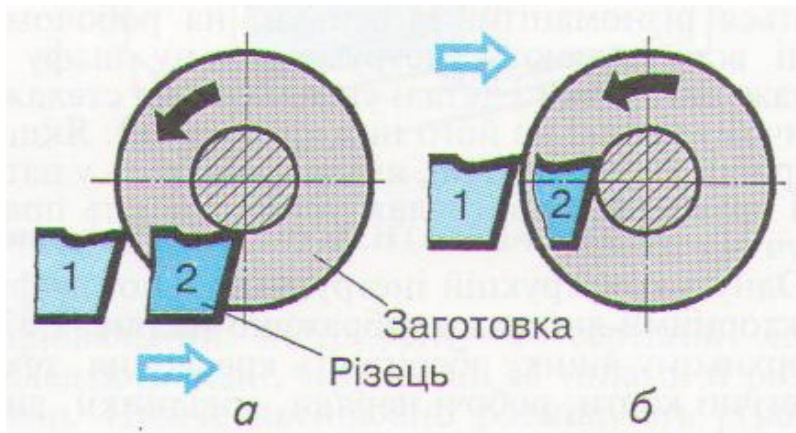


Рис. 2.23. Похибки в роботі відрізного різця при встановленні його вершини не по центру:

а – нижче; *б* – вище; 1 – на початку відрізування;
2 – в кінці відрізування

Державка відрізного різця має бути розташована перпендикулярно до вісі заготовки, щоб бічна поверхня головки не терлася об стінки канавки. Відстань місця відрізування від кулачків патрона не повинна перевищувати $3 \div 5$ мм.

Канавки на зовнішніх циліндричних поверхнях виточують прорізними (канавочними) різцями, використовуючи подачу поперечного супорту (рис. 2.24). Головки прорізного і відрізного

різців мають по дві допоміжні кромки, кожна з яких розташована під допоміжним кутом у плані ($\varphi=1\div 3^\circ$). Для зменшення тертя допоміжних задніх поверхонь об стінки канавки, що прорізується, головку різця звужують до нижньої частини ($\alpha = 1\div 3^\circ$).

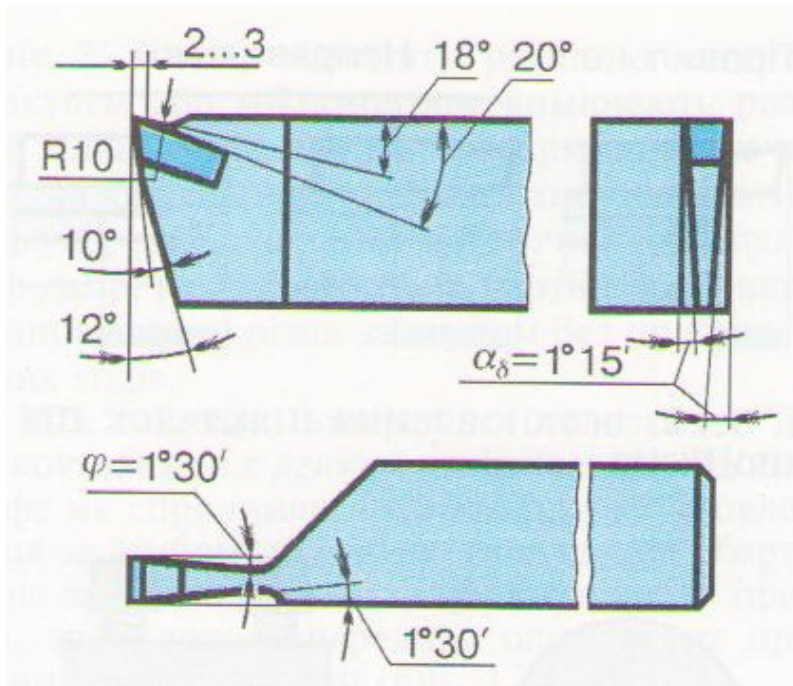


Рис. 2.24. Прорізний твердосплавний різець

В разі, якщо канавка ширша за ширину ріжучої кромки, то доцільно її виточувати «врозбивку» з повздовжнім переміщенням різця на $0,5\div 1$ мм в обидва боки, що суттєво полегшує процес різання (рис. 2.25). Метод «врозбивку» можна аналогічно використовувати і при відрізуванні деталей і заготовок.

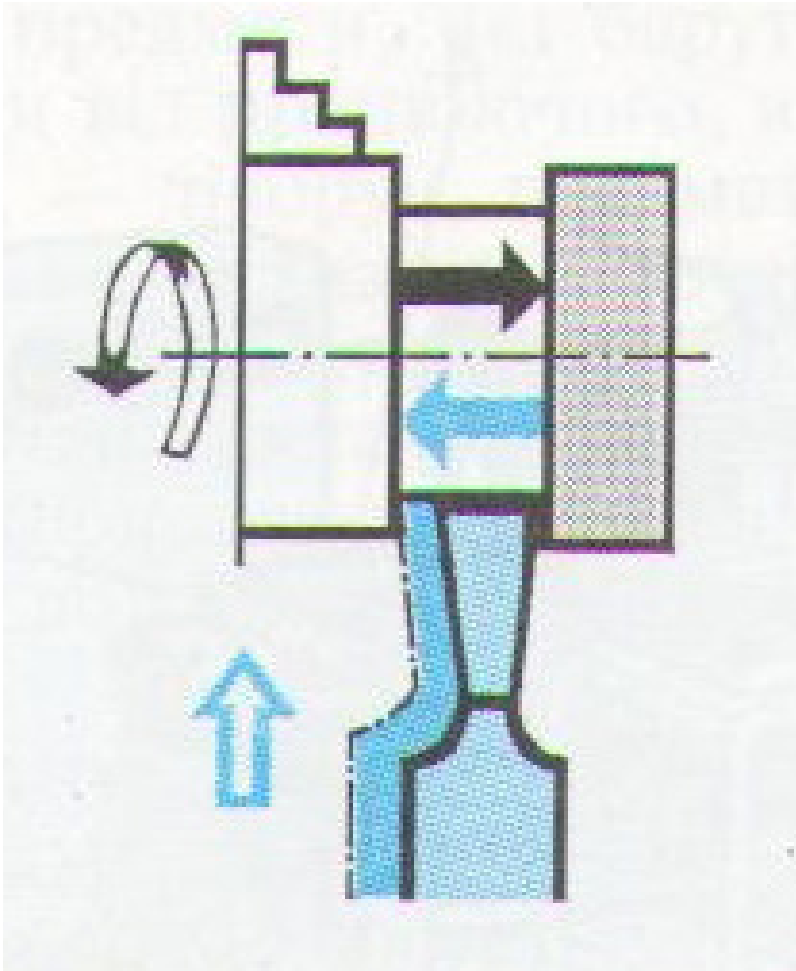


Рис. 2.25. Схема відрізування «вробивку»

При відрізуванні деталей великого діаметру потрібно вивести різець від канавки на $2\div 3$ мм до вісі, а вже потім зупинити верстат і відламати заготовку, що відрізняється.

Щоб торець відрізаної деталі був підрізаним до центру, відрізний різець заточують зі скосом (рис. 2.26).

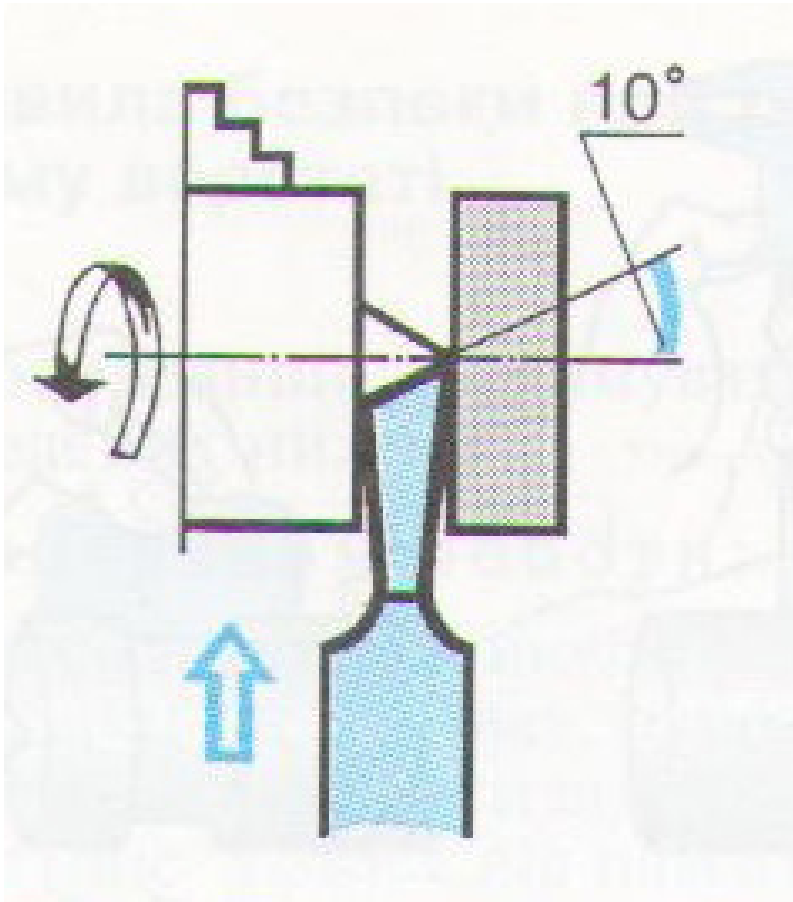


Рис. 2.26. Різець зі «скошеною» різальною кромкою

Для отримання заданої довжини L частини заготовки, відрізаної від прутка, рекомендується висувати пруток з патрона до замкнення його з відкидним упором, який закріплено в пінолі задньої бабки (рис. 2.27, а); після встановлення прутка упор відводять у бік.

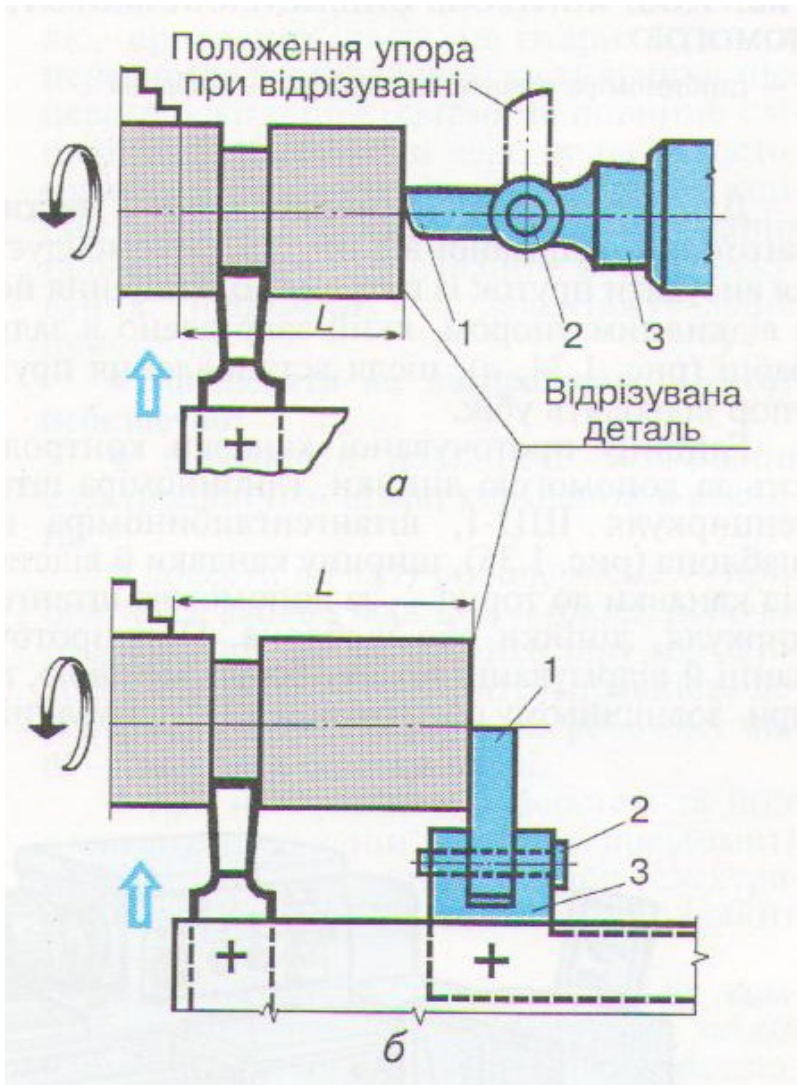


Рис. 2.27. Застосування відкидних упорів при відрізуванні:
 а – упор у пінолі задньої бабки; б – упор у різцетримачі;
 1 – упор (при встановленні вильоту прутка); 2 – шарнір;
 3 – корпус пристрою; L – виліт прутка з патрона

Глибина проточуваної канавки контролюється за допомогою лінійки, глибиноміра, штангенциркуля ШЦ-I, штангенглибиноміра або шаблона (рис. 2.28), ширина канавки – за допомогою штангенциркуля, лінійки або шаблона, в залежності від того, якої маємо добитися точності розміру.

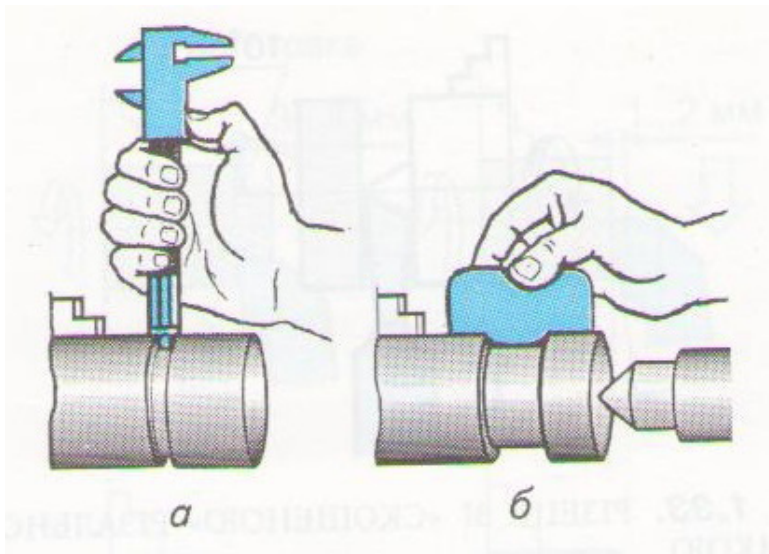


Рис. 2.28. Контроль глибини канавки за допомогою:
а – глибиноміра штангенциркуля; б – шаблона

При відрізуванні і виточуванні канавок подачу значно зменшують у порівнянні з подачею при зовнішньому обточуванні чи підрізуванні – $0,1 \div 0,3$ мм/об. Швидкість різання при відрізуванні теж зменшується на $20 \div 25$ % у порівнянні з зовнішнім точінням.

2.8. Організація робочого місця токаря

Робоче місце токаря – це спеціально відведена площа у виробничому цеху, на якій розміщені токарні верстати, робітники, що мають професію токаря, а також оснастка та предмети виробництва (допоміжні інструменти, пристосування, матеріали).

Розташування робочого місця токаря (рис. 2.29) залежить від габаритних розмірів та призначення токарного верстата, розмірів оброблюваних заготовок, а також типу виробництва (одиничне, серійне, крупносерійне, масове).

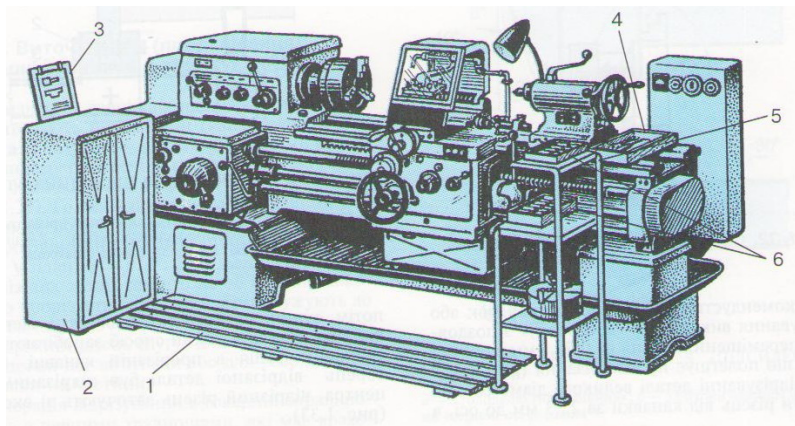


Рис. 2.29. Робоче місце токаря:

- 1 – решітка; 2 – інструментальна шафа;
- 3 – планшет для креслення; 4 – лоток для інструментів;
- 5 – стелаж; 6 – ящики для заготовок та готових деталей

На робочому місці встановлюється інструментальна шафа та стелаж для розміщення заготовок і готових деталей (рис. 2.30). У верхній частині інструментальної шафи токар зберігає креслення, наряди на роботу, технологічні карти, довідники, які стосуються токарної обробки, допусків та посадок, технології конструкційних матеріалів, вимірвальний інструмент.

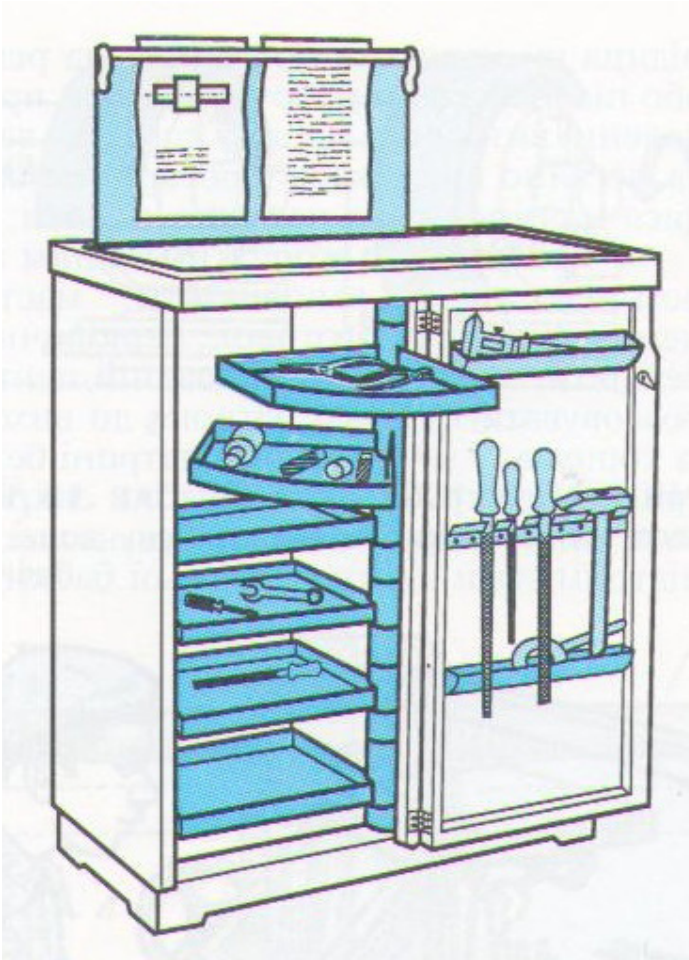


Рис. 2.30. Інструментальна шафа

У кожному відділенні розміщують пристосування (патрони, кулачки до них). Інструменти та пристосування, які беруть правою рукою, розміщують праворуч, а які беруть лівою рукою – ліворуч. Інструменти, якими користуються частіше (ключ патрона), кладуть ближче, а якими користуються рідше (ключ різцетримача) – подалі.

На тверду підлогу перед токарним верстатом встановлюють дерев'яну решітку.

Підлога має бути чистою. Не допускається підтікання оливи та змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) на підлогу. Недотримання цих вимог може призвести до травматизму.

Робоче місце потрібно утримувати в належному вигляді, чистоті, оскільки бруд і безладдя призводять теж до нещасних випадків, негативно впливають на продуктивність праці, спричинюють передчасне спрацювання токарного верстата.

Приміщення цеху, майстерні має бути забезпечене відтоком забрудненого та притоком чистого повітря.

Температура повітря в цеху повинна бути комфортною для токаря – в межах 15÷18 °С.

2.9. Правила безпеки при роботі на токарному верстаті

Перш ніж приступити до роботи на токарному верстаті, токарь повинен ретельно вивчити правила безпеки перед початком роботи, під час роботи та після закінчення роботи.

Токарний верстат працює за рахунок електричної енергії, на якому є високообертівий рух патрона для кріплення заготовок, поступальний рух поздовжнього та поперечного супортів, злом стружки, кріплення гострих різальних інструментів.

Усі ці фактори потребують від токаря сумлінного дотримання правил безпеки при роботі на токарному верстаті.

Перед початком роботи:

– оглянути робочий одяг, одягнути головний убір таким чином, щоб волосся на голові не виглядало з-під нього, застебнути усі гудзики на рукавах халата або комбінезона (рис. 2.31);

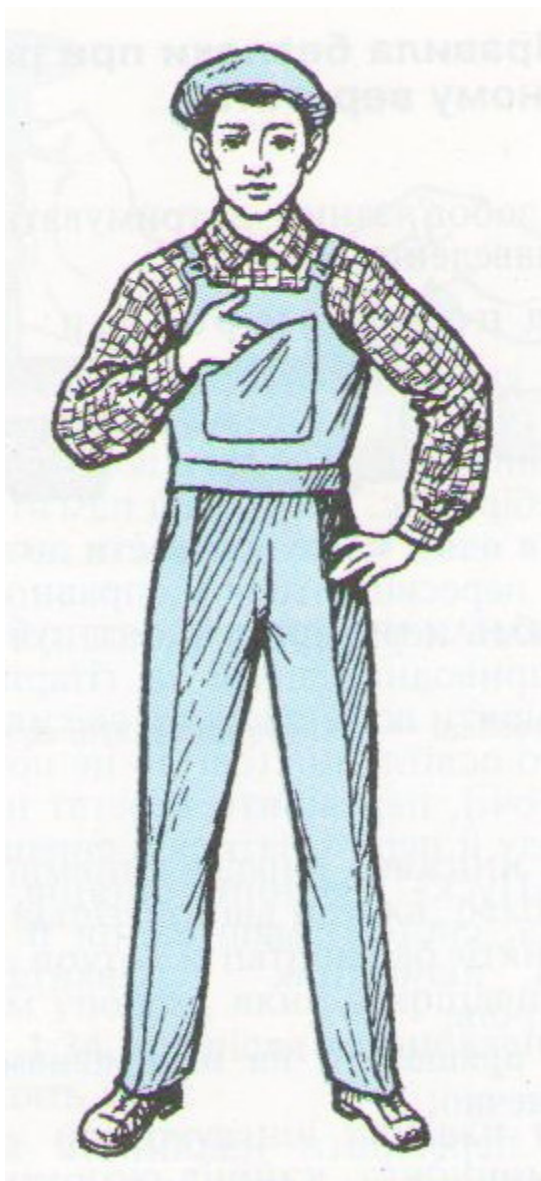


Рис. 2.31. Спецодяг робітника-верстаника

- перевірити надійність заземлення токарного верстата (електричної шафи);

- прибрати зайві предмети з токарного верстата та робочого місця, зручно розмістити заготовки та готові деталі, перевірити стан дерев'яної решітки.

Виконання цього правила забезпечить безпеку, високу продуктивність праці:

- переконатися у справності токарного верстата, перевірити захист зубчастих коліс, приводних пасів токарного верстата; перевірити якість місцевого освітлення (світло не повинно сліпити очі), перевірити роботу токарного верстата на холостому ході, переконатися в справності кнопок «Пуск», «Стоп», систем керування гальм, систем змащування й охолодження;

- категорично заборонено працювати на несправному токарному верстаті;

- в разі несправностей у верстаті, особливо у електроустаткуванні, негайно повідомити майстру ділянки або черговому слюсарю чи електрику і до усунення проблеми до роботи не приступати;

- при встановленні й зніманні заготовок понад 20 кг потрібно використовувати підйомні пристрої;

- при заточуванні різців не підводить інструмент до торця площинного круга; не допускати, щоб відстань між підручником та периферією абразивного круга перебільшувала $2 \div 3$ мм, і не притискати інструмент, який заточується, до круга з великим зусиллям; користуватися захисним щитком або окулярами;

- не знімати і не відкривати захисного екрану та блокуючих пристроїв; не знімати захисних футлярів з електрообладнання, не відчиняти дверей електрошафи; не доторкатися до контактів;

- отримуючи різальний інструмент в інструментальній коморі (різці, свердла, конусні втулки «Морзе»), потрібно перевірити їхній стан, чи немає щербин на пластинках твердого сплаву, чи надійно кріпиться твёрдосплавна механічна пластинка.

Під час роботи:

– не працювати на токарному верстаті в рукавицях; якщо палець перев'язаний бинтом, потрібно поверх бинта надягнути гумовий чохол;

– не відрізати деталь від прутка при великому вильоті зі шпинделя токарного верстата; довгий кінець прутка потрібно запустити в трубчатий кожух з протилежного боку шпинделя;

– контролювати розміри деталей вимірювальним інструментом тільки після повної зупинки токарного верстата;

– захищати очі від стружки, використовуючи захисні окуляри або захисний екран (рис. 2.32 а, б) та (рис. 2.33, 2.34);

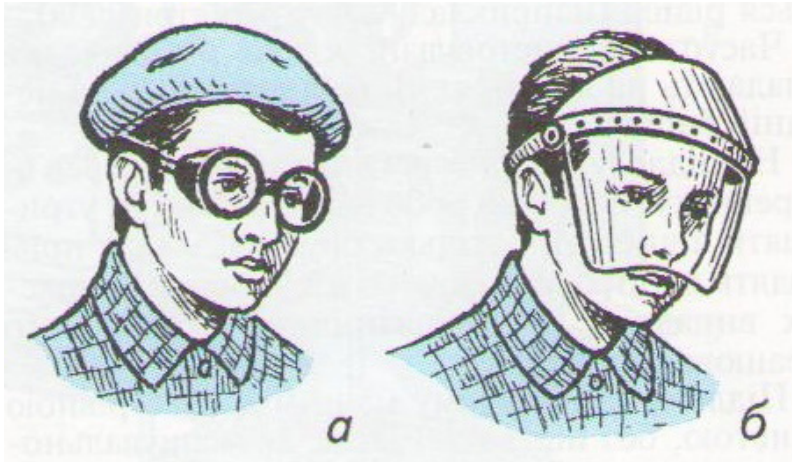


Рис. 2.32. Індивідуальні засоби захисту очей:
а – захисні окуляри; б – захисний щиток («забрало»)

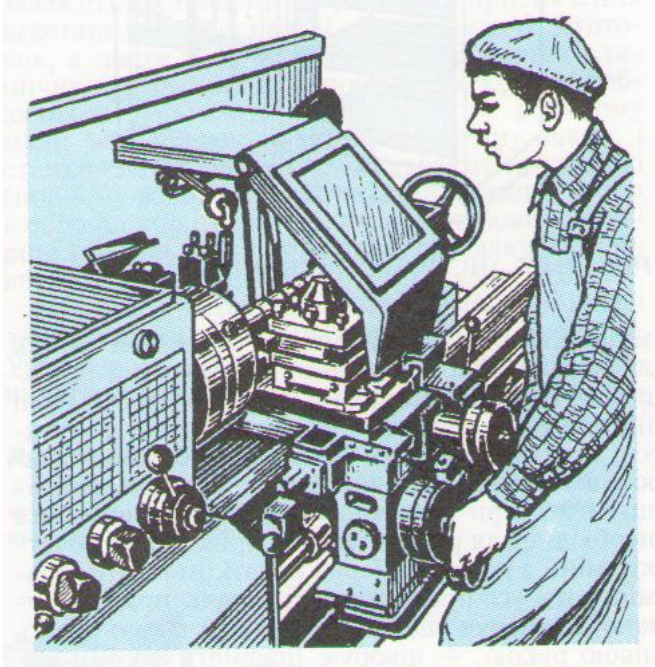
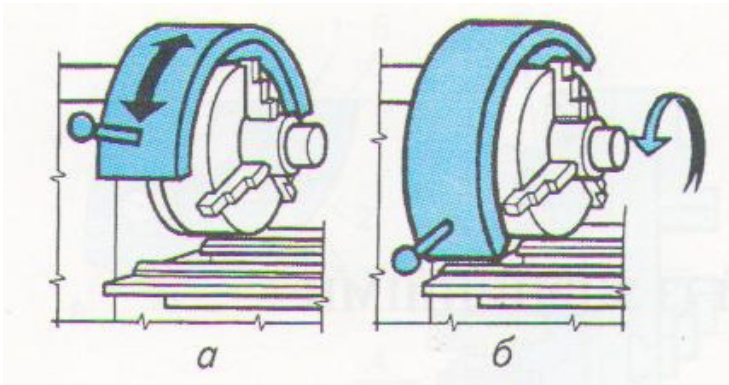


Рис. 2.33. Робота токаря із захисним екраном



*Рис. 2.34. Запобіжні щитки до патрона:
а – положення при закріпленні заготовки;
б – положення при точінні*

– слідкувати, щоб охолоджуюча рідина чи олива не потрапили на дерев'яну решітку або підлогу в зоні робочого місця; при витіканні оливи з картерів верстата зупинити токарний верстат та повідомити слюсарю-ремонтнику; не спиратися на токарний верстат під час його роботи;

– при обточуванні довгих заготовок використовувати жорсткий центр, не забуваючи змащувати центрові отвори заготовок; контролювати, щоб жорсткий центр був надійно закріплений у задній бабці та не відходив від оброблюваної заготовки;

– надійно закріплювати оброблювані заготовки в патроні, центрах чи на оправці; не нарощувати рукоятку ключа для закріплення заготовки у патроні, бажано використовувати самовідкидний ключ (рис. 2.35);

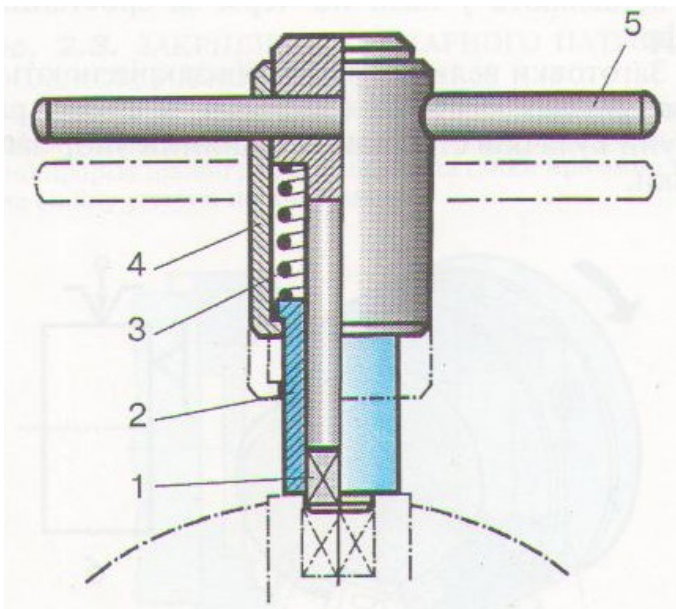


Рис. 2.35. Самовідкидний безпечний ключ до токарного патрона:

1 – ключ; 2 – втулка; 3 – пружина;
4 – корпус-стакан; 5 – рукоятка

– надійно кріпити різальний інструмент; при встановленні різців використовувати мінімальну кількість сталених підкладок; не прибирати стружку під час роботи токарного верстата, а лише після повної його зупинки, видаляти гачком та щіткою (рис. 2.36).

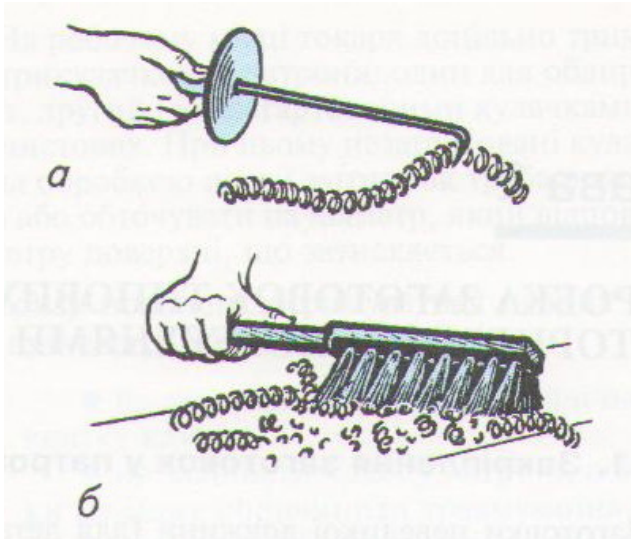


Рис. 2.36. Самовідкидний безпечний ключ до токарного патрона

Питання для перевірки знань

1. З яких основних вузлів складається токарно-гвинторізний верстат 16К20 та їх призначення?
2. Розкрити поняття змісту токарної обробки деталей.
3. Пояснити, що таке продуктивність праці, глибоке різання, швидкість різання.
4. Як має бути організовано робоче місце токаря?
5. Назвати та показати основні частини, поверхні та кути токарного різця.
6. В яких одиницях вимірюються глибина різання, швидкість різання, подача та оберти шпинделя?

ОБРОБКА ЗОВНІШНІХ ТА ТОРЦЕВИХ ПОВЕРХОНЬ, ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

3.1. Токарні патрони та кріплення заготовок

Для того, щоб виточити потрібну деталь, її потрібно закріпити у якомусь пристрої. Цим пристроєм є самоцентрувальний патрон (рис. 3.1), який укомплектований трьома кулачками. Кулачки одночасно зводяться до центру або відводяться від нього, забезпечуючи подвійне затискання заготовки та її центрування.

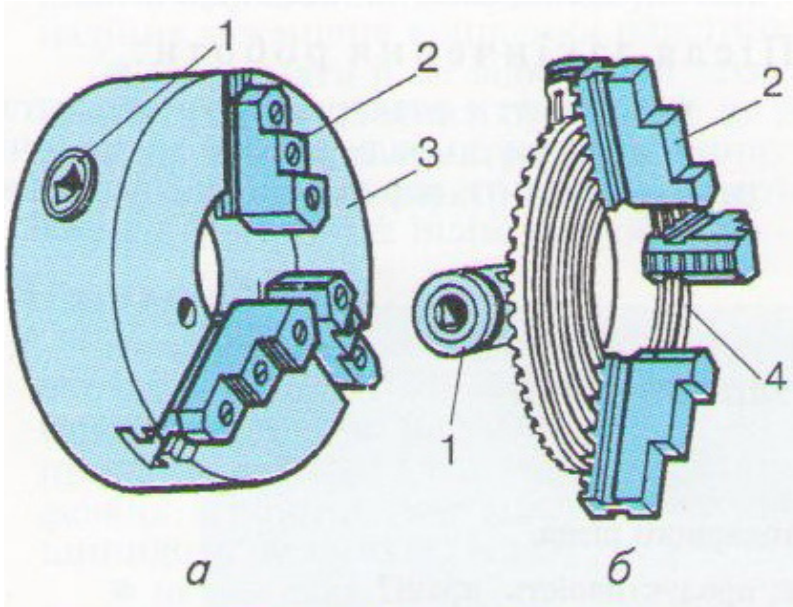


Рис. 3.1. Трикулачковий самоцентрувальний патрон:

а – загальний вигляд; *б* – деталі патрона;

1 – конічне зубчасте колесо; 2 – кулачки; 3 – корпус;

1 – конічне колесо зі спіральною нарізкою

Кулачки 2 рухаються в радіальних пазах корпусу токарного патрона 3.

За рахунок виступів на підшві кулачки заходять у канавки спіральної нарізки великого конічного зубчастого колеса 4, яке приводять в обертовий рух ключем, який вставляють почергово у чотиригранні отвори, які розташовані на самому патроні 1. Обертаючи ключ патрона за годинниковою стрілкою, заготовка буде затискатися кулачками у патроні і навпаки, обертаючи ключ проти годинникової стрілки, заготовка звільняється від затискання.

Кулачки встановлюються у відповідному порядку 1, 2, 3. Відповідні цифри набиті на пазах корпусу патрона.

Якщо заготовка має великий діаметр і її неможливо закріпити у звичайних кулачках, використовують зворотні кулачки (перевернуті) (рис. 3.2), у цьому випадку заготовка до упору притискається до кулачків.

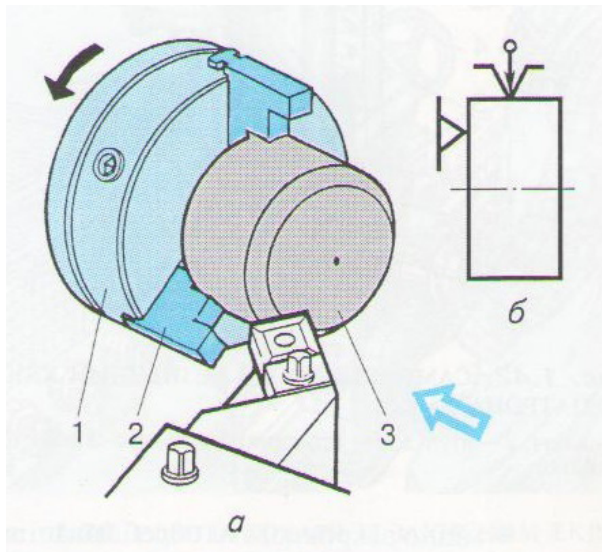


Рис. 3.2. Закріплення заготовки в перевернутих кулачках патрона:

а – загальний вигляд; *б* – умовне позначення;
1 – корпус патрона; 2 – кулачок; 3 – заготовка

Планшайба токарного патрона центрується конічною розточкою по зовнішньому корпусу шпинделя чотирма гвинтами з гайками (рис. 3.3). Кріплення патрона на фланці забезпечує високу точність центрування та виключає самовідгвинчування. Якщо виникає необхідність в заміні патрона, то необхідно послабити чотири гайки і повернути шайбу так, щоб вікна прорізу стали проти гайок і тоді патрон у такому положенні зніметься зі шпинделя токарного верстата.

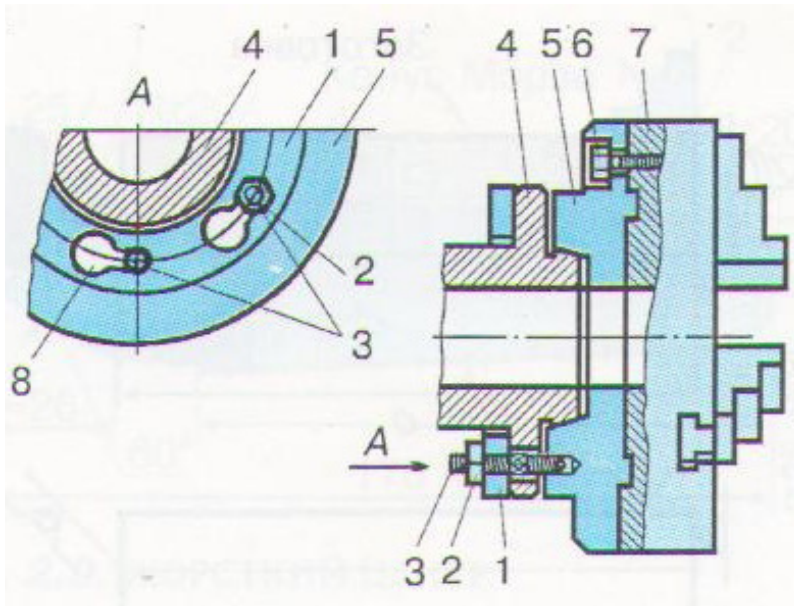


Рис. 3.3. Закріплення токарного патрона з посадкою на конус:

1 – шайба; 2 – гайка; 3 – різьбова шпилька; 4 – шпиндель;
5 – планшайба; 6 – гвинт; 7 – корпус патрона; 8 – вікно прорізу
шайби для проходження гайки при зміні патрона

У результаті експлуатації робочі поверхні кулачків нерівномірно спрацьовуються, а тому їх потрібно час від часу розточувати для закріплення заготовок – обточувати.

Перед початком операції розточування або приготування затискні поверхні кулачків фіксують у відповідному положенні, щоб муфта на різьбовому з'єднанні планетарки та кулачків не впливала негативно на точність розточування. При розточуванні кулачків їх фіксують за допомогою диска, діаметр якого трохи більший від діаметра розточування.

Диск щільно притискають до торця корпусу патрона і надійно затискають кулачками (рис. 3.4, а). Для обточування кулачків використовують спеціальне жорстке кільце (рис. 3.4, б).

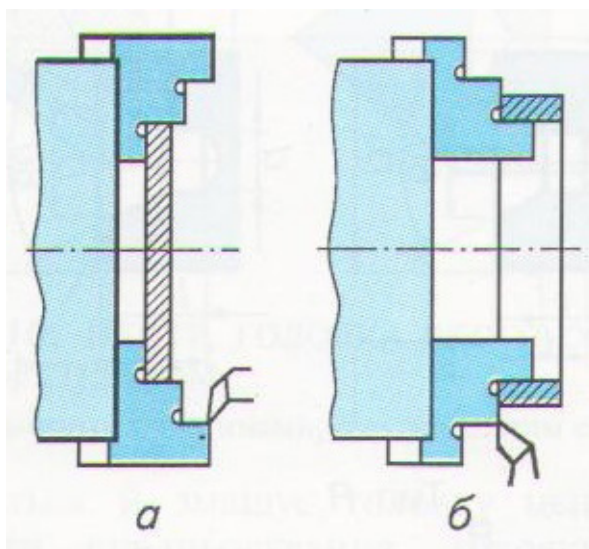


Рис. 3.4. Фіксація сірих кулачків при їх розточуванні та обточуванні:

а – упорний диск; б – упорне кільце

Токар повинен дотримуватися правил безпечної експлуатації токарного патрона:

- не збільшувати рукоятку ключа по довжині;
- періодично чистити та змащувати патрон;
- не залишати ключ у патроні, бо це може призвести до травматизму;

– періодично перевіряти патрон на биття за допомогою індикатора (биття не може перевищувати 0,02 мм);

– якщо патрон не використовується, то кулачки мають бути зведені, а центральний отвір повинен бути закритим пробкою з пінопласту.

Якщо ми помітили, що після закріплення заготовки в патроні вона б'є з великою амплітудою, то її потрібно відпустити, повернути та перезакріпити, а в окремих випадках потрібно постукати по ній дерев'яним молотком. Максимально зменшивши биття, заготовку затискають з максимальним зусиллям.

Для закріплення заготовок часто використовують цангові патрони, але кріплення відбувається тільки за обробленою поверхнею (рис. 3.5). Цанга 3 (тонкостінна сталева втулка з прорізами) стискається при накручуванні гайки 4 на різьбу, нарізану на циліндричному корпусі 2. Внутрішня робоча поверхня цанги затискає заготовку.

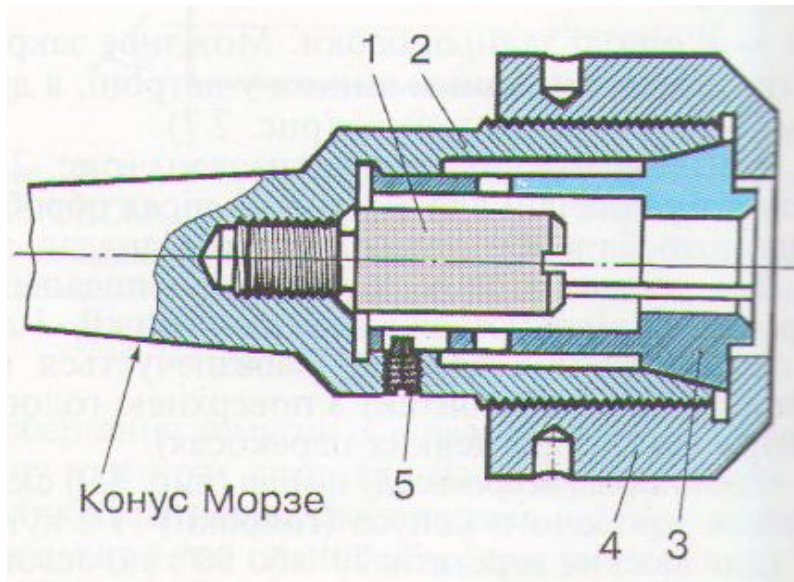


Рис. 3.5. Цанговий патрон:

1 – регульований упор; 2 – корпус; 3 – цанга;
4 – натискна гайка; 5 – гвинт

Якщо довжина заготовки вала перевищує діаметр у п'ять разів і більше, то їх обробляють у центрах, попередньо зацентрувавши торцеві поверхні (рис. 3.6).

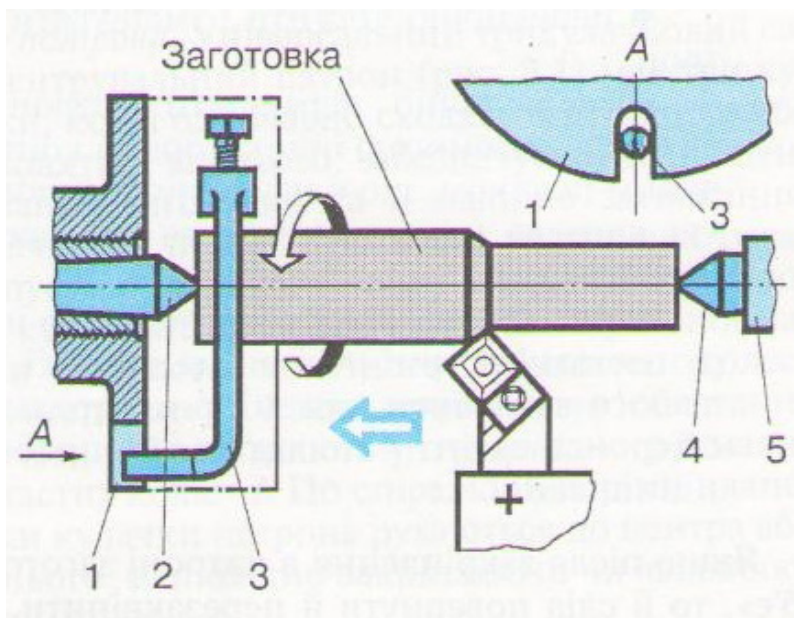


Рис. 3.6. Закріплення заготовки у центрах:

- 1 – планшайба; 2 – передній центр; 3 – хомутик;
4 – задній центр; 5 – піноль задньої бабки

Передній центр встановлюється жорстко у шпинделі, а задній рухомий – у пінолі задньої бабки токарного верстата. Можливе кріплення заготовки одним кінцем у патроні, а другим – на задньому центрі (рис. 3.7).

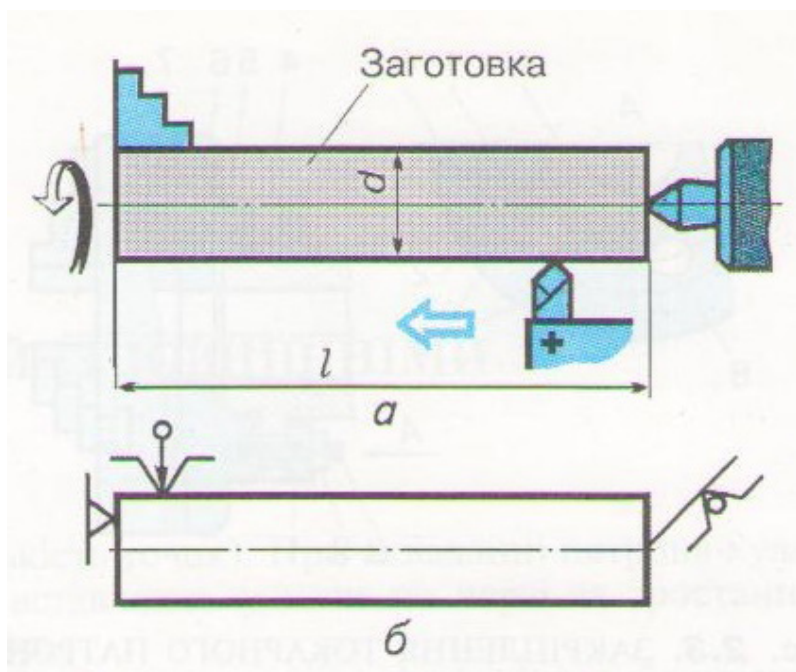


Рис. 3.7. Закріплення довгової заготовки у патроні з підтриманням заднім центром (а); умовне позначення (б)

Центрові отвори виконуються центровими свердлами і класифікуються за трьома типами. Тип «В» – для заготовок, які при подальшій обробці закріплюються в центрах; тип R – для заготовок, точних деталей (забезпечується надійний контакт з поверхнею головки центра навіть при перекосах).

Звичайний жорсткий центр (рис. 3.8), який являє собою робочий конус 1 з кутом 60° і хвостовика 3, виготовленого за стандартним конусом Морзе (№ 2, 3, 4, 5, 6). Кут нахилу конуса хвостовика становить $1^\circ 26'$.

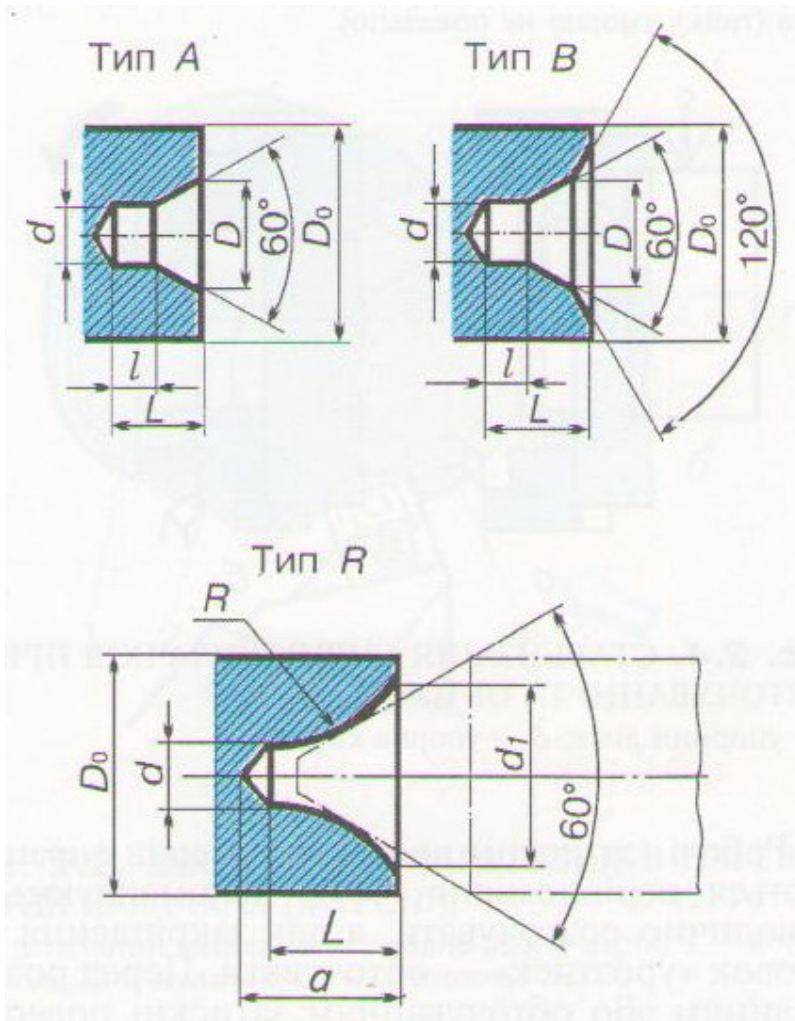


Рис. 3.8. Основні типи центрових отворів

Для важких верстатів хвостик центра має метричний конус: М60, М100, М120 з кутом нахилу $1^{\circ} 30'$.

Центр виготовляють з вуглецевої інструментальної сталі, включаючи його термічну обробку.

Можливе використання жорсткого заднього центра, але тільки за невеликої частоти обертання шпинделя (до 120 об. хв). Для зменшення тертя і як наслідок нагріву у циліндричну частину центрального отвору заготовки вводять густе мастило, яке при нагріванні розм'якшується і змащує головку центра. Для зменшення спрацювання центра його головку (робочу частину) оснащують твердим сплавом (рис. 3.9).

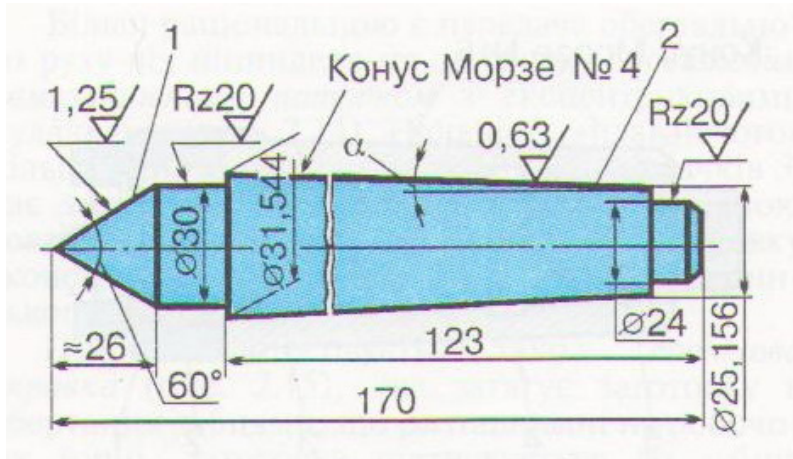
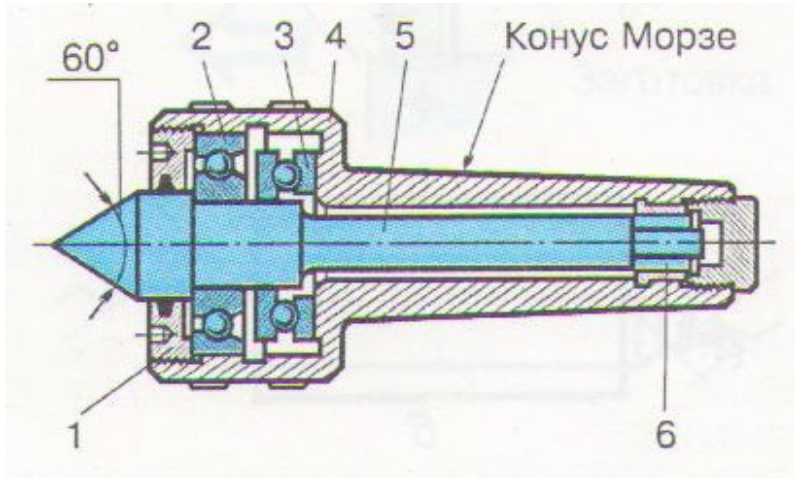


Рис. 3.9. Жорсткий центр:

1 – робочий конус; 2 – хвостовик

При високій частоті обертання шпинделя використовують обертовий задній центр (рис. 3.10). У шпиндель центра встановлюють радіальні, упорні, голчасті підшипники. Фетрові ущільнювачі, в принципі, захищають підшипники від забруднення і не дають витікати мастилу.



*Рис. 3.10. Обертвий центр для легкових
рідіальних навантажень:*

*1 – кришка; 2 – радіальний підшипник; 3 – упорний підшипник;
4 – корпус з хвостовиком; 5 – центр; 6 – голчастий підшипник*

При токарній обробці заготовок у центрах для надійності кріплення використовують повідкові пристрої – наприклад токарний хомут (рис. 3.11). Обертаючись разом зі шпинделем, планшайба 1 повідком затягує за собою в обертання хомут 3, а разом із ним – установлену в центрах заготовку. Застосовують також хомут з відігнутим хвостовиком, який входить у радіальний паз планшайби (рис. 3.6).

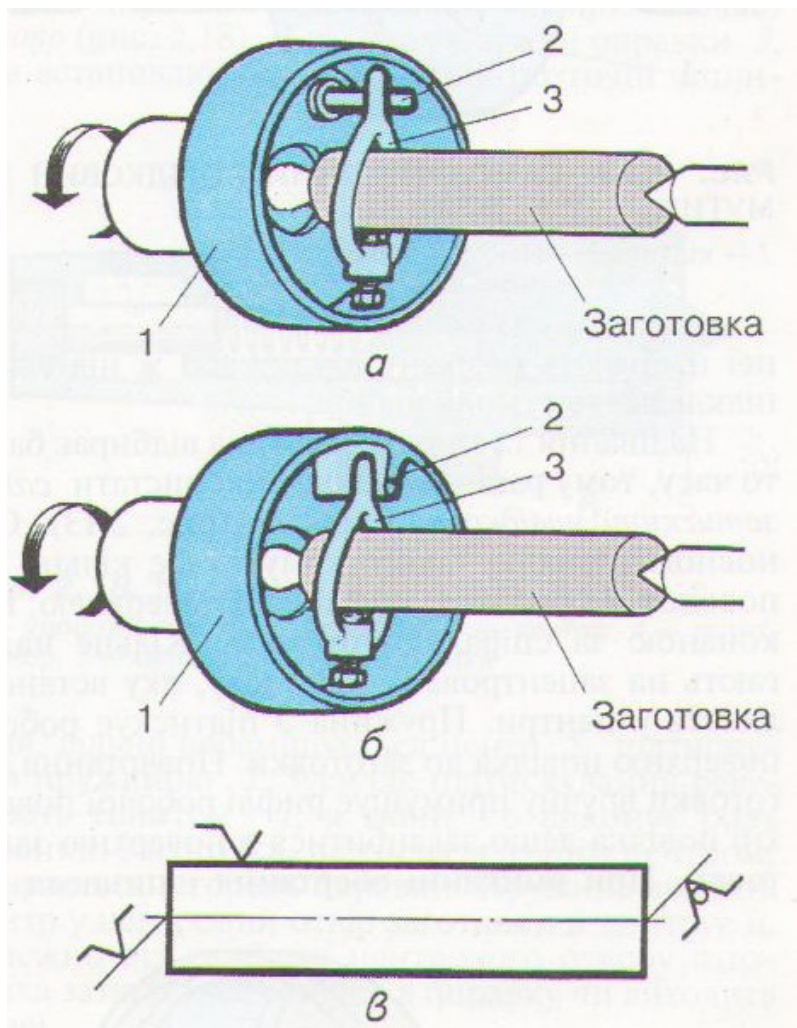


Рис. 3.11. Передача обертання на заготовку за допомогою хомутика:

- а* – повідкова планшайба з повідком-пальцем;
- б* – повідкова планшайба з повідком-планкою;
- в* – умовне позначення; 1 – повідкова планшайба;
- 2 – поводок; 3 – хомутик

З точки зору безпеки, планшайба має бути захищена кожухом (рис. 3.11).

Більш прогресивним пристосуванням є самозатискний патрон з ексцентриковими кулачками (рис. 3.12).

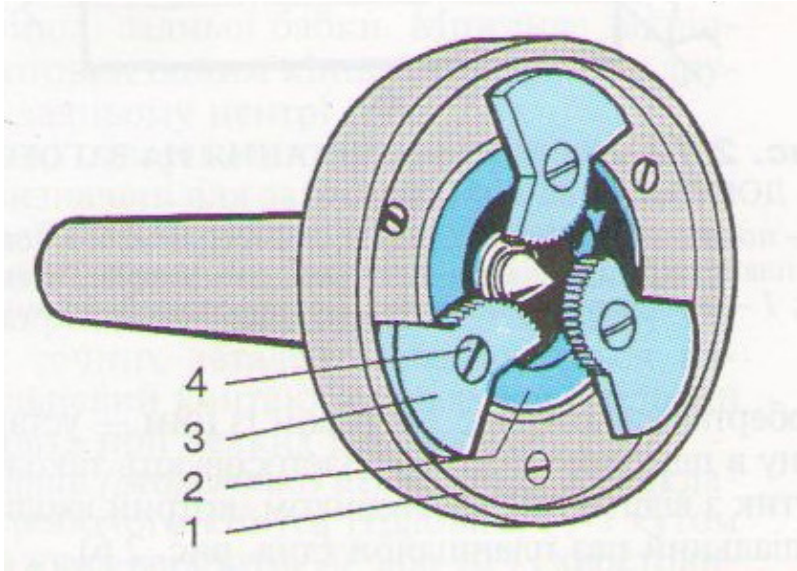


Рис. 3.12. Самозатискний повідковий патрон:

1 – планшайба; 2 – плаваюче кільце; 3 – кулачок;

4 – вісь кулачка

Такий патрон надає можливість закріплювати заготовки з нерівною зовнішньою поверхнею. Це пристосування придумав та зробив токар-новатор В. К. Семинський з міста Києва.

3.2. Технологія обробки деталей типу вал

Найбільш розповсюдженими деталями з циліндричними та торцевими поверхнями є деталі класу валів і дуже часто в кілька сходинок.

При обробці східчатого вала, який має кілька ділянок різного діаметра й довжини, токарний верстат налагоджують на першій заготовці, виконуючи пробні проходи окремо для кожної сходинок.

На лімбі поперечної подачі токар повинен зробити позначку або запам'ятати, наскільки потрібно подавати різець, щоб отримати потрібний діаметр для кожної сходинок окремо.

За цією схемою обробляють усю партію деталей без пробних ходів.

Приклад обточування східчатих валів наведено на (рис 3.13, а).

Сумарний шлях переміщення різця дорівнює сумі довжин східців:

$$L_{\text{сум}} = l_1 + l_2 + l_3$$

Якщо припуск на обробку деталей великий, то його можна поділити на кілька проходів (рис. 3.13, б), при цьому сумарний шлях різця становить:

$$L_{\text{сум}} = (l_1 + l_2 + l_3) + (l_1 + l_2) + l_1 = 3 l_1 + 2 l_2 + l_3$$

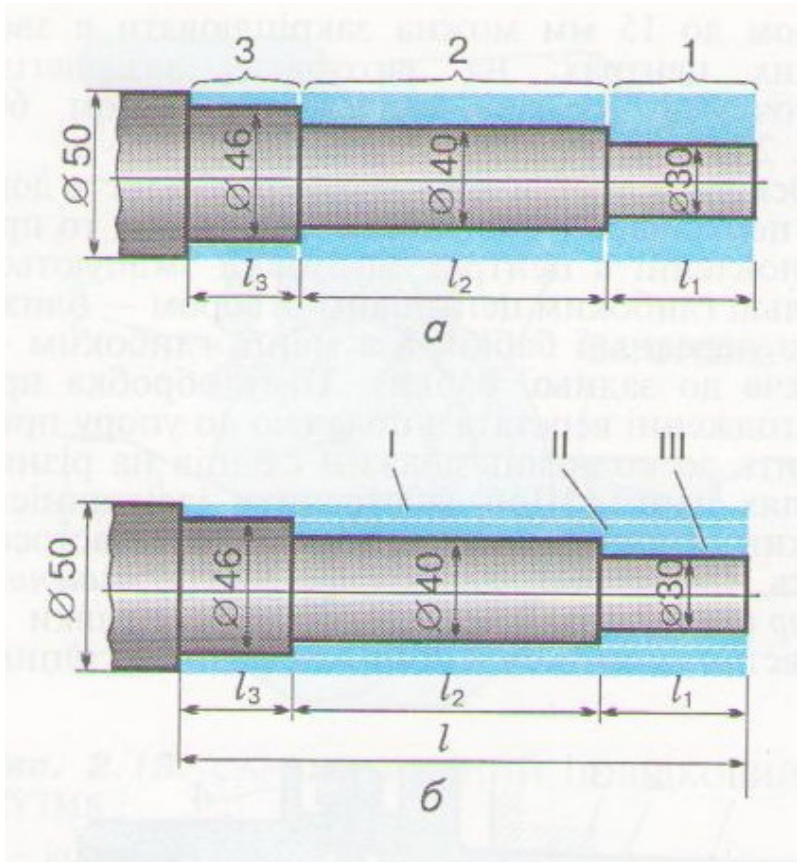


Рис. 3.13. Схеми обточування східчастового вала:

а – з розподілом припуску по довжині (1, 2, 3 – ділянки);
б – з розподілом припуску по глибині (I, II, III – робочі ходи)

Така схема забезпечує чистоту і точність обробки, але втрачає за часом. Контроль розмірів здійснюється за допомогою штангенциркуля (ШЦ-I), лінійки або шаблона, залежно від вимог до точності розмірів (рис. 3.14).

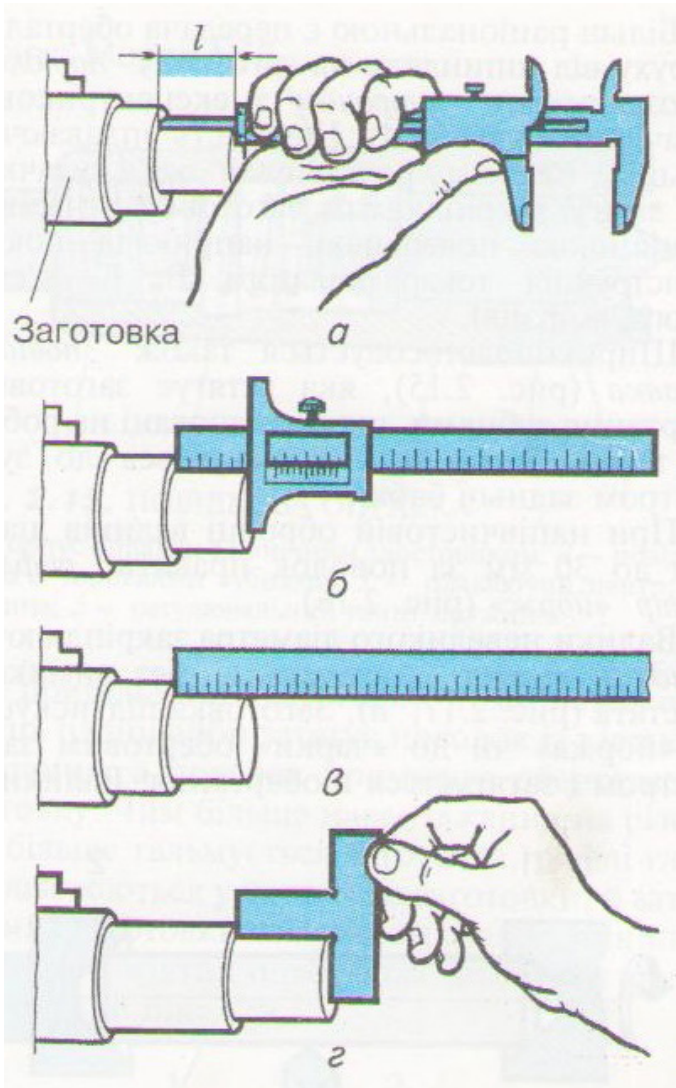


Рис. 3.14. Контроль довжини східців східчастого вала за допомогою:

а – штангенциркуля ШЦ-І; б – штангенглибиноміра;
в – лінійки; г – шаблона; l – контрольований розмір

Лімб поздовжньої подачі токарного верстата забезпечує точність 1 мм і за його допомогою можна контролювати відстань, пройдену різцем, але більш продуктивно це можна робити по упору, що закріплюється на станині (рис. 3.15).

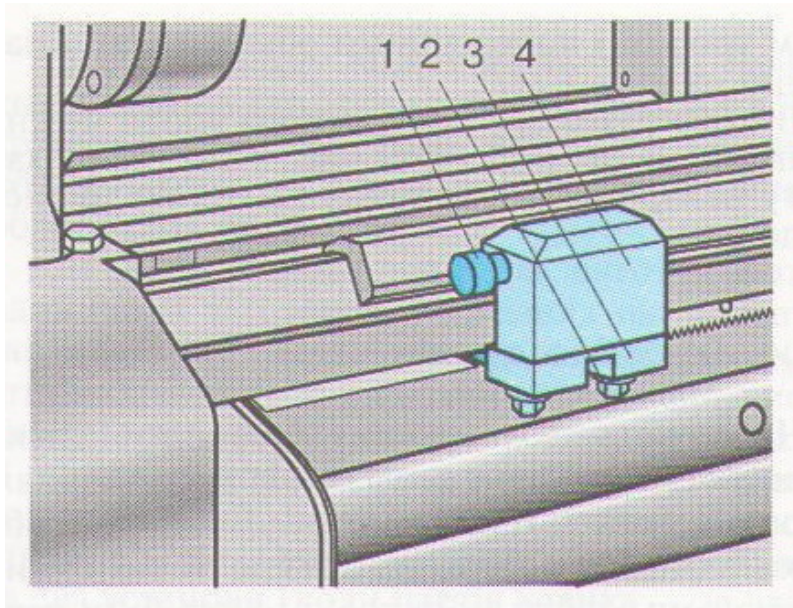


Рис. 3.15. Поздовжній упор на напрямній станині:

1 – регульовальний упорний гвинт; 2 – гвинт;
3 – притискна планка; 4 – корпус

Проточивши першу (пробну) заготовку в розмір, токар вимикає верстат і, не відводячи супорта, закріплює упор, до якого він має дійти і торкнутися каретки супорта. Після цього всі деталі проточують до упору в один розмір.

За 1÷2 мм до завершення проточування механічну подачу відключають і доводять поздовжній супорт до упору ручною подачею.

Виконання токарних робіт за допомогою упору значно підвищує продуктивність праці.

Для запобігання поздовжньому зміщенню заготовок їх слід упирати в уступи на кулачках (рис. 3.16) або в торець гвинта шпиндельного упора (рис. 3.17).

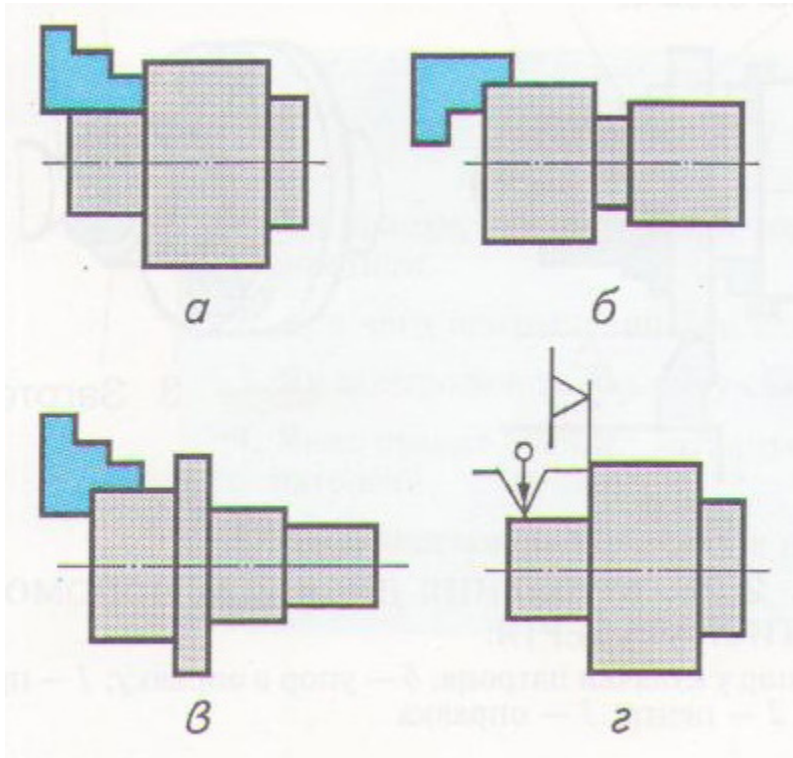


Рис. 3.16. Використання кулачків як упорів:

- а* – упор у кулачок; *б* – упор в уступ кулачка;
- в* – упор у виточку (для «сирих» кулачків);
- г* – умовне позначення

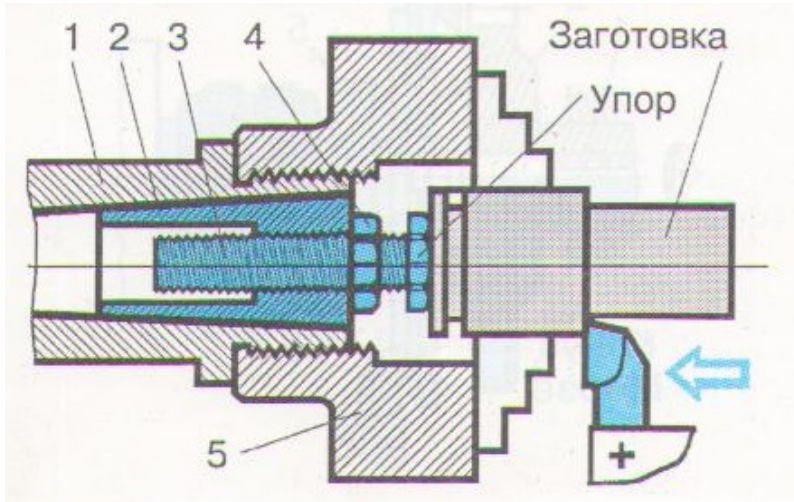


Рис. 3.17. Шпиндель упор:

1 – шпиндель; 2 – конусна втулка; 3 – гвинт упору;
4 – контргайка; 5 – патрон

Якщо потрібно виточити деталь з кількома східцями, то, крім упора, використовують мірні обмежувачі з застосуванням мірних плиток або спеціальних мірних планок (рис. 3.18).

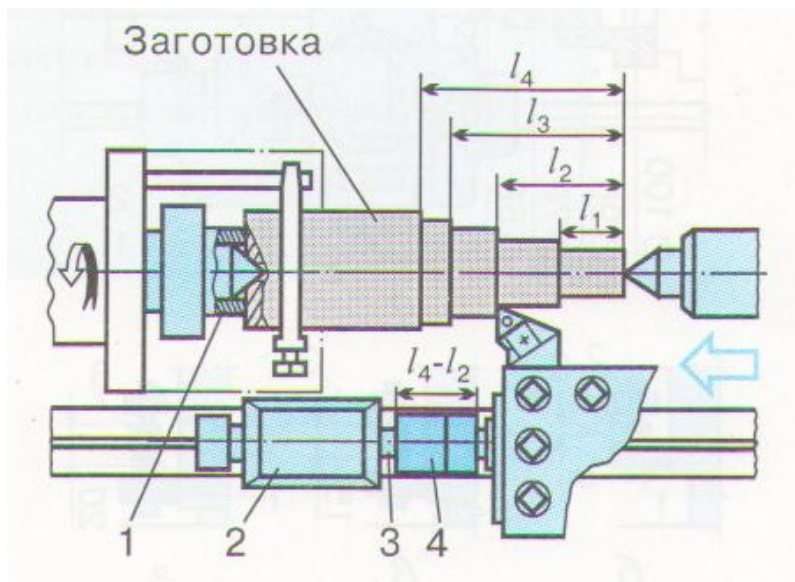


Рис. 3.18. Схема налагоджування верстата на обточування східчастового вала по упору:
 1 – плаваючий центр; 2 – упор; 3 – регулювальний гвинт;
 4 – обмежники довжини

Точність діаметрів сідців партії валів досягається за допомогою встановлення упорів на передньому супорті (рис. 3.15). Також можна на передньому супорті кріпити індикатор (рис. 3.16), який забезпечує точність до 0,01 мм.

3.3. Технологія обробки дисків

Складнощі при обробці дисків виникають через їх невелику довжину і виникають саме в питанні їх кріплення. Потрібно забезпечити перпендикулярність торців диска до отвору, а також взаємну паралельність.

Диски нарізають з прокату круглого перерізу на заготовельних відділеннях. Диск закріплюють у кулачках і почергово оброблюють одну і другу сторону деталі з переустановленням.

Диски можуть виготовлятися методом лиття або кування. Для кожної зовнішньої обробки дисків вводять операцію типового обточування. В цьому випадку диск закріплюють притискачем тертя, який кріпиться на задньому обертовому центрі (рис. 3.19).

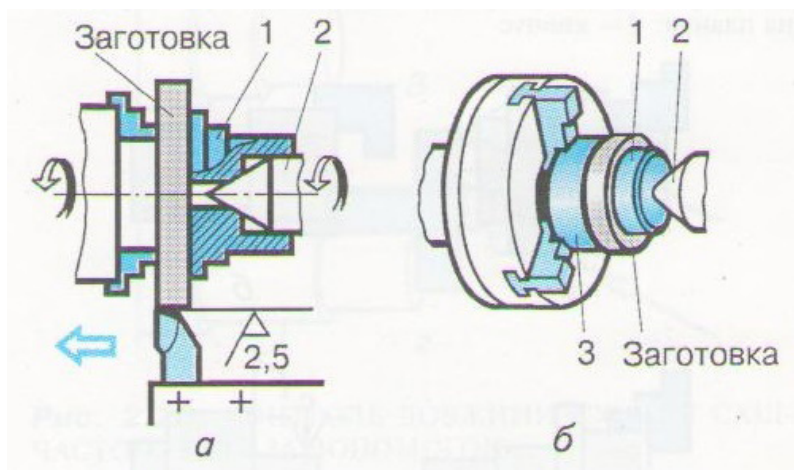


Рис. 3.19. Кріплення дисків за допомогою притискача тертя:

а – упор у кулачки патрона; *б* – упор в оправку;
1 – притискач; 2 – центр; 3 – оправка

Можлива обробка дисків на технологічній оправці з затискними загостреними штирями, в які втирається заготовка диска і підтискається заднім центром (рис. 3.20). Плаваючий центр центрує заготовку.

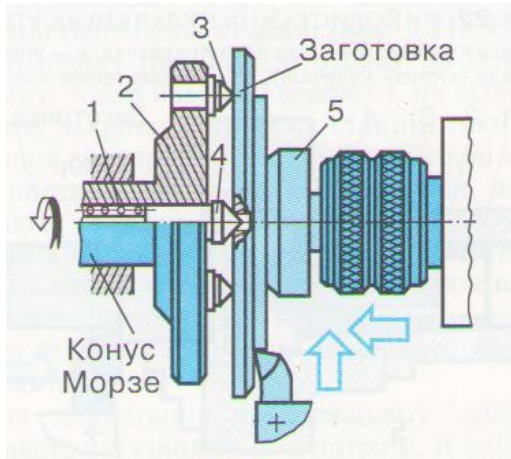


Рис. 3.20. Технологічна оправка зі штирями:

- 1 – пружина; 2 – оправка; б – східчастий; 3 – штир;
4 – плаваючий центр; 5 – грибоквий обертовий центр

У заготовці заздалегідь просвердлюють центрувальний отвір.

Питання для перевірки знань

1. Який принцип роботи самозатискного повідкового патрона?
2. Назвіть основні частини трикулачкового токарного патрона та поясніть принцип його роботи.
3. Якими вимірвальними інструментами контролюють довжину сідців східчастого вала та його діаметр?
4. Назвіть методи закріплення заготовки в центрах?
5. Яких правил безпеки життєдіяльності повинен дотримуватися токар при експлуатації токарного патрона?

РОЗДІЛ 4

**ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ
ТА ЗАГОТОВОК З ВНУТРІШНІМИ
ЦИЛІНДРИЧНИМИ ПОВЕРХНЯМИ**

**4.1. Загальна характеристика деталей
з отворами та їх контроль**

Глухі та наскрізні отвори є невід'ємною частиною багатьох деталей машин, механізмів у різних галузях виробництва.

Вони можуть виконувати з'єднувальну функцію через болтове чи гвинтове з'єднання, можуть бути просто порожнинами деталей, водяних або оливних pomp, компресорів.

Отвори використовують для підведення оливи або охолоджувальних рідин. Отвори можуть бути різної геометричної форми, але в нашому випадку ми будемо розглядати отвори циліндричної форми, а саме: наскрізні, глухі, канавкові, східчасті тощо (рис. 4.1).

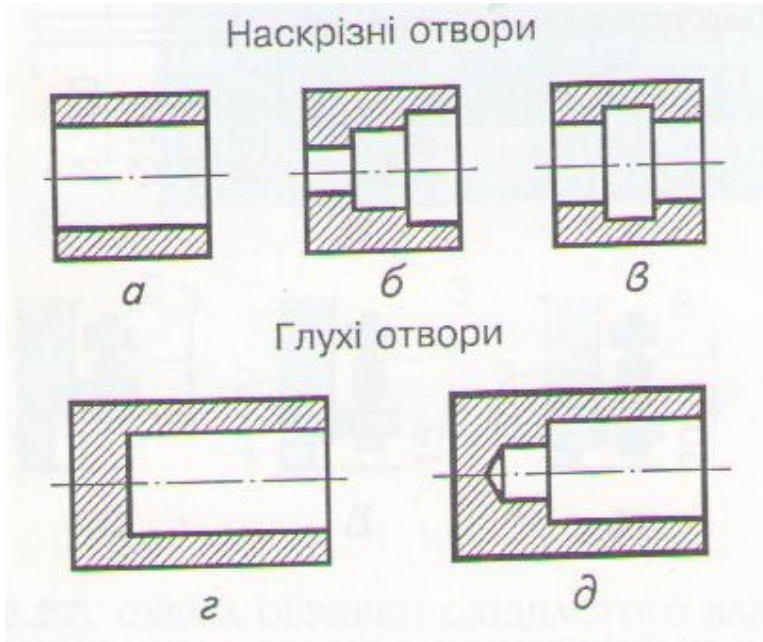


Рис. 4.1. Види отворів:

*а – в – наскрізні; г, д – глухі (а – гладенький;
б – східчастий; в – з виточкою; г – глухий; д – східчастий)*

Контроль отворів здійснюють за допомогою штангенциркуля ЩЦ-І з точністю вимірювання 0,05 мм (рис. 4.2, а).

Отвори діаметром понад 120 мм контролюють за допомогою мікрометричного нутроміра з точністю до 0,01 мм (рис. 4.2, б).

Глибокі отвори великих діаметрів контролюють за допомогою індикаторного мікрометричного нутроміра з точністю до 0,01 мм (рис. 4.2, в).

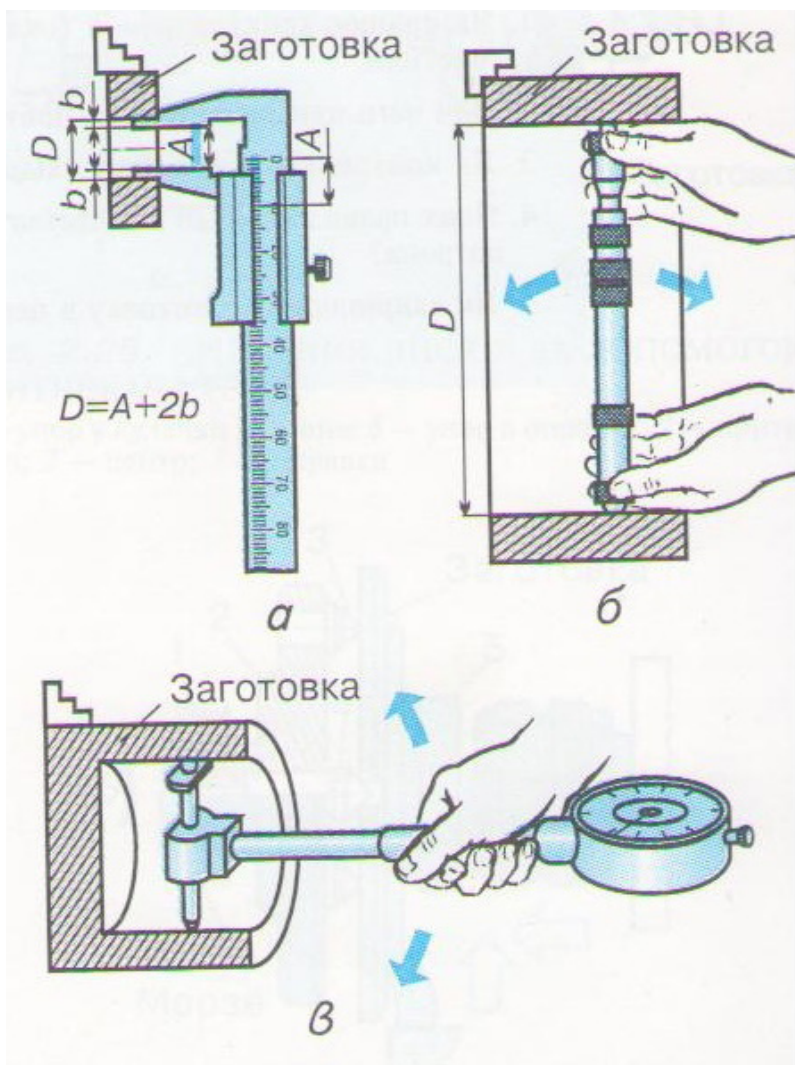


Рис. 4.2. Способи контролю діаметра отворів за допомогою:
 а – штангенциркуля; б – мікрометричного нутроміра
 (мікроштихмаса); в – індикаторного мікроміра

Якщо потрібно перевірити велику кількість деталей (серійне, крупносерійне, масове виробництво), то в цьому випадку використовують граничні калібр-пробки (рис. 4.3, а).

Отвори діаметром понад 80 мм контролюють однобічними калібр-пробками (рис. 4.3, б) або плоскими (рис. 4.3, в).

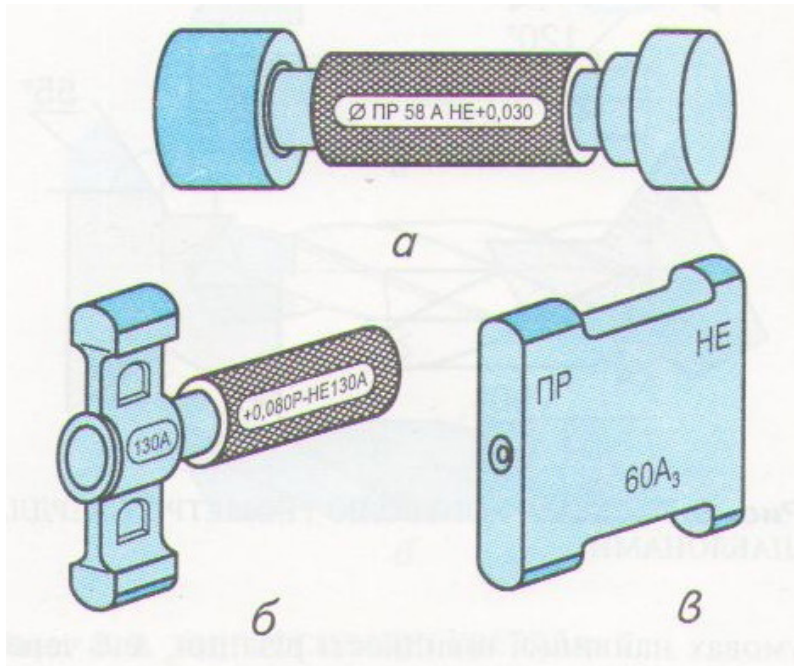


Рис. 4.3. Граничні калібри для контролю отворів:

а – однобічний; б – двобічний; в – плоский

За допомогою калібр-пробки легко виявляється овальність отвору, за її наявності прохідна частина калібр-пробки не увійде в отвір.

Перед перевіркою отвору його потрібно очистити від стружки.

Калібр-пробки потрібно зберігати в спеціальних футлярах з пінопластовими вставками під їхній розмір.

Не допустимо дотикання калібр-пробок до металевих або інших твердих предметів, падіння з висоти.

4.2. Свердління отворів

Операцією свердління називають механізм виконання отвору у суцільному сплаві (сталь, чавун, ебоніт, текстоліт і т.д.).

Свердлінням можна досягати точності отвору до 12 квалітету та шорсткості поверхні до 3–4 класів.

Для отримання отворів використовують різальний інструмент – спіральне свердло (рис. 4.4).

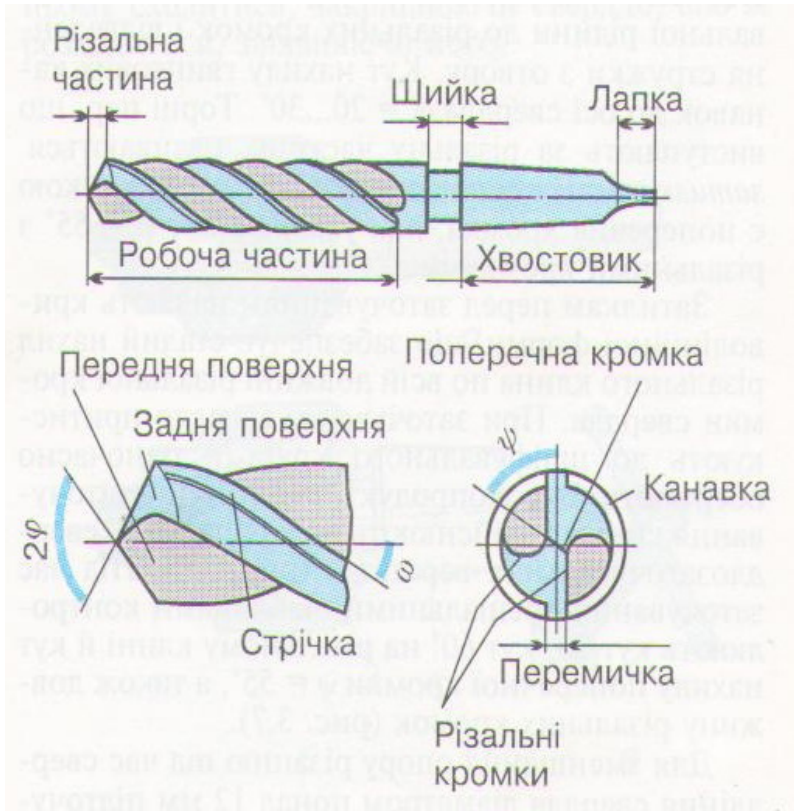


Рис. 4.4. Частини та елементи спірального свердла:

ψ – кут нахилу поперечної кромки;

ω – кут нахилу гвинтової канавки; φ – кут при вершині

Його основними параметрами є робоча частина, шийка та хвостовик. На передньому плані розташовані дві різальні кромки, які утворюють різальну частину свердла.

Робочу частину виготовляють з швидкорізальної інструментальної сталі марок P9, P18, а шийку та хвостовик – із конструкційної сталі. З'єднуються обидві частини зварюванням. Дрібні свердла виготовляються суцільними.

Кут заточування свердла, який утворюється двома різальними кромками $2\phi = 118/120^\circ, 135/140^\circ$ використовують для обробки таких сплавів, як сталь та чавун.

Кути заточки свердла для інших матеріалів вказані на *рис. 4.5*. Різальні кромки з'єднані між собою перемичкою, ширина якої впливає на процес врізування свердла в суцільний матеріал або сплав.

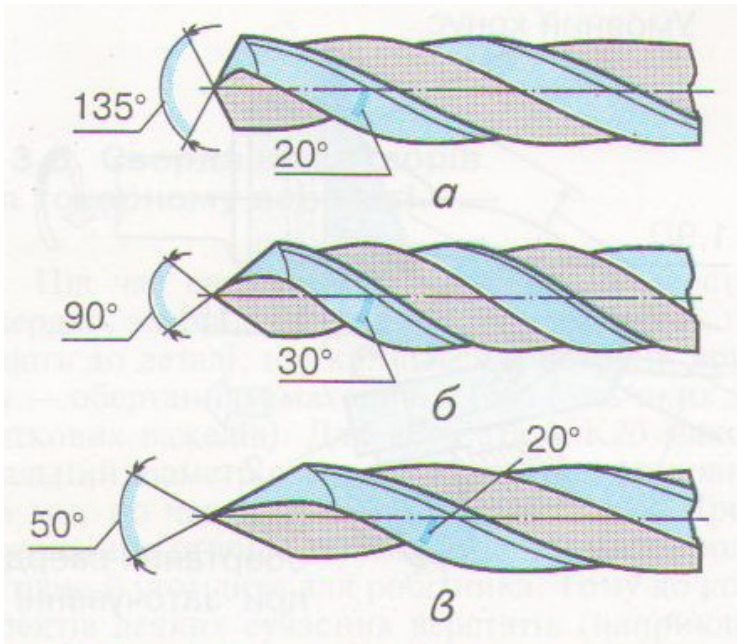


Рис. 4.5. Свердла зі спеціальною заточкою для обробки:

а – твердого чавуну й нержавкої сталі;

б – легких сплавів; в – пластмас

По зовнішній поверхні свердла розташовані шліфовані калібруючі стрічки. Між перами свердла розташовані спіральні канавки. Канавки передбачені для виведення стружки, надлишку тепла та підведення змащувально-охолоджувальної рідини в зону різання.

Торці пер, що виступають за різальну частину свердла, називають затилками. Саме по затилках відбувається заточування ріжучої частини свердла. Свердло притискають до периферичної частини абразивного круга з одночасним його обертанням.

На великих підприємствах створюють спеціальні заточувальні ділянки, де заточування свердл виконують навчені спеціалісти на високопродуктивних свердлозаточувальних верстатах. Контроль кутів заточування свердла здійснюється спеціальними шаблонами з відповідними стандартними кутами.

Для зменшення опору різання під час свердління на свердлах діаметром понад 12 мм підточують перемичку (зменшують) вузьким шліфувальним кругом (рис. 4.б, а).

Покращення умов роботи свердла великого діаметра досягають за рахунок подвійного заточування затилків (рис. 4.б, б). Поєднання подвійного заточування свердла з підточуванням перемички підвищує його стійкість удвічі.

Свердління твердого матеріалу виконують свердлами, які оснащені коронкою з твердого сплаву (рис. 4.б, в).

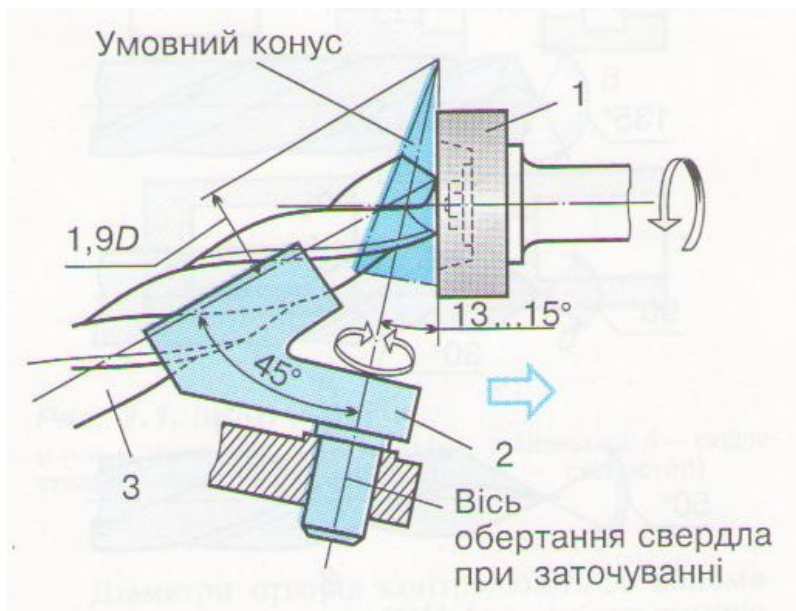


Рис. 4.6. Схема заточування свердла на свердлозаточувальній верстаті:

- 1 – заточувальний круг;*
- 2 – заточувальний пристрій;*
- 3 – свердло*

Закріплюється свердло у пінолі задньої бабки через хвостовик, який може мати циліндричну або конічну форму (переважно конічну). Конічні хвостовики стандартні з кутом нахилу $1^{\circ}26'$, які іменують конусом Морзе № 1, 2, 3, 4, 5.

Якщо існує різниця між конусами Морзе пінолі і хвостовика, потрібно скористатися перехідною втулкою (рис. 4.7).

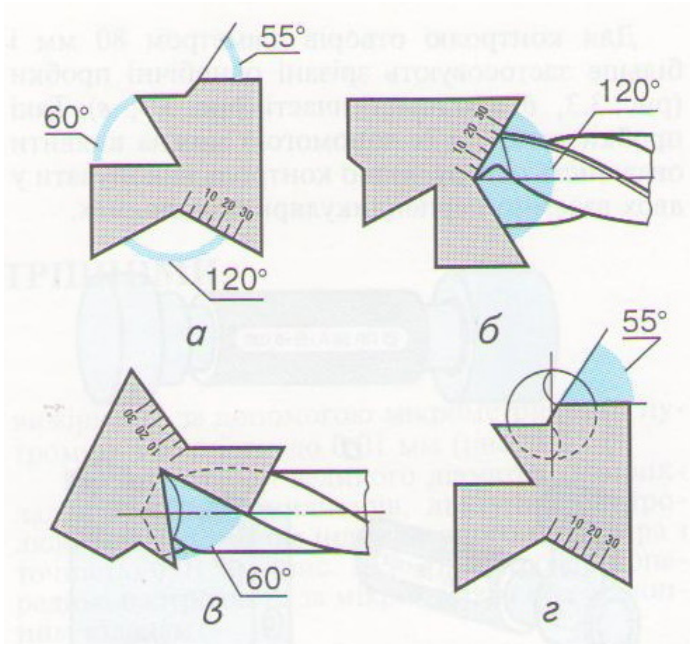


Рис. 4.7. Схема контролю геометрії свердла шаблонами

Свердла, які мають циліндричну форму, закріплюють у свердильному патроні (рис. 4.8).

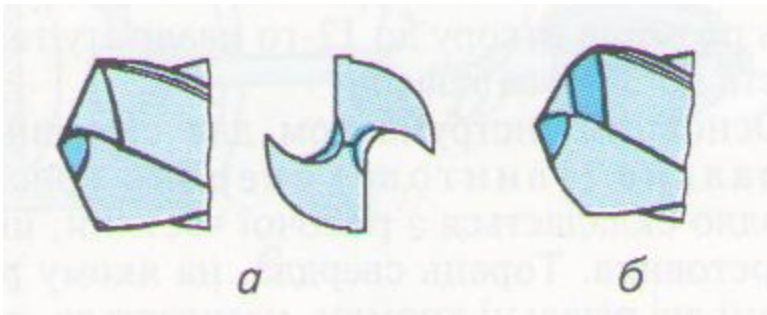


Рис. 4.8. Форма раціонального підточування свердла:

- а* – одинарна з підточеною перемичкою (ПП);
- б* – подвійна з підточеною перемичкою (ДП)

4.3. Технологія свердління отворів на токарних верстатах

Для здійснення процесу свердління на токарному верстаті потрібно свердло, яке закріплене в пінолі задньої бабки, плавно подає до попередньо підрізаного торця деталі (рис. 4.9).

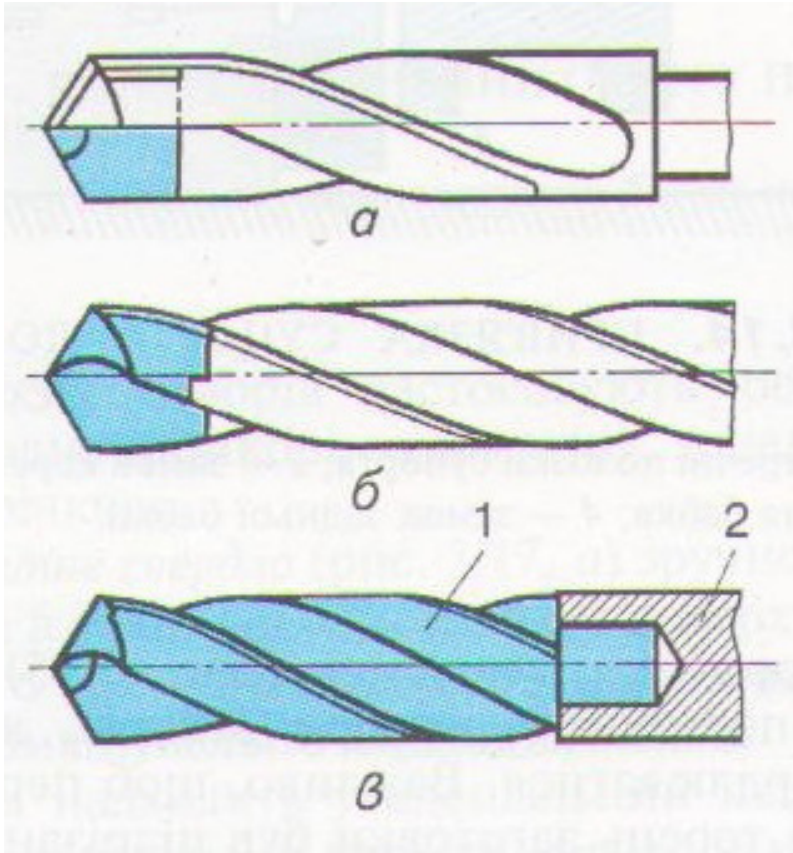


Рис. 4.9. Твердосплавні свердла:

а – зі впаєюною пластинкою; *б* – з припаяною коронкою;
в – суцільне твердосплавне; 1 – робоча частина; 2 – хвостовик

Для запобігання зміщенню свердла на початку свердління торець заготовки попередньо центрують центровим свердлом або коротким свердлом меншого діаметра (рис. 4.10).

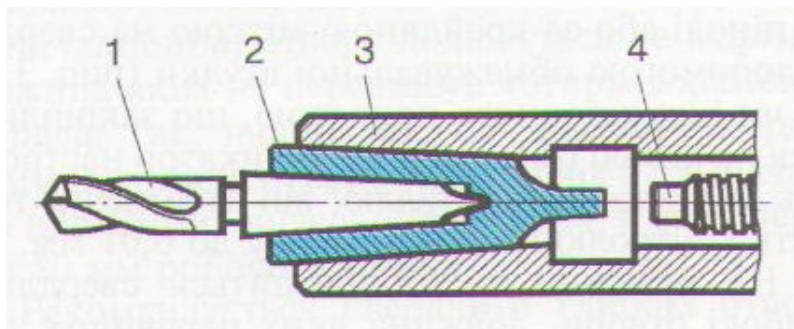


Рис. 4.10. Закріплення свердла за допомогою перехідної втулки:
1 – свердло; 2 – перехідна втулка; 3 – піноль; 4 – гвинт пінолі

Під час свердління потрібно подати охолоджуючу рідину безпосередньо в зону різання через отвір, що обробляється, та канавки у свердлі.

Контроль довжини свердління здійснюється через поділки на пінолі задньої бабки або за рахунок нанесеної помітки на свердлі (рис. 4.11).

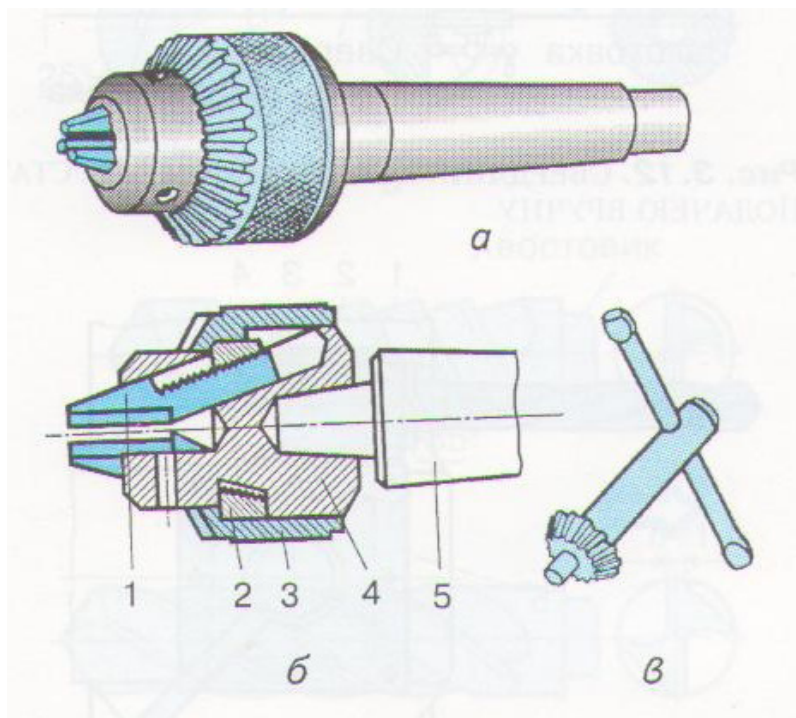


Рис. 4.11. Патрон для закріплення свердла:

- a* – загальний вигляд;
б – розріз (1 – кулачок; 2 – кільце (гайка) з різьбою;
 3 – обойма; 4 – корпус; 5 – хвостовик); *в* – ключ

Більш точний контроль довжини отвору можна здійснити за допомогою індикатора, який закріплюється на пінолі і забезпечує точність до 0,01 мм (рис. 4.12).

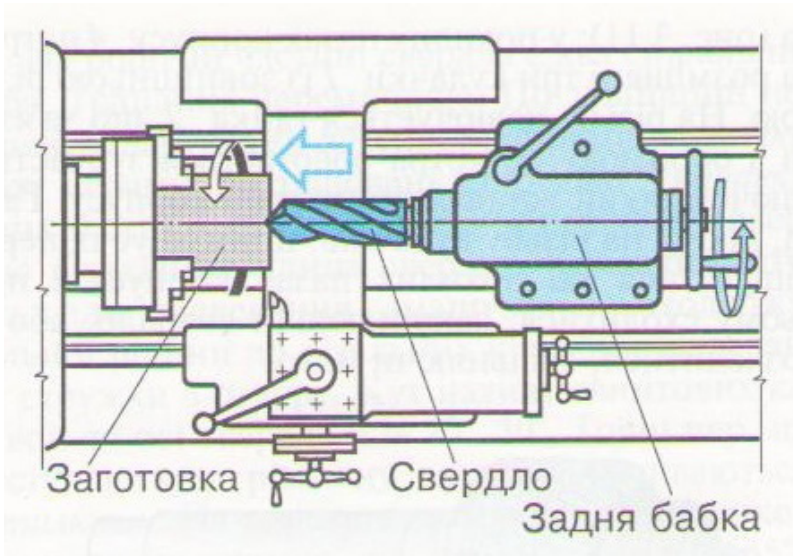


Рис. 4.12. Свердління на токарному верстаті подачею вручну

Для свердління глибоких отворів застосовують спеціальні свердла: однокромкові, гарматні, шнекові та однострічкові (рис. 4.13). Подачу та швидкість різання при свердлінні підбирають за довідником у залежності від конкретних умов.

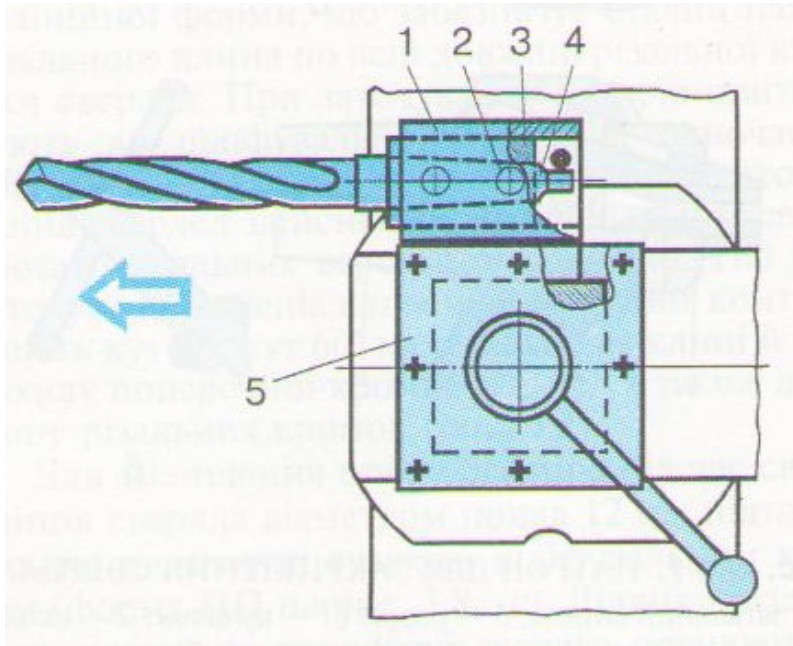


Рис. 4.13. Державка для стержневих інструментів (верстат 16К20):

- 1 – державка;
- 2 – стопорний гвинт втулки;
- 3 – втулка з інструментальним конусним отвором;
- 4 – хвостовик інструмента;
- 5 – різцетримач

4.4. Технологія розточування отворів на токарних верстатах

Операція розточування застосовується тоді, коли потрібно збільшити діаметр отвору і коли потрібно отримати отвір вищої точності і чистоти поверхні. За рахунок розточування можна досягти точності в межах 8–10 квалітетів і чистоти поверхні 6 класу.

Розточування відбувається розточувальними різцями, які бувають прохідними для розточування наскрізних отворів (рис. 4.14, а) та упорними для розточування глухих отворів (рис. 4.14, б).

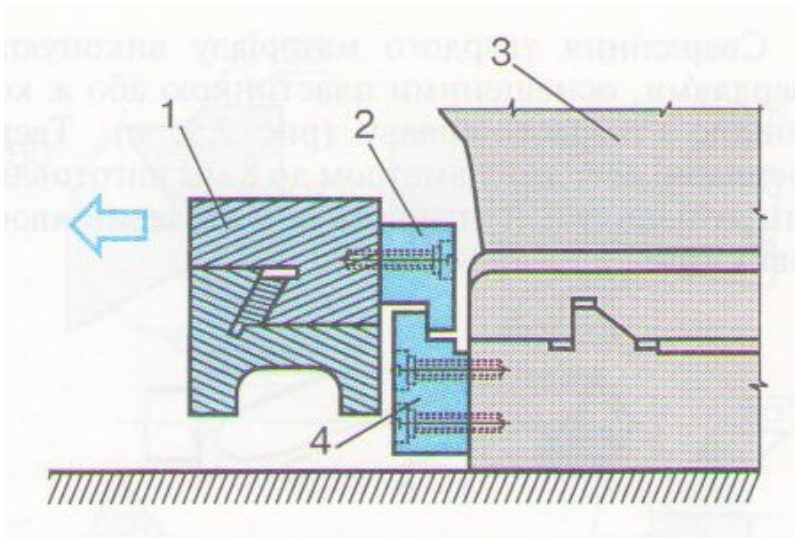


Рис. 4.14. Прив'язка супорта до задньої бабки:

- 1 – поперечні полозки супорта; 2 – замок каретки супорта;
3 – задня бабка; 4 – замок задньої бабки

Розточувальні різці закріплюють у різцетримачі і підбирають по розміру головки в залежності від величини отвору.

Головка розточувального різця має бути такою, щоб вільно входила в оброблювальний отвір.

На практиці можуть використовуватися різці з механічним кріпленням твердосплавної пластинки ВК8, Т15К6 і т.д. (рис. 4.15).

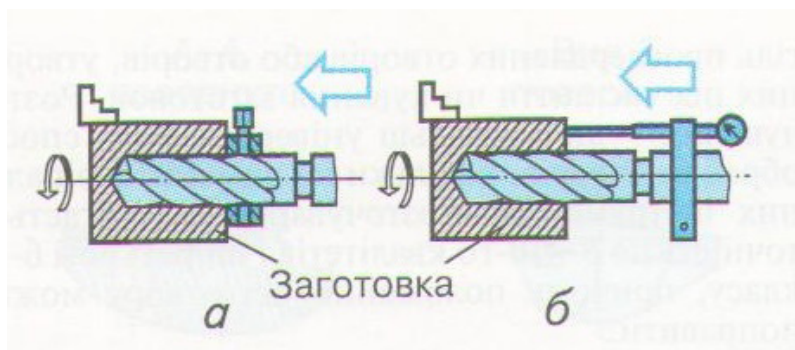


Рис. 4.15. Контроль глибини отвору під час свердління:

а – за допомогою обмежувальної втулки;

б – за індикатором

У якості розточувального різця можна використовувати універсальні розточувальні державки з регульованим вильотом (рис. 4.16, а). Державка кріпиться у різцетримачі, а на протилежному кінці державки закріплюється сам різець. Таку державку можна використати для виготовлення внутрішніх канавок та нарізання внутрішньої різьби різцем, використовуючи різці залежно від поставлених завдань.

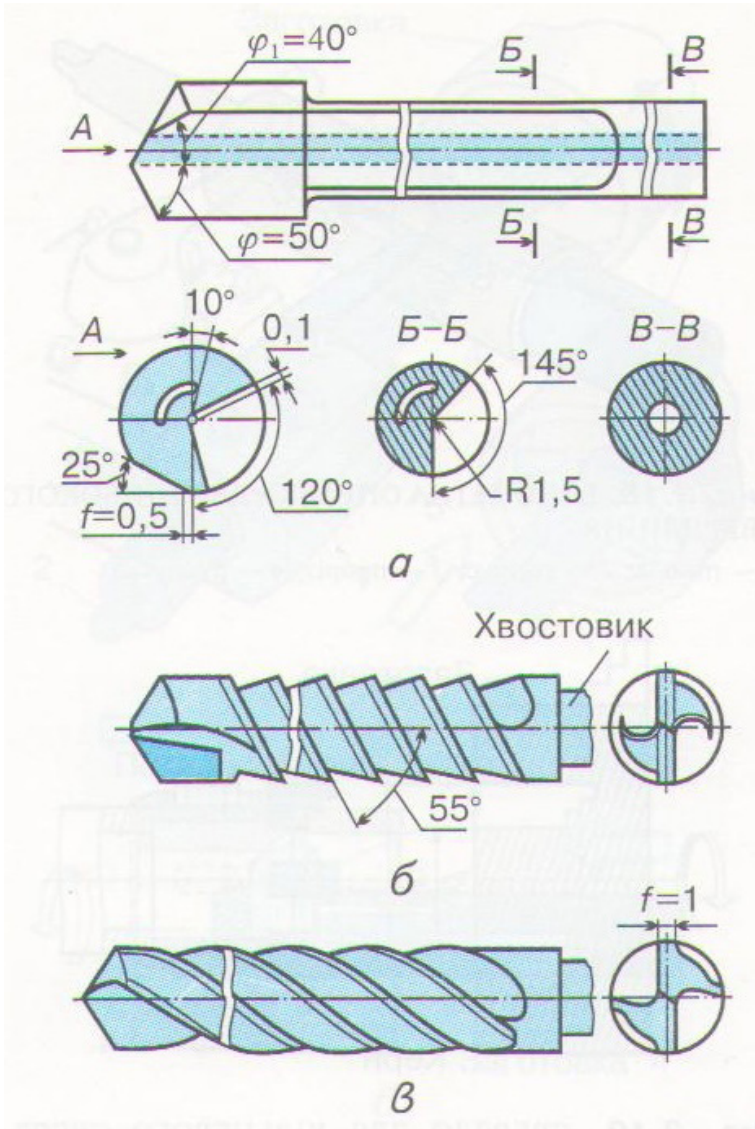


Рис. 4.16. Свердла для глибокого свердління:
 а – однокромкове («гарматне»); б – шнекове;
 в – чотиристрічкове

Більш прогресивним і продуктивним методом розточування отворів є розточування розточувальною пластиною, яка підбирається по розміру отвору (рис. 4.17).

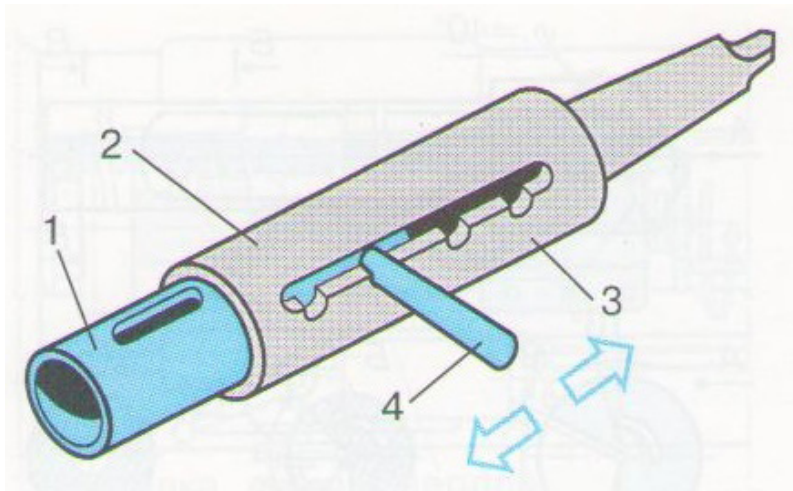


Рис. 4.17. Байонетна оправка для глибокого свердління:

1 – піньоль; 2 – корпус; 3 – проріз; 4 – рукоятка

Розточування відбувається за один прохід, а в процесі різання беруть участь дві різальні кромки одночасно, за рахунок цього зменшується зусилля на різець. Розточувальні пластини є мірними і виготовляються як з твердих сплавів, так і з швидкорізальних.

Глибину розточувального отвору контролюють за допомогою штангенглибиноміра, шаблона, за допомогою лімба поздовжньої подачі або мітки, нанесеної на різець (рис. 4.18). Метод контролю вибирається токарем у залежності від того, з якою точністю потрібно зробити отвір по довжині і діаметру.

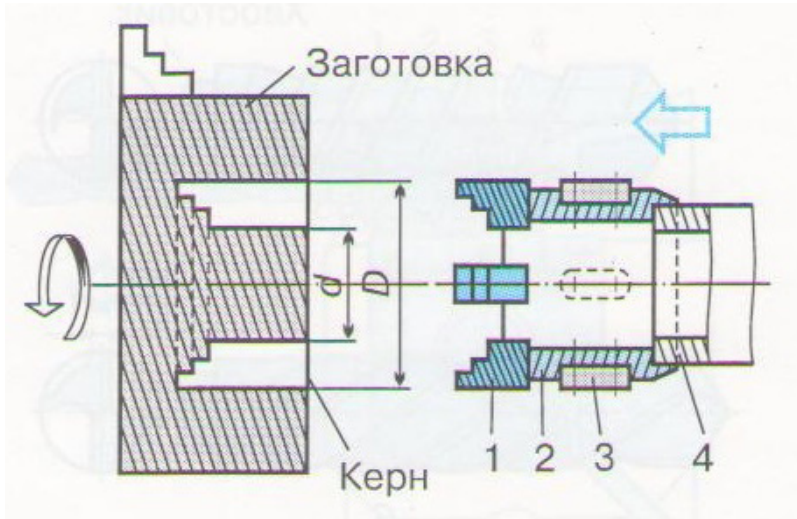


Рис. 4.18. Свердло для кільцевого свердління:

1 – ніж; 2 – коронка; 3 – напрямні колодки; 4 – штанга

Внутрішні торці та уступи підрізають розточувальним упорним різцем поперечною подачею (рис. 4.19).

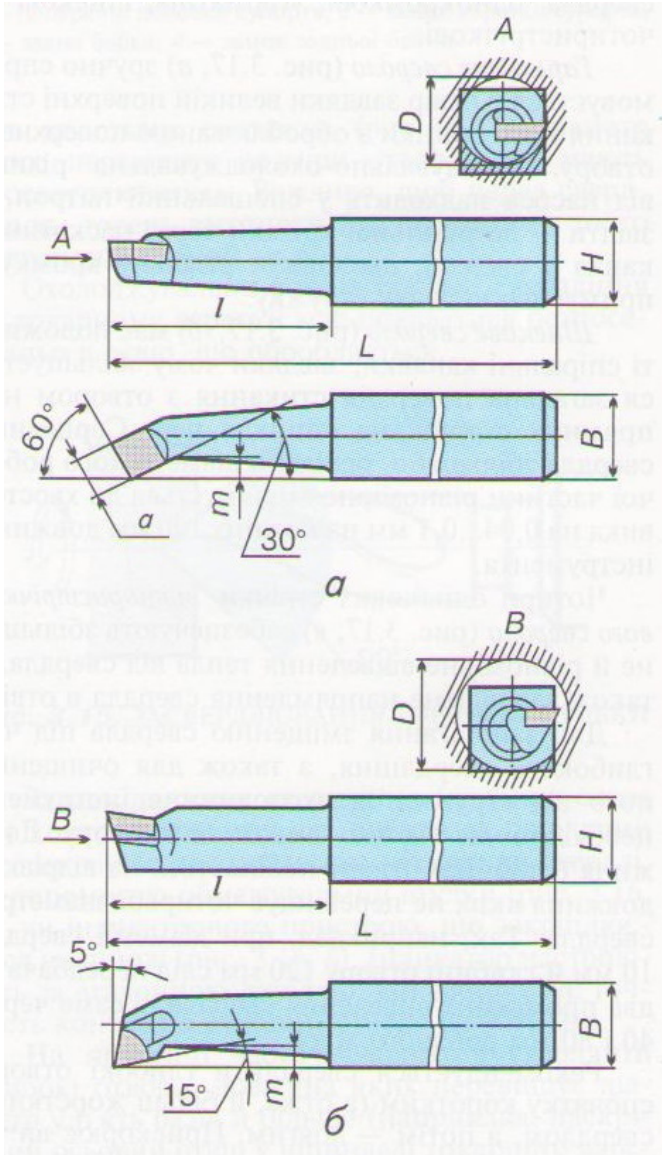


Рис. 4.19. Розточувальні різці:

а – для наскрізних отворів; *б* – для глухих отворів

За рахунок розточувальних різців можуть виточуватися канавки різної форми, в тому числі фасонні і радіусні.

Для досягнення цієї мети використовують розточні різці відповідного профілю і форми (рис. 4.20).

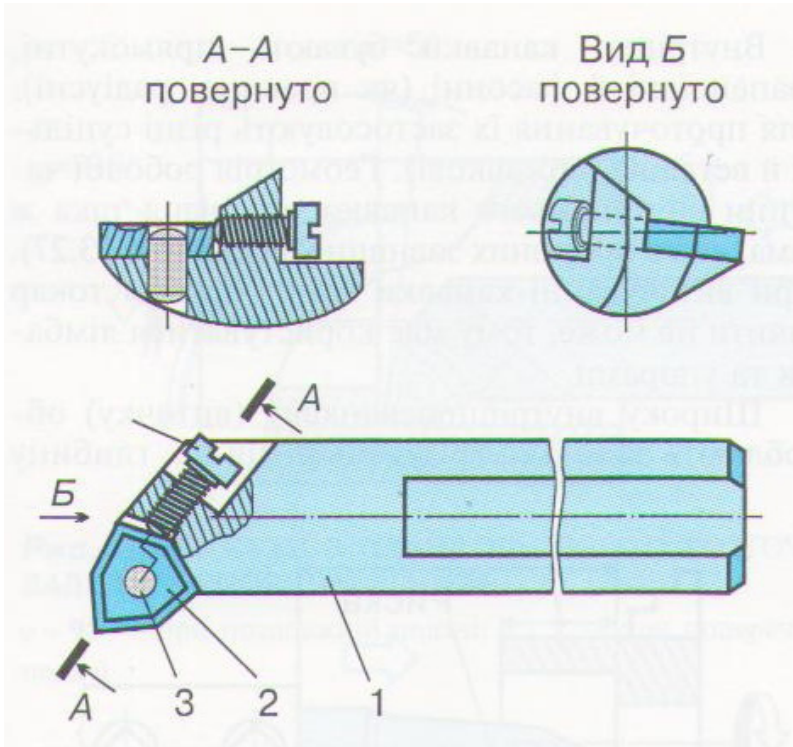


Рис. 4.20. Розточувальний різець з механічним кріпленням три-кромкової нереточувальної пластинки з твердого сплаву:

- 1 – державка; 2 – пластинка з твердого сплаву;
3 – штифт; 4 – гвинт

Глибокі канавки виточуються за кілька проходів, де завершальний прохід буде чистовим. Розміри канавок контролюють за допомогою штангенглибиноміра, шаблонів (рис. 4.21),

діаметр канавок за допомогою штангенциркуля зі спеціальними губками (рис. 4.22), де до розміру на ноніусі додають подвоюєну ширину губок.

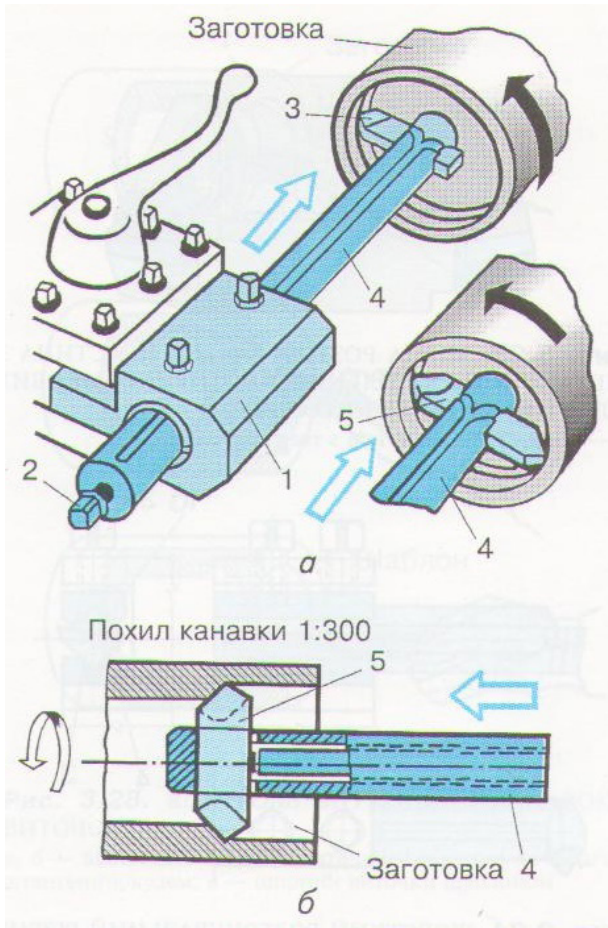


Рис. 4.21. Універсальна розточувальна державка до токарного верстата:

а – розточування прохідним різцем; *б* – розточування мірною пластиною; 1 – допоміжний тримач; 2 – гвинт; 3 – прохідний різець; 4 – державка; 5 – мірна розточувальна пластина

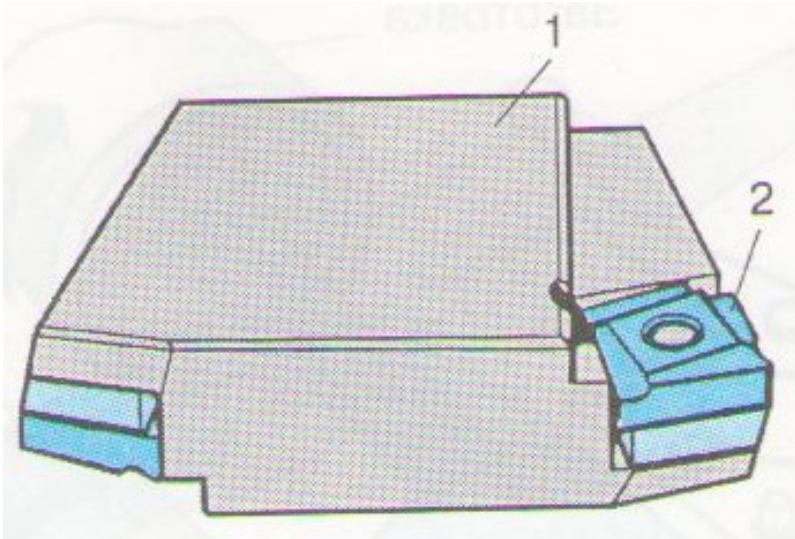


Рис. 4.22. Мірна розточувальна пластина з механічним кріпленням чотирикромкових пластинок з твердого сплаву:

1 – корпус; 2 – пластина з твердого сплаву

4.5. Технологія зенкерування та розгортання отворів

Для більш високого класу точності та шорсткості поверхонь отворів застосовують операції зенкерування та розгортання.

Зенкерування дає точність обробки в межах 9 класу та шорсткості поверхонь до 6 класу. Потрібно пам'ятати, що зенкер не виправляє отвір по вісі. Якщо було в отворі биття, тобто відхилення від осі, то ця ситуація залишається невиправною.

За класифікацією розрізняють зенкери: **хвостові, насадні, суцільні, складні** (зі вставними ножами).

Різальна частина оснащується твердим сплавом або пластинками зі швидкорізальної сталі (рис. 4.23).

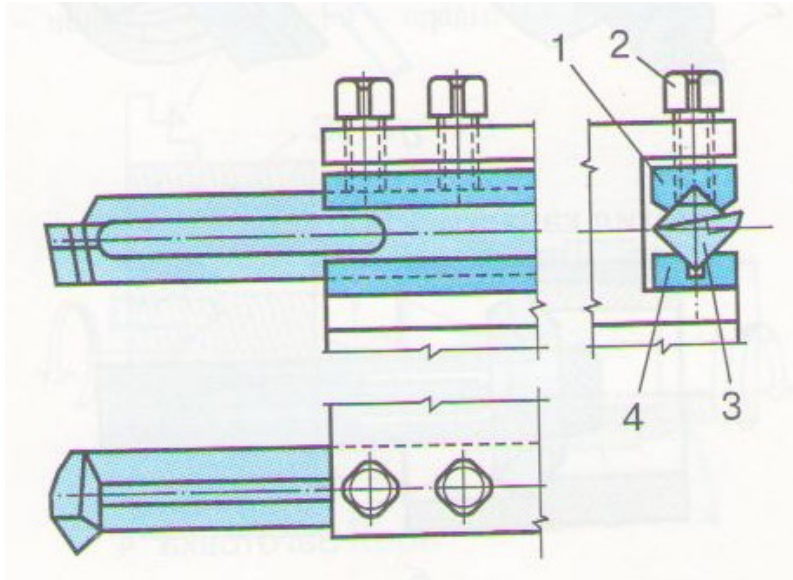


Рис. 4.23. Жорсткий розточувальний різець В. К. Семинського:

- 1 – притискна планка; 2 – болт різцетримача; 3 – різець;
4 – підкладка-призма

За кількістю працюючих пар зенкери бувають:

- двоперові;
- триперові;
- чотириперові.

Менше використовують двоперові.

Можуть використовуватися комбіновані інструменти – свердло-зенкер (рис. 4.24).

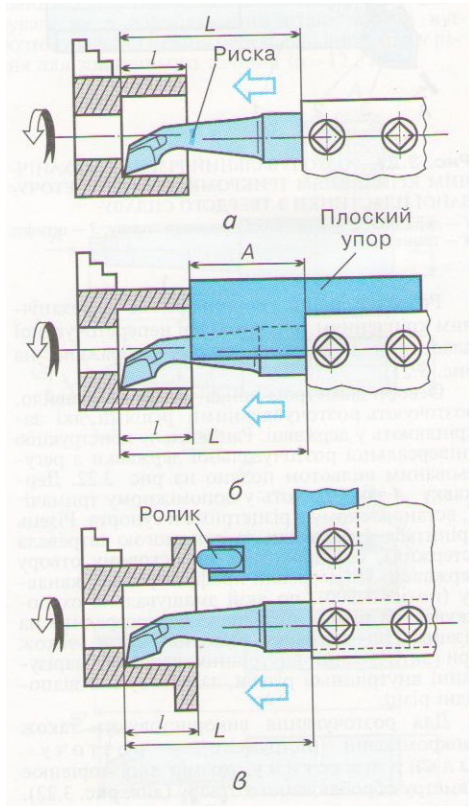


Рис. 4.24. Контроль глибини отвору в процесі розточування за допомогою:

a – риски на різці; $б$ – плоского упору; $в$ – роликового упору;
 L – виліт різця; l – глибина розточування

Закріплюються зенкери в пінолі задньої бабки через конічний хвостовик або в державці, що кріпиться до різцетримача. Припуск на зенкерування застосовують 0,5÷2 мм на один бік, у залежності від діаметра отвору.

Якщо зенкер виготовлений зі швидкорізальної сталі, то подача «S» буде становити 0,3÷1,2 мм/об., для зенкерів, оснащених твердим сплавом, подача може бути збільшеною – 0,4÷1,5 мм/об.; швидкість різання «V» становить відповідно 25÷35 та 60÷200 м/хв.

Для зняття фасок в отворах застосовують різальний, багатолезовий інструмент – зенківку (рис. 4.25). Зенківка забезпечує шорсткість чистоти поверхні в межах 7 класу. Кути робочої частини зенківки становлять 45°, 60°, 75°, 120°.

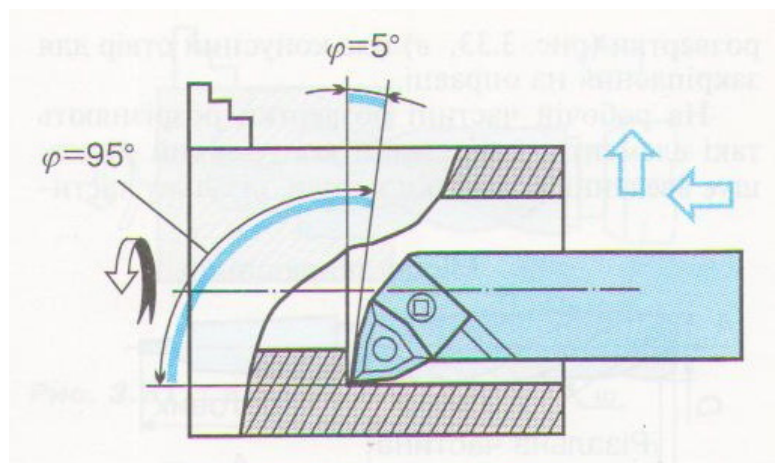


Рис. 4.25. Кути при роботі розточувальним упорним різцем:
 $\varphi = 95^\circ$ – при поздовжній подачі; $\varphi = 5^\circ$ – при поперечній подачі

Більш якісною операцією за точністю та чистотою поверхні отвору є операція розгортання.

Виконується ця операція різальним, багатолезовим інструментом «розвертка», яка забезпечує точність 6÷10 класу точності та 8–9-го класу шорсткості поверхні.

Як і зенкеруванням, розвертуванням не можна виправити биття, тобто відхилення від осі деталі, що залишилося від попередньої обробки (розточування, свердління, лиття тощо).

На практиці застосовують розвертки: слюсарні (ручні) та верстатні (машинні) (рис. 4.26 а, б), хвостові, насадні, суцільні, складані (зі вставними ножами). Високу стійкість мають розвертки з твердого сплаву.

Розвертка складається з робочої частини, шийки та хвостовика. Машинна розвертка має конічний хвостовик (з конусом Морзе), у ручній циліндричний з квадратом під вороток. Насадка розвертки (рис. 4.26 в), має конусний отвір для закріплення на оправці.

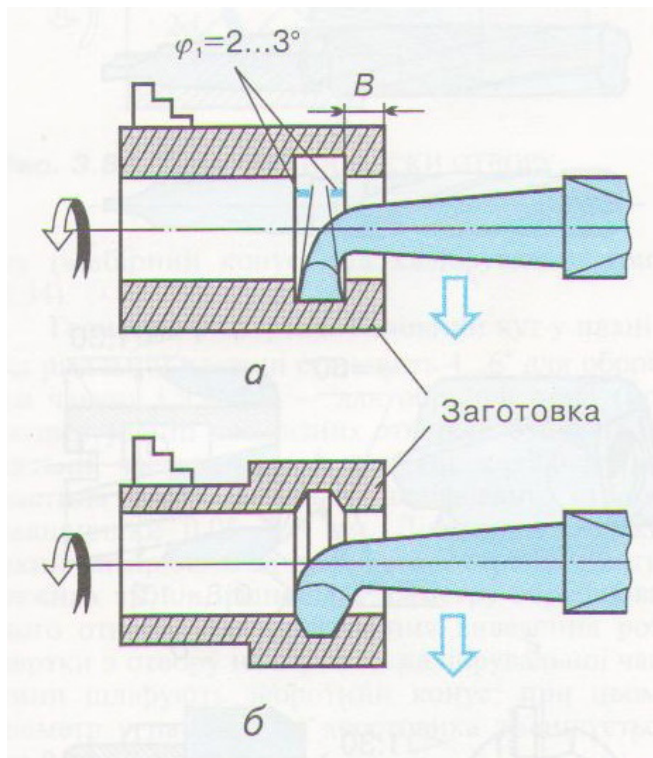


Рис. 4.26. Виточування внутрішніх канавок:

а – прямокутної; б – трапеціоїдної

Робоча частина розвертки складається з таких елементів: напрямний конус, який полегшує введення розвертки в отвір, різальну частину та калібрування (рис. 4.27).

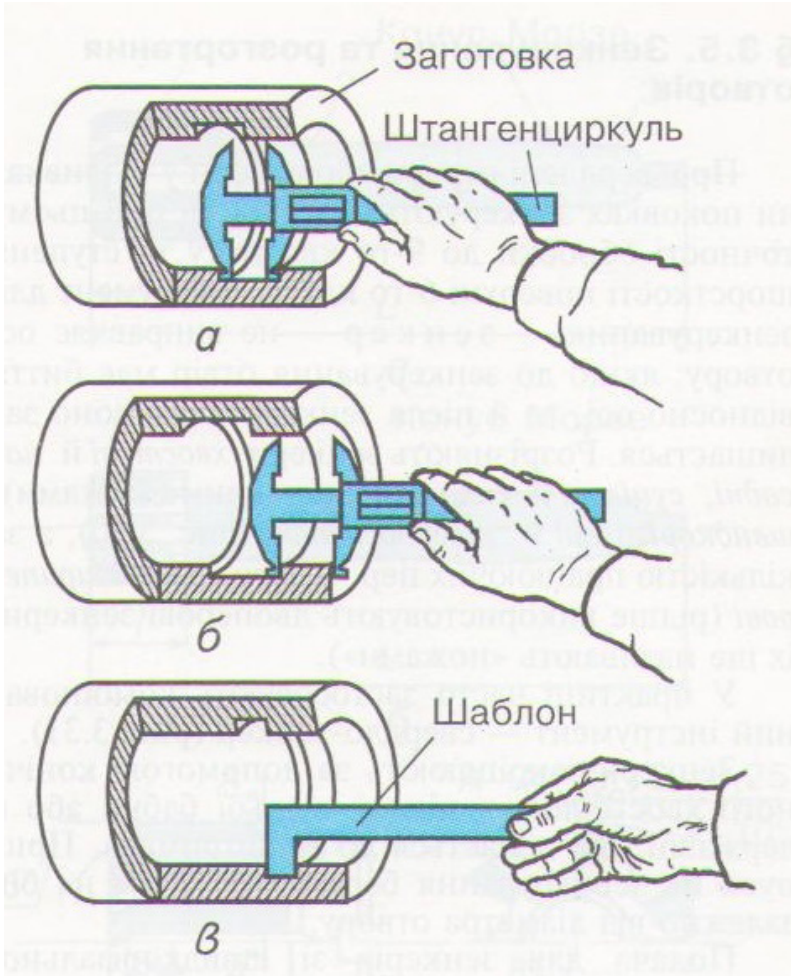


Рис. 4.27. Контроль внутрішніх канавок і виточок:
а, б – відповідно ширина виточки і відстань до виточки штангенциркулем; в – ширина виточки шаблоном

Зубці на різальній частині гостро заточені, калібрувальна частина має вузькі шліфовані стрічки. Діаметр розвертки відповідає діаметру оброблювального отвору. Геометрію зубця на різальній та калібрувальній частинах зображено на *рис. 4.28*.

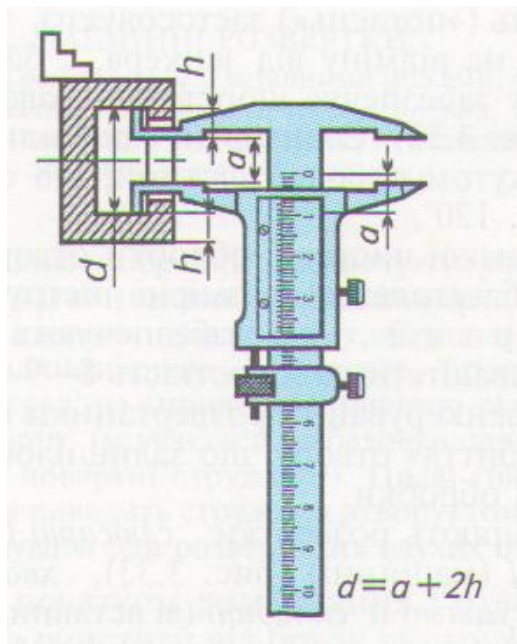


Рис. 4.28. Контроль діаметра виточки за допомогою штангенциркуля зі спеціальними губками

Кутовий крок між зубцями розвертки роблять нерівномірним (*рис. 4.29*). Нерівномірність кутового кроку сприяє гасінню вібрацій та отриманню чистого отвору. Найвищу якість обробки отворів забезпечують розвертки зі спіральними (гвинтовими) канавками (*рис. 4.30*). Ліві гвинтові канавки при обертанні розвертки за годинниковою стрілкою проштовхують стружку вперед, що сприяє поліпшенню якості наскрізного отвору. Праві гвинтові канавки добре виводять стружку з отвору, а тому дуже важливо використовувати ці розвертки для розвертання глухих отворів.

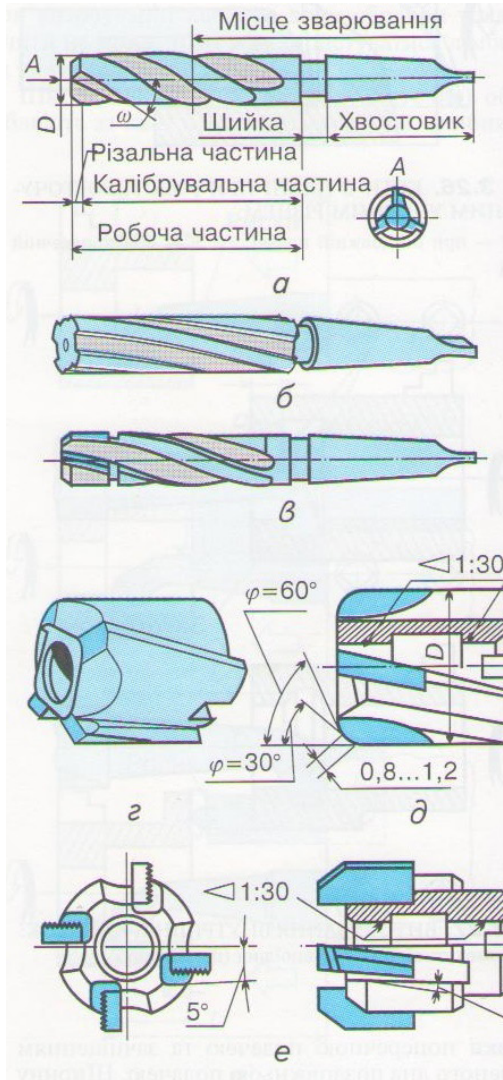


Рис. 4.29. Зенкери:

а – конструкції; *б* – чотириперовий суцільний швидкорізальний; *в* – твердосплавний; *г* – насадний швидкорізальний; *д* – насадний твердосплавний; *е* – насадний зі вставними ножами

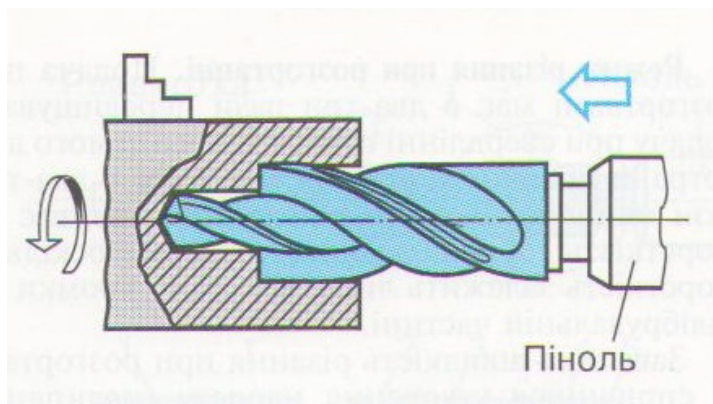


Рис. 4.30. Свердло-зенкер

Надзвичайно важливою обставиною, перед початком розгортання, є очищення розвертки і отвору від бруду та стружки. При жорсткому закріпленні розвертки у пінолі задньої бабки, у разі розбіжності осей отвору та розвертки, виникає «розбивка» отвору (рис. 4.31).

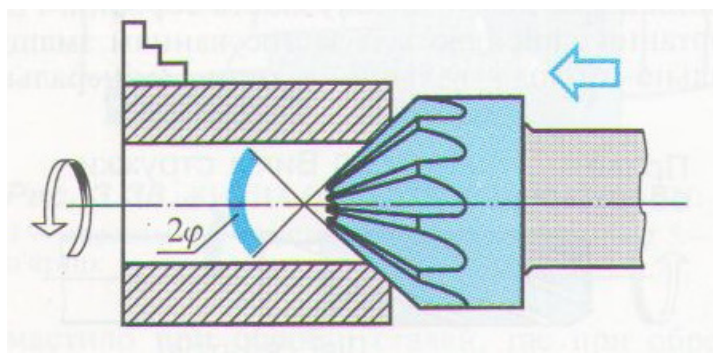


Рис. 4.31. Зенкерування фаски отвору

З метою рівномірного зрізування припуску, розвертку потрібно закріплювати не в пінолі задньої бабки, а за допомогою хитної (плаваючої) оправки (рис. 4.32).

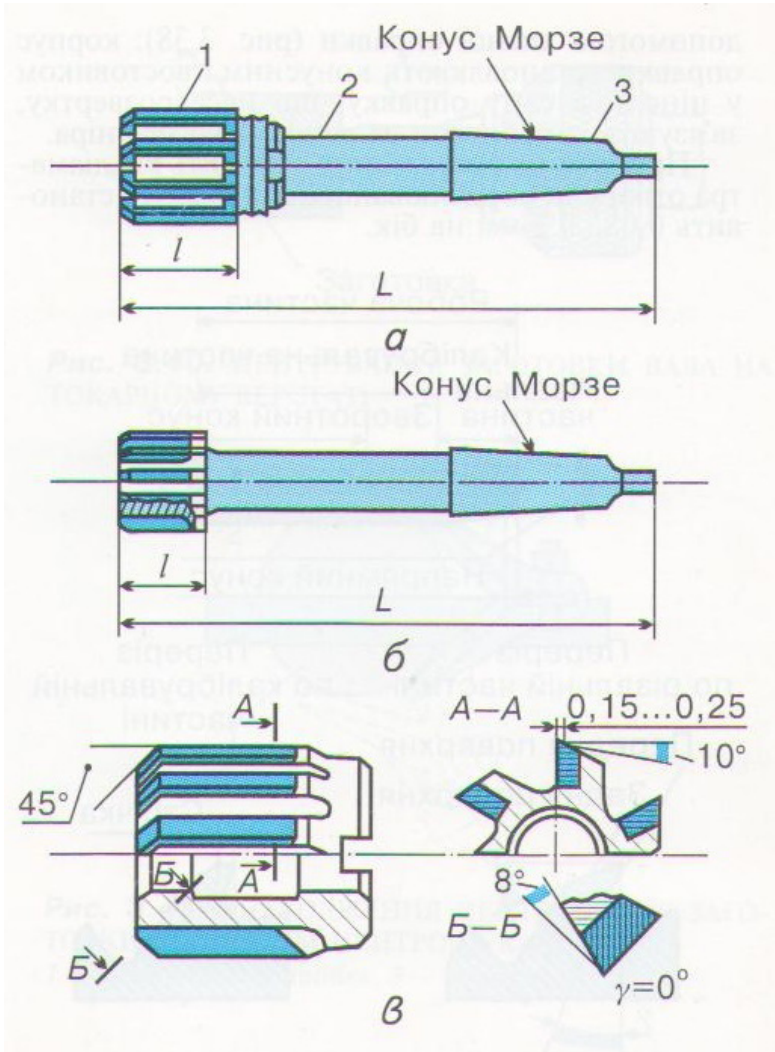


Рис. 4.32. Машинні розвертки:

- a* – хвостова регульована зі вставними ножами;
б – хвостова твердосплавна; *в* – насадна твердосплавна;
 1 – робоча частина; 2 – шийка; 3 – хвостовик;
 l – довжина робочої частини; L – загальна довжина розвертки

Корпус оправки встановлюють конусним хвостовиком у пінолі, а саму оправку, що несе розвертку, зв'язують з корпусом за допомогою шарніра.

Припуск на розгортання залежить від діаметра отвору та оброблюваного матеріалу і становить $0,08 \div 0,2$ мм на бік.

Режим різання при розгортанні. За рахунок знімання набагато меншого припуску при розвертуванні, аніж при свердлінні, подача у два-три рази швидша, а швидкість різання має бути у два-три рази меншою.

Не бажана велика швидкість різання при розгортанні, тому що це призводить до налипання металу на різальній кромці розвертки і утворення наросту. Низька швидкість різання забезпечує високу якість обробки, точність розміру та чистоту поверхні.

Процес різання при розгортанні супроводжується змащуванням із застосуванням змащувально-охолоджувальної рідини (мінеральне мастило при обробці сталей та гас при обробці чавуну). Припуски та режими різання потрібно добирати за довідником.

4.6. Технологія центрування деталей при виконанні токарних робіт

Процес свердління центрових отворів на заготовках називається центруванням.

Центрові отвори виконуються на валах, які в подальшому обробляються на токарних верстатах (рис. 4.33) За умов мало-серійного та одиночного виробництва, центрування заготовок та деталей відбувається на токарному верстаті.

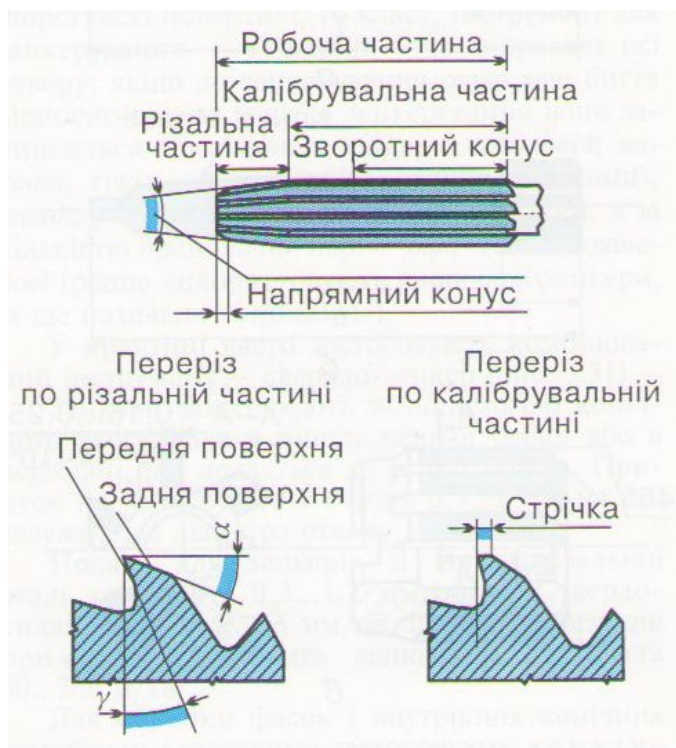


Рис. 4.33. Геометрія розвертки:

ψ – кут різальної частини; α – задній кут на різальній частині; γ – передній кут на різальній частині; $\alpha' = 0$ – задній кут на калібрувальній частині

Центрування здійснюють за допомогою центрувального свердла, яке надає можливість отримувати одночасно циліндричний і конічний відрізки центрового отвору (рис. 4.34).

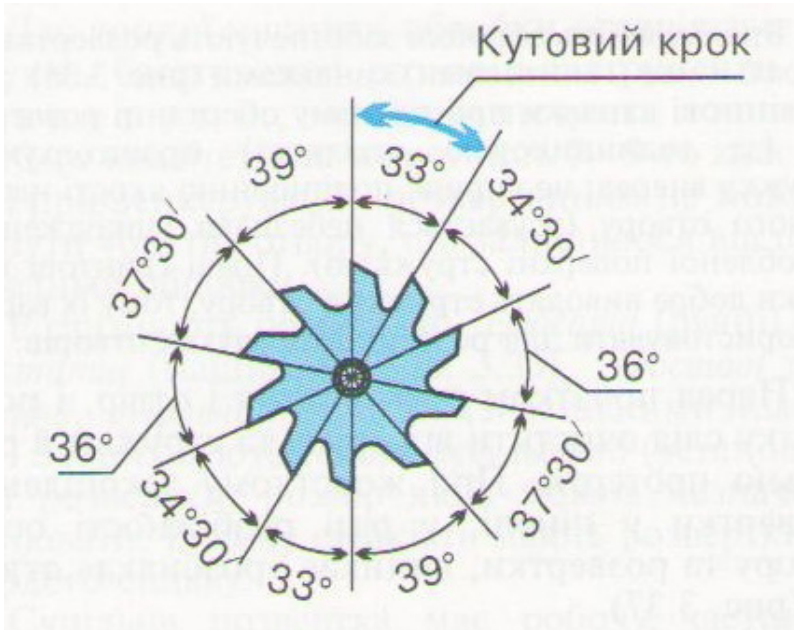


Рис. 4.34. Нерівномірний центральний кут розвертки

Якщо немає в наявності центрового свердла, операцію центрування можна виконати коротким спіральним свердлом.

Центрувальне свердло закріплюють у пінолі задньої бабки. (рис. 4.35).

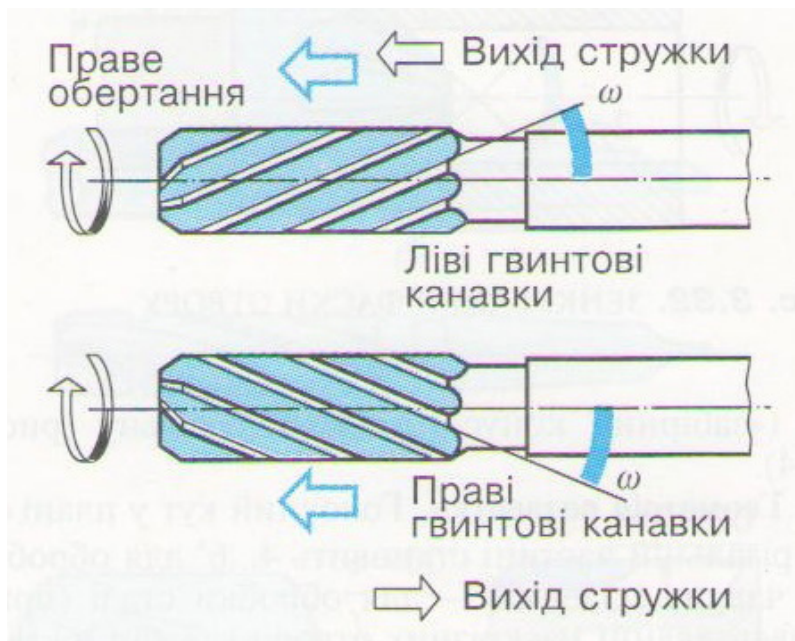


Рис. 4.35. Розвертка з гвинтовими канавками:

ω – кут нахилу гвинтової канавки

Режим різання при centruванні значно нижчий у порівнянні зі свердлінням у зв'язку з малим діаметром центрувального свердла і потребою отримати абсолютно точний отвір. Подача при centruванні лежить у межах $0,02 \div 0,1$ мм/об., швидкість різання $10 \div 12$ м/хв.

Питання для перевірки знань

1. З яких частин та елементів складається спіральне свердло?
2. З яких сплавів виготовляється свердло?
3. Як впливає довжина різальної кромки свердла на процес різання?
4. Якими вимірювальними інструментами та пристосуваннями контролюють довжину та діаметр отвору?
5. Назвати типи, конструкції зенкерів та розверток, точність обробки.
6. З якою метою і як відбувається центрування валів на токарному верстаті?
7. Які причини можуть призвести до поломки свердла?
8. Якими свердлами свердлять глибокі отвори?

ТЕХНОЛОГІЯ НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ НА ЗОВНІШНІХ ТА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ

5.1. Класифікація різьб та загальні відомості про різьбу

Найпоширенішими з'єднаннями деталей машин є різьбові. У різних галузях виробництва, де виготовляються та комплектуються механізми, застосовуються деталі з різьбовими з'єднаннями: гвинти, гайки, шпильки, ходові гвинти для перетворення обертального руху в поступальний.

Нарізуванням різьби називається її утворення зняттям стружки на зовнішніх або внутрішніх поверхнях деталей та заготовок.

Різьби класифікуються за такими параметрами:

- за формою профілю – трикутні, прямокутні, трапеціодальні, упорні, круглі (рис. 5.1).
- за напрямом витків – праві і ліві (рис. 5.1 е, є);
- за кількістю заходів – однозахідні, багатозахідні (рис. 5.2).

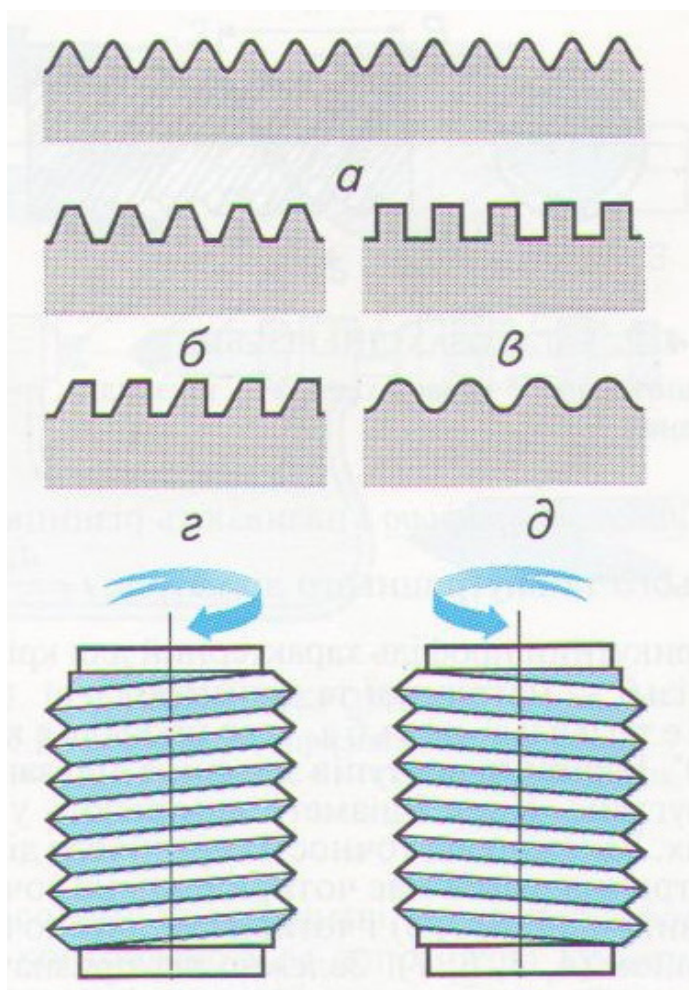


Рис. 5.1. Класифікація різьб за формою профілю (а-д) та напрямом витків (е, е'):

а – трикутна; б – трапецієдна; в – прямокутна (стрічкова); г – упорна; д – кругла; е – права; е' – ліва

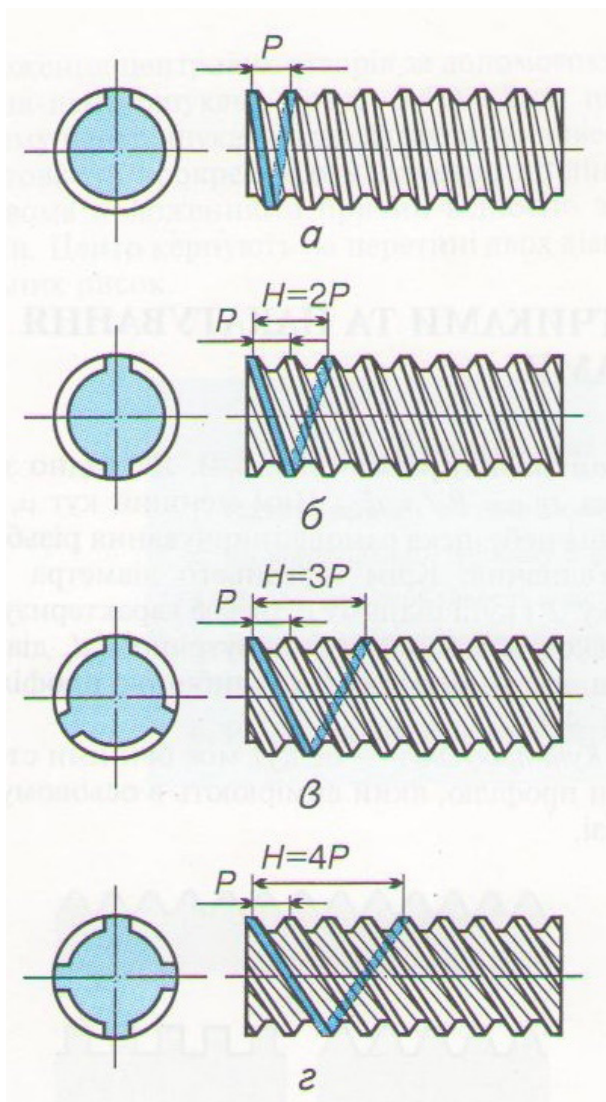


Рис. 5.2. Багатозахідні різьби:

a – однозахідна; *б* – двозахідна; *в* – тризахідна;
г – чотиризахідна

Основні елементи різьби. Основою різьби є гвинтова лінія, розгорнута на площині, яка перетворюється на гіпотенузу прямокутного трикутника, де довжина одного з катетів дорівнює довжині кола πd , а довжина іншого – кроку різьби P (рис. 5.3). Середній діаметр різьби $d_{\text{ср}}$ – це є не що інше, як діаметр уявного циліндра, твірна якого ділить профіль різьби так, що товщина її витка дорівнює ширині канавки.

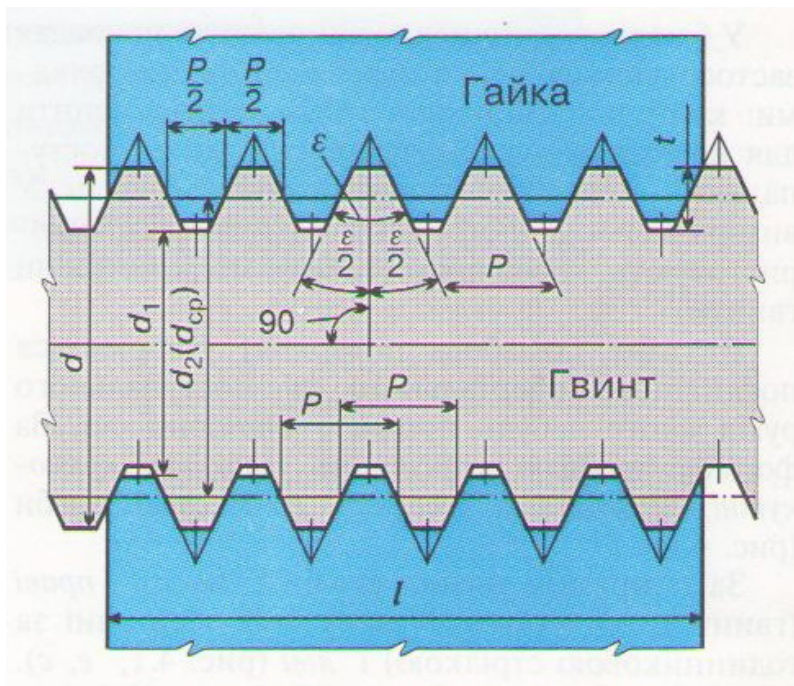


Рис. 5.3. Елементи різьби

Крок різьби – це відстань між двома однойменними точками двох сусідніх витків.

Кут підйому різьби – це кут між напрямом витка і площиною, перпендикулярною до осі циліндра (рис. 5.4).

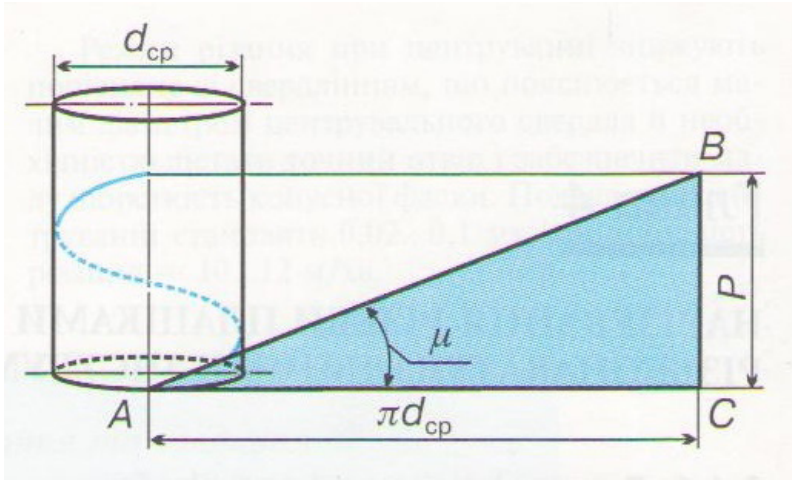


Рис. 5.4. Схема утворення гвинтової лінії

Крім цього, різьба має зовнішній діаметр d_3 та внутрішній d_2 , кут профілю ϵ та глибину профілю t . Глибина профілю t – це різниця зовнішнього та внутрішнього діаметрів:

$$t = \frac{d_o - d_1}{2}$$

Найбільш поширеним профілем різьби є трикутний, який характерний для різьб кріплення (метричної 60° та дюймової 55°).

Крок і діаметри різьби вимірюють у міліметрах. Метрична різьба, яка характеризується кутом профілю в 60° , має чотири ступеня точності для гвинтів (4, 6, 7, 8) і чотири для гайок (4, 5, 6, 7).

Метрична різьба може бути з дрібним і крупним кроком, у залежності від застосування та призначення. У різьб з крупним діаметром збільшується її крок (найбільший 6 мм).

У дрібних різьбах крок не залежить від діаметра, на великих діаметрах може бути нарізана різьба з дрібним кроком.

Різьба з крупним кроком позначається літерою М (метрична) і цифрами (номінальний діаметр).

Поруч з діаметром вказують ступінь точності різьби (наприклад, 4д, 6Н). Різьби з дрібним кроком позначаються літерою М і цифрами (наприклад, М8×1), де М8 – зовнішній діаметр різьби, а 1 крок різьби.

Якщо різьба за напрямом гвинтової лінії ліва, то після умовного позначення ставлять літеру Л. Приклади позначень метричних різьб: М10-6h – метрична різьба, зовнішній діаметр 10 мм, ступінь точності 6h; М10×1-6НЛ метрична різьба на гайці, з зовнішнім діаметром 10 мм, дрібним кроком 1 мм, ступенем точності 6Н, ліва.

Дюймову різьбу з кутом профілю 55° нарізають на деталях для ремонту старих машин, що надходять з таких країн, як США, Великобританія та інші. Діаметр цієї різьби з трикутним профілем вимірюється в дюймах (1"=25,4 мм), а крок характеризується кількістю витків, що припадають на один дюйм. На креслениках дюймова різьба позначається лише зовнішнім діаметром (наприклад, 1", ½", 1/4").

Стандарт передбачає дюймові різьби від 3/16" до 4" з числом ниток від 24 до 3 на 1". Для дюймової різьби передбачено два класи точності: другий (клас 2) та третій (клас 3).

Багатозахідні різьби позначають літерою М, цифрами (номінальний діаметр), числовим значенням кроку і в дужках проставляють букву Р з числовим значенням кроку. Наприклад: М32×6 (Р2).

Різьби з прямокутним та трапецоїдальним профілями призначені для передачі руху (рис. 5.1). Профіль трапецоїдальної різьби має форму рівнобедреної трапеції з кутом між сторонами 30°. Позначається трапецоїдальна різьба таким чином: Тр20×2-8е – для гвинта і Тр20×4(Р2)-8Н, для гайки з двозахідною різьбою.

Прямокутна різьба має форму прямокутника (рис. 5.1), де глибина канавки дорівнює половині кроку різьби.

Черв'ячна різьба має теж форму рівнобедреної трапеції з кутом $\epsilon=40^\circ$, крок різьби кратний стандартному модулю: $P=nm$.

5.2. Методи контролю різьби

Якість параметрів трикутної різьби можна проконтролювати за допомогою різьбоміра, який являє собою набір шаблонів з відповідним профілем різьби та кроком (рис. 5.5, а).

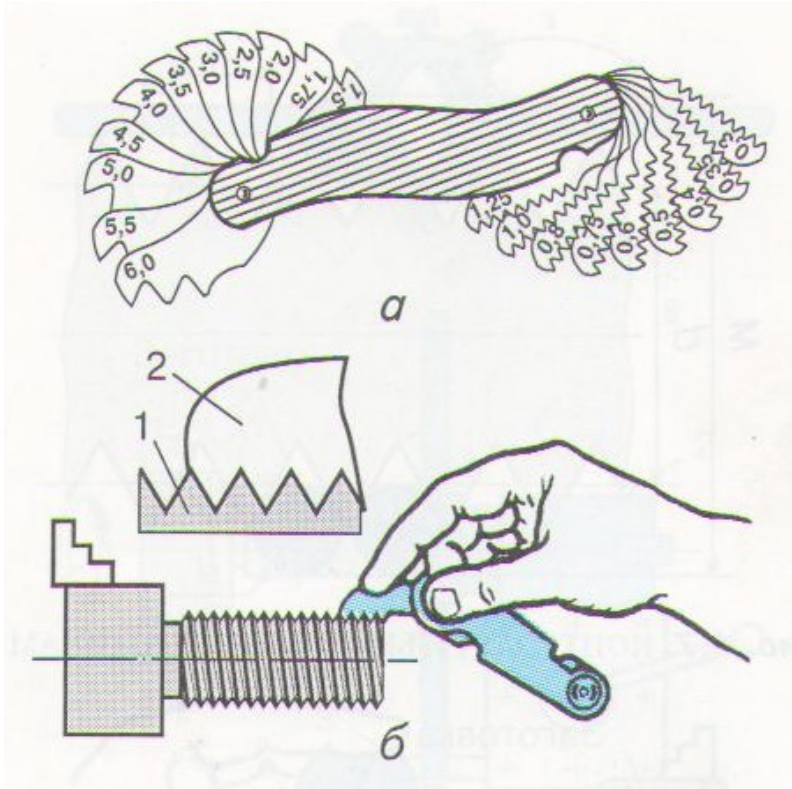


Рис. 5.5. Контроль кроку різьби різьбоміром:

а – комплект різьбомірів; б – контроль;

1 – деталь; 2 – різьбомір

Діаметр різьби можна перевірити за допомогою різьбомірного мікрометра (рис. 5.6). Налаштовується мікрометр з виставленням на нульову відмітку через установчий шаблон.

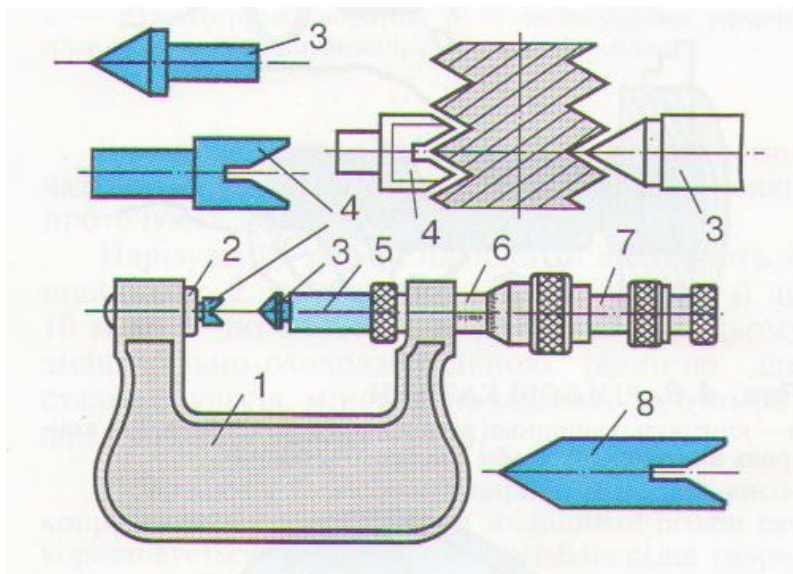


Рис. 5.6. Різьбовий мікрометр:

1 – скоба; 2 – п'ятка; 3 – призматична вставка; 4 – конічна вставка; 5 – шпindel; 6 – стебло; 7 – барабан; 8 – шаблон

Найточніше вимірювання середнього діаметра різьби (до 0,01 мм) можна виконати звичайним мікрометром за допомогою трьох загартованих циліндричних дротиків, які входять у западини різьби (рис. 5.7).

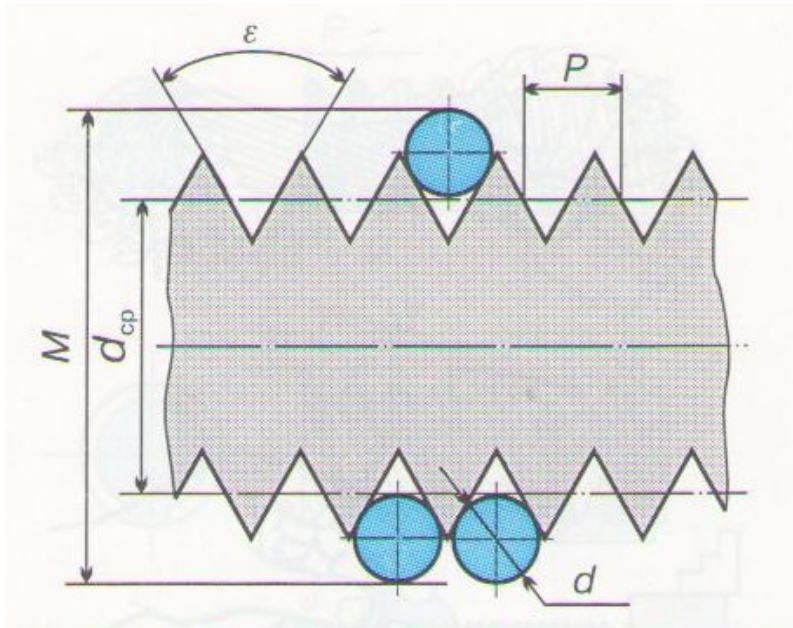


Рис. 5.7. Контроль різьби трьома дротиками

За допомогою мікрометра вимірюють розмір «М» з урахуванням діаметра дротиків, а середній діаметр можна обчислити математичним шляхом за формулами:

$$d_{\text{ср}} = M - 3d + 0,866 \text{ – для метричної різьби;}$$

$$d_{\text{ср}} = M - 3,166d + 0,961 \text{ – для дюймової різьби,}$$

d – діаметр дротиків в міліметрах (рис. 5.7).

На практиці існує краща і швидка методика контролю різьб з трикутним профілем за допомогою калібрів для внутрішньої різьби і за допомогою калібрів для зовнішньої різьби (рис. 5.8).

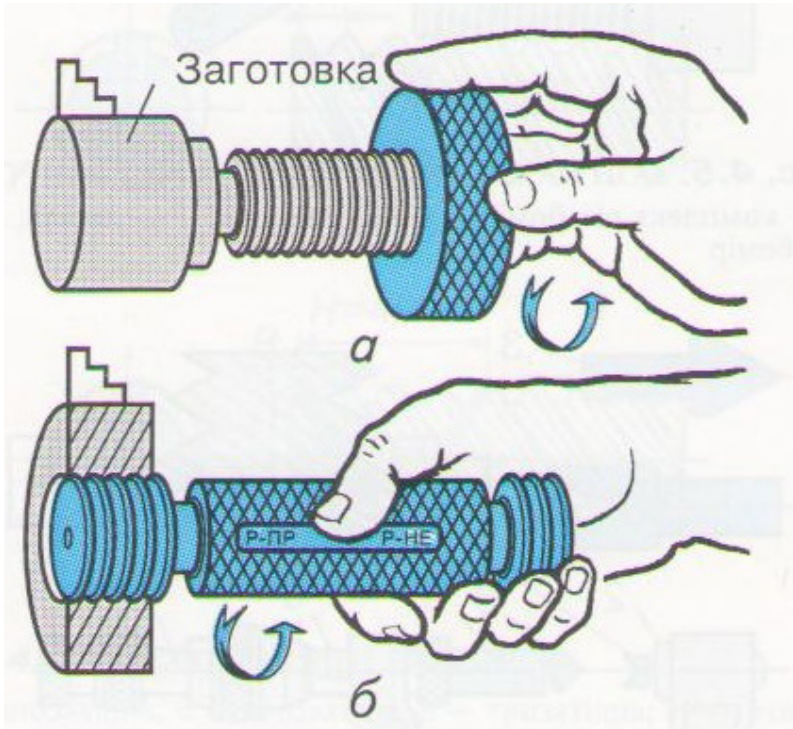


Рис. 5.8. Різьбові калібри:

- а – контроль зовнішньої різьби калібром-кільцем;*
- б – контроль внутрішньої різьби калібром-пробкою*

Прохідний калібр ПР має повний профіль різьби і повинен прокручуватися на всю довжину різьби; непрохідний калібр НЕ має бути 2-3 витки з укороченим профілем і повинен вкручуватися не більше як на $1 \div 2$ витка.

При ситуації, описаній вище, різьба є якісною і відповідає всім вимогам стандарту на трикутні різьби.

5.3. Методи нарізування зовнішньої різьби плашками

Зовнішню трикутну різьбу нарізають спеціальним різьбовим різальним інструментом, який називають плашка. Плашками нарізають різьбу з кроком до 2 мм. Плашка має гвинтоподібну форму, виготовлену з інструментальної сталі, яка є термічно обробленою і має розмір профілю тієї чи іншої різьби (рис. 5.9).

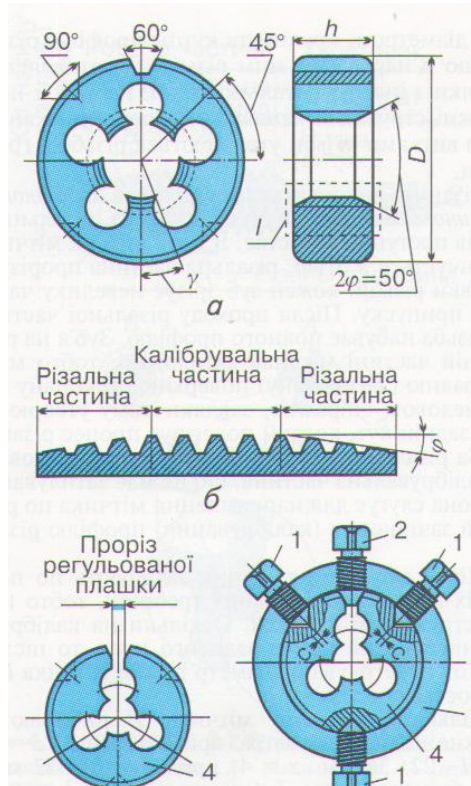


Рис. 5.9. Плашка для нарізування різьби:

а – вигляд у плані; *б* – елементи різьби плашки;

в – розрізна регульована плашка;

г – закріплення плашки у плашкотримачі (1 – затискні гвинти;

2 – регульований гвинт; 3 – плашкотримач; 4 – плашка)

У плашці, залежно від її діаметра, просвердлюють від 3 до 8 отворів для виведення стружки. З двох сторін плашка має забірні конуси, які допомагають кращому спрямуванню і врізанню плашки в оброблюваний матеріал.

Після забірної частини розташована калібрувальна циліндрична частина плашки, яка забезпечує необхідний розмір та чистоту поверхні різьби (рис. 5.9).

Коли спрацьовується одна сторона плашки, її можна перевернути і виконувати процес нарізування різьби другою стороною.

Розмір різьби, її крок наноситься на одну зі сторін плашки. Плашки кріпляться у ручному плашкотримачі гвинтами, які вкручуються в корпус плашкотримача (рис. 5.10, а).

Плашку разом з плашкотримачем підводять до заготовки піноллю задньої бабки, а рукоятка плашкотримача впирається у супорт. Після правильного спрямування плашки далі процес нарізання різьби відбувається самозатягуванням.

Можливе підтискання плашкотримача упором, закріпленим у різцетримачі, а рукоятка плашкотримача при цьому впирається в металеву планку, закріплену в різцетримачі (рис. 5.10, б).

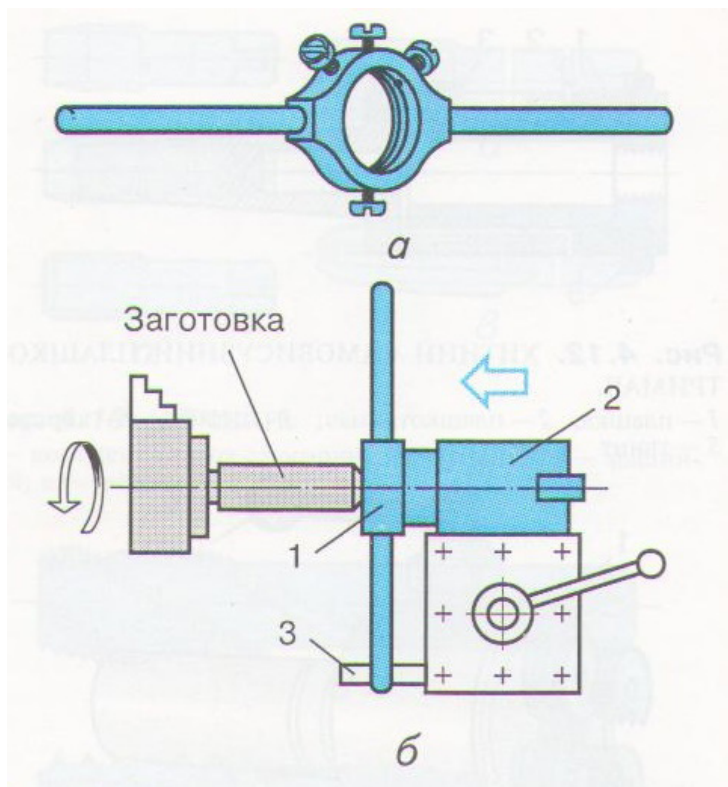


Рис. 5.10. Нарізування різьби плашкою:

a – плашкодержач-вороток; *б* – застосування упорної планки;
 1 – плашкодержач; 2 – упор; 3 – планка

Більш прогресивним, безпечнішим методом є метод кріплення плашки у самовисувному хитному плашкодержачі, який закріплюють у пінолі задньої бабки через конус Морзе (рис. 5.11). Діаметр стержня під нарізання різьби виконують на 1÷2 десятих міліметра менше номінального діаметра з метою компенсації видавлювання металу. Для сталі таке зменшення буде більшим; а для чавуну меншим, оскільки сталь є м'якшою і в'язкою, а чавун твердішим і крихким.

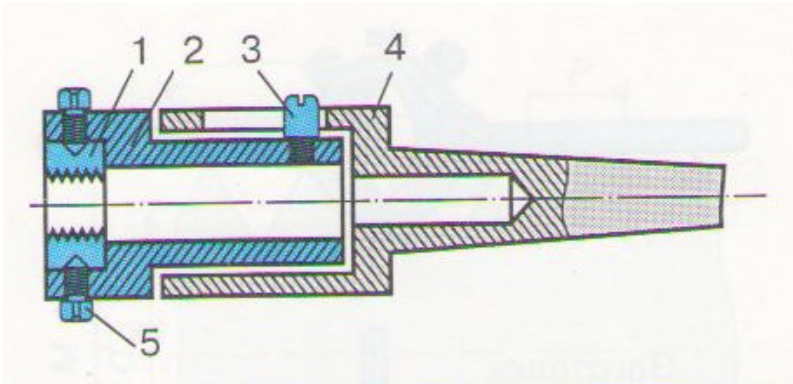


Рис. 5.11. Нарізування різьби плашкою:

1 – плашка; 2 – плашкотримач;
3 – штифт; 4 – корпус; 5 – гвинт

На практиці діаметр стержня під нарізування різьби підбирають за довідником, де враховуються діаметр різьби і матеріал, на якому нарізується різьба.

З метою більш легкого заходу плашки перед початком нарізування різьби на торці деталі знімають фаску.

Нарізування різьби плашками є не швидкісним процесом $2 \div 4$ м/хв для сталі та чавуну і до 10 м/хв для кольорових металів, оскільки вони мають меншу твердість.

Для охолодження процесу різання плашками можна використовувати спеціальні рідини та мінеральні оливи, охолоджуючі для сталі, та гас для чавуну.

Для висопродуктивного виробництва (серійне, крупносерійного, масове) використовують саморозкривні різьбонарізні головки (рис. 5.12).

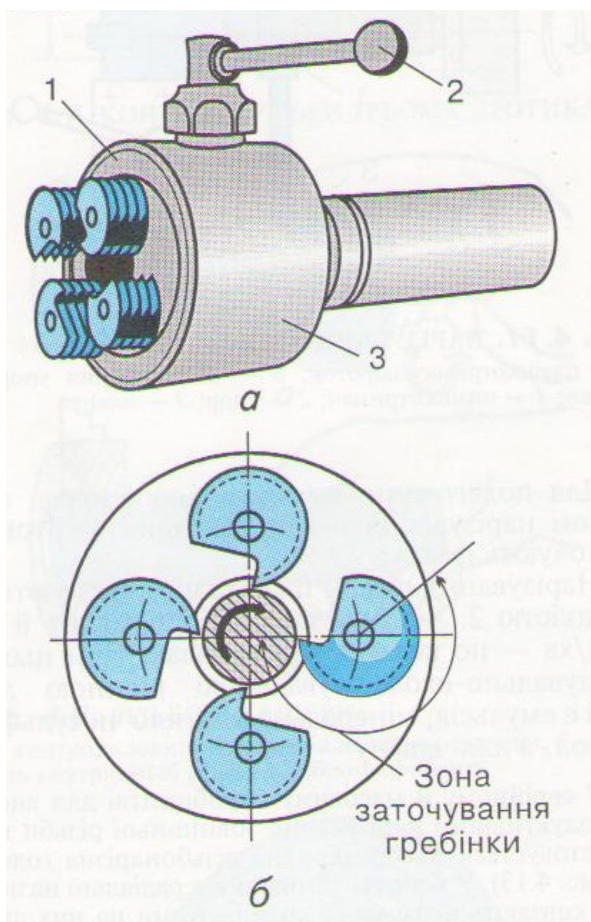


Рис. 5.12. Самороктивна головка для нарізування різьби:

а – загальний вигляд; *б* – схема роботи гребінок
 (1 – дискова гребінка; 2 – рукоятка механізму розкриття
 головки; 3 – корпус)

Корпус такої головки кріпиться у пінолі задньої бабки. Подача головки відбувається самотягуванням. З припиненням подачі головка автоматично розкривається.

Швидкість різання таким методом досягає 15÷20 м/хв.

5.4. Методи нарізання внутрішньої різьби мітчиками

Внутрішня різьба нарізується різальним інструментом, який називають мітчиком (рис. 5.13).

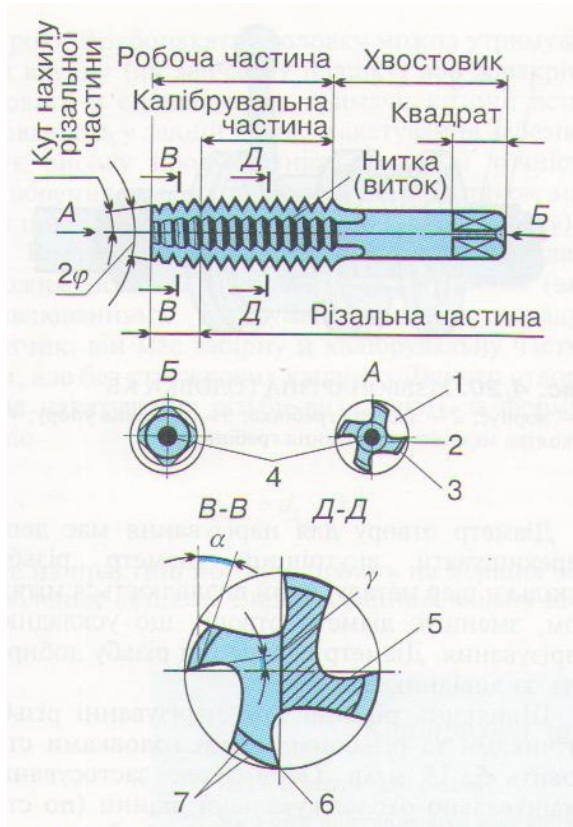


Рис. 5.13. Частина й елементи мітчика:

- 1 – канавка; 2 – серцевина; 3 – різальне перо;
- 4 – центровий отвір; 5 – передня поверхня; 6 – різальна кромка;
- 7 – затискова поверхня; В-В – переріз по різальній частині;
- Д-Д – переріз по калібрувальній частині;
- α – задній кут на різальній частині; γ – передній кут

Мітчик – це уявний гвинт, який має відповідний діаметр внутрішньої різьби, крок та кут профілю. Виготовляють мітчики з інструментальної сталі з подальшою термічною обробкою.

На мітчику зроблені канавки для виходу стружки. На третині канавок з витками різьби утворюються різьбові гребінки. Робоча частина мітчика складається з забірної та калібруючої частини. Забірна частина зроблена на конус для обтягнення врізування мітчика в матеріал. Кожен зуб мітчика зрізує невелику частину припуску. Після проходу різальної частини різьба набуває повного профілю і далі калібрується калібрувальною частиною, де відбувається остаточне зачищення різьби. Мітчики розподіляються на ручні (слюсарні), машинні і гайкові з подовженим хвостовиком (рис. 5.14). Ручні слюсарні мітчики складаються з комплектів у 2-3-4 штуки. У цьому випадку припуск розподіляється по всьому комплекту. На кожному з мітчиків нанесено марку сталі, з якої він виготовлений, розмір різьби та рисою позначається номер кожного мітчика. Нарізування різьби розпочинається з першого мітчика, а далі продовження за кількістю мітчиків у комплекті (рис. 5.14).

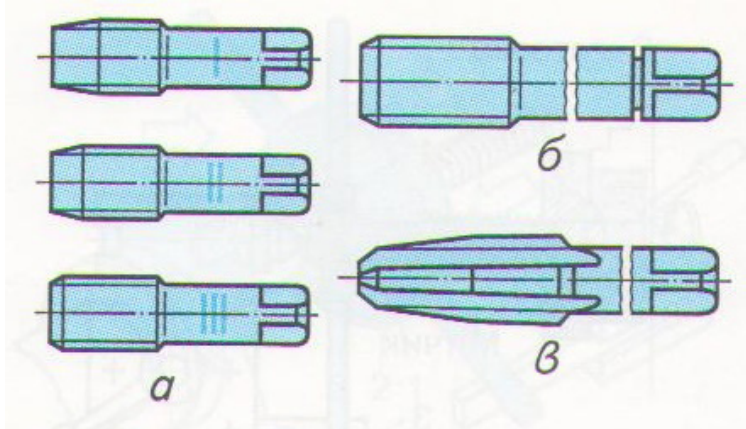


Рис. 5.14. Мітчики:

а – комплект з трьох слюсарних інструментів;

б – машинний; *в* – гайковий

З метою високої продуктивності праці застосовують мітчики зі спіральними канавками (рис. 5.15). Конструкція цього мітчика сприяє доцільному розташуванню стружки, усуває небезпеку заклинювання мітчика внаслідок створення наростів.

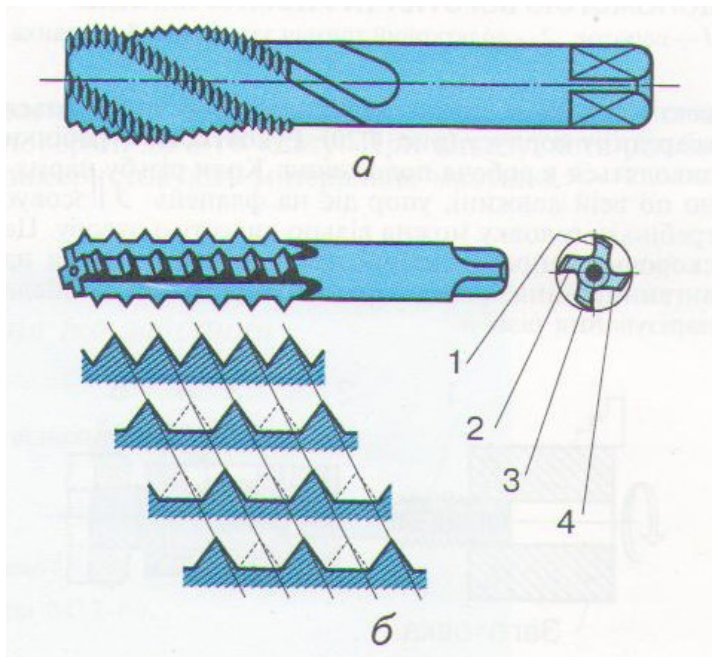


Рис. 5.15. Високопродуктивні мітчики:

а – спіральний; *б* – шахматний (пера: 1 – перше; 2 – друге; 3 – третє; 4 – четверте)

Закріплюється мітчик у воротку, який має різного розміру квадратні отвори. Квадратний хвостовик мітчика вставляється у квадратний отвір воротка. Для правильного введення мітчика в отвір його підтискують центром, який встановлюється у пінолі задньої бабки, а рукояткою воротка впирається в супорт токарного верстата або в металеву платку, закріплену в різцетримачі (рис. 5.16).

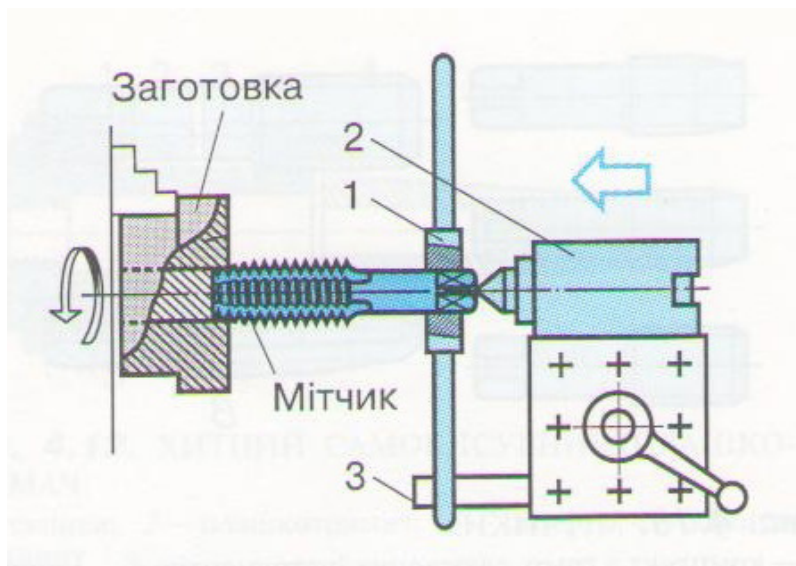


Рис. 5.16. Нарізування різьби мітчиком за допомогою воротка та упорної планки:

1 – вороток; 2 – додатковий тримач з центром; 3 – планка

Найкращим є закріплення мітчика у хитному самовисувному тримачі (рис. 5.17), який фіксується у пінолі задньої бабки. При обертанні заготовки мітчик легко вводять в отвір і подають прокручуванням маховичка задньої бабки. Як тільки в заготовці буде нарізано два-три витки різьби, подальше підтискування мітчика не потрібне, оскільки він самостійно буде вгвинчуватися по гвинтовій лінії, а мітчикотримач, рухаючись за мітчиком, висуватиметься з корпусу 4.

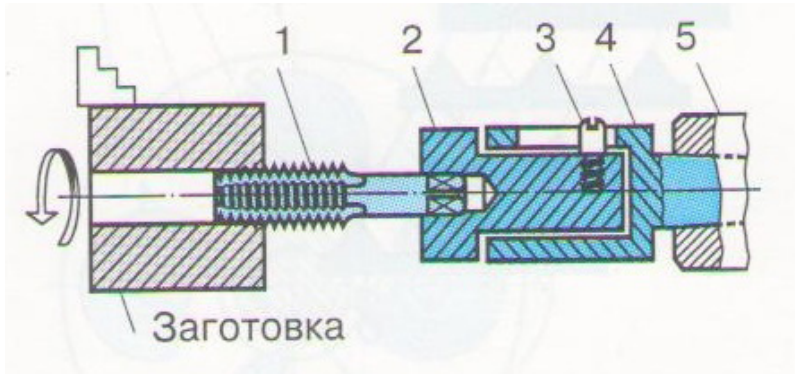


Рис. 5.17. Нарізування внутрішньої різьби за допомогою хитного самовисувного мітчикотримача:

- 1 – мітчик; 2 – мітчикотримач; 3 – штифт;
4 – корпус; 5 – піньоль задньої бабки

Якщо нам потрібно нарізати різьбу в глухому отворі і при цьому виникає небезпека упирання мітчика в дно отвору, а відповідно його поломка, то в цьому випадку використовують запобіжний патрон (рис 5.18).

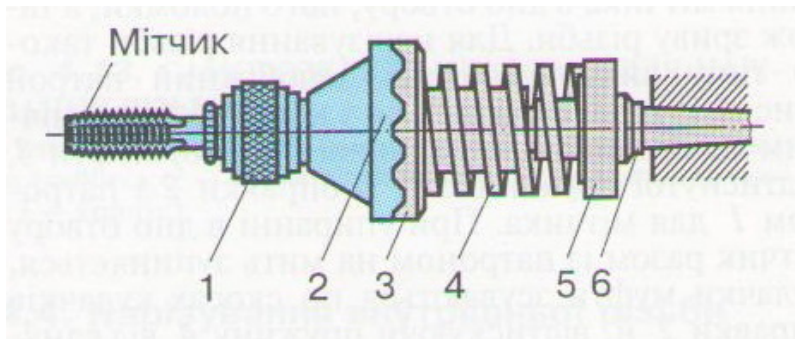


Рис. 5.18. Запобіжний патрон для нарізування різьби за мітчиками:

- 1 – швидкозмінний патрон; 2 – оправка; 3 – кулачкова муфта;
4 – пружина; 5 – упорна гайка; 6 – корпус з хвостовиком

При упиранні мітчика в дно отвору він разом з патроном зупиняється, одночасно припиняється передача обертання на мітчик.

Щоб визначити розмір отвору під ту чи іншу різьбу, потрібно від зовнішнього діаметра різьби відняти крок ($M10 \times 1$, $10 - 1 = 9$ мм), але більш точно визначають розмір отвору за довідником. Швидкість різання при нарізуванні різьби мітчиками та різьбонарізними головками становить $5 \div 15$ м/хв. При надрізуванні різьби мітчиком застосовують змащувально-охолоджувальні рідини, мінеральні оливи для сталі і гас при обробці чавуну.

5.5. Накатування різьби

З метою підвищення продуктивності праці та поліпшення якості різьби застосовують метод накатування різьби. Він полягає в класичному деформуванні металу для утворення різьбової поверхні.

Різниця і переваги накатування полягають у тому, що волокна металу не перерізаються, а ущільнюються, відповідно і різьба стає міцнішою та більш стійкою до спрацювання. Крім цього, є економія металу, оскільки діаметр заготовки відповідає не зовнішньому діаметру різьби, а середньому.

Для накатування зовнішньої різьби на токарних верстатах застосовують регульовані накатні головки НП-1 (рис. 5.19).

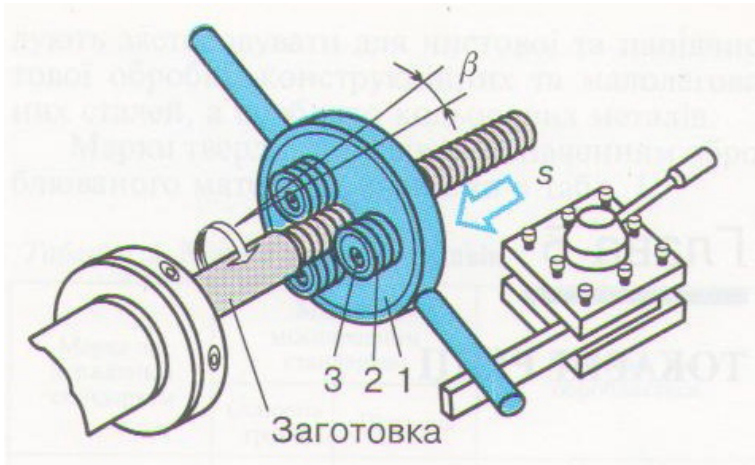


Рис. 5.19. Накатування зовнішньої різьби:

1 – корпус; 2 – ролик; 3 – вісь ролика

Діаметр різьби регулюють поворотом ексцентрикових шийок усіх вісей роликів за допомогою спеціального пристрою.

Різьбонакатну головку можна тримати в руках, або закріпити у спеціальному тримачі, який встановлюють у задній бабці.

Питання для перевірки знань

1. За якими параметрами класифікуються різьби?
2. Які існують методи контролю зовнішньої та внутрішньої різьби?
3. Які головні критерії в різниці метричної та дюймової різьби?
4. В чому переваги накатування різьби над нарізуванням різьби плашками та мітчиками?
5. Назвати основні елементи різьби.
6. Як правильно підібрати отвір під нарізання різьби M10×16h?
7. З яких матеріалів виготовляються плашки та мітчики?

ОБРОБКА КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

6.1. Технологія обробки конічних поверхонь та їх контроль

Деталі з зовнішніми та внутрішніми конічними поверхнями використовуються у багатьох вузлах механічної дії, а також в інструментальному господарстві (рис. 6.1). Конічні поверхні мають конічні шестерні центри металообробних верстатів, конічні хвостовики свердел, зенкерів, розверток, кінцевих фрез.

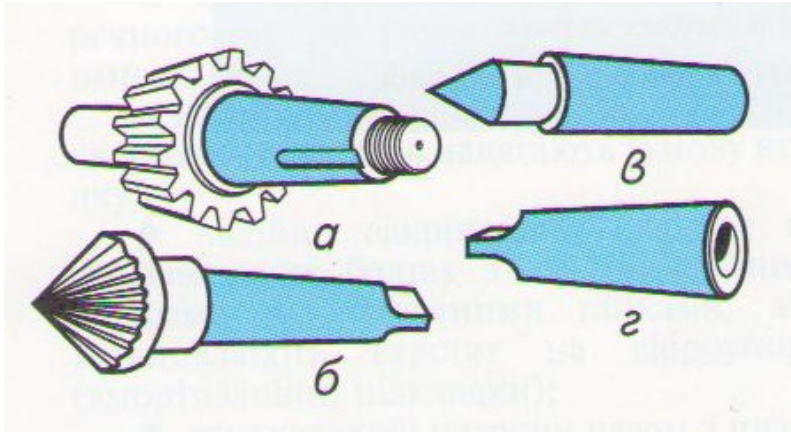


Рис. 6.1. Типові деталі з конічними поверхнями:
 а – конічне зубчасте колесо; б – конічна зенківка;
 в – центр токарного верстата; г – перехідна втулка

Конічні поверхні характеризуються такими геометричними параметрами (рис. 6.2) довжиною конуса l , великим діаметром D і малим діаметром d , кутом нахилу α , який утворює вісь та твірну конусу, кутом нахилу 2α , похилом

$$\Pi (\operatorname{tg}\Pi = \operatorname{tg}\alpha = \frac{D - d}{2l}),$$

конусністю:

$$K = 2\Pi \frac{D - d}{l}$$

Позначення конусності на кресленнику показано на рис. 6.2, б.

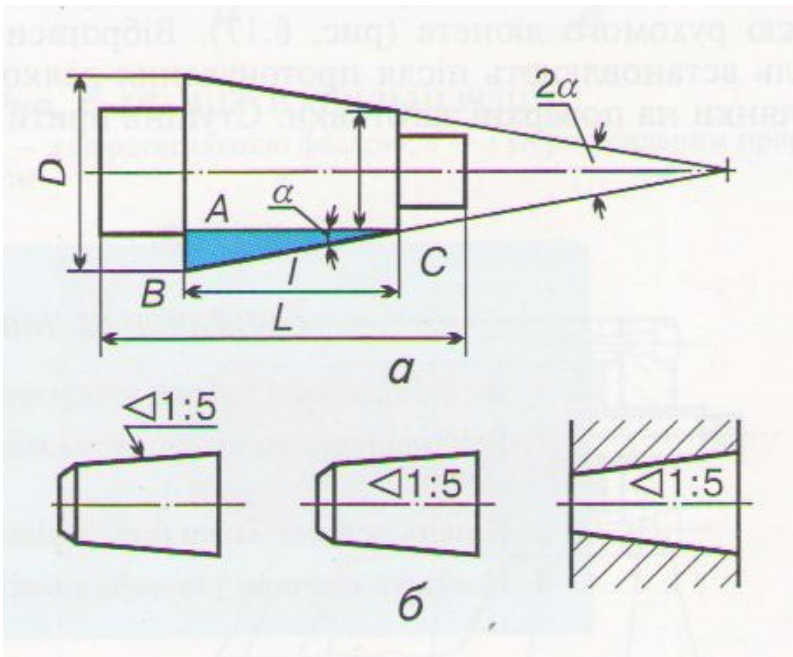
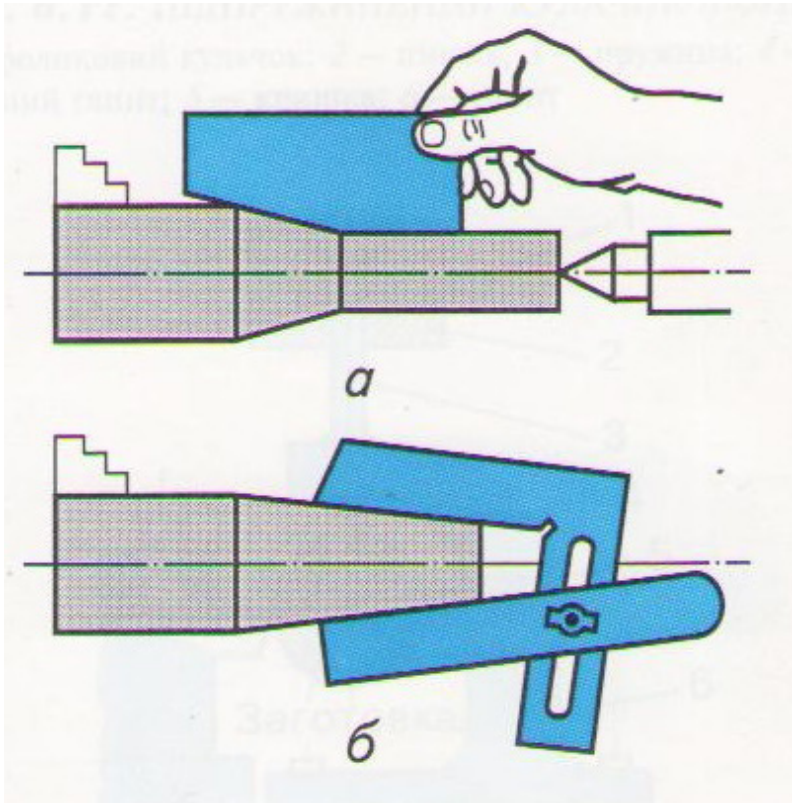


Рис. 6.2. Елементи конічної поверхні (а) та умовні позначення конусності на кресленниках (б)

Кут нахилу конічних поверхонь контролюють за допомогою кутових шаблонів (рис. 6.3), або універсальних кутомірів (рис. 6.4). Точність конусної поверхні можна перевірити «на

фарбу» за допомогою еталонної деталі. На поверхню еталонної деталі фарбою наносять лінію, далі еталон поєднують з контрольованою кінцевою поверхню і прокручують. Якщо контрольна лінія зітреться ближче до більшого чи меншого діаметра, то це вказує на неточність конусу і необхідність виправлення дефекту.



*Рис. 6.3. Контроль кінчної поверхні за допомогою шаблонів:
а – жорсткого; б – регульованого*

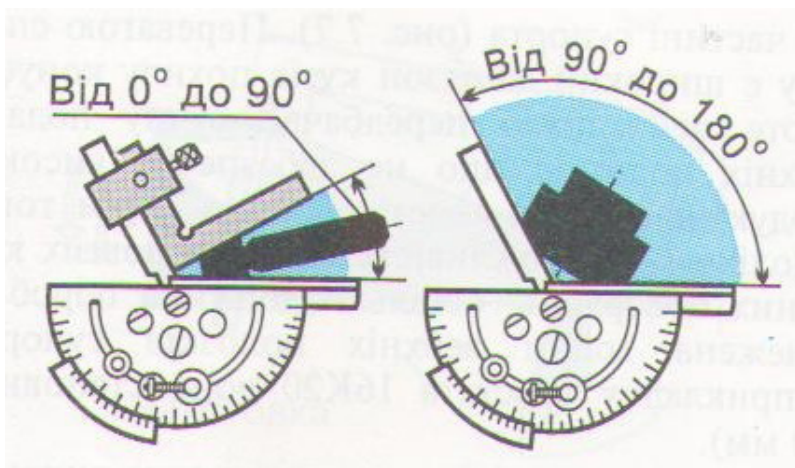


Рис. 6.4. Контроль конічної поверхні за допомогою універсального кутоміра

Якщо конічні деталі виготовляються в крупносерійному або масовому виробництві, конічні поверхні контролюють за допомогою конусних калібрів-пробок та втулок. Відстань між рисками чи розмір уступу на торці калібру відповідає допуску на конусність. Якщо одна риска на калібрі-пробці заходить, а друга не заходить, то конус правильний (рис. 6.5, б).

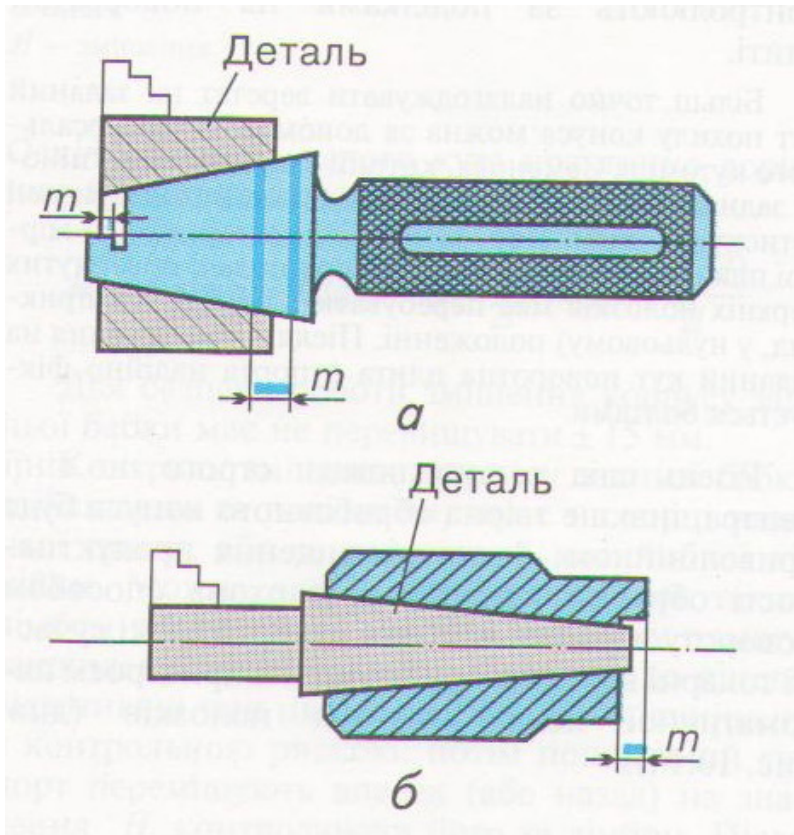


Рис. 6.5. Контроль конічних поверхонь калібрами:

а – калібром-пробкою; *б* – калібром-втулкою;

m – допуск на конусність

6.2. Обробка конічних поверхонь широким різцем та за допомогою верхньої частини супорта

Конічні поверхні, які мають невелику довжину ($20 \div 25$ мм), обробляють широким різцем (рис. 6.6, а, б).

Для того, щоб отримати потрібний кут нахилу, застосовують установочний шаблон. Його прикладають до заготовки, потім до кожної поверхні підводять різець, далі шаблон прибирають і різець підводять до поверхні, де має утворитися конус після токарної обробки (рис. 6.6, в).

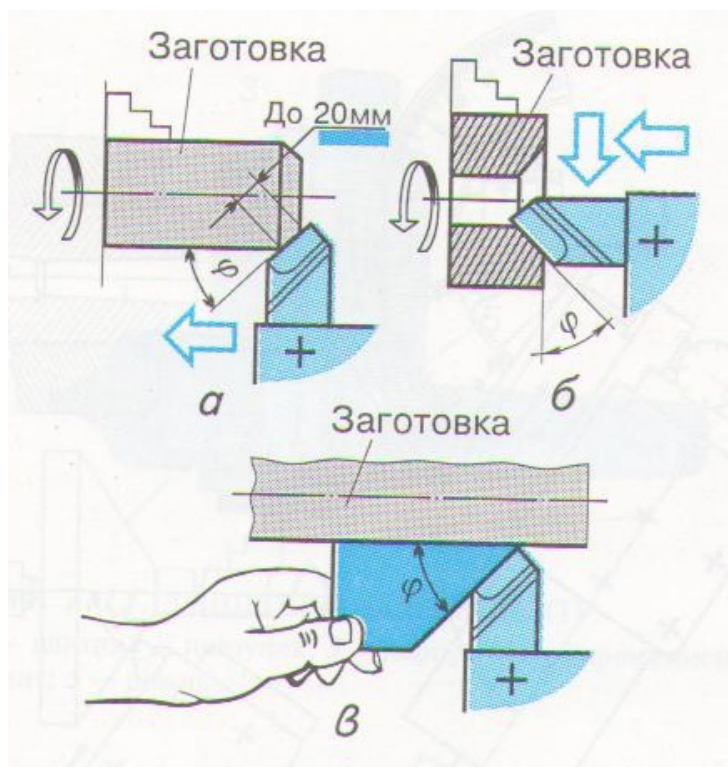


Рис. 6.6. Обробка коротких конічних поверхонь широким різцем:

а – зовнішньої поверхні; б – внутрішньої поверхні;
в – установлення різця за шаблоном

Найбільш поширеним способом обробки зовнішніх та внутрішніх конічних поверхонь є спосіб подачі верхніх ползків при повернутій верхній частині супорта (рис. 6.7). При обточуванні конусної поверхні цим способом у нас є вибір широкого діапазону кутів нахилу конуса, але, у зв'язку з тим, що подача різця здійснюється вручну, ми не можемо досягти високої продуктивності та якості обробки поверхні. І ще одним недоліком цього способу є те, що ми не можемо обробляти довгі конічні поверхні, бо довжина обробки обмежується ходом верхніх ползків супорта токарного верстака (наприклад, у верстатів 1К62, 16К20 довжина становить 180 мм). Поворот верхньої частини супорта виконують при відкручених гайках гвинтів кріплення поворотної плити. Значення кута повороту контролюють за поділками на поворотній плиті.

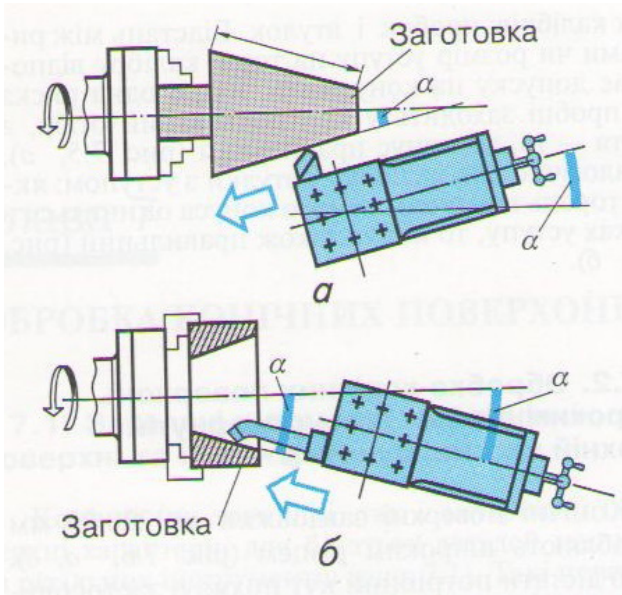


Рис. 6.7. Обробка конічних поверхонь при повернутих верхніх ползках супорта:

- а* – обточування зовнішньої поверхні;
- б* – розточування внутрішньої поверхні

Поширеним способом налагоджування токарного верстата на потрібний кут похилу конуса є спосіб налагоджування за допомогою універсального кутоміра Семенова, який закріплюється у пінолі задньої бабки (рис. 6.8). У різцетримачі затискують індикатор, штифт якого торкається мірної планки кутоміра, а стрілки індикатора при подачі повернутих верхніх полозків мають перебувати в одному положенні (наприклад, у нульовому). Після налагоджування на заданий кут поворотна плита супорта надійно фіксується болтами.

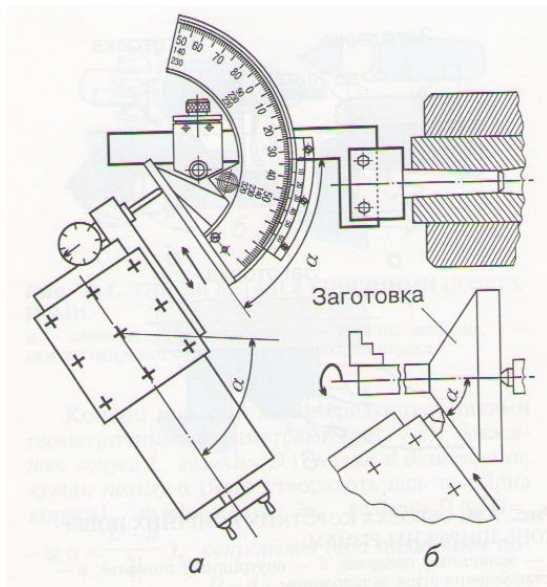


Рис. 6.8. Схема застосування універсального кутоміра Семенова для точного контролю кута повороту верхніх полозків супорта: а – встановлення кутоміра; б – обточування конічної поверхні

Різець потрібно установлювати суто по лінії центру, бо, в іншому випадку, твірна оброблювального конуса буде криволінійною. З метою підвищення продуктивності праці сучасні токарні верстати оснащуються пристроєм автоматичної подачі верхніх полозків.

6.3. Обробка конічних поверхонь за допомогою зміщення заднього центра

Для обробки задніх довгих зовнішніх конічних поверхонь заготовку встановлюють у центрах, а корпус задньої бабки зміщують спеціальним гвинтом у поперечному напрямі таким чином, щоб вісь заготовки утворила кут α з віссю центрів токарного верстата. Використовуючи поздовжню подачу каретки, різець буде обточувати на заготовці конічну поверхню з кутом похилу a . Необхідно зміщення H мм, і визначається воно із заштрихованого трикутника (рис. 6.9):

$$H=L \sin a$$

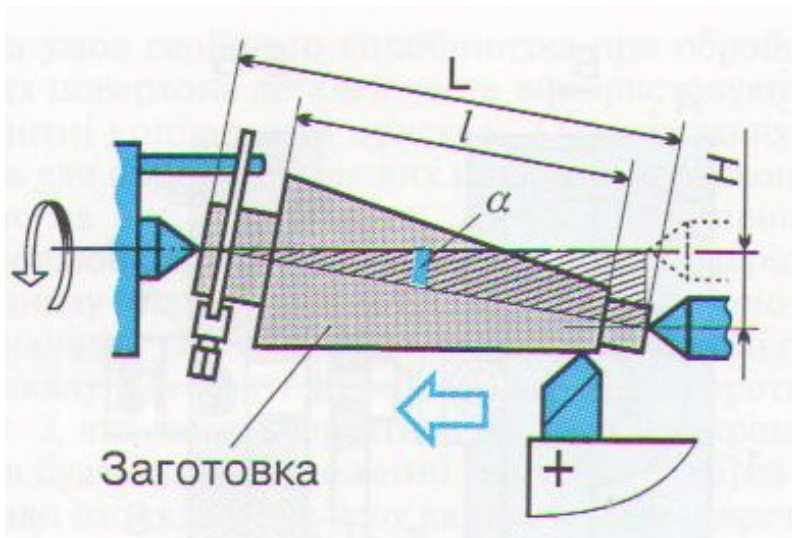


Рис. 6.9. Обробка зовнішньої конічної поверхні способом зміщення корпусу задньої бабки:

H – зміщення

Оскільки синус малого кута дорівнює його тангенсу, то:

$$H = L \sin a = L \operatorname{tg} a = L \frac{D-a}{2l} \quad H = \frac{(D-a)}{2l}$$

Корпус задньої бабки не має перевищувати +/- 15 мм з метою безпеки.

Контроль зміщення корпусу задньої бабки здійснюють за поділками, що нанесені на торці нижньої плити, або за допомогою масштабної лінійки. Можна для цього скористатися лімбом поверхневого супорта. Жорстку планку, закріплену в різцетримачі, потрібно підвести до пінолі, відмітивши при цьому поділку лімба, суміщену з контрольною рисою, потім поперечний супорт переміщують вперед (або назад) на значення H , контролюючи його лімбом. Далі подають корпус задньої бабки до торкання пінолі до планки.

Високоточним контролем зміщення корпусу задньої бабки є контроль за індикатором, рухомий штифт якого підводять до пінолі.

Обертання від планшайби до заготовки передається пальцем-повідком, який упирається у хвостовик хомутика, закріпленого на кінці заготовки. Довжина пальця має бути достатньою, щоб під час обертання планшайби він не виходив зі стану стикування з хвостовиком хомутика (рис. 6.10, б).

Доцільно центрувати заготовки по формі R (рис. 6.10, в), бо в такому випадку їх можна установлювати при зміщеному корпусі задньої бабки не на кривому, а на звичайному упорному центрі: надійне базування здійснюватиметься по контактному пояску (рис. 6.10, в).

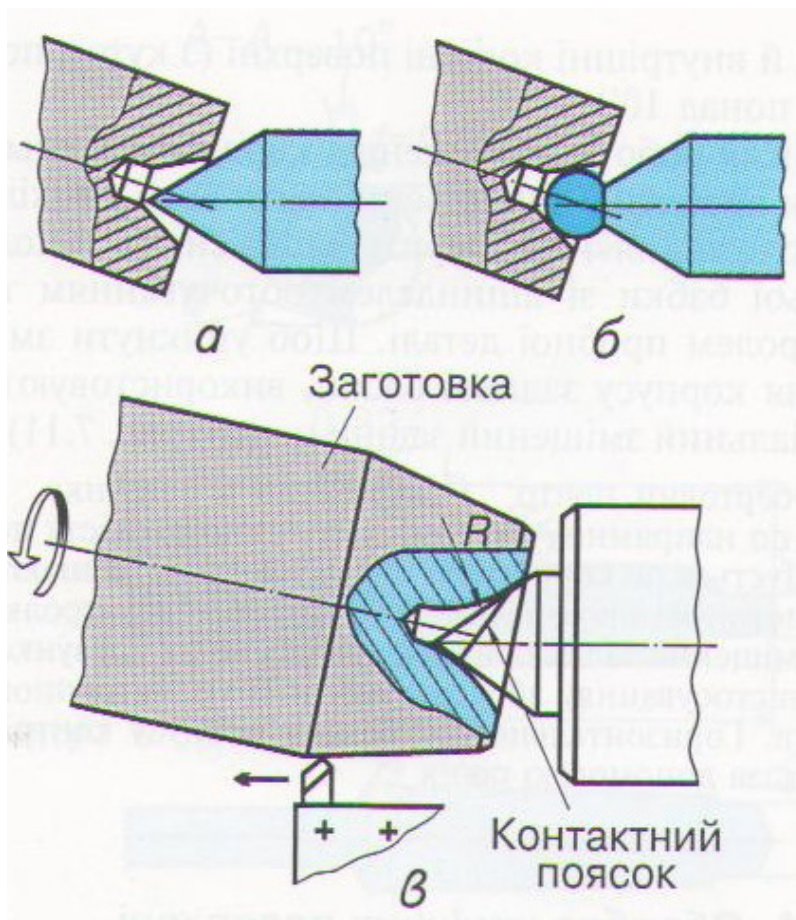


Рис. 6.10. Положення заготовки на зміщених центрах:

а – на звичайному; б – на кульковому;
 в – при центровому отворі форми R

Перевагою описаного способу є можливість обробки довгих конічних поверхнь з автоматичною подачею. Однак не можна оброблювати круті і внутрішні конічні поверхні з кутом нахилу понад 10° .

Після завершення роботи зі зміщеним корпусом задньої бабки необхідно точно встановити його у вихідне положення і перевірити співвісність пінолі задньої бабки зі шпинделем обточуванням та контролем пробної деталі. Щоб уникнути зміщення корпусу задньої бабки, використовують спеціальний зміщений задній центр (рис. 6.11).

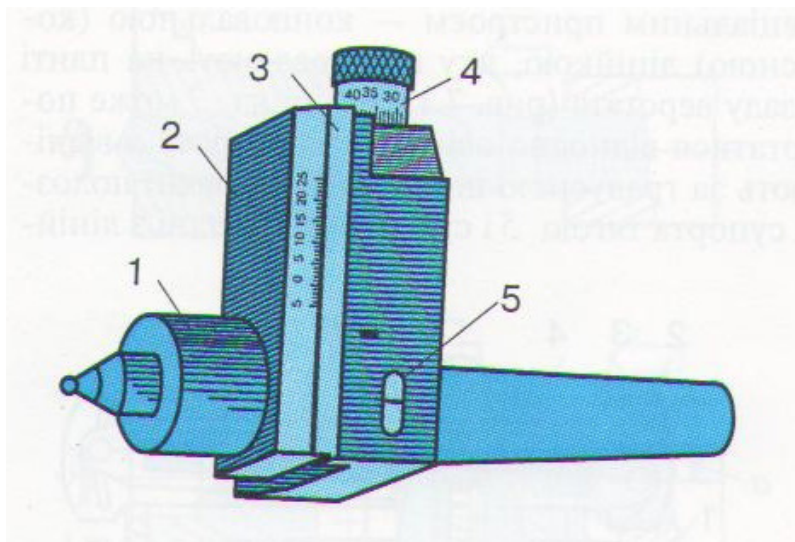


Рис. 6.11. Зміщений задній центр:

1 – центр; 2 – повзунок; 3 – корпус;
4 – мікрометричний гвинт; 5 – рівень

6.4. Обробка конічних поверхонь за допомогою копіювальної (конусної) лінійки

Окремі моделі токарних верстатів можуть бути оснащені спеціальним пристроєм – копіювальною (конусною) лінійкою, яку встановлюють на плиті позаду верстата (рис. 6.12). Лінійка 3 може повертатися відносно осі 6, кут повороту α відмічають за градусною шкалою. Поперечні полозки супорта тягою 5 і сухарем 4 з'єднані з лінійкою.

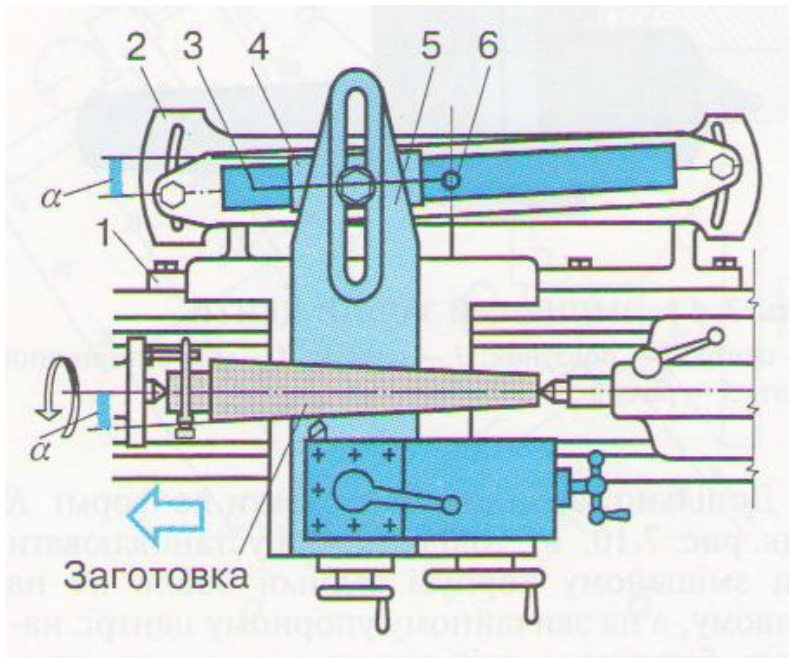


Рис. 6.12. Обробка конічної поверхні за допомогою копіювальної (конусної) лінійки:

- 1 – кронштейн; 2 – плита; 3 – конусна лінійка; 4 – сухар;
5 – тяга; 6 – палець

При автоматичній поздовжній подачі каретки поперечні ползки супорта з'єднані з лінійкою, переміщуватимуться в поперечному напрямі. Поєднання поздовжнього і поперечного рухів забезпечує переміщення вершини різця під кутом до осі заготовки, тобто обробку конічної поверхні.

За допомогою конусної лінійки можна обробляти як зовнішні, так і внутрішні конічні поверхні з кутом похилу $\alpha=10^\circ$ до 12° . Якщо потрібно обробити конічну поверхню з більшим кутом похилу, то тоді використовують одночасно конусну лінійку і зміщення корпусу задньої бабки на:

$$H=L \operatorname{tg}(\alpha - \alpha_1),$$

де α – необхідний кут похилу конусу, а α_1 – максимальний кут повороту конусної лінійки. Наприклад, $\alpha=12^\circ$, $\alpha_1=10^\circ$, $L=400$ мм. Оскільки $\operatorname{tg}(12^\circ-10^\circ)=\operatorname{tg}2^\circ=0,035$, то $H=400 \times 0,035=14$ мм.

6.5. Обробка стандартних внутрішніх конічних поверхонь

Стандартні конічні отвори з невеликим кутом похилу (наприклад конус Морзе) можна обробляти за допомогою спеціальних стержневих інструментів (рис. 6.13). Після просвердлення потрібного отвору свердлом його обробляють двома східчастими зенкерами, а фінішну, чистову операцію виконують конічною розверткою з гладенькими зубцями.

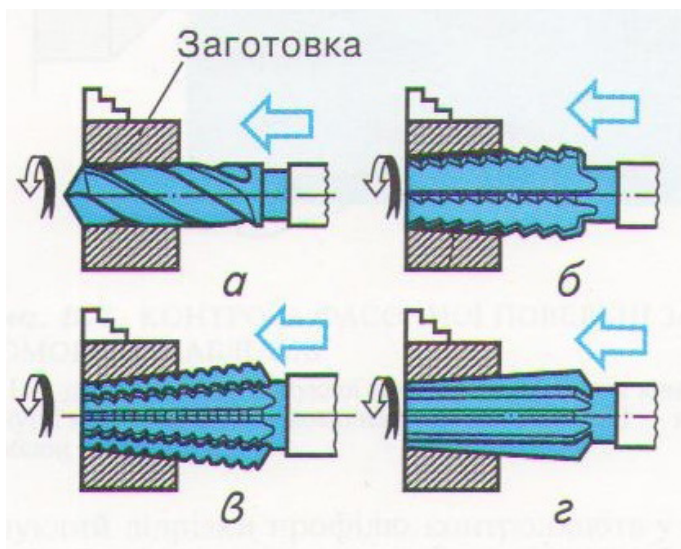


Рис. 6.13. Набір стержневих інструментів
для обробки конічних отворів:

а – свердло; *б, в* – конічні зенкери; *г* – конічна розвертка

Стандартні інструментальні внутрішні конуси можна обробляти двоперовим конічним свердлом-зенкером (рис. 6.14). Крім цього, отвори під стандартні конічні штифти свердлять спеціальними конічними свердлами, а короткі внутрішні конуси обробляють різцем або зенківкою (рис. 6.15).

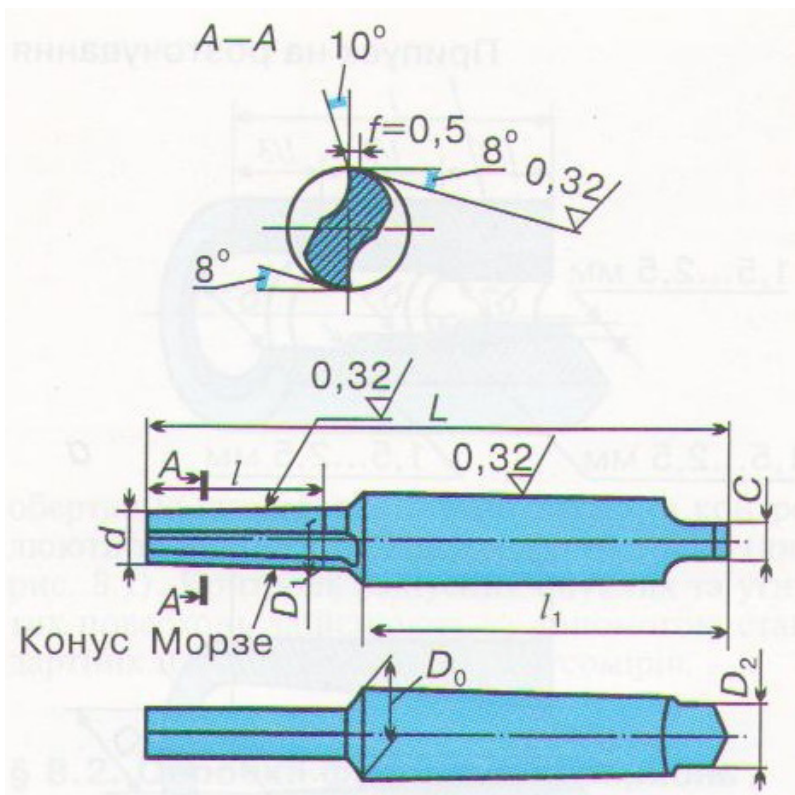


Рис. 6.14. Двоперовий конічний зенкер (ніж) для обробки стандартних конусів Морзе

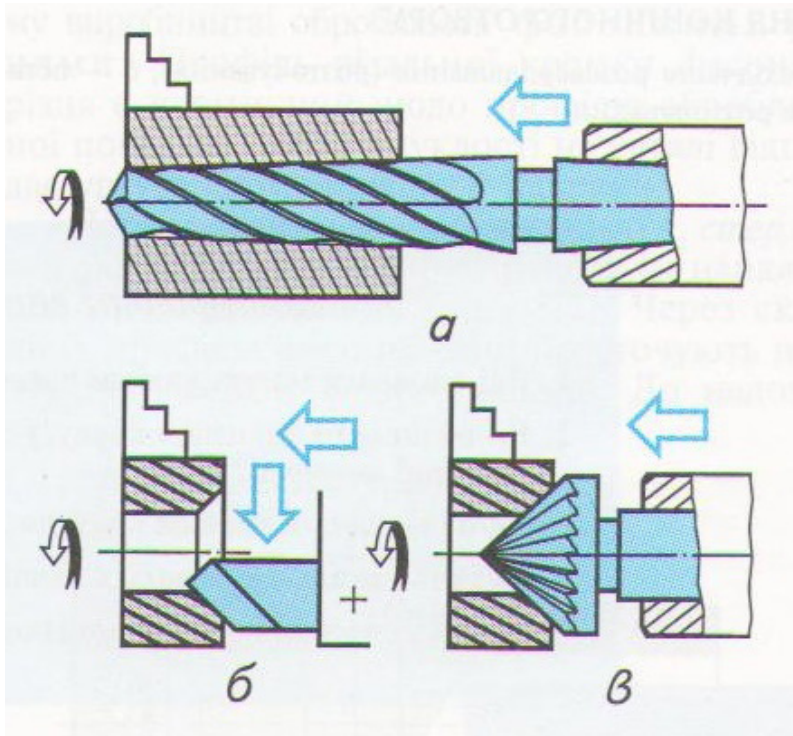
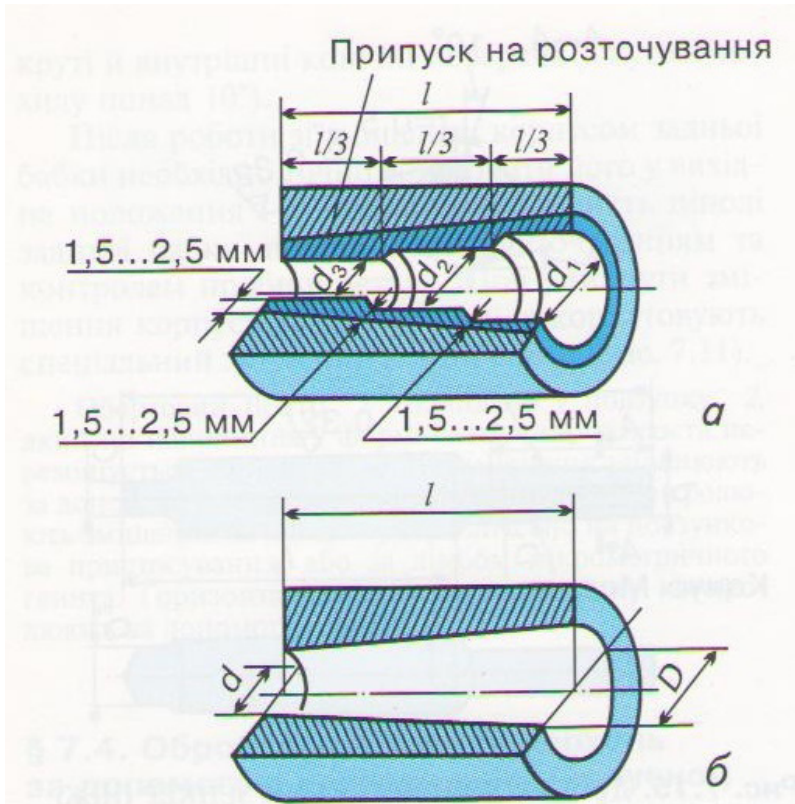


Рис. 6.15. Обробка внутрішніх кінцевих поверхонь:
 а – свердління отворів під штифт конусним свердлом;
 б – зрізання внутрішньої фаски різцем;
 в – обробка внутрішньої фаски зенківкою

До розточування внутрішнього кінцевого отвору різцем його свердлять і розсвердлюють, утворюючи східчасту поверхню як припуск (2–4 мм на бік) для остаточного чистового розточування (рис. 6.16).



*Рис. 6.16. Попередня обробка під розточування
конічного отвору:*

а – східчасте розсвердлювання (розточування);

б – остаточне розточування

Якщо потрібно обробити партію деталей зі спряженими зовнішніми і внутрішніми конічними поверхнями, рекомендується постійне переналагодження. Розточування внутрішнього конуса в цьому випадку виконують перевернутим розточувальним різцем при зворотному обертанні шпинделя токарного верстата (рис. 6.17).

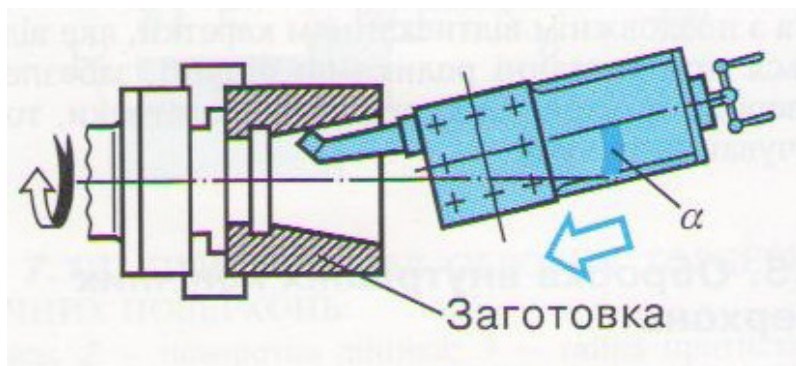


Рис. 6.17. Розточування внутрішньої поверхні розточувальним різцем з голівкою, відігнутою вправо (α – кут похилу конуса)

Питання для перевірки знань

1. Які деталі мають конічні поверхні?
2. Які існують способи обробки конічних поверхонь?
3. Назвіть елементи конічних поверхонь.
4. Як розрахувати зміщення задньої бабки для обточування зовнішньої конічної поверхні?
5. Як обробляють стандартні конічні отвори?
6. Якими приладами контролюють правильність конуса?

ОБРОБКА ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ

7.1. Загальні поняття про фасонні поверхні

Деталі машин, вузлів, механізмів можуть мати фасонні поверхні зовнішнього та внутрішнього характеру (радіусні округлості, галтелі, радіусні канавки тощо). Саме тілам обертання можна надати будь-яку фасонну форму на токарному верстаті.

Контролюють правильність виготовлення фасонних поверхонь за допомогою спеціальних шаблонів, які відображають впадини та випуклості тих чи інших деталей.

Шаблон прикладають до діаметральної площини деталі і перевіряють співпадіння контрольованого профілю з профілем шаблону. Шаблон має співпадати з фасонною поверхнею так, щоб не було просвітлень (*рис. 7.1*).

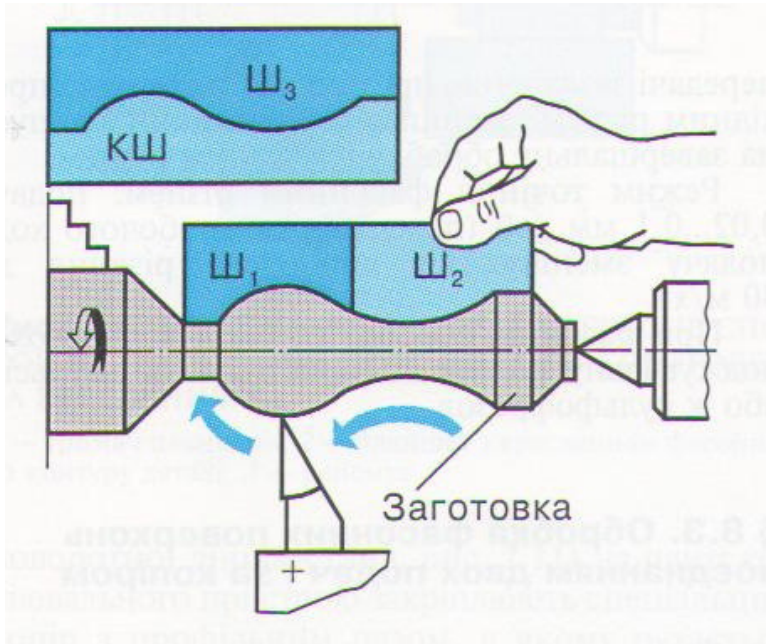


Рис. 7.1. Контроль фасонної поверхні за допомогою шаблонів:

Ш1 – для контролю випуклої поверхні;

Ш2 – для контролю угнутої поверхні;

Ш3 – комплексний шаблон; КШ – контришаблон

Хвилястий та випуклий відрізки профілю контролюють у процесі обробки за допомогою окремих шаблонів (Ш1 та Ш2), а загальний контроль за допомогою комплексного шаблону Ш3.

Контроль правильності деталей шаблону потрібно здійснювати після вимкнення токарного верстата і при повній зупинці на обертовий рух патрона.

Контроль радіусних випуклих та хвилястих поверхонь здійснюють за допомогою стандартних наборів шаблонів – радіусомірів.

7.2. Обробка фасонних поверхонь фасонними різцями

Деталі, які мають короткі фасонні відрізки завдовжки до 60 мм у серійному та масовому виробництві, обробляють фасонними різцями. Профіль різальної кромки різця є дзеркальним відображенням випуклої чи хвилястої фасонної поверхні.

Звичайний стержневий різець з напаяною, різальною голівкою заточується під форму профілю фасонної поверхні по шаблону (рис. 7.2.). Заточування фасонного різця має складний характер, тому процес заточування відбувається не по задній, а по передній поверхні.

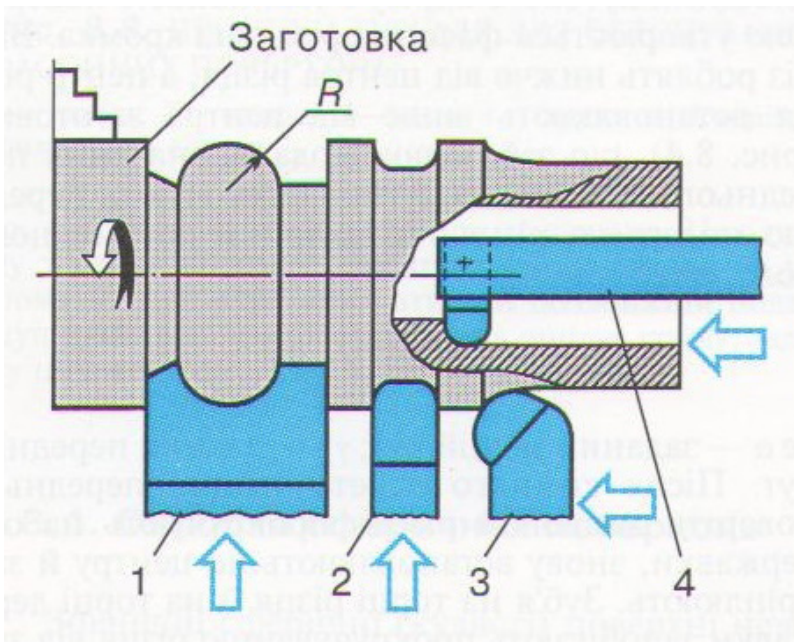


Рис. 7.2. Стержневі фасонні різці:

1 – складного профілю; 2 – радіусний канавковий;
3 – зовнішній галтельний; 4 – внутрішній галтельний

Недоліком цих різців є те, що недопустима велика кількість переточування різця.

Більшу кількість переточування витримує призматичний різець (рис. 7.3, а), де профіль його задньої поверхні відповідає заданому фасонному профілю деталі.

Різець закріплюють у спеціальній державці хвостовиком (ластівчин хвіст), і з метою утворення заднього кута різець встановлюють з нахилом до підшви державки.

Переточування різця відбувається шліфуванням передньої поверхні (рис. 7.3, б).

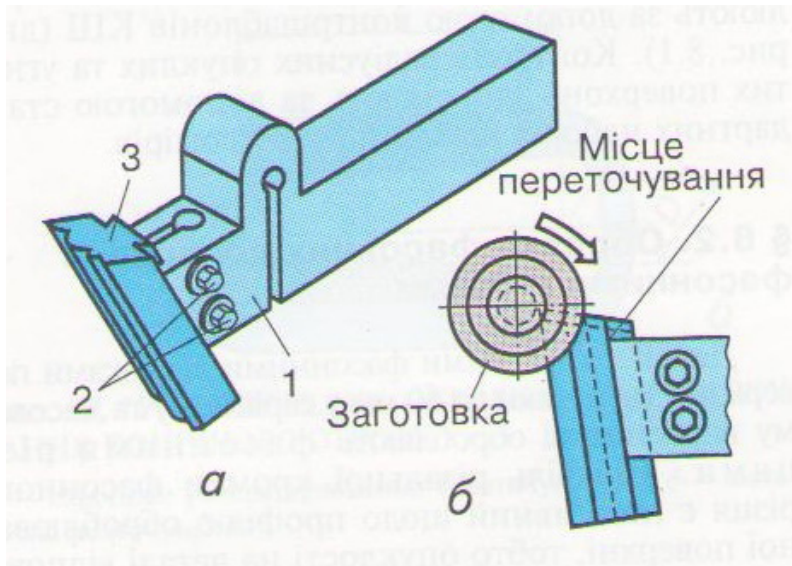


Рис. 7.3. Призматичний фасонний різець:

а – у зборі з державкою;

б – схема встановлення (1 – державка; 2 – гвинти; 3 – різець)

Велике поширення мають дискові (круглі) різці з фасонною зовнішньою поверхнею. На перетині площини куткового вирізу з зовнішньою поверхнею утворюється фасонна різальна кромка.

Центр різця встановлюють вище від центра заготовки (рис. 7.4), що забезпечує додатні значення переднього і заднього кутів. Переточують передню поверхню різця по дотичній до умовного кола, радіус якого

$$r = R \sin (\alpha + \gamma),$$

де α – заданий кут, а γ – заданий передній кут.

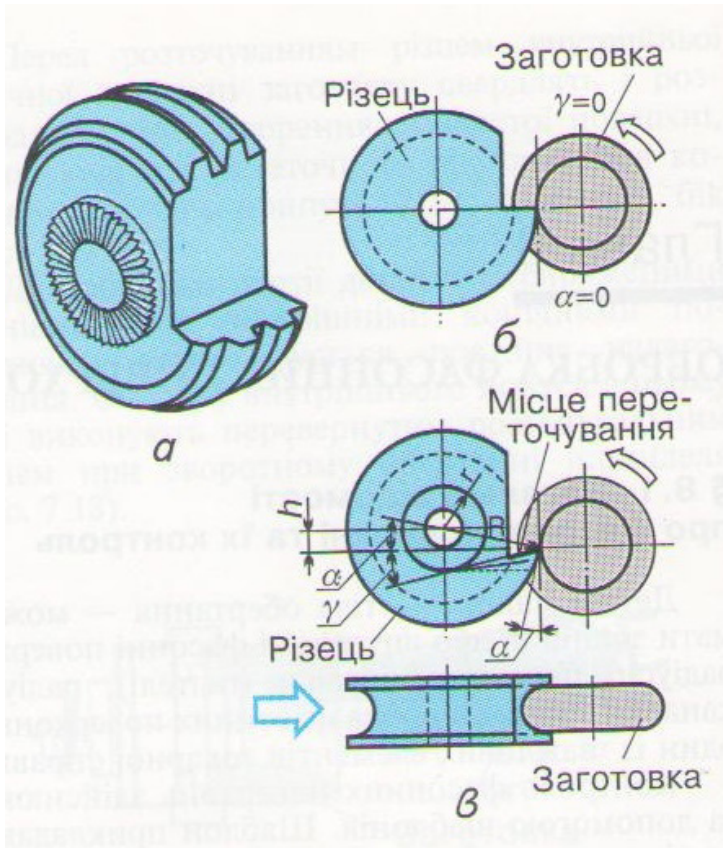


Рис. 7.4. Дісковий фасонний різець:

a – конструкція; *б* – установа по центру заготовки ($\alpha = 0$); *в* – установа вище від центра заготовки ($\alpha > 0$)

Після кожного переточування передньої поверхні дисковий різець прокручують на вісі державки, а тільки потім встановлюють знову по центру і закріплюють.

Зубці на торці різця і на торці державки запобігають прокручуванню різця від зусиль, що виникають під час різання.

Як правило, перш ніж розпочати обробляти фасонну поверхню фасонним різцем, її попередньо проточують звичайним прохідним різцем, видаливши основний припуск на обробку.

При такій ситуації значно зменшується вібрація і збільшується стійкість фасонного різця.

Режим точіння фасонним різцем: швидкість різання V до 30 м/хв., подача 0,02–0,1 мм/об. Подачу потрібно зменшувати на завершальній стадії обробки фасонної поверхні.

При обробці фасонних поверхонь фасонними різцями обов'язково використовують охолоджувальну рідину в залежності від оброблювального матеріалу (емульсія сульфозфрезол).

7.3. Обробка фасонних поверхонь за допомогою копіра

Фасонну поверхню можна обробляти, комбінуючи повздовжню і поперечну подачі різця. Вмикається автоматична повздовжня подача, далі, маневруючи рукояткою поперечних полозків супорта, переміщують вершину різця по фасонному контуру. Цей спосіб обробки використовують в одиночному виробництві, оскільки він є малопродуктивним.

Поверхню спочатку обробляють прохідними та прорізними різцями, надаючи їй форму, наближену до потрібної (рис. 7.5).

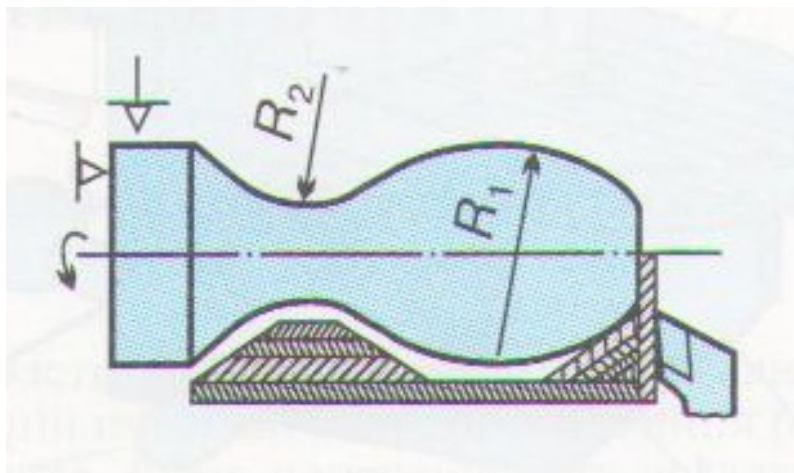


Рис. 7.5. Попередня обробка заготовки фасонної деталі

Значно прискорює фасонну обробку пристрій, зображений на рис. 7.6. Заданий фасонний контур отримують за допомогою дротяного рейсмуса, закріпленого в різцетримачі. Токар повинен стежити, щоб кінець рейсмуса торкався кресленника контура, який закріплено.

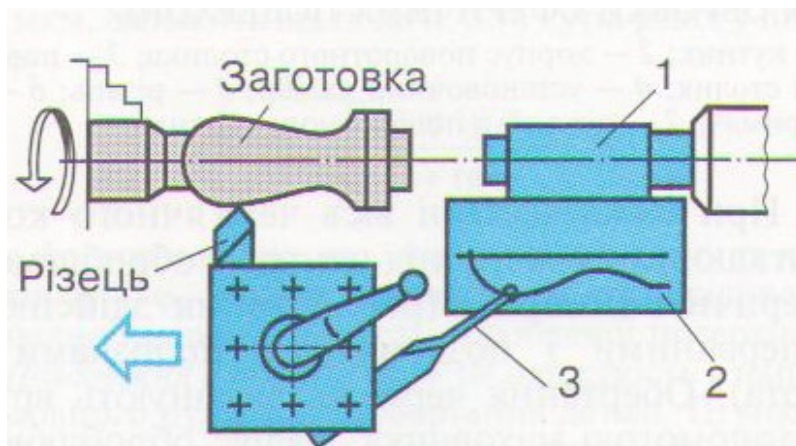


Рис. 7.6. Обробка фасонних поверхонь способом поєднання двох подач з контролем за креслеником:

1 – тримач планшета;

2 – планшет з креслеником фасонного контуру деталі;

3 – рейсмус

Токар повинен стежити, щоб кінець рейсмуса торкався кресленика контура, який закріплено на планшеті, встановленому на задній бабці.

Якщо виникає необхідність збільшення продуктивності праці при обробці фасонних поверхонь, то тоді застосовують копіювальний пристрій (рис. 7.7).

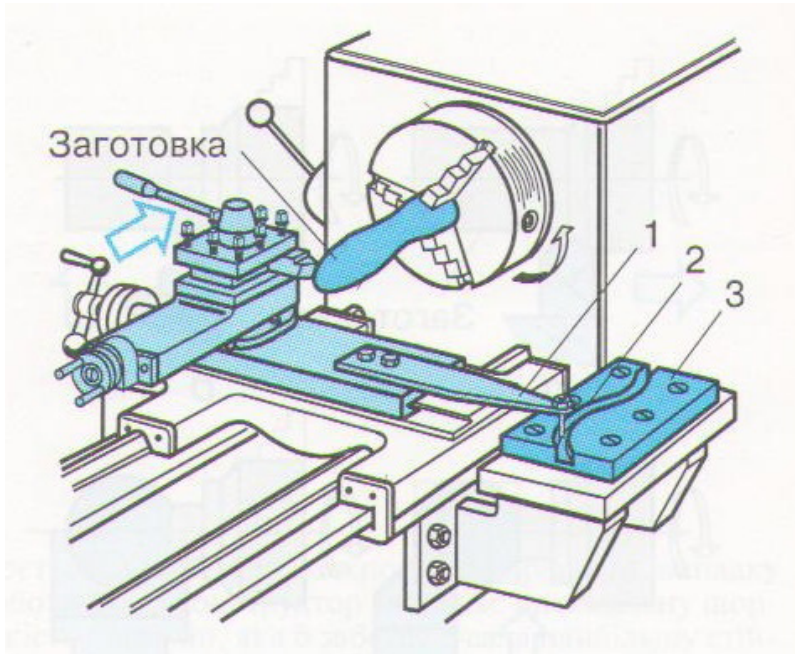


Рис. 7.7. Обробка фасонної поверхні за допомогою копіювального пристрою:

1 – тяга; 2 – ролик; 3 – копір

На плиті копіювального пристрою закріплюють спеціальний копір з профільним пазом, у якому рухається ролик, зв'язаний з тягою супорта. При поздовжній подачі каретки поперечна подача супорта дублює рух ролика по пазу копіра, а різець відтворює профіль копіра на заготовці. Гайку поперечних полозків від'єднують від гвинта.

Великою популярністю при обробці фасонних поверхонь користується пристрій, запропонований токарем-новатором І. П. Гургалем, який відображений на рис. 7.8.

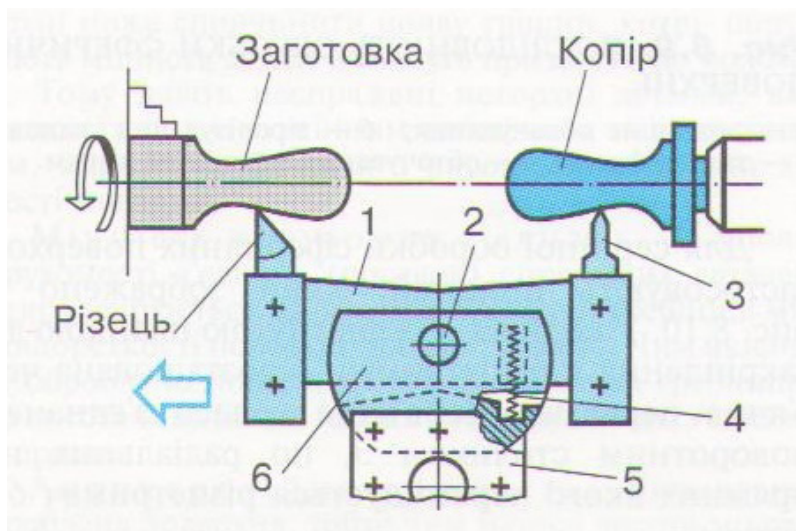


Рис. 7.8. Пристрій Гургаля для обточування фасонних поверхонь:

1 – важіль; 2 – палець; 3 – щуп; 4 – пружина;
5 – ріцетримач; 6 – корпус

У пінолі задньої бабки встановлюють копір, а корпус пристрою закріплюють у ріцетримачі. На вісь корпусу насаджують вільне рівноплече коромисла, яке підтискається до копіра пружиною.

На одному з кінців коромисла закріплений різець, а на іншому щуп.

При включенні автоматичної поздовжньої подачі щуп рухається по копіру, а різець описує криву, задану цим копіром.

7.4. Обробка сферичних поверхонь

Зовнішні сферичні поверхні малих діаметрів (до 40 мм) обточують фасонними різцями.

На заготовці заздалегідь проточують поверхню, близьку до сферичної, звичайними різцями, а вже потім завершують фінішну обробку фасонними (рис. 7. 9).

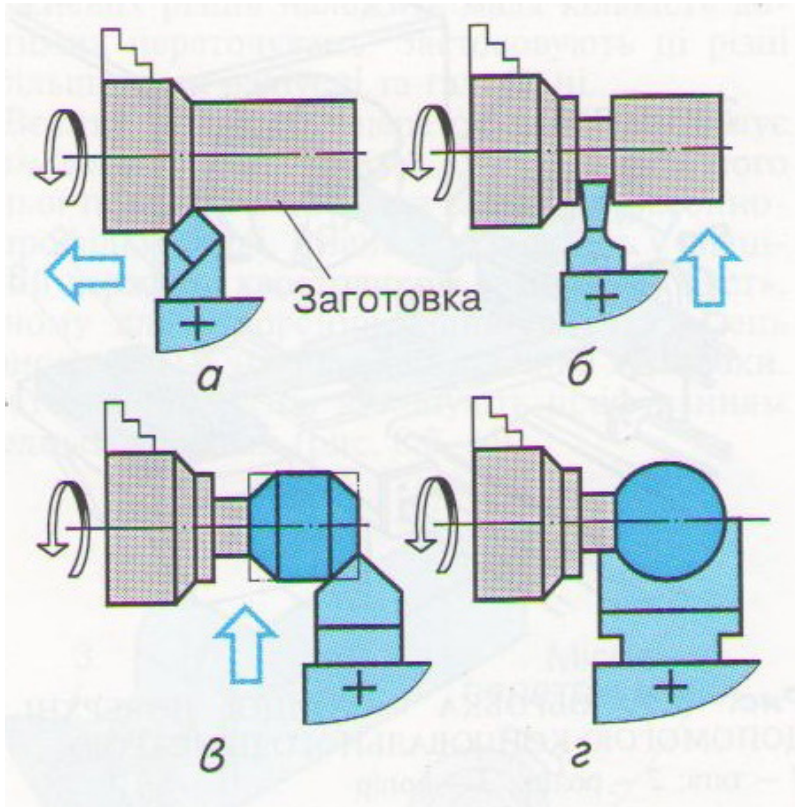


Рис. 7.9. Послідовність обробки сферичної поверхні:
а – зовнішнє обточування; б – прорізування канавки;
в – зняття фасок; г – обточування фасонним різцем

В умовах крупносерійного виробництва при обробці фасонних поверхонь застосовують пристрій, зображений на рис. 7.10.

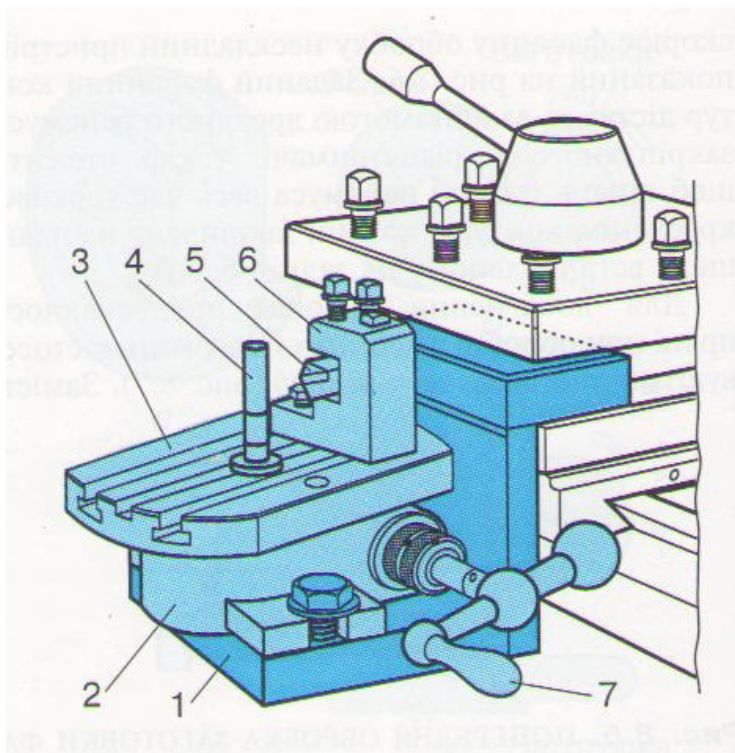


Рис. 7.10. Пристрій з поворотним столиком для обробки сферичних поверхонь:

- 1 – кутник; 2 – корпус поворотного столика;
3 – поворотний столик; 4 – установочний калібр; 5 – різець;
6 – різцетримач; 7 – рукоятка поворотного столика*

У корпусі 2 з відігнутою планкою для закріплення в різцетримачі 6 розташована черв'ячна передача. Черв'ячне колесо з'єднане з поворотним столиком 3, по радіальних напрямних якого переміщується різцетримач 6 з різцем.

При налагодженні вісь черв'ячного колеса розташовують під центром оброблювальної сферичної поверхні. Обертання черв'яка виконують вручну. Радіус оброблювальної сфери регулюють, переміщуючи різцетримач у радіальному напрямі гвинтом.

Цей спосіб обробки фасонних поверхонь забезпечує високу продуктивність праці.

Питання для перевірки знань

1. Які є види і конструкції фасонних різців?
2. Які поверхні прийнято називати фасонними?
3. Назвати високопродуктивні обробки фасонних поверхонь способи
4. Як здійснюється контроль якості фасонних поверхонь?
5. По яких поверхнях заточується фасонний різець?

НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ РІЗЦЯМИ

8.1. Налаштування токарно-гвинторізного верстата на нарізування різьби різцем

Для прикладу використовуємо найбільш популярний токарно-гвинторізний верстат 16К20.

Щоб підібрати правильний крок різьби Р, потрібно «зв'язати» обертання шпинделя токарно-гвинторізного верстата з обертанням ходового гвинта кінематичним ланцюгом таким чином, щоб за один оберт деталі зміщення супорта дорівнювало кроку різьби Р.

Сучасні токарно-гвинторізні верстати налагоджують на нарізання різьби з будь-яким кроком за допомогою постійних наборів змінних зубчастих коліс гітари та потрібних варіантів зчеплення шестерень коробки подач. На гітарі токарно-гвинторізного верстата 16К20 для нарізування метричної та дюймової різьби установлюють зубчасті колеса (рис. 8.1):

$$\frac{K}{L} \frac{L}{N} = \frac{40}{86} \frac{86}{64},$$

а для нарізування модульної різьби колеса:

$$\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \frac{86}{36}.$$

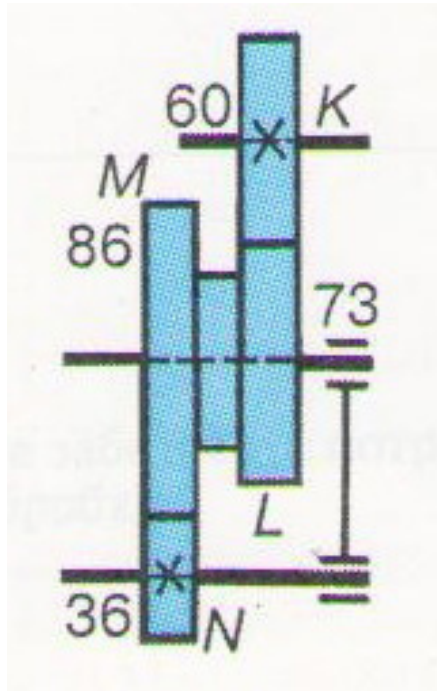


Рис. 8.1. Схема настроювання гітари верстата 16к20 на нарізання модульної різьби (ланцюг б)

Бажаний крок різьби встановлюють перемиканням відповідних механізмів коробки подач рукоятками, розміщеними на її передній стінці.

При нарізуванні різьб, крок яких не передбачений таблицею на передній бабці, верстат налагоджують підбором змінних зубчастих коліс за такими формулами:

для метричної різьби:

$$\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{5 P_H}{8 P_T},$$

де P_H – крок різьби, яку нарізують,

P_T – крок різьби за таблицею, найближчий до P_H ;

для дюймової різьби:

$$\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{5 \text{ пт}}{8 \text{ пн}},$$

де пт – табличне значення числа витків на 1", найближче до числа витків на 1" різьби, що нарізується;

для модульної різьби (рис. 8.1):

$$\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \frac{86 \text{ мт}}{36 \text{ пн}},$$

де мн – модуль різьби, що нарізується;

мт – табличне значення різьби, найближче до модуля різьби, яку нарізують. Значення стандартних кроків різьби і положень рукояток коробки подач подано в таблиці, яка прикріплена на передній стінці коробки подач. На внутрішньому боці кришки гітари є таблиця налагодження гітари.

8.2. Різці для нарізування різьби

Різьбу нарізають різбовими різцями зі швидкорізальної сталі та різцями з оснащеними твердосплавними пластинками (рис. 8.2). Кут профілю різьби повинен відповідати куту профілю різця, а саме: 60° – для метричної різьби, 55° – для дюймової різьби, 30° – для трапецоїдної, 40° – для модульної.

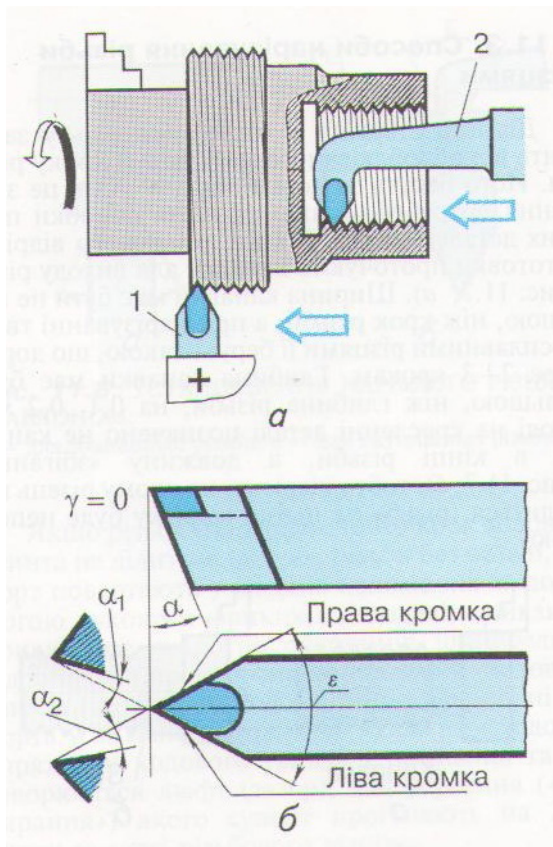


Рис. 8.2. Нарізні різці:

a – різці в роботі (1 – зовнішній різець; 2 – внутрішній);
б – геометрія твердосплавного нарізного різця

При нарізуванні різьби різцем відбувається незначне «розби-вання» профілю різьби. У зв'язку з цим, при заточці різьбового різця його профіль трохи знижують:

- для різців з твердим сплавом на $20 \div 30$;
- для різців із швидкорізальної сталі $10 \div 20$.

Передній кут γ для чистових нарізних різців дорівнює 00 , для горнових $\gamma = 5 \div 10^\circ$. Задній кут на бічних кромках має становити $3 \div 5^\circ$, що автоматично задає задній кут при вершині різця $12 \div 15^\circ$.

Щоб при нарізуванні різьби з великим кроком задні поверхні головки різця не терлися об стінки різьбових канавок, при заточуванні задній кут різця з того боку, куди спрямована подача супорта, роблять більшим, аніж кут підйому різьби (рис. 8.3, а).

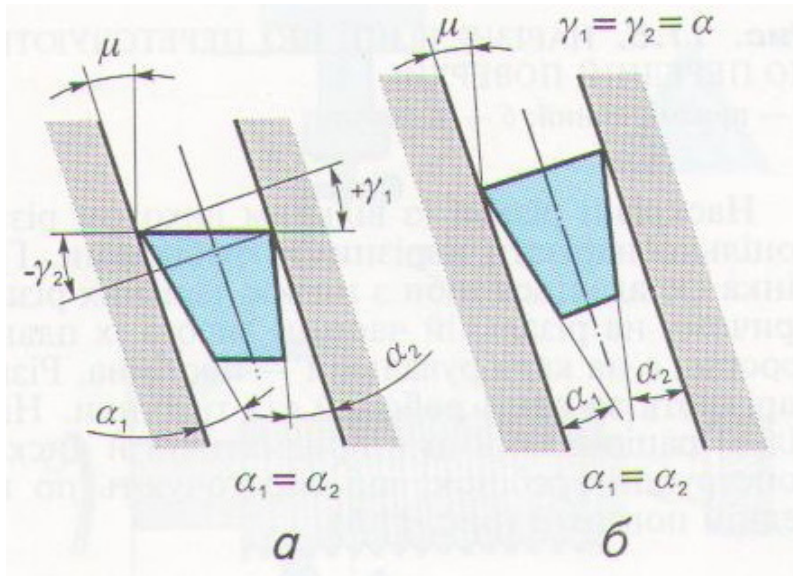


Рис. 8.3. Схема встановлення нарізного різця:

а – без повороту; б – з поворотом

При такій заточці фактичні передні кути правого та лівого робочих клинів різця будуть різними: у правого клина (для правої різби) передній кут набуває від'ємного значення, що погіршує умови роботи (виникає вібрація, знижується клас чистоти поверхні).

Для усунення цих недоліків можна повернути різець на кут підйому витків (рис. 8.3, б). У цьому випадку передні кути обох клинів будуть однаковими. Таку можливість надає спеціальна оправка з поворотною головкою (рис. 8.4).

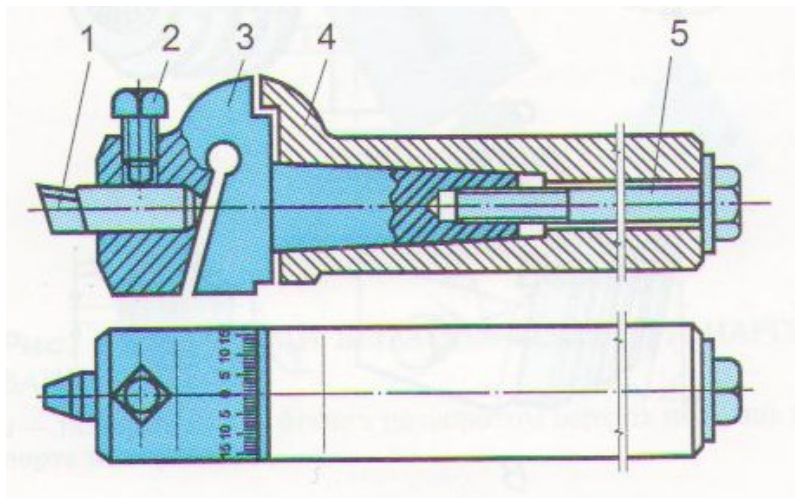


Рис. 8.4. Державка з поворотною головкою для нарізного різця:

- 1 – різець; 2 – гвинт; 3 – поворотна головка; 4 – корпус;
5 – затискний гвинт

З метою економії інструментальної сталі, зменшення процесу переточування інструменту та скорочення часу на його заміну застосовують призматичні (рис. 8.5, а), і дискові (рис. 8.5, б) нарізні різці, які переточуються виключно по передній поверхні.

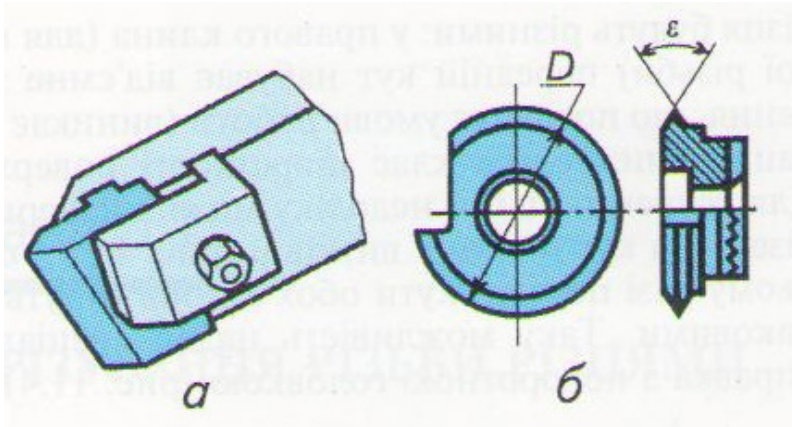


Рис. 8.5. Нарізні різці, що переточуються по передній поверхні:
а – призматичний; б – дисковий

Наскрізні різьби доцільно нарізати нарізними гребінками. Гребінка складається з низки нарізних різців. Різьбу нарізають за один робочий хід гребінки. Найбільш раціональними є призматичні і дискові конструкції гребінок, які переточують по передній поверхні (рис. 8.6).

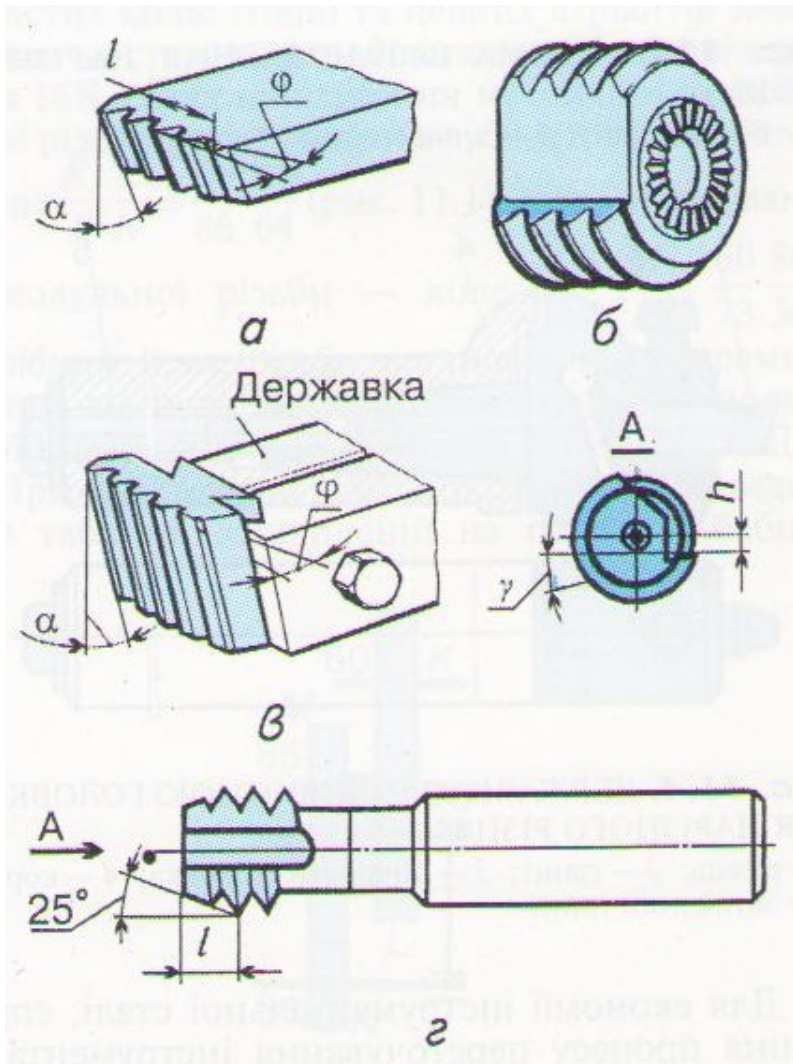


Рис. 8.6. Нарізні гребінки:

- a* – стержнева; *б* – кругла для зовнішньої різьби;
в – призматична; *з* – кругла для внутрішньої різьби;
l – різальна частина гребінки

8.3. Способи нарізування різьби різцями

Надзвичайно важливим моментом є вибір стержня і отвору під ту чи іншу різьбу, який залежить від оброблювального матеріалу і кроку різьби. Його можна підібрати за довідником, але це значення потребує уточнення після обробки першої деталі. В кінці різьби обов'язково виточують канавку для виходу різця (рис. 8.7, а). Ширина канавки має бути не меншою, ніж крок різьби. Чим ширша канавка, тим кращі умови для виходу різця. Глибина канавки має бути більшою від внутрішнього діаметра різьби на $0,1 \div 0,2$ мм. Іноді на кресленіку позначають не канавку в кінці різьби, а довжину «збігання» (рис 8.7, б). Нарізний різець потрібно встановлювати суто по центру заготовки. Якщо різець буде нижче центра, буде спотворення різьби, а вище центра – буде затирання різця по задній поверхні.

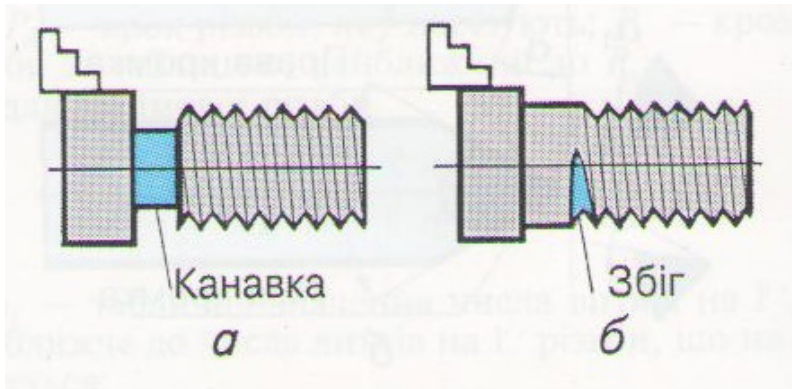


Рис. 8.7. Оформлення виходу різьби:

а – канавка; б – збіг різьби

Щоб отримати правильний профіль різьби, використовують спеціальний шаблон, який прикладають до заготовки (деталі) на рівні осі, різець вводять у профільний виріз, перевіряючи правильне положення різальних кромek «на просвіт», потім різець закріплюють, а шаблон забирають (рис. 8.8).

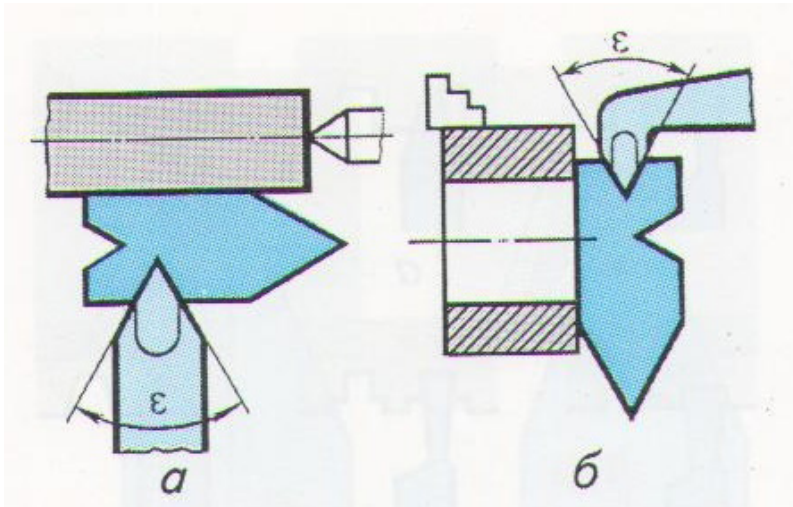


Рис. 8.8. Установлення нарізного різця за шаблоном:
a – для зовнішньої різьби; *б* – для внутрішньої різьби

Різьбу нарізують за кілька робочих ходів, поступово видаляючи зайвий шар металу; різець виводять із канавки після кожного ходу, а супорт повертають у вихідне положення. Якщо крок ходового гвинта ділиться без остачі на крок різьби (різьба парна), то різець буде потрапляти у западину в будь-якому положенні супорта.

У разі, якщо різьба «непарна», тобто крок ходового гвинта не ділиться на крок різьби без остачі, супорт повертають у вихідне положення, вмикаючи прискорене зворотне обертання шпинделя, а відповідно ходового гвинта (зворотним ходом).

Кількість робочих ходів і глибина врізування залежить від кроку різьби і матеріалу, на якому нарізується різьба.

Якщо різець виготовлений із швидкорізальної сталі Р9, Р18, то кількість проходів буде більшою, у порівнянні з нарізуванням різьби різцем, оснащеним твердосплавною напайкою Т15К6, або Т30К4, оскільки твердий сплав має вищу стійкість до температур і спрацювання в процесі роботи.

Токар має помірно розподілити кількість ходів, а в останньому ході глибина різання повинна бути мінімальною в межах $0,1 \div 0,2$ мм.

Врізування перед кожним робочим ходом виконують за межами заготовки (рис. 8.9, а). При поперечному врізуванні в нарізальну різьбу йде велике навантаження на 2 кромки різця, і за таких обставин може виникнути вібрація, особливо при великій глибині різання. Щоб уникнути цього небажаного явища, різьбу великого кроку (більша 2 мм) нарізують не поперечним, а бічним урізуванням різця. В цьому випадку на різці задіяна тільки одна різальна кромка (рис. 8.9, б). Це полегшує процес різання та підвищує якість різьби.

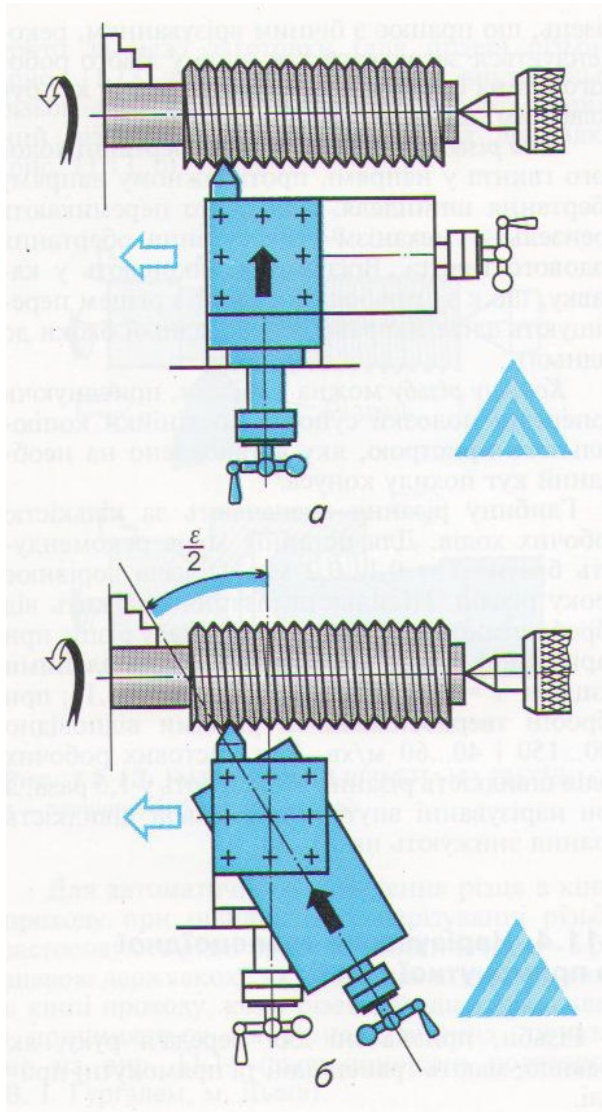


Рис. 8.9. Схеми врізання різця при нарізуванні різьби:

a – поперечне;

б – бічне з розворотом верхніх полозків супорта під кутом

Щоб скористатися бічним врізанням, потрібно верхню частину супорта (салазки) розвернути під кутом $\varepsilon/2$ (для метричної різьби $\varepsilon/2=30^\circ$) по відношенню до нормального положення і врізування виконувати за допомогою верхніх полозків супорта.

Нарізний різець, який працює з бічним врізуванням, рекомендують заточувати таким чином, щоб у лівого робочого клина (для правої різьби) передній кут був додатним. Це полегшує процес різання.

Конічну різьбу нарізають, приєднавши поперечні полозки супорта до лінійки копіювального пристрою, яку встановлюють на необхідний кут нахилу конуса.

Глибину різання визначають за кількістю робочих ходів. Для чистового ходу рекомендується глибина різання в межах $0,1 \div 0,2$ мм.

Подача, як завжди при нарізуванні різьби різцем, дорівнює кроку різьби.

Швидкість різання залежить від оброблювального матеріалу і матеріалу різця. При нарізуванні різьби по сталі різцями зі швидкорізальної сталі $V=20 \div 35$ м/хв., по чавуну – $10 \div 15$ м/хв. При обробці різцями з напайками твердого сплаву швидкість різання збільшується: для сталі – $100 \div 150$ м/хв., для чавуну – $40 \div 60$ м/хв. При виконанні чистових проходів швидкість різання можна збільшити приблизно у 1,5 раза, оскільки знімається мінімальний шар припуску.

При нарізуванні внутрішньої різьби швидкість різання зменшують на $20 \div 30$ %.

8.4. Нарізування трапецоїдної та прямокутної різьб

Трапецоїдна та прямокутна різьби передбачені для передачі руху в механізмах.

Профіль трапецоїдної різьби відображає вигляд рівнобедреної трапеції з кутом між сторонами 30° .

Профіль прямокутної різьби відображає прямокутник, де глибина канавки дорівнює половині кроку.

Трапецоїдні, упорні і прямокутні різьби (рис. 8.10) з кроком до 3 мм нарізують різцями відповідного профілю за кілька робочих ходів, аналогічно до трикутних різьб.

Трапецоїдні різьби нарізують у три прийоми: спочатку нарізують широким прорізним різцем на глибину $0,25 h$ (h – висота профілю), далі – вузьким на повну глибину профілю і чистовим проходом завершується нарізування різьби (рис. 8.10, б).

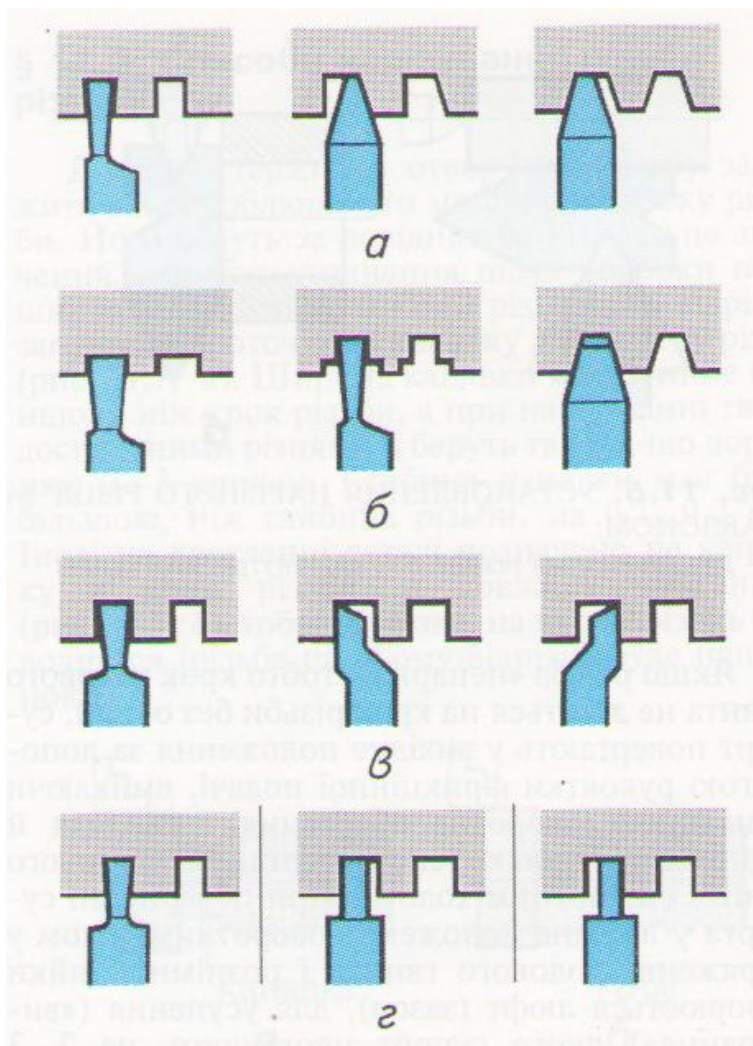


Рис. 8.10. Нарізування різьби для передачі руху:

- а* – трапецієдної двома різцями;
- б* – трапецієдної трьома різцями;
- в* – прямокутної трьома різцями;
- г* – прямокутної двома різцями

Врізування здійснюється під кутом $\varepsilon/2$ (рис. 8.11, а).

Практикують також поєднання поперечного та бічного врізувань (рис. 8.11, б). Прямокутну різьбу нарізують двома прорізними різцями, чорновим і чистовим (рис. 8.10, з).

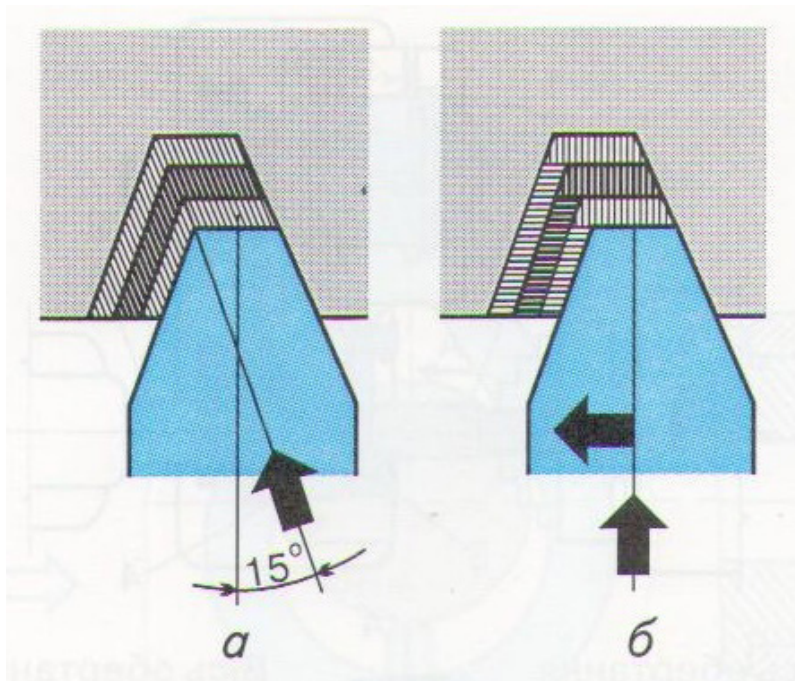


Рис. 8.11. Схеми врізання різця при нарізуванні трапецієїдної різьби:

а – бічне врізання; б – комбіноване

При нарізуванні крупної прямокутної різьби спочатку застосовують прорізний різець, а потім праву і ліву сторони витків обробляють начисто (окремо).

Контроль профілів і кутів трапецієїдної і прямокутної різьб здійснюють за допомогою шаблонів (рис. 8.12).

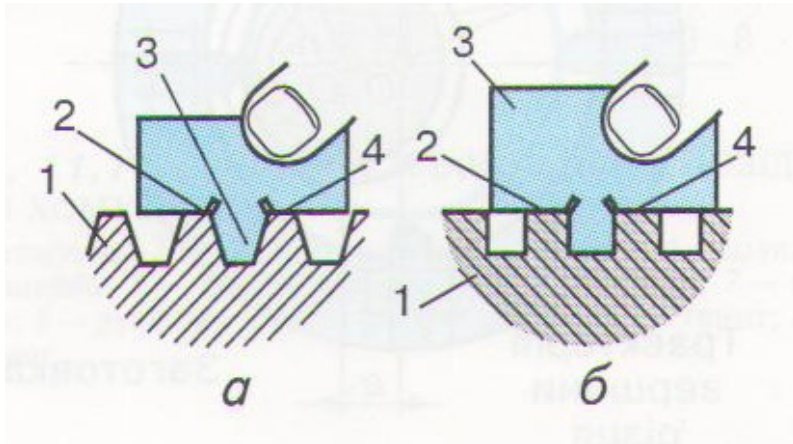


Рис. 8.12. Контроль трапецієдної (а) та прямокутної (б) різьби за допомогою шаблонів:

1 – гвинт; 2, 4 – зовнішня поверхня різьби; 3 – шаблон

8.5. Нарізування багатозахідної різьби

При нарізуванні багатозахідної різьби, верстат налагоджують не на крок різьби, а на хід $H=Kp$, де K – кількість заходів різьби. Якщо різьба двозахідна з кроком у 2 мм, то верстат налагоджують на крок 4 мм (хід $H=2 \cdot 2=4$ мм). Після нарізування першої канавки виконують поділ, тобто повертають заготовку на кут $180^\circ: K$ (для нашого прикладу $K=2$). Отже, поворот потрібно здійснити на 180° (при роз'єднанні зв'язку між шпинделем токарного верстата і ходовим гвинтом).

Токарний верстат 16К20 оснащений на передньому кінці шпинделя спеціальним ділильним кільцем з 360 поділками. Шпиндель від'єднують від кінематичного ланцюга подач ходового гвинта. Ділільне кільце повертають вручну на число рисок, яке відповідає числу заходів нарізувальної різьби (при двох заходах – 30 рисок, при трьох 20 рисок тощо.). Після поділу шпиндель знову приєднують до кінематичного ланцюга.

Якщо токарний верстат не обладнаний ділильним кільцем, тоді використовують спеціальні ділильні пристрої (рис. 8.13).

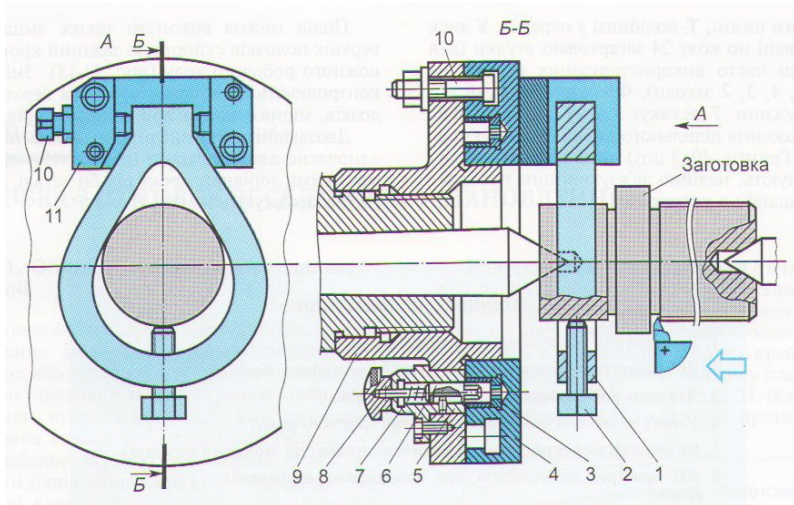


Рис. 8.13. Ділильна планшайба з повідковим хомутиком:

1 – хомутик; 2 – гвинт хомутика; 3 – втулка; 4 – ділильна планшайба; 5 – корпус фіксатора; 6 – фіксатор; 7 – пружина; 8 – рукоятка фіксатора; 9 – корпус; 10 – гвинт; 11 – поводок

Корпус 9 насаджується на шпindel. На корпусі розміщено ділильний диск з кільцевим пазом Т-подібним у перерізі. У диск по колу запресовані 24 загартовані втулки. Фіксатор 6, який під дією пружини 7 заскакує в одну із втулок, фіксує положення ділильного диска відносно корпусу 9. Гвинти 10 (3 шт.) після кожного ділення заточують, надійно зв'язуючи цим поводок 11 планшайби з корпусом.

Поділ також можна виконати за рахунок зміщення верхніх полозків супорта на заданий крок після кожного робочого ходу (рис. 8.14). Зміщення потрібно контролювати за допомогою лімба верхніх полозків або індикаторів.

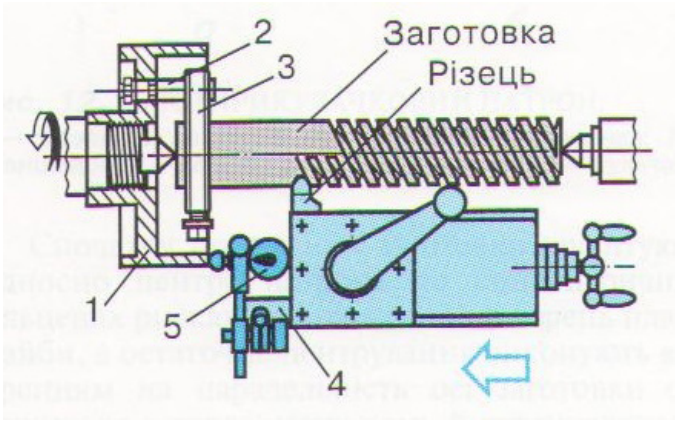


Рис. 8.14. Нарізування багатовихідної різьби способом зміщення різця:

- 1 – пласшайба; 2 – повідковий палець; 3 – хомутик;
4 – держак індикатора; 5 – індикатор

Двозахідні наскрізні різьби можна нарізати одночасно двома різцями (рис. 8.15), відстань між якими дорівнює кроку різьби деталі, а верстат налагоджують на хід $H = 2P$.

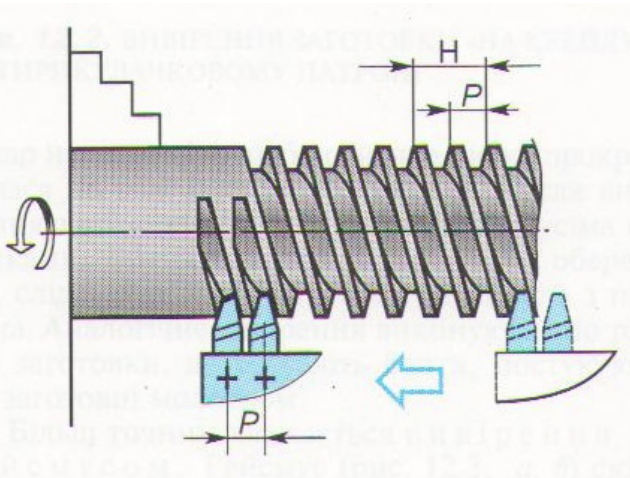


Рис. 8.15. Схема нарізування двозахідної різьби двома різцями

Питання для перевірки знань

1. Які специфічні особливості при нарізуванні трапецоїдної та прямокутної різьби?
2. Пояснити методика ділення заготовки при прорізуванні багатозахідної різьби.
3. Як здійснюється заточування різця для нарізування трапецоїдної та прямокутної різьби?
4. Як підібрати режим різання при нарізуванні різьби різцем при використанні різців з швидкорізальної сталі та різців з пластинками твердого сплаву?
5. Як контролюється якість різьби, яка нарізується різцем?

РОЗДІЛ 9
**ОБРОБКА ЗАГОТОВОК ЗІ СКЛАДНИМ
УСТАНОВЛЕННЯМ**

9.1. Обробка валів за допомогою люнетів

Вали характеризуються жорсткістю. Це означає, що вони можуть протистояти силам, що викликають деформацію.

При співвідношенні $l/d \geq 8$ деталь типу «вал» вважається нежорсткою.

Якщо вал довгий, то він нежорсткий і він легко відтискується різцем під час обточування, особливо, коли змінюється великий шар металу. В результаті вібрації можуть неконтрольовано змінюватися розміри, утворюватися бочкоподібність, більше того, вал може вирватися з центрів.

У зв'язку з цим, нежорсткі вали обробляють у центрах з додатковою третьою точкою підтримки, яка називається – люнетом.

Люнети можуть бути нерухомі, які закріплюються на станині токарного верстата, і рухомі, які закріплюються на каретці супорта і переміщуються разом з ним (рис. 9.1, а, б).

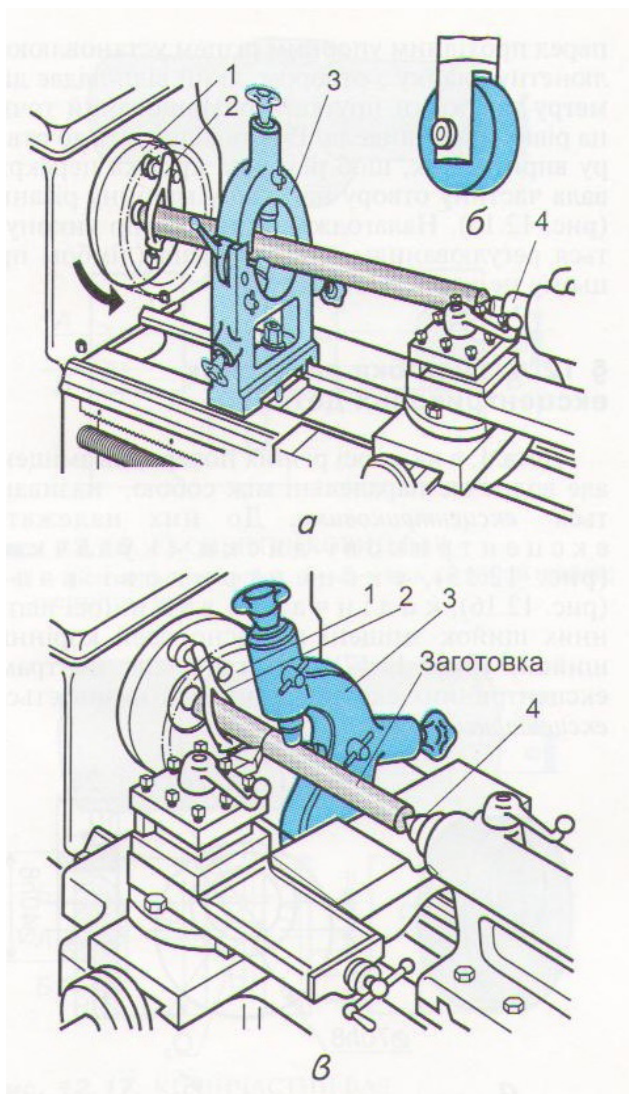


Рис. 9.1. Обработка нежестких валів, закріплених у центрах та в нерухомому (а) і рухомому (в) люнетах (б – роликовий кулачок):

1 – планшайба; 2 – хомутик; 3 – люнет; 4 – задній центр

Люнети оснащені бронзовими кулачками, які притискають у процесі різання.

Кулачки потрібно періодично змащувати і в процесі роботи надмірно не затискувати на валу. Якщо кулачки спрацювалися, їх потрібно замінити.

При обточуванні нежорстких валів твердосплавними різцями і на великих швидкостях різання люнети оснащують роликівими кулачками (рис. 9.1, б).

Закріплювати деталі типу вал можна одним кінцем у патроні, а другим у нерухомому люнеті, і це надає можливість підрізати торець і обробляти осьовий отвір (рис. 9.2).

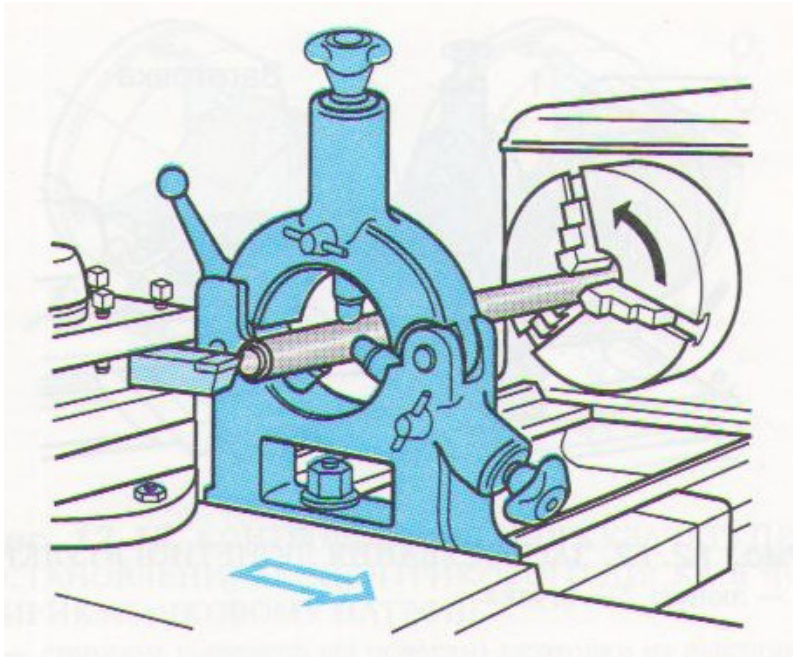


Рис. 9.2. Підрізання торця вала, закріпленого в патроні та люнеті

Послідовність обробки вала, закріпленого в центрах і нерухомому люнеті, показано на *рис. 9.3*. Вал установлюють у центрах, а в середній його частині проточують шийку під люнет. На напрямній станині закріплюють нерухомий люнет і його кулачками обхоплюють заздалегідь проточену шийку заготовки.

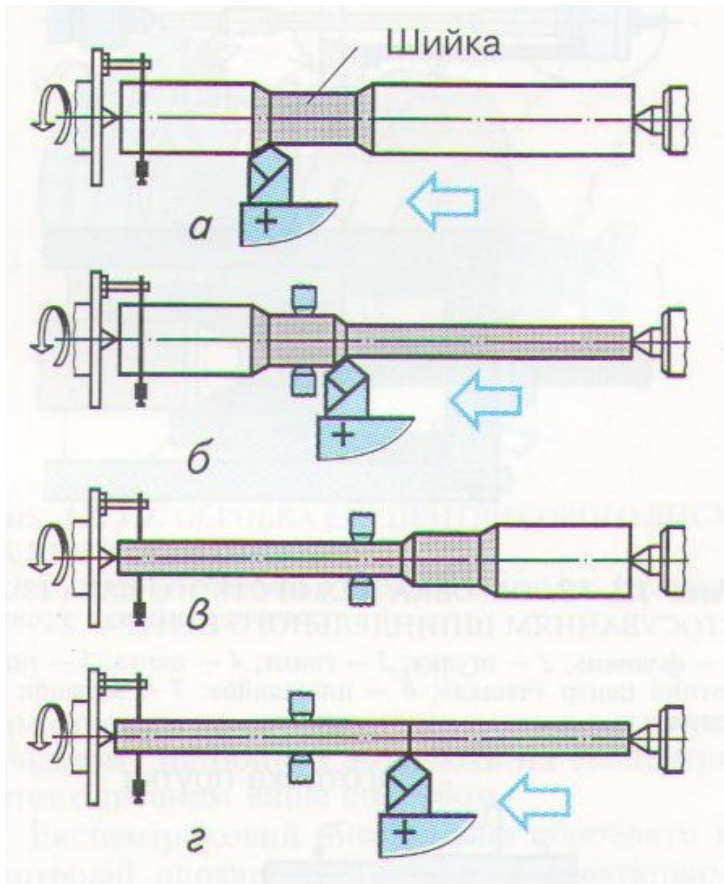


Рис. 9.3. Технологічна схема обробки нежорсткого вала:

- а* – обточування шийки під люнет;
- б* – обточування першого кінця;
- в* – закріплення люнета на обробленому кінці;
- г* – обробка другого кінця

Після встановлення люнета заготовку обточують від задньої бабки до люнета. Потім вал переустановлюють, попередньо перевернувши його, знову закріплюють у центрах і люнеті, а потім обточують другий кінець. Чистову обробку довгих валів доцільно обробляти за допомогою рухомого люнета.

Якщо проточування шийки під люнет з якихось причин не можливе, то на заготовку надягають і закріплюють гвинтами люнетну втулку з гладенькою зовнішньою поверхнею (рис. 9.4). Заготовку встановлюють у центрах, а кулачками люнета обхоплюють втулку. Положення втулки на заготовці вивіряють за допомогою індикатора.

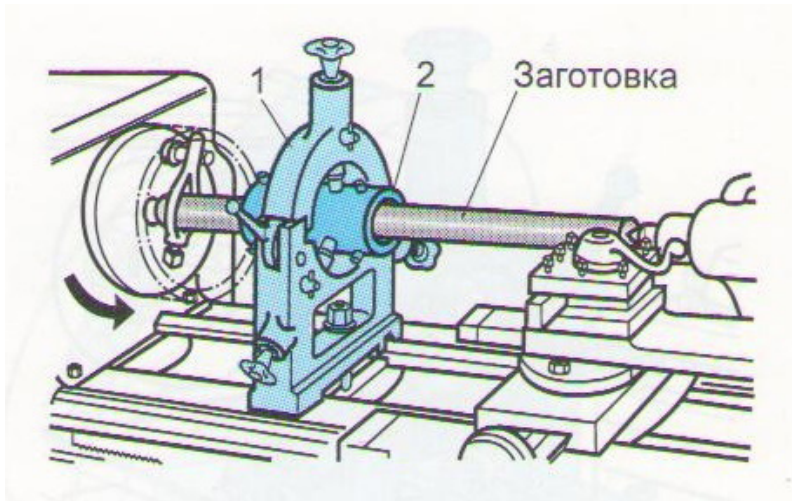


Рис. 9.4. Застосування люнетної втулки:

1 – люнет; 2 – втулка

9.2. Обробка ексцентрикових деталей та заготовок

Деталі, у яких осі різних поверхонь зміщені, але водночас паралельні між собою, називають *ексцентриковими*. Це можуть бути ексцентрикові диски (рис. 9.5), ексцентрикові вали (рис. 9.6), колінчасті вали (осі шатунних шийок зміщені відносно осей корінних шийок (рис. 9.7).

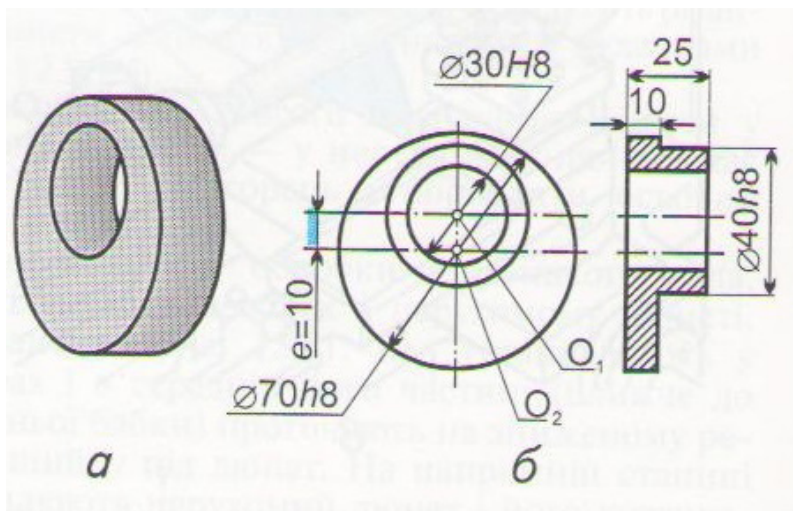


Рис. 9.5. Ексцентрикові диски:

a – без маточини; *б* – з маточиною;
 O_1 – центр зміщеного отвору; O_2 – центр диска;
e – ексцентриситет

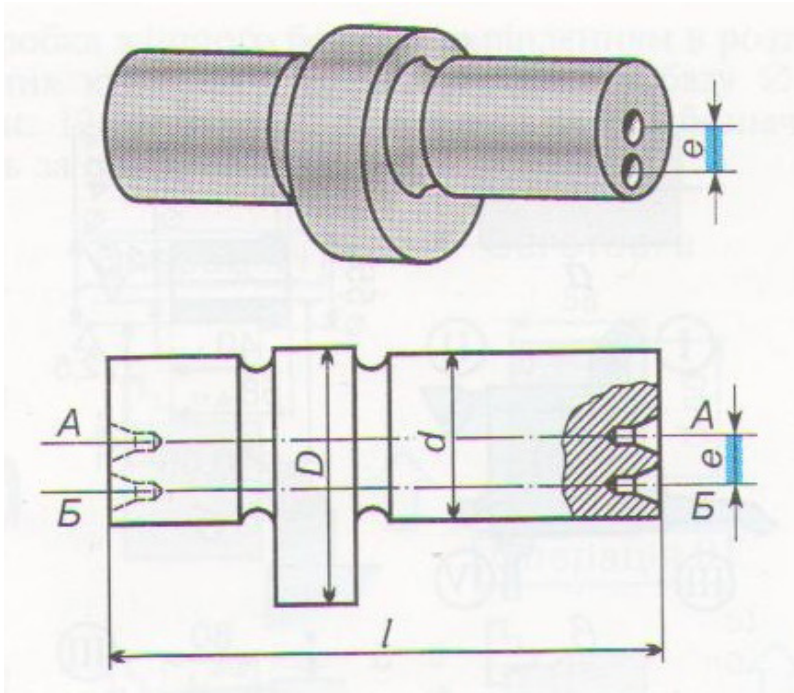


Рис. 9.6. Ексцентриковий вал:

A-A – вісь корінних шийок; *B-B* – вісь шатунної шийки;
e – ексцентриситет

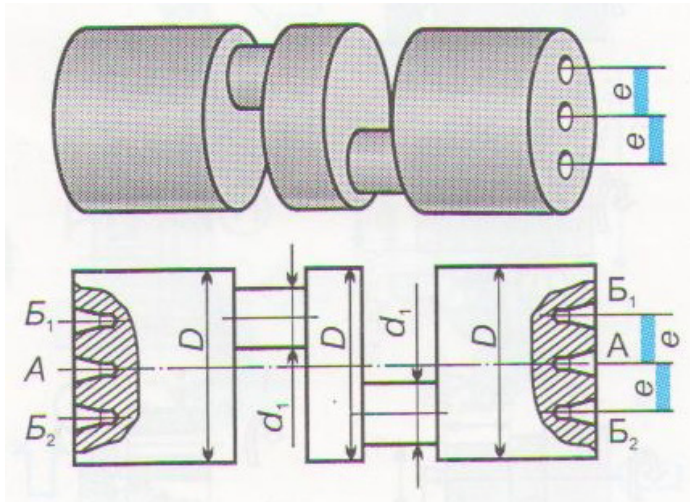


Рис. 9.7. Колінчастий вал:

A, B – центрові отвори; e – ексцентриситет

Відстань між центрами ексцентричних елементів деталей називається *ексцентриситетом*.

Перш ніж розпочати обробку ексцентрикової деталі, потрібно розробити технологічний маршрут. Наприклад: типовий технологічний маршрут обробки ексцентрикового кулачка.

Операція 1 – обточування основної зовнішньої циліндричної поверхні; *операція 2* – свердління і розточування зміщеного отвору. Для виконання операції 2 заготовку деталі закріплюють у чотирикулачковому патроні і центрують по зовнішній поверхні за допомогою рейсмуса. Далі зміщують заготовку на величину ексцентриситету. Для цього патрон прокручують до горизонтального розташування однієї пари кулачків, а до заготовки підводять металевий стержень, закріплений у різцетримачі. На лімбі поперечних полозків супорта відмічають поділку, яка відповідає стиканню стержня та заготовки, і рукояткою поперечних полозків відводять стержень «на себе», на величину ексцентриситету, контролюючи її за лімбом (рис. 9.8).

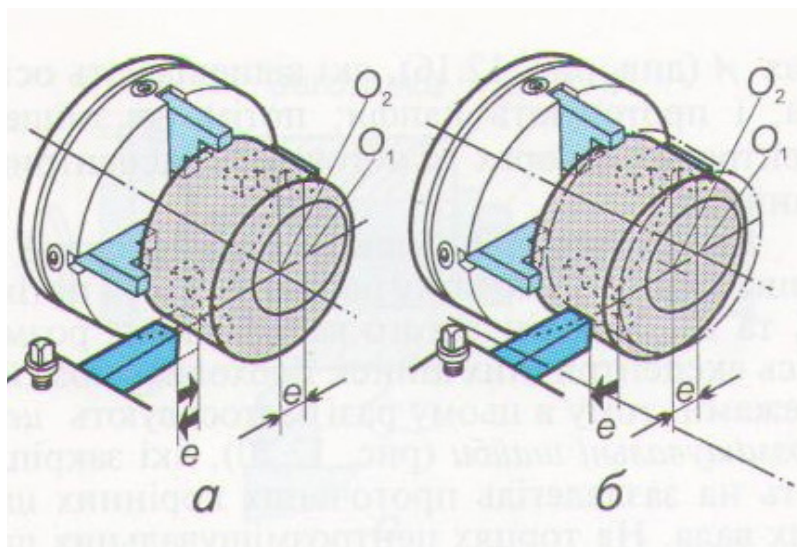


Рис. 9.8. Контроль зміщення кулачків при установленні ексцентрикового диска в чотирикулачковому патроні:

а – стержень відведено від поверхні заготовки на відстань e (контроль за лімбом); б – заготовку зміщено в кулачках патрона до торкання зі стержнем і затиснуто; O_1 – центр зміщеного отвору; O_2 – центр диска; e – ексцентриситет

Після цього кулачки суміщують до стикання заготовки зі стержнем і надійно закріплюють заготовку. Точніший контроль суміщення кулачків при обробці ексцентриків виконують за допомогою індикатора, закріпленого у різцетримачі.

Короткі ексцентрикові вали обробляють у чотирикулачковому патроні з координатним зміщенням на ексцентриситет. Довгі ексцентрикові вали обробляють у центрах. Центрові на торцях валів попередньо насвердлюють на свердильному верстаті по розмітці або по контуру.

Спочатку вал встановлюють на центрових отворах *A* (рис. 9.6), які відповідають осі вала, а потім проточують цапфи; далі на зміщених центрових отворах *B* обточують ексцентрикові шийки.

Ідентично обробляють і колінчастий вал (рис. 9.7) – спочатку на центрах *A*, а вже потім *B1* та *B2*. У колінчастих валів великих розмірів вісь ексцентричних шийок проходить поза його межами, тому в цьому випадку застосовують центрозміщувальні шайби (рис. 9.9), які закріплюються на проточених корінних шийках вала. При обробці ексцентричних шийок заготовку встановлюють у центрах на зміщених центрових отворах шайб.

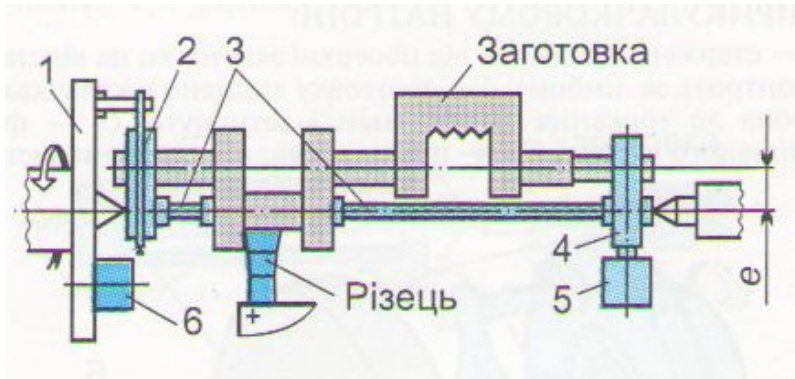


Рис. 9.9. Обробка колінчастого вала із застосуванням центрозміщувальних шайб:

- 1 – планшайба; 2, 4 – центрозміщувальні шайби; 3 – розпірки;
5, 6 – противаги; e – ексцентриситет

9.3. Обробка втулок

Втулки характеризуються відповідними вимогами до концентричності зовнішньої та внутрішньої поверхонь.

Розглянемо технологічний процес виготовлення втулки з буртиком з пруткової заготовки в умовах одиночного виробництва (рис. 9.10). Обробку виконують за одну операцію.

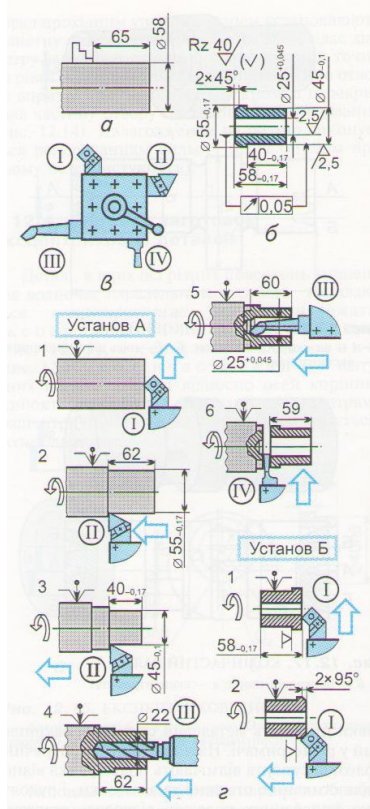


Рис. 9.10. Технологічний процес виготовлення втулки з прокату:

- 1–6 – переходи; I–IV – різці; а – заготовка-пруток;
- б – деталь «втулка»; в – налагодження різцетримача;
- г – технологічний процес

В установці *A* заготовку обробляють з боку меншого діаметра $\varnothing 45$, свердління і розточування отвору $\varnothing 25$. Допустимі радіальні биття 0,05 мм забезпечуються обробкою зовнішньої поверхні і отвору від однієї бази.

В установці *B* заготовку закріплюють за обточену поверхню з діаметром $\varnothing 45$ і підрізають торець з боку буртика.

В умовах серійного виробництва таку втулку доцільно виготовляти поопераційно зі штучних відрізаних з прутка заготовок.

Обробка на 2 операції:

I. Обробка з одного боку зі свердлінням отвору;

II. Обробка з протилежного боку із закріпленням у розточених кулачках патрона за чистову базу $\varnothing 45$ (рис. 9.11). Лінійні розміри 55 та 40 забезпечують за допомогою упору.

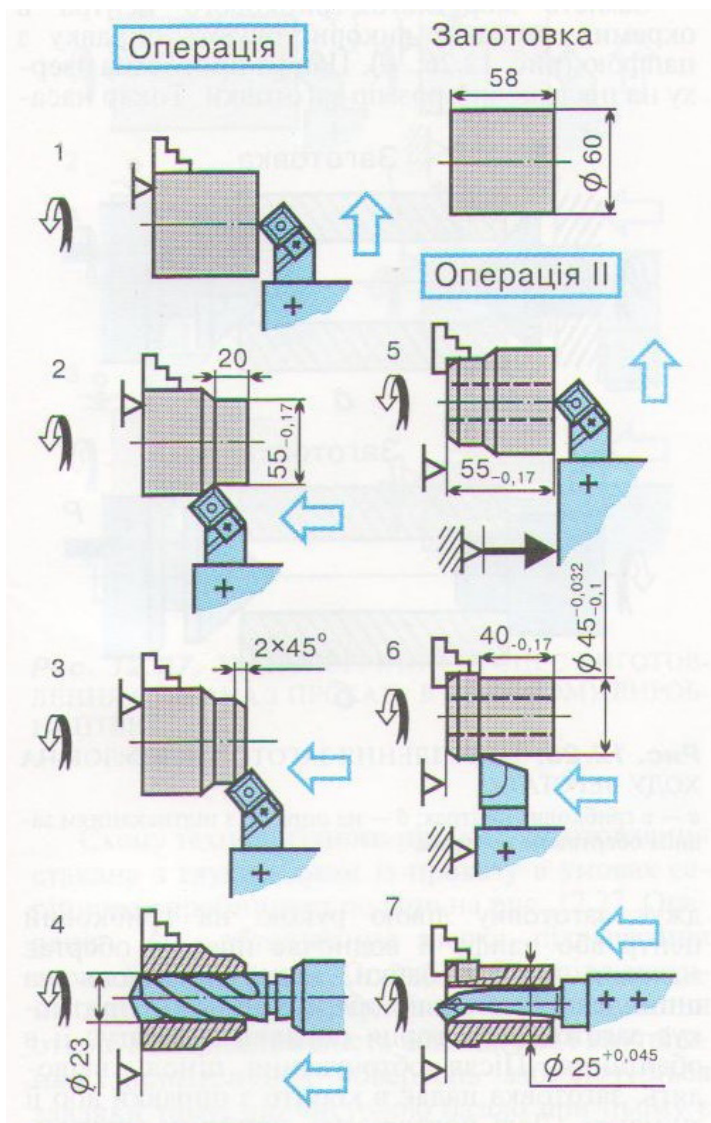


Рис. 9.11. Технологічний процес виготовлення втулки зі штучних заготовок за дві операції:

1-7 – переходи

При серійному виготовленні ефективна обробка втулок з базуванням по отвору на оправці. Обробка забезпечує точне центрування втулки по отвору, швидке і надійне її закріплення (рис. 9.12). Повідком слугує планка з квадратним віконцем, у яке входить квадратний хвостовик оправки.

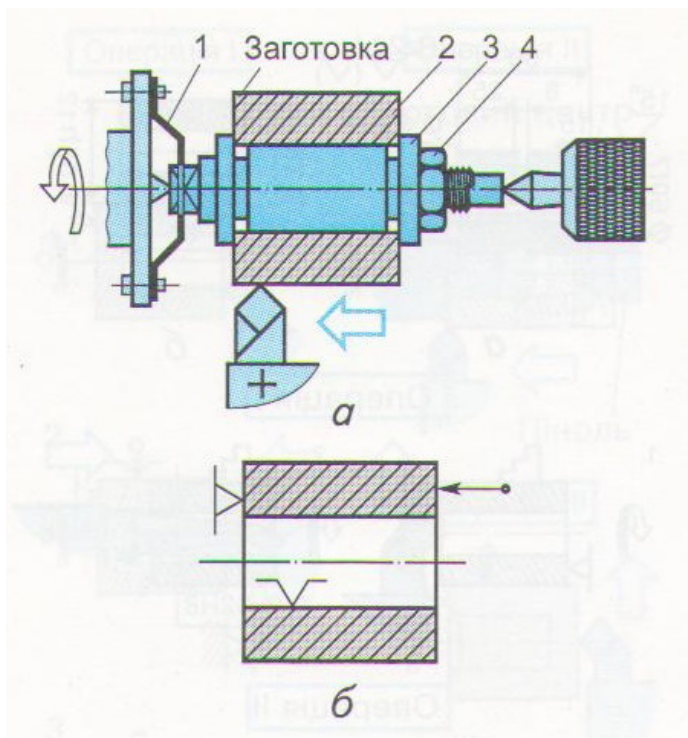


Рис. 9.12. Закріплення заготовки втулки на циліндричній оправці (а) та умовне позначення (б):

1 – повідок; 2 – оправка; 3 – шайба

Можна також використовувати цангові розтискні оправки (рис. 9.13). Оброблювальна втулка закріплюється сталевю загартованою цангою (втулкою з прорізами), підтиснутою гайкою на конус корпусу.

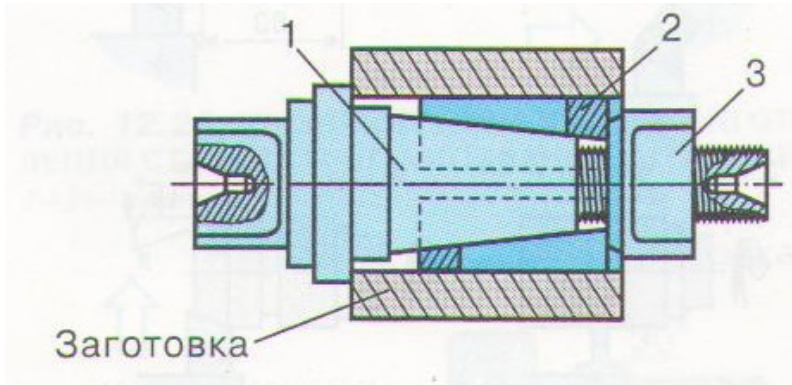


Рис. 9.13. Цангова розтискна оправка:
1 – корпус; 2 – цанга; 3 – натискна гайка

Технологічний процес виготовлення втулки з канавкою із трубчастої заготовки з використанням цангової оправки відображено на рис. 9.14. При виконанні операції I при базуванні по зовнішній поверхні $\varnothing 65$ підрізають торець і обробляють отвір $\varnothing 38$ Н8 на розтискній цанговій оправці і обробляють за чотири переходи: обточування зовнішньої поверхні $\varnothing 60$ f7, підрізування другого торця за розміром 80 мм, виточування канавки завширшки 8 мм і обробка конуса завширшки 15 мм під кутом 15° .

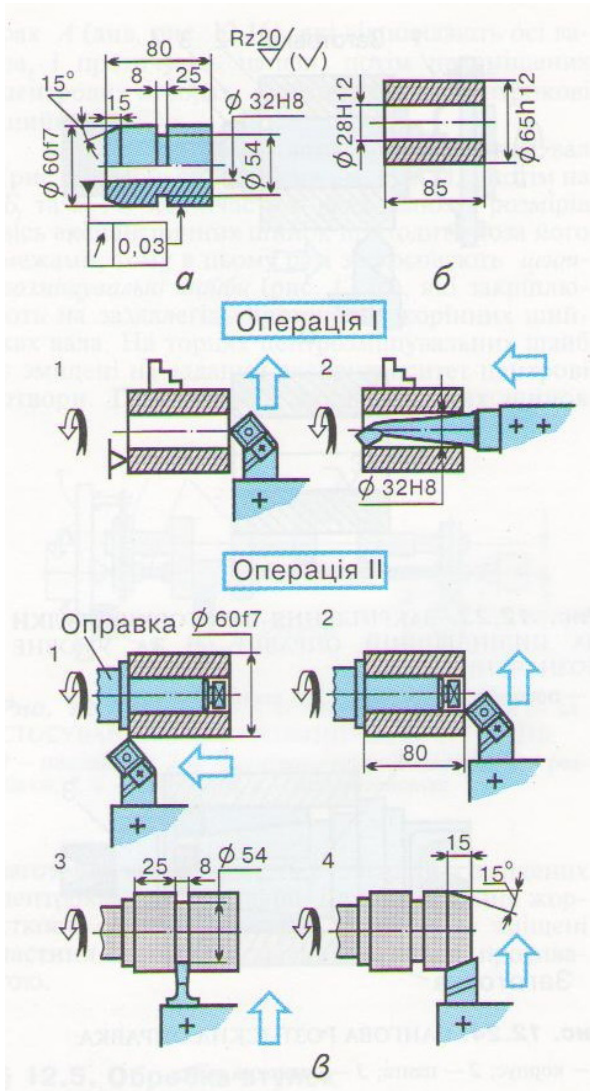


Рис. 9.14. Технологічний процес виготовлення втулки з канавкою за дві операції:

а – креслення втулки; б – заготовка;
в – технологічний процес (1–4 – переходи)

Установлення на оправці забезпечує дотримання вимоги концентричності отвору $\varnothing 30 H8$ і зовнішньої поверхні $\varnothing 60 f7$ (допустиме биття $0,03$ мм).

Заготовки втулок можна легко закріплювати на верстаті без вимикання шпинделя, застосовуючи так звані поводки тертя. Заготовку насаджують на грибоквий жорсткий центр з підтисканням грибоквим обертовим центром (рис. 9.15, а).

Інколи замість жорсткого грибоквого центра в окремих випадках використовують оправку з цангою (рис. 9.15, б). Цанга проточена зверху на посадковий розмір заготовки.

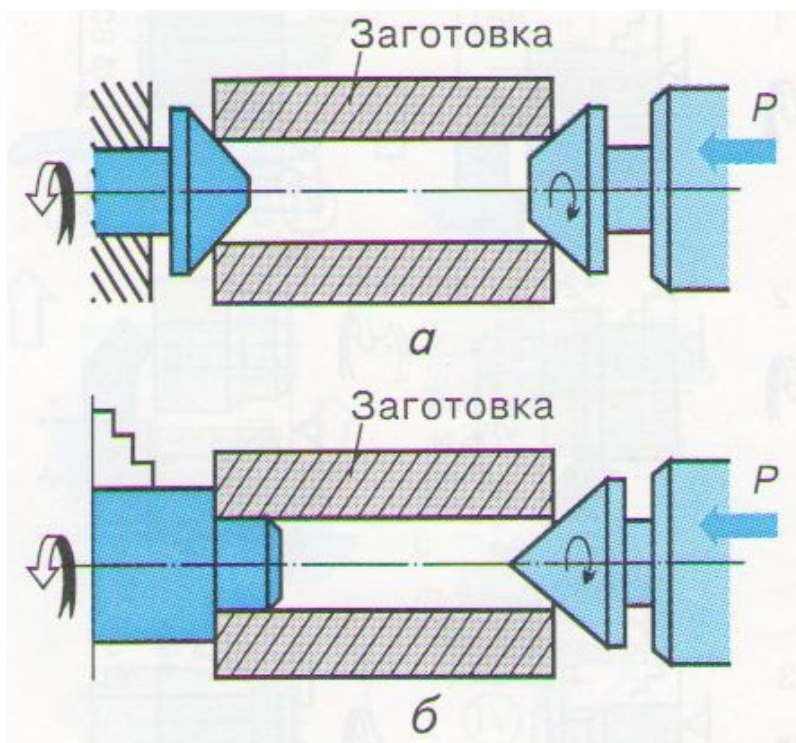


Рис. 9.15. Закріплення заготовок втулок на ходу верстата:

а – в грибоквих центрах;

б – на оправці з підтисканням заднім обертовим центром

Токар насаджує заготовку лівою рукою на грибоквий центр або цангу і водночас правою обертає маховик задньої бабки, подаючи піноль на шпindel. Грибоквий обертовий центр притискує заготовку до торця оправки і зтягує її в обертання. Далі, після обточування, піноль відводять, заготовка падає в корито з оправки або її знімають.

9.4. Обробка заготовок на планшайбі та за допомогою косинця

Заготовку складної конфігурації закріплюють безпосередньо на планшайбі чотирикулачкового патрона або на спеціальній планшайбі – чавунному диску 3 з Г-подібними радіальними пазами.

Способи кріплення заготовки на планшайбі:

– заготовка кріпиться болтами через пази планшайби, якщо в заготовці є отвори;

– прихватами з Г-подібною головкою (рис. 9.16, а);

– планками-прихватами (рис. 9.16, б);

При нагвинчуванні гайки на гвинт 7 один кінець планки 6 спирається на прикручену опору 5, а другий притискує заготовку до планшайби.

– планками через заготовку (рис. 9.16, в).

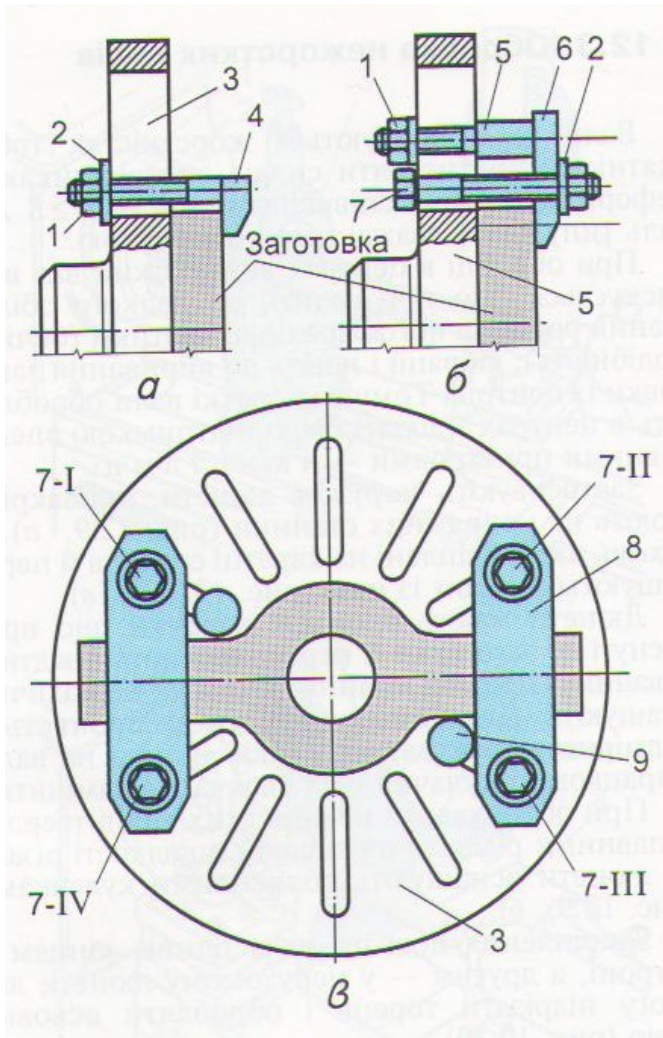


Рис. 9.16. Закріплення заготовки на планшайбі:

а – «костылями»; б – планками-прихватами; в – планками через заготовку; 1 – гайка; 2 – шайба; 3 – планшайба; 4 – «костиль»; 5 – опора; 6 – планка-прихват; 7 – гвинт; 8 – планка; 9 – упори

Після установки деталі на планшайбі спочатку затягують гайки попередньо (хрест-навхрест), а потім – остаточно. Після закріплення і обробки першої заготовки на планшайбі встановлюють упори 9, на яких фіксують положення наступних заготовок, що скорочує час на вивірення і закріплення.

Можливе поєднання кріплення заготовки кулачками і прихватами, кулачками і планками через заготовку, прихватами і планками (рис. 9.16, в).

Несиметричні заготовки деталей типу корпусів підшипників, кронштейнів, патрубків обробляють, закріплюючи їх на косинці (рис. 9.17). Косинці бувають литі або зварні. Їх пригвинчують болтами до планшайби, а заготовку закріплюють на косинці болтами через отвори на заготовці, «костилями» або прихватами.

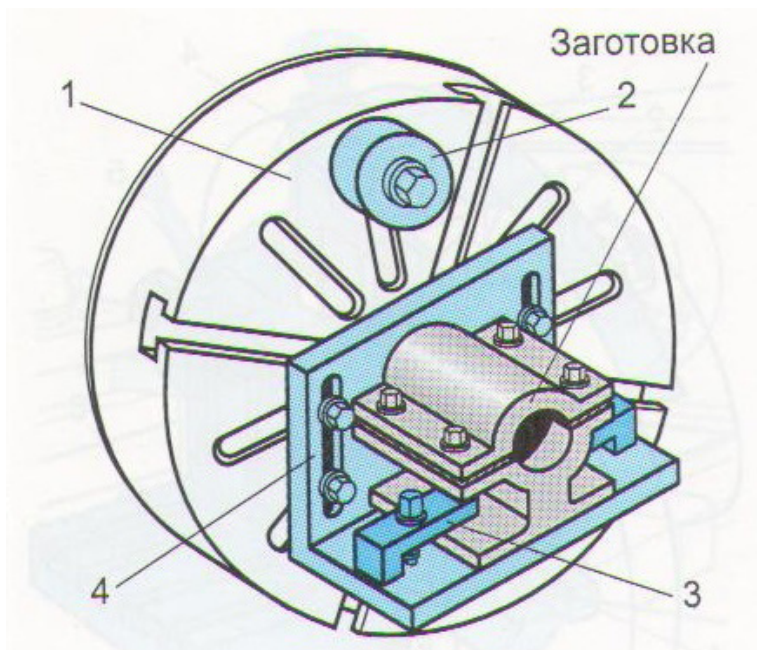


Рис. 9.17. Установлення заготовки на косинці:

1 – планшайба; 2 – противага; 3 – прихват; 4 – косинець

Важливою умовою для обробки на косинці є зрівноважування заготовки на косинці противагою, яку складають з чавунних шайб однакового діаметру, але різних за товщиною, і закріплюють болтом у пазі планшайби напроти незрівноваженої маси. Для цього шпindel відключають від механізму коробки швидкостей, щоб він мав вільне обертання.

Планшайбу різко повертають вручну, стежачи, в якому положенні і як швидко вона зупиниться. Якщо планшайба зупинилася із заготовкою і косинцем вниз, то масу противаги збільшують, якщо нижнє положення зайняла противага, її масу зменшують. Рівноваження досягнуто, якщо після повороту планшайба зупиняється в будь-якому положенні незалежно від розташування незрівноважених мас.

Регульований косинець показано на *рис. 9.18*. Положення заготовки відносно осі шпindelя регулюють горизонтальним 1 та вертикальним 4 гвинтами.

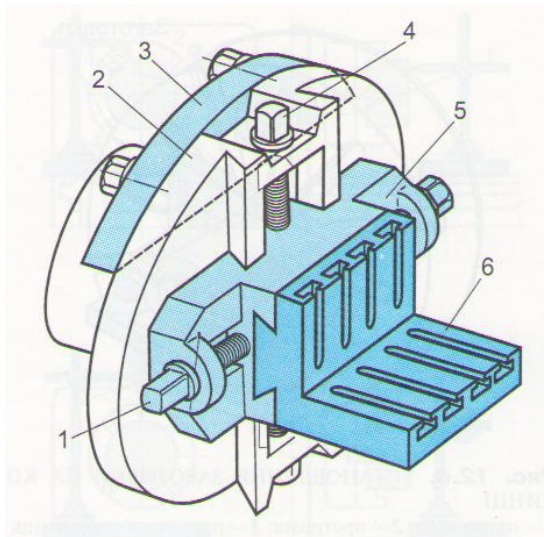


Рис. 9.18. Регульований косинець:

- 1 – горизонтальний гвинт; 2 – планшайба; 3 – противага;
4 – вертикальний гвинт; 5 – каретка; 6 – косинець

На машинобудівних підприємствах серійного виробництва застосовують систему складання верстатних пристроїв з деталей стандартного комплексу – універсально-складальні пристрої (УСП). До комплексу входять плити, планшайби, косинці, планки, упори, прихвати, гвинти, гайки та інші деталі виготовлені з високою точністю. На складання УСП витрачають від 20 хвилин до 2 годин. Після обробки УСП розбирають і деталі розкладають по ячейках спеціальних касет. На *рис. 9.19* показано пристрій типу «косинець», складений з деталей комплексу УСП для обробки деталі «патрубок» з обох боків.

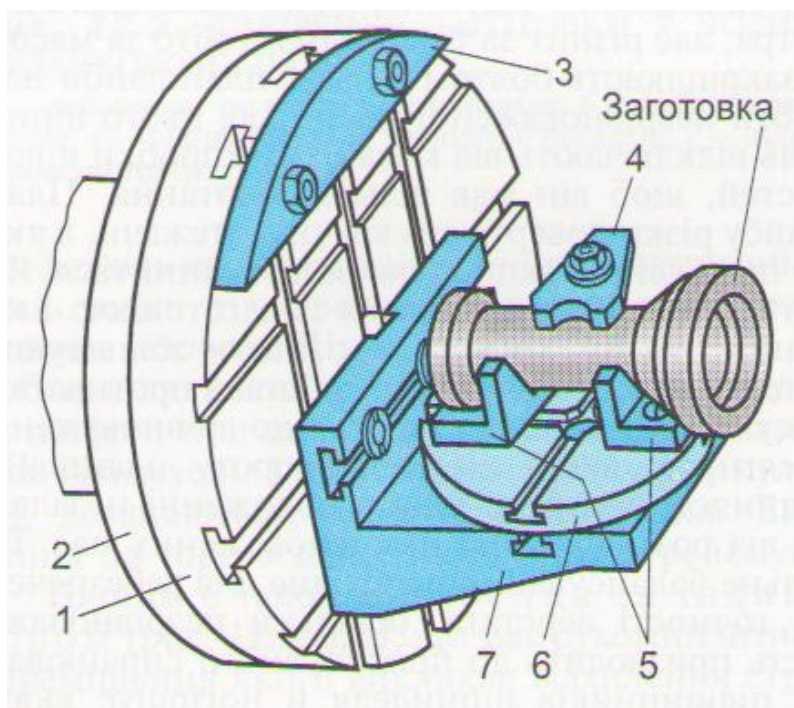


Рис. 9.19. Токарний пристрій-«косинець», складений з деталей комплексу УСП:

1 – базова плита; 2 – планшайба; 3 – противага; 4 – прихват;
5 – призми; 6 – поворотна плита; 7 – косинець

Питання для перевірки знань

1. Пояснити призначення і принцип дії рухомих і нерухомих люнетів.
2. Які деталі вважаються ексцентриковими?
3. Як правильно закріпити тонкостінну втулку у трикулачковому патроні?
4. Яким чином центруються колінчасті вали перед обробкою на токарному верстаті?
5. Пояснити, як кріпиться та працює токарний пристрій – «косинець».

Список рекомендованих джерел

Денежный П. М., Стыскин Г. М., Тхор И. Е. Токарное дело. Москва: Высш. шк., 1976. 240 с.

Блюмберг В. А., Зазерский Е. И. Справочник станочника. Ленинград: Машиностроение, 1981. 406 с.

Стискін Г. М., Ревнівцев М. П., Мелещик В. А. Технологія токарної обробки: підручник. Київ: Либідь, 1998. 176 с.

Чумак М. Г., Мохорт А. В., Мохорт В. А. Фрезерна справа: підручник. Київ: Либідь, 2004. 440 с.

СУЧАСНІ ВЕРСТАТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Орієнтовно до середини минулого століття основним технологічним принципом у застосуванні верстатів була механічна обробка деталей більш твердим різцем чи свердлом, а також штампування. Такі верстати мають назву «**субтрактивні**». Поява верстатів була найсуттєвішим чинником промислового перевороту, визначивши перехід від ремісничих майстерень та мануфактур до заводів та фабрик. Нові верстати дозволяли суттєво підвищувати продуктивність праці, забезпечували масовість, серійність виготовлених деталей – деталей, які випускалися великими партіями та були подібними одна до одної.

Протягом довгого часу розвитку верстатного виробництва було винайдено та запущено у серію верстати токарні, свердлильні, розточувальні, шліфувальні, полірувальні, зубо-різбо-обробні, фрезерні, стругальні, розрізні та інші спеціалізовані.

З часом розвиток ринкової економіки привів до нового етапу науково-технічного прогресу, що проявилось у появі новаторських технологій: числове програмування управління верстатами та комплексами верстатів; звернення до немеханічних методів впливу на деталь; поява адитивних технологій; застосування нових матеріалів, з яких виготовляються оброблювані деталі. Результатом стало не тільки суттєве підвищення продуктивності праці, але й нові можливості кінцевого продукту – більш складні по конструкціях та з новими механічними, хімічними, біологічними, медичними властивостями.

Такі інновації є результатом взаємодії між академічною наукою, яка пропонує нові теоретичні основи, та практика-ми-верстатобудівниками, які на підґрунті таких технологій втілюють у життя інновації. Зрозуміло, що цей процес неможливий без менеджерів-організаторів та підприємців, які шукають і знаходять можливості фінансування таких науково-практичних пошуків.

Однак такі інновації не одразу відображаються як у практиці виробництва, так і у відповідній діяльності освітньої складової системи професійної підготовки. Просування на ринок інноваційних верстатів напряду пов'язано з можливістю їхньої реалізації одразу із добре підготовленим для роботи кваліфікованим робітником – верстатобудівником, оператором верстатів, наладчиком, програмером.

Незважаючи на наявне відставання вітчизняного виробництва від виробництва у провідних державах світу, необхідно вже сьогодні орієнтуватися на нові технології, готуючи кваліфікованих верстатників для майбутніх процесів у виробництві випереджувально, тобто розраховуючи на майбутні перспективні впровадження.

Існуючі нормативні акти певною мірою відображають можливість верстатного парку та, відповідно, надають можливість орієнтуватися у потребах підготовки кваліфікованих робітників для роботи як на традиційних, так і на інноваційних верстатах.

У «Державному стандарті професійно-технічної освіти ДСПТО 8211.DJ.28.52-2014 Професія: Верстатник широкого профілю» вже на кваліфікаційному рівні «Верстатник широкого профілю 3-го розряду» передбачено засвоєння сучасних технологічних процесів оброблення заготовок різанням (терморізання, плазмове, лазерне оброблення, електрофізичні методи оброблення), що повторюється дослівно для всіх вищих розрядів. Стандарт також добре відображає проблематику застосування у верстатних роботах числових програмних засобів, добре розроблена «Типова навчальна програма з предмета «Інформаційні технології». Втім, названий Стандарт явно недостатньо конкретизує робітничі компетентності саме у контексті новітніх технологій. Компетентності у частині засвоєння сучасних технологічних процесів оброблення заготовок різанням обмежуються вже названою фразою – далеко не повним переліком нових технологій без визначення конкретних компетентностей. Більш того, адитивні технології відображення у стандарті взагалі не знайшли.

У Стандарті професійної (професійно-технічної) освіти СП(ПТ)О 7423.С.16.10 -2017 Професія: Верстатник деревообробних верстатів Код: 7423 Верстати лазерного різання, які останнім часом здійснили справжній прорив у технологіях деревообробки, узагалі не згадуються.

Сучасні (інноваційні) методи обробки матеріалів (дерева, металу, скла, бетону та інших будівельних матеріалів, пластичних мас, природного та штучного каменю, композитів) набувають усе більшого поширення у виробництві. Зазвичайні виробничі технології обробки матеріалу ґрунтуються виключно на принципі субтрактивності.

Субтрактивне виробництво трактується як виробничі процеси, засновані на контрольованому видаленні небажаних матеріалів шляхом різання, свердління, штампування або фрезерування для досягнення бажаних форм. Інакше кажучи, субтрактивне виробництво передбачає наявність свердлувальних, шліфувальних штампувальних та різальних верстатів, які обробляють висхідну заготовку шляхом її зменшення, видалення зайвого матеріалу у відповідності із задумом того, хто здійснює виробничий процес. Осучаснення таких верстатів іде двома шляхами: запровадження числового керування верстатами, тобто управління таким верстатами за допомогою комп'ютера; використання нових технологій впливу на матеріал, – лазера, електроерозії, ультразвуку, електролізу, термомеханічного і термомагнітного впливу, – та інші способи різнотипних інструментів на деталь. Однак головним недоліком таких верстатних технологій залишається великий обсяг відходів, тобто нерациональні витрати матеріалів.

Адитивне виробництво передбачає прямо протилежну процедуру. Адитивні технології (англ. Additive Manufacturing) – сучасні технології пошарового нарощування оброблюваних деталей. Найбільш поширеною для таких технологій є назва «фаббер-технології» (англ. Fabber technology). Також застосовують назву «3D-друк», або «тривимірний друк».

Особливістю адитивних технологій є те, що деталь формується шляхом додавання матеріалу на основу.

Поява нових матеріалів, з яких виготовляють деталі, а також нових технологій обробки як таких нових матеріалів, а також і матеріалів традиційних, викликала появу нових обробних верстатів, робота яких ґрунтується на обсолютно нових принципах.

До таких інноваційних технологій належить, безумовно, вже згадана технологія тривимірного (3D) друку, яка з'явилася наприкінці 80 років минулого століття.

Варто підкреслити, що в світі спостерігається високий рівень уваги до запровадження новітніх технологій. Скажімо, верстати, робота яких заснована на адитивних технологіях, у світі складає орієнтовно \$1300 млн (інакше один мільярд 300 мільйонів доларів). Ринок 3D-принтерів при цьому має перспективу збільшитися до 7,08 мільярда доларів США до 2022 року

При цьому виробництво самих верстатів, що ґрунтуються на цій технології, співвідноситься з наданням послуг на цих верстатах у співвідношенні 1:1 (50/50). Доля таких верстатів у США 39,1 %, в Японії 12,2 %, Німеччині 8,0 % та Китаї 7,7 % і демонструє постійне зростання. Лише в 2019 році стартапами 3D-друку було залучено рекордно високі 1,1 мільярда доларів.

Застосування 3D-друку залучає найбільшу кількість інвесторів.

Зрештою, 75 % всього 3D-друку здійснюється у всього трьох державах – США, Великобританія та Нідерланди. Прогнози свідчать, що до 24 % протягом наступних 5 років зросте середньорічний показник ринку верстатів у цьому напрямі [5].

Очевидно, що важливим є також і прогнози зростання застосування 3D-друку у промисловості, що має становити 24 відсотки протягом найближчих п'яти років.

Власне кажучи, це не тільки показник динаміки самого ринку цієї технології, але й перспективна потреба того ж ринку у підготовлених спеціалістах – кваліфікованих робітниках. Варто підкреслити – адитивні технології – цілком інакші

в принципі, порівняно з усталеними. Відповідно необхідні так само принципово інакші підходи у навчанні спеціалістів-робітників як у контексті змісту, так і в контексті методик навчання.

Революційний характер фаббер-технологій реалізується у трьох моделях виробництва:

1. Досерійне виробництво прототипів, тобто створення моделей, які мають забезпечити дослідницьке випробування нових ідей. При цьому первинні, початкові дослідницькі моделі можуть бути підготовлені виключно у цифровому вигляді, а далі роздруковані на принтері. Такий підхід суттєво економить час дослідницького, винахідницького етапу перевірки основних теоретичних ідей. До того ж адитивна технологія самодостатня, оскільки не вимагає додаткової оснастки, що певною мірою піднімає рентабельність.

2. Створення декількох базових варіантів моделей-прототипів для прискорення розробки кінцевого продукту. Технологія дає можливість виробництва в першу чергу малосерійних та одноразових нестандартних деталей. Це, власне кажучи, може бути етапом підготовки варіантів кінцевого серійного продукту, деталей, з яких залишається обрати найкращу з можливих.

3. Перспективне виробництво достатньо великих обсягів деталей і готових виробів, тобто пряме цифрове адитивне серійне виробництво.

4. Існує також реальна можливість друку матеріалів, які іншими способами виготовити практично неможливо, скажімо, поєднання речовин, які просто несумісні. Є можливість також друкувати деталі із поступовим, дуже добре регульованим переходом від одного матеріалу до іншого, включати вставки з одної речовини в іншу точно за визначеною програмою.

Однак варто зазначити, що й більш традиційні субтрактивні технології постійно видозмінюються. Зазвичай такі технології ґрунтуються на механічному впливі більш твердим різцем чи свердлом на оброблювану деталь, яка, за визначенням, виготовлена з більш м'якого матеріалу. При цьому або оброблювана деталь, або різець чи свердло обертаються чи рухаються.

Новітні технології побудовані на принципово інакших за-садах. Оскільки науково-технічний прогрес незупинний, від-повідно, інженери-винахідники і фізики-теоретики постійно відшукують нові методи впливу на тверде тіло оброблюваних деталей на різній технологічній основі, що згодом втілюють-ся у виробничі верстати. Як приклад, можна назвати гідрообра-зивне та лазерне різання, електроерозійну обробку, технології, що використовують ультразвук, електрохімічну обробка, в пер-шу чергу електроліз (плазмову обробку термомеханічну и тер-момагнітну обробку, — та інші способи впливу різнотипних інструментів на деталь. В умовах ринкової економіки постій-но з'являються нові типи верстатів, принципи діяльності яких ґрунтуються на цих та інших фізичних принципах та відповід-них інноваційних технологіях.

Особливо перспективним є напрям, пов'язаний із гібрид-ним виробництвом. Складні верстати, побудовані за таким принципом, поєднують як адитивні, так і субтрактивні про-цеси на одній машині. Такі верстати дозволяють виготовляти надскладні вироби, які іноді просто неможливо виготовити стандартними адитивними чи субтрактивними методами. Вер-стат завдяки ЧПУ має можливість миттєво перемикається між двома процесами. Гібридне виробництво включає можливості багатівісних верстатів, тобто інструмент пересувається у всіх трьох напрямках, а інколи кількість осей пересування може бути і більше трьох. Крім того, такі верстати максимально еко-номічні, оскільки обсяг відходів скорочується до 5 %.

Перспективи використання адитивних інноваційних техно-логій величезні. Такого типу верстати вже працюють у багатьох галузях, при цьому не тільки в традиційних, де верстатні ро-боти давно застосовувані. Така технологія поступово починає освоюватися у несподіваних умовах, в тому числі в медицині та у стоматології. І не тільки у протезуванні, де відкривається можливість підігнати протез до потреб конкретної людини. На-явні спроби виготовлення життєво важливих органів, у тому числі, скажімо, людського серця.

Особливо ефективні адитивні технології у авіації та космічній галузі, в оборонній промисловості. Тут дуже важливі зниження ваги готових конструкцій та висока міцність матеріалів. Значною є і оптимізація дизайну без будь-яких виробничих обмежень.

Зниження ваги конструкцій надає суттєві можливості для збільшення корисного навантаження, суттєво скорочує витрати палива, шкідливі викиди, дозволяє збільшити швидкість. Зрештою, не слід забувати і про проблеми, пов'язані із безпекою польотів.

Технологія 3D-друку Stratasys FDM [8], яка створює деталь методом пошарового накладання розплавленої нитки пластика, дає можливість створювати дуже складні поверхні і виготовляти складні конструкції з меншою загальною кількістю компонентів, що здешевлює виробництво і, зрештою, дозволяє зменшити вагу літака, гвинтокрила чи космічного апарату [9].

В адитивній технології зацікавлені й військові. Скажімо, є реальні можливості застосування таких верстатів на віддалених від цивілізації військових базах чи навіть авіаносцях, які довгий час перебувають у відкритому морі. Передбачити, яка саме деталь вийде раптом з ладу, практично неможливо. Мати повний комплект запасних частин нереально. Тому вже на початку XXI століття інженери запропонували військовим у США встановити 3D принтери і друкувати деталі просто на місці. Більше того, сама цифрова електронна модель передається електронним зв'язком на військову базу чи на авіаносець. В одному з таких випадків адитивною системою Stratasys було роздруковано шпангоут фюзеляжу літака вертикального зльоту та посадки AV-8B, який було пошкоджено в результаті жорсткої посадки на палубу авіаносця, а необхідні для ремонту запчастини були відсутні. Конструкторами літака було відскановано та оцифровано необхідні деталі для ремонту – і літак відновив боєздатність.

Новітні технології друку деталей використовують не тільки військові, але й цивільні. Так, компанією Airbus на лайнері A350 XWB встановлено понад тисячу деталей, виготовлених за та-

кою технологією. Промислові гіганти Boeing, General Electric, Lockheed Martin орієнтують розробників технологій на 3D. Свідченням кваліфікації розробників та операторів є успішні запуски нових ракет ATLAS V і Falcon 9, космічних кораблів Dragon і Orion.

В Україні до числа лідерів у застосуванні адитивних технологій належить компанії Prostir 3D, яка працює на ринку новітніх технологій у співробітництві з такими організаціями, як КБ Антонов. Складні конструктивні елементи було отримано методом 3D-друку з сучасного матеріалу Ultem 9085 на адитивній системі Fortus 900 виробництва американської компанії Stratasys. Висока швидкість виробництва дозволила розробити декілька модифікацій деталей для отримання оптимального результату.

Так само цікавим є застосування адитивних технологій і в авіакосмічній галузі. Науково-конструкторське підприємство з розроблення ракетно-космічної техніки Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля» використовує адитивні технології у розробці сучасних ракетноносіїв та космічних апаратів. На ДП КБ «Південне» в 2019 році за участі команди фахівців компанії PROSTIR 3D було створено виробничу ділянку для впровадження новітніх розробок, головною технологічною одиницею якої є промислова адитивна 3D-система Stratasys F900.

Тим не менше, дещо відірвані від практики професійні (професійно-технічні) навчальні заклади почасти не встигають за умовами та вимогами ринку. Такі навчальні заклади затиснені у певні обмеження державних стандартів, програм, що зменшує рівень мобільності навчальних закладів. Проблемою є також як технічні можливості парку власних верстатів, так і фінансові обмеження. Важливим фактором є також недостатній рівень обізнаності майстрів виробничого навчання та викладачів спецтехнологій у таких новоуведеннях. Варто, втім, підкреслити, що проблема не тільки і не стільки у самих інноваційних технологіях. Педагогічний контекст поля-

гає у тому, що необхідно готувати кваліфікованих робітників для роботи на таких верстатах. Професійні (професійно-технічні) навчальні заклади не справляються з вимогами роботодавців із підготовки таких робітників з огляду на те, що вони за визначенням не можуть забезпечити навчання на всіх численних типах новітніх верстатів.

Варто, втім, визнати, що новітні технології, незважаючи на складнощі, в першу чергу відсутність відповідних стандартів, програм та підручників, поступово з'являються у практиці професійної освіти. Скажімо, дирекцією Заліщицького аграрного коледжу придбано 3D-принтер – Tronxy 3D Printer. Він використовується на заняттях з інженерної та комп'ютерної графіки, мікропроцесорних систем, архітектури комп'ютерів, системного програмування тощо.

Принтер має два режими роботи, перший традиційний – інсталяція драйверу пристрою на ПК, другий – автономний (режим без з'єднання з ПК, для цього він оснащений слотом для MicroSD-карти пам'яті, РК-дисплеєм та власною консоллю керування пристроєм). Такий принтер дозволяє ознайомитися з 3D-технологіями на практиці.

У свою чергу, в Київському професійному коледжі з посиленою військовою та фізичною підготовкою до нового 2020/2021 навчального року створено сучасну навчально-виробничу лабораторію цифрових систем, що обладнана 3D сканером та 3D принтером. Лабораторія має стати провідною для надання майбутнім кваліфікованим робітникам професійних компетентностей у сфері адитивних технологій та проектування тривимірних об'єктів.

Тим не менше, в цілому, варто відзначити явно недостатню увагу професійної (професійно-технічної) освіти до таких технологій. У результаті на ринок робочої сили виходять кваліфіковані робітники, обізнані у технологіях, які або вже втратили актуальність, або ж втраять у видимій чи відносно найближчій перспективі.

Більше того, власники підприємств-виробників також не дуже добре орієнтуються в інноваційних технологіях.

Якоюсь мірою завдання інформування виробничників беруть на себе нечисленні і не дуже добре організовані виставки, на яких розробники, виготовлювачі та продавці новітніх верстатів пропонують такі верстати придбати. Власне кажучи, саме розробники і продавці новітніх верстатів, що засновані на технологіях XXI століття, є, за великим рахунком, чи не єдиними провайдерами-стейкхолдерами на ринку таких верстатів.

Варто зауважити, що в Україні відсоток парку новітніх верстатів не перевищує 1–2 % від загальної кількості.

З очевидністю зрозуміло, що така ситуація не може бути довготривалою, інакше ситуація вийде з-під контролю, і відставання стане катастрофічним. Для порівняння варто згадати, що в одній з країн пострадянського простору для уроків технології у 5–9 класі розроблено підручник що, безумовно, свідчить про достатньо високу увагу до названого протиріччя.

Отже, маємо цілу систему невирішуваних протиріч, які ускладнюють вкрай актуальний перехід до нових тенденцій у забезпеченні промислового процесу висококваліфікованими спеціалістами у контексті сучасних верстатних робіт. Серед уже названих варто відзначити найважливішу: відсутність чи суттєву обмеженість матеріально-технічної бази для забезпечення освітнього процесу, що породжує ще й нездатність сучасної освітньої системи швидко реагувати на вимоги ринку і науково-технічного процесу. Дуальна система породжує певну, хоча і досить примарну надію на запровадження новітніх технологій. Однак у ситуації, яка створена в українській промисловості, власники підприємств не мають ні можливості, ні бажання модернізувати верстатний парк, тим більше, довіряти дуже дорогі, унікальні верстати учням для навчання. Більше того, вони і самі недостатньо поінформовані про сучасні тенденції верстатобудування. Свого часу українські підприємці Яхненки, Терещенки, Симиренки, Бродські щорічно виїздили за кордон, на виставки і завжди привозили в Україну новітні технології.

Вихід із цієї ситуації вбачається у тому, щоб створювати інноваційні центри-майданчики, які мають бути обладнані максимально великим числом різнотипних найсучасніших верстатів. Створення таких центрів може бути підтриманим тими підприємцями, які спеціалізуються на розробці та продажу новітніх верстатів. Така інновація є максимально вигідною саме для тих стейкхолдерів, які займаються просуванням інноваційних технологій на ринку, оскільки вони, у разі залучення до такої бізнес-технології, зможуть запропонувати покупцеві верстат одразу з кваліфікованим робітником – оператором верстатів (станочником), техніком-технологом, наладчиком та машинобудівником широкого профілю. Навчений зацікавленими особами кваліфікований спеціаліст буде і обслуговувати, і працювати на верстаті.

- Новітні адитивні та субтрактивні верстатні технології є важливою умовою включення української промисловості у світовий конкурентний ринок.

- Українська промисловість суттєво відстає від світового рівня розвитку сучасного верстатобудування.

- Відповідні проблеми супроводжують і професійну освіту. Професійні стандарти недостатньо відображають потреби виробничих процесів, що, втім, певною мірою є віддзеркаленням поганого розвитку ринку сучасних верстатів.

- Необхідно внести суттєві зміни у Стандарт, розробити відповідні програми, посібники, підручники,

- Важливою умовою є створення за допомогою стейкхолдерів інноваційних Центрів, які мають забезпечити впровадження у виробництво і верстатів нових технологій, і готувати кваліфікованих робітників – спеціалістів.

- Такі Центри мають діяти на випередження.

10.1. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ТА АДИТИВНІ ВЕРСТАТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

САП, САПР, або ж англійською **CAD** – програмне забезпечення верстатів із числовим програмним управлінням. Система дає можливість розробити числову модель кінцевого результату роботи верстату та послідовності дій верстату при виготовленні цієї моделі. Таке програмне забезпечення дає можливість також виготовити кресленики та інші складові технічної документації.

Реінжиніринг (зворотний інжиніринг, реверс-інжиніринг, реверс) – процес створення геометричних 3D-моделей, що проводиться з використанням спеціалізованого обладнання (3D-сканерів або КВМ) і програмного забезпечення для цього процесу

Систему автоматизованого проєктування (САП або САПР) інколи також називають автоматизованою системою проєктування – АСП. Застосовують також англійський варіант цього терміна, який звучить як CAD – (computer-aided design – комп'ютерна підтримка проєктування).

САП – програмне забезпечення, яке дозволяє автоматизувати працю розроблювача програм і допомагає проєктувати виготов-

лення виробів, а також оформлювати технічну документацію.

САП надає можливість здійснювати проєктування як окремих складових – деталей, так і цілих виробів у зборі, а також дозволяє автоматизувати виробничий весь процес. Один з результатів САП – проєктно-конструкторська документація, що надає можливість виготовити об'єкт проєктування для подальшого використання [1].

¹ ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення. Київ: УкрНДІССІ, 1994. 92 с.

Система автоматичного проектування (САП) здійснюється кваліфікованим спеціалістом (програмістом, або ж програм-мером) за допомогою спеціальних пристроїв (комп'ютерів), що обробляють встановлене на них відповідне програмне за-безпечення (софт) згідно з даними, що уведені в систему цим програмістом.

САП – *комп'ютерна система обробки інформації* – здатна допомогти кваліфікованому програмісту здійснювати:

- автоматизоване проектування (*computer-aided design – CAD*);
- розроблення (*CAE*) – (*computer-aided engineering* – інже-нерні розрахунки на комп'ютері), різних інженерних завдань;
- виготовлення (*CAM*) (*англ. Computer-aided manufacturing*) – система автоматизованої розробки програм виготовлення дета-лей для верстатів, які обладнані ЧПК – числовим програмним керуванням. *CAM* дає можливість автоматизувати виробни-цтво, розрахувати траєкторії переміщення інструменту чи са-мої деталі для обробки на верстатах;
- розробку та оформлення конструкторсько-технологічної документації.

За призначенням програмний продукт, або софт, визнача-ють таким чином:

MCAD (*англ. mechanical computer-aided design*) — автомати-зоване проектування механічних пристроїв. Це машинобудівні САПР, застосовуються в автомобілебудуванні, суднобудуванні, авіакосмічній промисловості, виробництві побутових товарів, розробці деталей і збирання (механізмів) з використанням параметричного проектування на основі конструктивних еле-ментів, технологій поверхневого й об'ємного моделювання, та-ких як SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС, CATIA;

EDA (*англ. electronic design automation*) або *ECAD* (*англ. electronic computer-aided design*) – САПР електронних пристроїв, радіоелектронних засобів, інтегральних схем, друкованих плат тощо, що реалізуються у софті Altium Designer, OrCAD;

AEC CAD (*англ. architecture, engineering and construction*

computer-aided design) або CAAD (англ. *computer-aided architectural design*) – софт, що застосовують у сфері архітектури й будівництва. Використовуються для проектування будівель, промислових об'єктів, доріг, мостів та ін. Найбільш відомі софти Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Revit Architecture Suite, Piranesi, ArchiCAD.

CALS – постійна інформаційна підтримка постачання і життєвого циклу.

В Україні розроблено власний варіант САМ – АСТПВ – автоматизована система технологічної підготовки виробництва. АСТПВ автоматизує процедуру програмування верстатів та іншого устаткування з ЧПК – числовим програмним керуванням, у тому числі багатокординатні лазерні верстати, фрезерні верстати, токарні верстати, 3-D адитивні принтери, різного типу оброблювальні центри, гравірувальні та інші інноваційні пристрої [2].

Найбільш популярні програми для металообробних і деревообробних верстатів з ЧПУ для 3D-моделей

Більшість сучасного софту має інструменти роботи з об'ємними деталями. Створення тривимірних моделей також називають прототипування, тобто підготовкою прототипу. Назвемо професійне програмне забезпечення, яке використовують фахівці: CADD5; PowerShape; SolidEdge; T-Flex CAD; AutoCAD.

Як можна побачити, майже всі назви програмного забезпечення містять уже знайому аббревіатуру CAD, тобто САПР, або система автоматизованого проектування.

Всі названі програмні продукти, які можна називати також софт, мають можливість твердотільного проектування, тобто такого, яке повністю імітує роботу з реальним зразком, чи то метал, чи то дерево, чи пластик та інші. Після моделювання можна зробити детальну візуалізацію, а також тестовий запуск моделі. І тільки після цього переходити до створення деталі на обладнанні.

² Павленко П. М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління: монографія. Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2005. 280 с.

10.1.1. Адитивні верстатні технології

Адитивні верстатні технології – повністю інноваційна технологія, яка змінює практично всі усталені принципи виготовлення продукту:

- технологічні ланцюги і все обладнання на промисловому підприємстві;
- всі подальші роботи після завершення самого виробничого процесу;
- систему управління виробництвом;
- логістику – переміщення готового виробу;
- бухгалтерське обчислення, процедури списання витратних матеріалів, певні підходи до оподаткування.

Технологія адитивного виробництва – виготовлення продуктів методом пошарового нарощування – змінює стратегію виробництва, сам образ мислення виробника.

На адитивному виробництві на першому плані виходять питання нового інженерного мислення, комп'ютерного інжинірингу на підґрунті сучасних технологій топологічної оптимізації – тривимірного (3D) мислення.

3D-моделювання, або ж реінжиніринг – процес створення тривимірної математичної цифрової моделі виробу за допомогою 3D-сканування та CAD-програм. 3D-модель може бути у різних представленнях, зокрема: хмара точок, триангульована модель, поверхні або тверде тіло. Тип моделі залежить від подальшого застосування. Наприклад для 3D-друку потрібна триангульована модель, для створення технічної документації з метою виготовлення та написання програм для станків з ЧПУ поверхнева або твердотільна модель.

Робочий процес 3D-друку може стати більш зрозумілим завдяки схемі програмного забезпечення:³ 3D-сканування.

³ URL: top3dshop.ru/blog/best-slicers-for-3d-printer-rus-eng.html



Рис. 10.1. Програмне забезпечення 3D-друку (блок-схема)

Існують два основні методи створення CAD-моделі – створення віртуальної цифрової копії реально існуючого чи існуючого в уяві розробника об'єкта за допомогою відповідних програмних продуктів та сканування (копіювання) об'єкта 3D-сканером з подальшою обробкою в редакторі та наступне моделювання сканованої і редагованої оцифрованої віртуальної копії в тих самих програмах-редакторах.

3D-сканування об'єктів – процес обстеження та вимірювання форми реального існуючого об'єкта за допомогою спеціального приладу – сканера та перетворення отриманих даних в цифровий вигляд.

3D-сканер – пристрій, який обстежує (сканує) фізичний об'єкт і створює його 3D цифровий образ.

3D-сканування дозволяє отримати цифрову копію, оцифрований прототип готового виробу та подальшого створення технічної документації для проектування та виготовлення кінцевого виробу. Результат сканування – точна 3D – (тривимірна) – оцифрована копія виробу, його математична копія, цифрова реконструйована модель. В результаті тривимірного сканування оператор отримує дані з високою роздільною здатністю – тривимірні полігональні сітки в форматі STL для зворотного проектування [4, 5] та швидкого прототипування [6].

10.1.2. Процес 3D-сканування [7]



Рис. 10. 2. Щуп контактного сканера

⁴ Зворотне проектування – метод створення тривимірної віртуальної цифрової моделі за існуючою фізичною деталлю. Цей процес включає вимір існуючого об'єкта та його цифрову реконструкцію. Обратное проектирование.

⁵ Обратное проектирование. URL: <https://www.hexagonmi.com/ru-ru/solutions/technical-resources/metrology-101/reverse-engineering>

⁶ Швидке прототипування – технологія швидкого виготовлення моделі майбутнього виробу чи його деталі із заздалегідь визначеними параметрами, які задаються у цифровому вигляді. Прототип пізніше може уточнюватися для отримання кінцевого продукту.

⁷ 3D сканірованіе об'єктів URL: <https://3ddevice.com.ua/faq-voprosy-i-otvety-o-3d-printerakh/3d-skanirovanie-obektov/>

У практиці верстатних робіт існують дві різні технології сканування тривимірних об'єктів: контактний і безконтактний.

Контактні 3D-сканери обладнані спеціальним щупом, який, проходячи по абрисах деталі, збирає дані для відтворення його тривимірної цифрової копії. Контактні сканери точні, прості у використанні і добре підходять для об'єктів з нескладною геометрією, в першу чергу промислових деталей. Контактні сканери успішно застосовуються в промисловості у роботі фрезерних і гравірувальних верстатів, там, де скановані деталі вимагають великої точності у вимірах.

Однак використання контактних сканерів буде нераціональним у випадку сканування складних за конструкцією деталей із непрямыми плавними переходами від однієї поверхні до іншої. Застосування такого сканера вимагає багаточасової роботи, що знижує продуктивність праці.

Сучасні 3D сканери зазвичай безконтактні. Якщо бути більш точним, такі сканери контактують зі сканованим предметом променем – хвильовим потоком – певного типу. Це може бути природне денне світло або штучний генератор хвиль певного типу.

10.1.3 Різновиди сканерів. Активні та пасивні 3D сканери

Безконтактні. Застосовуються випромінювання видимого світла, або особливі інші види променів – ультразвук, рентгенівські промені та інше. При цьому віддзеркалений потік променів сприймається чутливою (сенсорною) камерою.

Контактні. Пристрій зондує предмет за допомогою фізичного контакту. Контактний 3d сканер відрізняється високою точністю роботи. Однак при скануванні можна пошкодити або змінити форму об'єкта. Крім того, такий сканер не підходить для сканування дуже складних за геометрією поверхонь.

Пасивні сканери: не випромінюють нічого на об'єкт, а покладаються на виявлення відбитого навколишнього випромінювання. Більшість сканерів такого типу виявляє видиме світло – легкодоступне навколишнє випромінювання.

Активні сканери: випромінюють на об'єкт певного типу спрямовані хвилі і виявляють його відображення для наступного аналізу; найчастіше використовується світлодіодний або лазерний промінь, рідше – рентгенівські промені, інфрачервоне випромінювання або ультразвук

Рис. 10.3. Види 3D-сканерів

10.1.4. 3D-моделювання

3D-моделлер – спеціаліст, який створює тривимірні моделі.

3D-моделювання – процес розробки тривимірної (3D) цифрової віртуальної копії виробу за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Продукт моделювання – 3D-модель

3D-моделювання, або англійською Rapid Prototyping – RP – процес розробки тривимірної (3D) цифрової віртуальної копії виробу за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Продукт моделювання – 3D-модель.

3D-модель може мати вигляд:

- цифрового програмного коду;
- відображена у спеціальних програмах⁸ як 3D-модель;
- демонстрована за допомогою рендерингу – двовимірного зображення, що створюється програмою комп'ютерної візуалізації.

Існує кілька способів 3D моделювання. Основні з них – полігональне, сплайнове і NURBS-моделювання. Вони можуть застосовуватися як окремо, так і комплексно.

Полігональне моделювання – вид 3D-моделювання, де форма деталі задається за допомогою простих фігур по осях X, Y, Z – полігонів – трикутників чи чотирикутників

Полігональне моделювання
Полігональне моделювання – вид 3D моделювання, де форма деталі задається за допомогою простих фігур по осях X, Y, Z – полігонів – трикутників чи чотирикутників. Сканер визначає координати. В результаті маємо точки координат вершин, які з'єднуються ребрами.

⁸ **FastStone Image Viewer** – програма для перегляду, сканування, редагування та пакетної обробки зображень, адаптована під операційну систему Microsoft Windows. Вона включає вбудований ескізний файловий менеджер і базу даних, тому також може використовуватися як менеджер зображень. Вважається однією з найбільш функціональних безкоштовних програм у своєму класі.

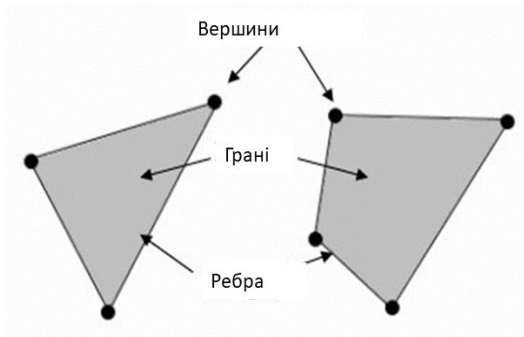


Рис. 10.4. Структура полігону

Вершини. Крапки (пікселі), що містять інформацію про становище в тривимірному просторі, кольорі і текстурі;

Ребро. Ділянка (лінія, відрізок), що з'єднує дві вершини;

Грані. Сукупність ребер, які утворюють замкнений простір;

Полігон. Проста фігура, яка найчастіше має форму трикутників або чотирикутників;

Нормаль. Кут нахилу полігону по відношенню до вертикалі;

Поверхня. Утворюється системою полігонів і являє собою, власне кажучи, зовнішній вигляд моделі.

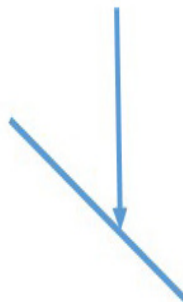


Рис. 10.5. Нормаль. Визначає кут нахилу полігону по відношенню до вертикалі

Об'єднавши кілька полігонів, отримуємо модель будь-якого об'єкта. Кожному з таких полігонів при цьому можна задати програмними командами кут нахилу по відношенню до вертикалі (нормаль), а також відповідну текстуру і колір.

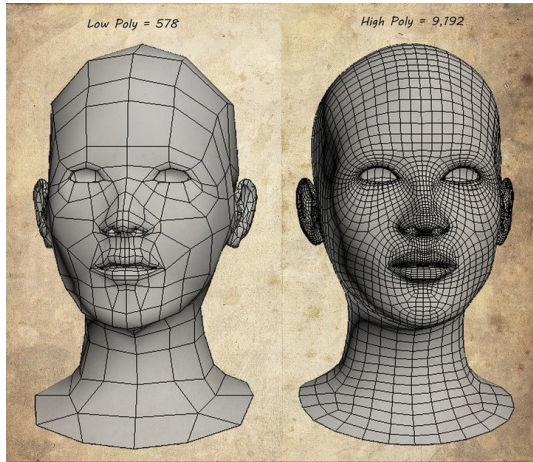


Рис. 10.6. Полігональні моделі з різною кількістю полігонів: low poly та low poly та High poly

Чим на більшу кількість полігонів поділено модель, тим менш помітні грані, тим більш точно вона відповідає реальному об'єктові.

Якщо передбачається точне моделювання об'єкта (високополігональні моделювання), то необхідно будувати модель з великою кількістю полігонів (High poly). Якщо для моделі висока точність не важлива, досить буде невеликої кількості полігонів (low poly).

PLY – Polygon File Format – полігональний (багатокутниковий) формат комп'ютерних файлів для опису тривимірної геометрії. Також застосовують назву Stanford Triangle Format (STF). Формат розроблений для зберігання тривимірних даних, отриманих від 3D-сканерів, або може бути віртуальним результатом ручного чи машинного моделювання.

Слайни – плоскі, (двовірні) фігури, які служать заготовками для створення тривимірних об'єктів

Формат підтримує відносно простий оцифрований опис об'єкта як списку (сукупності) номінально плоских полігонів – багатокутників. PLY може зберігати в оцифрованому вигляді велику кількість характеристик об'єкта: колір, прозорість, нормалі до поверхні, текстурні координати і т. п.

PLY дозволяє зберігати різні властивості передньої і задньої грані полігону. Існує 2 версії формату файлу PLY: ASCII та у вигляді бінарного файлу.

10.1.5. Моделювання слайнами

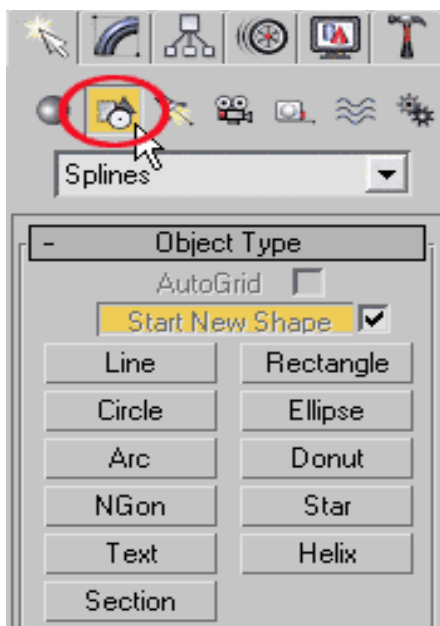


Рис. 10.7. Вигляд інтерфейсу програми Autodesk 3d max, яка дозволяє створювати віртуальне креслення

Моделювання сплайнами – вид 3D-моделювання, при якому модель створюється за допомогою сплайнів-тривимірних кривих. Лінії сплайнів задаються тривимірним набором контрольних точок у просторі, які і визначають траєкторію кривої. Всі сплайни об'єднуються у каркас сплайна, на основі якого вже буде створюватися тривимірною геометрична поверхня

Моделювання сплайнами – вид 3D-моделювання, при якому модель створюється за допомогою сплайнів. Сплайн – від англійського Spline – «гнучке лекало». У 3D технологіях – тривимірною кривою. Лінії сплайнів задаються тривимірним набором контрольних точок у просторі, які і визначають траєкторію кривої. Всі сплайни об'єднуються у каркас сплайна, на основі якого вже буде створюватися тривимірною геометрична поверхня.



Рис. 10.8. Основні типи сплайнів у програмі Autodesk 3d max

У моделювання сплайнами застосовують прості (елементарні) сплайни: базові фігури, що моделюють об'єкт. Наприклад, базовими елементарними сплайнами в програмному продукті Autodesk 3d max є:

Лінія (Line); Дуга (Arc); Спіраль (Helix). Округність Circle (Circle); Кільце (Donut); Еліпс (Ellipse); Прямокутник (Rectangle); Багатокутник (NGon); Багатокутник у вигляді зірки (Star); Перетин (Section); Текст (Text).

У різних програмах, що дозволяють працювати зі сплайнами, є й інші, більш складні фігури (URL: <https://3dtuts.by/3dsmax-uprazhnenie-splaynyi-tipyi-vershin/>).

10.1.6. Програми для 3D моделювання

Autodesk 3d max; Autodesk Softimage; Autodesk Mudbox ; Open SCAD, 3DReshaper, PTC Creo, NaroCad, ZCAD, ZBrush; Houdini; Lightwave 3D; Modo; Rhinoceros 3D; Cinema 4d та інші.



Рис. 10.9. Емблема файла формату STL

Характеристики деяких програмних продуктів, що їх застосовують для 3D-моделювання:

Програма AutoDesk 123D доступна для Windows, OS X, IOS - система різних інструментів для CAD і 3D-моделювання. За допомогою програми можна проектувати, створювати і візуалізувати практично будь-які 3D-моделі. AutoDesk також підтримує технологію 3D-друку.

PTC Creo доступна для Windows – створена спеціально для інженерів, що працюють у сфері машинобудування, а також для конструкторів і технологів, дизайнерів, які створюють продукти, використовуючи методи автоматизованого проектування. Пряме моделювання дозволяє створювати конструкції з існуючими крес-

леннями або використовувати програму для візуалізації нових ідей. Зміни в геометрії об'єкта можна внести дуже швидко, що істотно прискорює процес роботи. Програма платна, проте є 30-денний тріал і безкоштовна версія для викладачів і здобувачів освіти.

10.1.7. Редагування

STL (від англ. *Stereolithography*) – формат файлу, що використовується для зберігання моделей об'єктів для застосування в адитивних технологіях. Інформація про об'єкт зберігається як перелік полігонів, що описують поверхню моделі та їхнє розташування.

Перегляд, редагування та ремонт моделей для друку в форматі STL.

Для створення 3D-моделі найчастіше застосовують STL-файли:

STL-файл може бути текстовим (ASCII) або двійковим. Своє найменування отримав від скорочення терміну «Стереолітографія», оскільки

спочатку застосовувалося в цій технології тривимірний друк.

Однак не всі файли STL ідеальні, а деякі можуть мати і явні недоліки. Дефекти моделей призводять до збоїв при друці. Програмне забезпечення перегляду, редагування і ремонту файлів STL дозволяє візуалізувати, змінювати і виправляти файли STL для того, гарантуючи якість друку.

Зазвичай таке програмне забезпечення поєднане з наступною різновидом програм для 3D-друку – слайсерами.

Слайсер (slicer) – програма, яка розбиває тривимірну модель на шари. Розбиває, зрозуміло, не саму фізичну модель, а її математичну подобу. У такому вигляді програма буде готовою до друку на 3D-принтері. Слайсер з тривимірної моделі (STL-файлу) робить gcode-файл (G-code) з відповідними командами для 3D-принтера як друкувати кожен такий шар.

Деякі слайсери інтегровані в програми управління 3D-принтером (наприклад, слайсери Slic3r, Cura вже вбудовані в програму Repetier-Host), тому їх не треба запускати окремо.

Найбільш популярні слайсери на даний момент: slic3r, Cura, KISSlicer. У кожного з них є переваги і недоліки, деякі з них описані в окремій статті в базі Слайсер (slicer) – програма, яка розбиває тривимірну модель на шари. У такому вигляді програма буде готовою до друку на 3D-принтері. Слайсер з тривимірної моделі (STL-файлу) робить gcode-файл з відповідними командами для 3D-принтера, як друкувати кожен шар.

Слайсери діляться на два основних види: універсальні і спеціалізовані (корпоративні). Спеціалізовані працюють під одну технологію, торгову марку або модельну лінійку принтерів. Універсальні мають велику варіативність у налаштуваннях і розраховані на широкий спектр сумісних пристроїв.

Для того, щоб надрукувати об'єкт у 3D, необхідно спочатку створити математичний опис об'єкта, на підставі якого принтер буде реалізовувати програми друку.

Щоб 3D-принтер розпізнав опис об'єкта, його потрібно розкласти на шари та перевести в G-код. 3D-слайсери нарізають об'єкт на шари, точніше, створюють математичну модель деталі, кожен шар якої має свій математичний координатний опис. Такі шари являють собою цифрові команди, на підставі яких 3D-принтер створює фізичну модель.

Назва цього програмного продукту походить від англійського слова «to slice», «нарізати». Результат роботи слайсера – G-код, у якому відображені всі параметри друку.

Якість слайсера впливає на результат роботи часто навіть більше, ніж якість 3D-принтера. Програм-слайсерів існує багато, деякі з них безкоштовні, деякі переведені на російську мову. У статті ви знайдете посилання для скачування і цікаві відео.

Слайсер перетворює STL, PLY чи AMF-файл в G-код. Код дає можливість розділити об'єкт на окремі шари для того, щоб 3-d принтер отримав можливість друкувати кожен шар послідовно і окремо.

Можливості зручного сучасного 3D-слайсера

- Імпорт STL-файлів.
- Перегляд і редагування моделі.

- виправлення помилок у моделях, у тому числі автоматичне.
- Вибір режиму роботи в залежності від кваліфікації користувача.

- Зберігання моделей у хмарі.
- Дистанційне керування друком.

Калібрування, або ж налаштування принтера, допомагає правильно його, принтер, встановити і спрощує підбір параметрів для оптимального друку. Калібрування проводять як під час першого налаштування принтера, так і в процесі подальшого застосування для того, щоб уточнити параметри, особливо при переході до іншого пластика чи іншого матеріалу, яким здійснюється друк.

На сучасних 3D-принтерах калібрування здійснюється автоматично, однак варто розібратися, що саме виставляється при калібруванні.

Перше, чим варто опікуватися – точне калібрування столу. Як правило, на 3D-принтерах з автоматичною калібруванням столу встановлений датчик відстані. Його встановлено поруч із соплом екструдера, яка, власне кажучи, і здійснює друк. Датчик фіксує точки на столі під час запуску калібрування, тобто вимірює відстань між столом і соплом у різних місцях. Під час друку програмне забезпечення 3D-принтера вираховує оптимальне положення сопла при його переміщенні уздовж столу згідно з осями X та Y.

Практична рекомендація: оскільки стіл може бути дещо деформованим через механічні впливи, практики рекомендують покривати стіл вітринним склом.

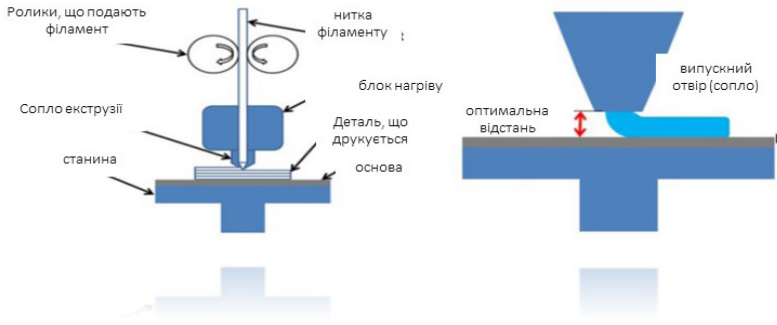


Рис. 10.10. Калібрування екструдера

Крім того, з метою уникнення спікання матеріалу для друку і поверхні столу спеціалісти вкривають поверхню малярною плівкою, яку потім легко відділити від першого шару друкованої деталі. Товщину скотча, зрозуміло, необхідно врахувати при калібруванні сопла екструдера. Відстань від сопла до столу має бути оптимальною. На практиці найчастіше використовують лист паперу, проштовхуючи його між екструдером та столом так, щоб цей лист проходив з невеличким зусиллям. Варто при цьому обирати максимально тонкий папір, скажімо, щільністю 20-30 гр/м². Найкраще з того, що завжди під рукою – папір товарного чека.

Отже, для 3D-друку використовуються такі основні типи програмного забезпечення, що виконують свої функції послідовно.

Моделювання. Програмне забезпечення для 3D-моделювання дозволяє створювати 3D-моделі на комп'ютері.

Редагування. Перегляд, редагування та ремонт моделей для друку в форматі STL. Для моделювання зазвичай застосовують STL-файл. Однак не всі файли STL ідеальні, а деякі можуть мати недоліки. Дефекти моделей призводять до бракування самою моделі або до збоїв при друці. Програмне забезпечення перегляду, редагування і ремонту файлів STL дозволяє візуалізувати (побачити), змінити і виправити файли

STL для того, щоб гарантувати, що вони готові до 3D-друку. Зазвичай таке ПО поєднане з наступним різновидом програм для 3D-друку – слайсером.

Слайсери. Завдання цього програмного продукту – нарізка деталі, яка моделюється, на шари. Слайсер перетворює STL-файл у G-код – керуючий код для принтера, що містить: 1. Команди для друку кожного шару моделі; 2. Послідовність застосування цих команд. Слайсер може також містити в собі і функції діагностики та ремонту або автоматичного виправлення моделей.

Калібрування. Програма для калібрування допомагає відкалібрувати принтер і спрощує підбір параметрів для оптимальної друку. Вона потрібна як під час першого налаштування принтера, так і в процесі використання – для визначення параметрів друку конкретного пластика.

Хост. Особлива програма для друку. Програма здійснює передачу G-коду на принтер, дає можливість відстежувати процес друку і змінювати налаштування в режимі реального часу. Якщо, зрозуміло, принтер підключений до комп'ютера.

Питання для перевірки знань

1. Що таке «адитивні» та «субтрактивні» верстатні технології?
2. Як називають тип сканерів, що використовують штучне джерело випромінення?
3. Як називають сканери, що використовують віддзеркалене від сканованої деталі видиме природне світло.
4. Поясніть поняття:
5. А. Метод створення тривимірної віртуальної цифрової моделі за існуючою фізичною деталлю.
6. Б. Технологія швидкого виготовлення моделі майбутнього виробу чи його деталі із задалегідь визначеними параметрами, які задаються у цифровому вигляді. Прототип пізніше може уточнюватися для отримання кінцевого продукту.
7. Як здійснюється моделювання сплайнами?

8. Як називається програмне забезпечення для 3D-моделювання, яке дозволяє створювати 3D-моделі на комп'ютері?
9. Для чого необхідне редагування?
10. Що таке «слайсери», для чого вони потрібні? Які можливості у зручного сучасного 3D-слайсера?
11. Чому калібрування необхідне у процесі використання програмного забезпечення?
12. Як називається програма, що дає можливість відстежувати процес друку і змінювати налаштування в режимі реального часу?

10.2. Верстати водоструменевого різання

Верстати водоструменевого (гідроструменевої) різання – високотехнологічні пристрої, що використовують у якості ріжучого інструменту струмінь чистої води високого тиску

Такі верстати називають також «водоструйкою», «гідрорізкою», «водоструйною різкою», «водорізкою», або ж «ГАР» чи «waterjetcutting» чи «abrasive waterjet cutting»

Чим відрізняються верстати гідроструменевого різання від верстатів гідроабразивного різання?

Який принцип дії гідрорізного верстату?

Гідробробка, водобробка (waterjet cutting) – різання чистою водою без додавання в струмінь абразиву. Придатна для різання гідроструменем м'яких матеріалів

Гідроабразивна (водоабразивна) обробка (abrasive waterjet cutting) – різання водою з додаванням у водний струмінь абразиву. Придатна для обробки твердих матеріалів

Звичайну воду під високим тиском 1000–5000 атмосфер пропускають через насадку малого діаметру. Таким чином отримують гідрострумінь. Часточки води рухаються під дією такого тиску з дуже високою швидкістю. Отже, досягається достатньо висока кінетична енергія для того, щоб різати майже

всі види матеріалів. Тобто тиск струменя перевищує межу міцності матеріалу, який оброблюється. За рахунок цього і здійснюється різання.

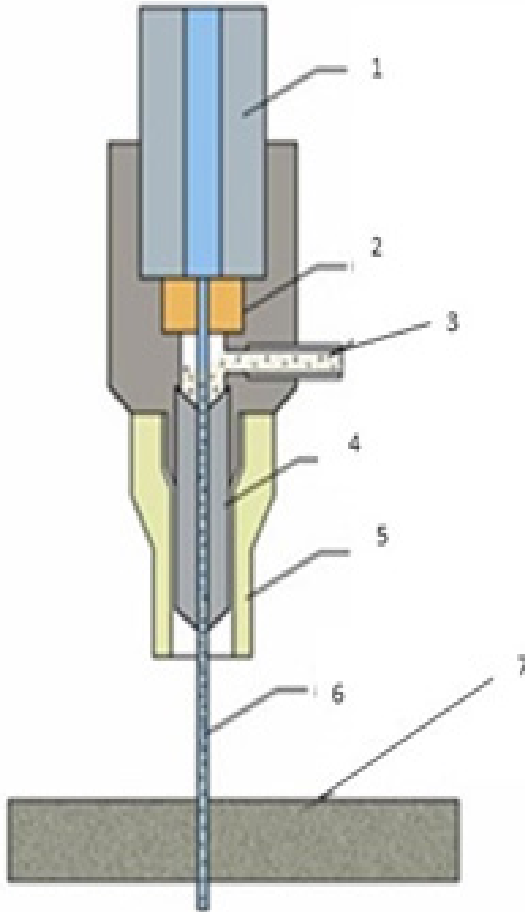


Рис. 10.11. Принцип дії гідрорізного верстату:

- 1. Підведення води під високим тиском, 2. Сопло,*
- 3. Подача абразиву, 4. Змішувач, 5. Кожух,*
- 6. Струна води, яка ріже, 7. Деталь, яку обробляють*

За необхідності обробки твердих матеріалів у воду додають абразив. Утворюється водно-абразивна суспензія, яка суттєво підвищує ефективність різання.

Стає можливим обробляти з високою точністю і продуктивністю як м'які, так і найтвердіші матеріали, а також різні їхні комбінації. При цьому точність різу не поступається іншим технологіям верстатної обробки, а інколи навіть перевищує їхні можливості.

Ріжучий інструмент гідрообробного верстату – високоенергетичний тонкий струмінь води під високим тиском (до 400 МПа) і з високою швидкістю, яка до чотирьох разів може перевищувати швидкість звуку

Технологія гідроабразивного різання заснована на принципі ерозійного (такого, що руйнує) водяного струменя високого тиску

Гідрорізання та гідроабразивне різання є хорошою альтернативою не тільки механічному, але й лазерному, плазмовому, ультразвуковому та іншим різновидам обробки матеріалів.

Особливо варто підкреслити, що при використанні гідроріжучого чи гідроабразивного верстату виділення нагріву передбачено, оскільки тепло, яке виділяється, одразу відносить вода. Відповідно такий вид обробки металів може застосовуватись у вибухонебезпечних середовищах, скажімо, у неочищених від нафти і газопродуктів трубопроводах і ємностях без ризику вибуху і займання. Понад це, різання може відбуватися навіть під водою, що важливо при, скажімо, ремонті чи демонтажі кораблів.

Холодний характер роботи дозволяє також використовувати гідрорізання при ліквідації та утилізації боєприпасів та розмінуванні вибухонебезпечних предметів.

Таблиця 10.1

Порівняння методів обробки металів

Показник порівняння	Метод обробки		
	електоерозія	лазер	гідроабразив
Вид матеріалу, що обробляється	тільки електропровідні	з низьким коефіцієнтом віддзеркалення	будь-які матеріали
Найбільша товщина матеріалу, що ріжуться (в мм)	25-50	10-20	200-400
Точність різь	± 0,0025	± 0,025	± 0,025
Швидкість різання	низька	висока	помірно висока
Якість кромки	низька	низька	помірно висока
Попередня обробка	підготовка отвору для уведення дроту	непотрібна	непотрібна
Наступна (чистова) обробка	вилучення дефектного шару	вилучення дефектного шару	дефектний шар відсутній; чистова обробка потрібна у певних випадках
Собівартість	низька	висока	середня
Зона термічного впливу	наявна	наявна	відсутня

Варто зазначити також, що практично всі верстати такого типу обладнані комп'ютерними пристроями числового програмного управління (ЧПУ), які забезпечують точне управління процесом обробки деталей.

Єдиний матеріал, який не можна різати гідрорізанням – загартоване скло. Втім, таке скло не можна взагалі різати ніякими технологіями. Таке загартоване скло позначається англійським словом «Tempered» — «загартоване скло», або літерою «Т». Цей різновид скла використовують найчастіше для бічних вікон автомобілів, у вагонах залізниць і метро, в якості огороження на хокейних майданчиках, у психіатричних лікарнях. При сильному ударі таке скло розбивається на дрібні скалки з негострими краєчками і не може сильно вразити-поранити користувачів. Однак ні різати, ні свердлити таке скло практично неможливо. «Якщо вам вдалося розрізати загартоване скло – це було незагартоване скло».
За визначенням!

Матеріали, що їх можуть різати гідроабразивні верстати

Водний струмінь високого тиску може різати практично будь-які матеріали:

- чорний метал та його сплави;
- леговані сталі та сплави, у тому числі жаротривкі та нержавкі, які іншими методами неможливо обробити або ж ця обробка іншими методами складна і малоефективна;
- кольорові метали та сплави (мідь, нікель, алюміній, магній, титан; матеріали композитної групи;
- керамічні матеріали (гнейсограніт, плитка);
- природне та штучне каміння: граніт, мармур, бетон та залізобетон;
- скло, дзеркало і композиційне скло: триплекс, бронескло, армоване скло, а також склотекстоліт та подібні матеріали; пористі матеріали; оргаліти (оргскло);
- всі види полімерних матеріалів, у тому числі композиційні, фольговані та металізовані пластики.

Отже, гідроабразивна установка із мінімальним переналагодженням обробляє не тільки граніт, мармур, базальт, бетон, але й прозоре скло, крихку кераміку і м'який поролон чи пінополіетилен. Може обробляти такий верстат і особливо міцні сучасні композитні матеріали, скажімо, пуленепробивний кевлар, з якого виготовляють бронезилети.

Для різання матеріалів високої твердості варто застосовувати воду із додаванням абразиву – гідроабразивну обробку.

**Матеріали, що їх обробляють гідрорізанням
та гідроабразивним різанням**

Гідрорізання	Гідроабразивне різання
Шкіра, текстиль, повсть	Листи зі сталей, інших металів
Електронні плати	Металеві деталі
Пластмаси різних типів, термо- і дуропласти, гумові вироби	Композитні матеріали, товстостінні пластичні маси
Ламіновані матеріали	Бетон, залізобетон, інші будівельні матеріали
Теплоізоляційні, шумопоглинаючі матеріали	Скло, в тому числі броньоване
Заморожені продукти харчування	Кераміка
Папір, картон	
Армовані пластики; полімерні і шаруваті: склотекстоліт, текстоліт, дибонд, поліаміди	
Натуральна деревина, фанера	

Метод гідрорізання
універсальний, тобто дає можливість
обробляти будь-які
матеріали. За визначенням!

Важлива перевага методу гідрорізання полягає в тому, що він універсальний. Всі інші способи обробки мають певні обмеження у застосуванні. Скажімо, тех-

нологія лазерного різання дає можливість обробляти залізо, сталь, чавун, але обробка мідного листа буде занадто складною, а скло пропускає світловий промінь наскрізь або може розколотися [9].

⁹ Різати лазером скло, власне кажучи, можливо. Процес лазерного терморосколювання проводиться у два етапи. Спочатку на скло впливають сфокусованим лазерним променем так, щоб під поверхнею воно нагрілося до температури вище початку розм'якшення. Завдяки цьому на поверхні в зоні різку виникають напруження розтягу. Потім зону різку або опромінують розфокусованим променем, збільшуючи напругу до значень, що перевищують міцність скла, або ж різко охолоджують інертним газом. У результаті скло тріскається на всю товщину листа. Краї виходять рівними і міцними, а скло в зоні різку гарпується. <https://intehmet.com/metalloobrabotka/rezka-metalla/lazernaya#ancor4>

Гідрорізання – альтернатива не тільки механічній, але й лазерній, плазмовій, ультразвуковій різці, а в деяких випадках є єдино можливим методом верстатної обробки

Процес різання водним струменем працює за тим же принципом, що і водна ерозія, яку можна побачити в природі – лише значно прискорений і підсилений. Вода, що потрапила на поверхню матеріалу, здатна звільнити з неї частинки і згодом їх змити. Цей ефект ще більше посилюється за рахунок додавання у воду абразивних гранул.

Можна використовувати різні типи абразивних матеріалів: певні види піску, натуральний гранат, корунд, олівін; сталь у вигляді гранул або круп, скляні та керамічні кульки, а також абразивні матеріали з пластику чи оксиду алюмінію. Існують також верстати, у яких водний струмінь охолоджують до низьких температур. Кристалики льоду, які при цьому утворюються, також можуть збільшувати швидкість різання.

Використання струменя води

10.2.1. Верстати для різання водним струменем

Система подачі абразиву у водоструменевих верстатах

1. Вакуумна, що працює за принципом вприску у пульверизатора;

2. Така, що працює під постійним тиском.

Абразив засипається у бункер, що розташований біля робочого столу, та подається гнучким шлангом до місця різання.

Якісні характеристики абразиву розташований від виду та твердості матеріалу, що обробляється. Для високолегованих сталей та титанових сплавів варто використовувати особливо тверді часточки гранатового піску. Для скла зазвичай достатньо звичайного річкового чи яружного піску відповідних фракцій, для пластичних має, у тому числі армованих скловолокнами чи вуглеродистими вставками, достатньо часточок силікатного шлаку.

У машинах для струменевого різання можна, в принципі, використовувати і воду з місцевого водогону. Однак ефективність різання та термін експлуатації обладнання можна підвищити, якщо воду додатково підготовлювати. Додаткова підготовка води включає не тільки фільтрацію, але й її пом'якшення та деіонізацію.

«Серцем» системи є насос високого тиску, який створює робочий тиск води. Він включає резервуар під тиском, який служить для вирівнювання тиску, дозволяючи безперервно подавати воду. На кінці – ріжуча частина системи. Сюди входить контейнер з абразивним матеріалом, який змішується з водою високого тиску в змішувальній камері в ріжучій головці. Потім є ріжуча головка з насадкою діаметром у десятих частках міліметра. З насадки з великою швидкістю витікає суміш води та абразиву, впливаючи на матеріал і розрізаючи його. Після вирізання, як правило, не потрібно згодом обробляти обрізний край.

Переваги струменя води

Найважливіша перевага водоструминного різання полягає в тому, що він не прогріває деталь, яка підлягає обробці, тому не впливає на його внутрішню структуру та пов'язані з цим властивості. Завдяки холодній обробці цей спосіб можна використовувати для різання чутливих до температури матеріалів, таких як дерево, термопластики, ламінати та інші багатошарові матеріали тощо. Мінімальне прикладання сили на різаний матеріал не створює мікротріщин.

Ця технологія є екологічно чистою, не утворюється шкідливих випарів. Це також дозволяє ефективно економити матеріал, оскільки ширина різку становить, як видно з *табл. 10.1.*, $\pm 0,025$.

Таким чином між окремими вирізаними частинами залишається лише кілька міліметрів матеріалу. Комплекс гідроабразивного різання дозволяє проводити розкрій листового матеріалу по будь-якому прямому і криволінійному контуру з будь-якими радіусами заокруглення і шириною різку всього 1 мм, відповідно відходи матеріалу – мінімальні, на відміну від традиційних методів обробки.

У сучасних водоструменевих технологіях, так званих Waterjet Technologies, отриманий струмінь перед тим, як потрапити на поверхню оброблюваного матеріалу, піддається різним впливам з метою отримання додаткових властивостей.

Вода проходить через спеціальний насос високого тиску і розганяється до 4000 бар 10 (атмосфер) або навіть і більше. Сучасні насоси високого тиску здатні розвивати до 6 тисяч атмосфер а потім пропустити через невеликий отвір діаметром 0,1–0,5 мм. Вода набуває великої швидкості (400–1200 м/с) і, відповідно, високої енергії. При впливі такого струменя на матеріал його енергія перетворюється в механічну роботу різання, а сам струмінь стає ріжучим інструментом. Для збільшення руйнівної сили водяного струменя до неї додають абразив.

Струмінь води проходить крізь водяне сопло діаметром 0,1–0,35 мм та потрапляє у змішувальну камеру. У змішувальній камері відбувається змішування води зі спеціальним абразивом. Далі суміш води та абразиву проганяють через друге, твердосплавне або алмазне сопло з внутрішнім діаметром 0,6–1,2 мм. Із цього сопла струмінь води з абразивом виходить з швидкістю близько 1000 м/сек і потрапляє на поверхню матеріалу, який треба різати. Таким чином виникає потужний інструмент обробки матеріалів. Струмінь води з абразивом чи без нього ріже матеріал зі високою точністю. Весь процес управляється і контролюється комп'ютером зі встановленим числовим програмним управлінням. Це дає можливість виробляти фігурні деталі, не втрачаючи при цьому точності. Подібний процес відбувається і в природі і має назву «ерозія».

Струмінь рідини за своїми технічними можливостями наближається до ідеального точкового інструменту, що дозволяє обробляти складний контур з будь-яким радіусом закруглення. Оскільки ширина різку становить 0,76–2 мм, відхід матеріалу в стружку менше, ніж при традиційних методах обробки, різ можна починати в будь-якій точці заготовки, при цьому не по-

¹⁰ 1 бар приблизно відповідає одній атмосфері.

трібно попередньо виконувати отвір. Лінія розрізу може бути будь-якої кривизни, мати гострі кути і круті повороти. Невеликі сила (1–100 Н) і температура (+60 – +90 °С) в зоні різання виключають деформацію заготовки, оплавлення і згорання матеріалу в прилеглий зоні. Струмінь не змінює фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу. А це дозволяє уникати додаткової обробки країв матеріалу, необхідної після впливів високих температур, чим не може похвалитися жодна інша технологія.

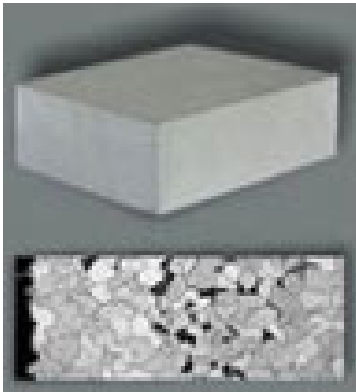


Рис. 10.12. Різання гідроструменем

Холоднорізані краї, створені під час різання гідроструменем, не містять задирок, структурних та розмірних компромісів

Джерело: URL: <http://www.waterjet.co.za/howwaterjetworks.asp>



Рис. 10.13. Різання високою температурою

Тепло, яке утворюється під час різання, змінює структуру матеріалу. Через це виникають дефекти, викривлення та задирки

Вода високого тиску швидко проносить тверді абразивні частинки у глибокі шари матеріалу, відриваючи з площини зрізу дрібні часточки. Тим часом вода ще й охолоджує зону різання.

Проходячи крізь отвір сопла, матеріалом якого може виступати рубін, сапфір або алмаз товщиною 0,1 мм, вода може набутися швидкість, що в три рази більша за швидкість звуку, і утворює тонкий сфокусований струмінь, який може різати практично всі матеріали.

Результат гідроабразивного різання – майже ідеально рівний розріз без задирок, із рівними краями. Додаткова обробка такого зрізу взагалі не потрібна.

При гідроабразивному різанні відсутня відповідна реакція на ріжучий інструмент, оскільки між виробом і інструментом немає прямого контакту. Низьке тангенціальне зусилля на деталь дозволяє відмовитися від затиску цієї деталі. Плюс до всього, ріжучий інструмент не потребує заточування.

Ріжучі головки спеціальної конструкції за допомогою електроприводу переміщуються в усіх трьох об'ємних вимірах, навкруги своєї осі, а також під необхідними кутами нахилу.

Швидкість процесу різання залежить від:

- тиску в системі;
- витрат води;
- розмірів абразивних частинок;
- твердості металу; куту різку;
- інших факторів.

10.2.2. Абразивні матеріали

У якості абразивних матеріалів можна застосовувати кварцовий пісок, олівін, карбід кремнію та електрокорунд. Це можуть бути також полімери.

**Абразиви
прискорюють
різання**

Крім того, існують технологічні верстати, у яких струмінь води додатково охолоджують до появи кристаликів льоду, що підвищує можливості руйнування, а також закручують, створюючи штучний вир, та поділяють на кілька струменів.

Застосування абразивних матеріалів визначається їхньою відносною дешевизною, твердістю і високими ріжучими властивостями.

Можливо використовувати такий абразив повторно
Існують відповідні верстати
(URL: <https://www.spongejet.com/ru/принцип-работы/>)



Рис. 10.14. Гранатовий пісок (збільшено)

Однак найбільш ефективним абразивом є **гранатовий пісок** завдяки своїй твердості та високій вазі. Це дає можливість отримати високу якість різку з рівномірною жорсткістю по всій глибині.

Гранатовий пісок – неметалічний природний мінерал, являє собою гранули граната альмандіна. Це твердий та важкий мінерал зі щільністю приблизно $4,1\text{--}4,3 \text{ г/см}^3$. Гранатовий пісок не є ні канцерогенний, ні токсичний мінерал природного походження.

Кристали гранату мають кутову округлу форму грануляції. Завдяки високій твердості (7–8 Моос), пов'язаній з їх кристалічною структурою, забезпечується високий опір руйнуванню. Гірський гранат великих фракцій – 0,4–1,2 мм ідеальний для піскоструменевих робіт. Наявність гострих граней, отриманих після подрібнення породи, робить його більш ефективним у водоабразивній різці і дозволяє отримати рівну поверхню різі.

Через невелику кількість мікротріщин такий пісок можна використовувати після очищення до трьох раз.

Тому гранатовий пісок різних фракцій використовується у багатьох галузях промисловості.

Вітчизняні підприємства, в основному, використовують кварцовий пісок.

Найбільш важливим є те, що такий тип різання не змінює природних властивостей оброблюваного матеріалу, оскільки не має термічного високотемпературного впливу, тож практично повною мірою виключена деформація матеріалів, напруга і вигин оброблюваної деталі та зміна його якостей. Оброблюваний матеріал не оплавляється і не пригоряє на кромках та в прилеглий зоні, не вигоряють також і легуючі присадки. В результаті отримуємо вплив досить високої якості, що робить непотрібним подальшу дорогу обробку. Важливим є і відносна екологічна безпека: воду можна відфільтровувати після застосування, а частки абразиву і оброблюваного матеріалу утилізувати. Суттєвим є також і повна пожежна безпека роботи верстату, адже відсутній відкритий вогонь та суттєвий нагрів оброблюваного виробу (URL: <https://www.rodent.ua/ukr/how-waterjet-cutting.html>).

Гідорізання безпечно з екологічної точки зору. Відсутній термічний вплив на матеріал, отже, не виникає шкідливих газів, випаровувань та задимлення. Пил від матеріалу, який руйнується в процесі обробки, та пил від зношення виноситься разом з водяним струменем і може бути відфільтрованим у подальшому.



Рис. 10.15. Верстат гідроабразивного різання

Переваги гідрорізального верстату

1. Порівняно більша швидкість різання.
2. Не потрібне заточування / шліфування інструментів.
3. Твердість оброблюваного матеріалу не має принципового значення.



Рис. 10.16. Насадка для різання водою

Недоліки верстатів гідроабразивного різання

При обробці масивних деталей виникають складнощі. Нижні шари багатшарового різання можуть деформуватися.

Питання для перевірки знань

1. Що таке «гідрорізання»?
2. Що таке «гідроабразивне різання»?
3. Які матеріали можна різати гідроабразивним верстатом?
4. Чому неможливо різати гідроабразивним верстатом загартоване скло?
5. Які абразивні матеріали застосовують у гідроабразивних верстатах?
6. У чому переваги та недоліки гідрорізання?

10.3. Верстати порошкової металургії Металокераміка

10.3.1. Верстати порошкової металургії

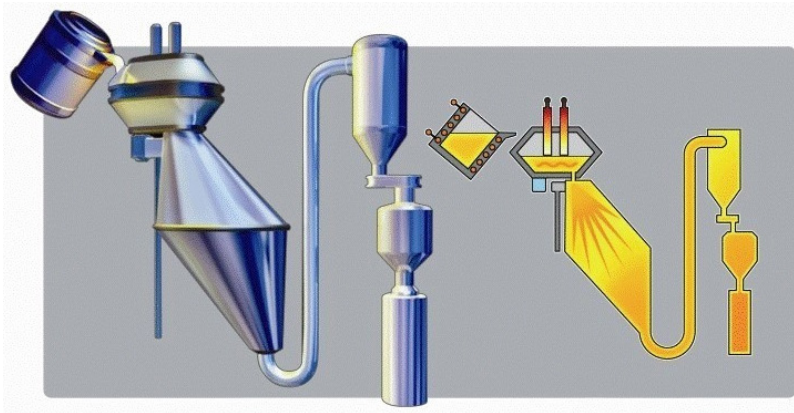
Верстати для порошкової металургії – установки для отримання металевих порошків, їх наступного пресування та спікання для виготовлення на цій основі виробів.

Процес виробництва виробів методом порошкової металургії складається з таких операцій:

- отримання і підготовка порошків вихідних матеріалів - шихти, яка може являти собою чисті метали або їх сплави, сполуки металів з неметалами і різними іншими хімічними сполуками. Частинки шихти мають розмір у декілька мікрометрів.
- пресування з підготовленої шихти виробів необхідної форми у прес-формах;
- термічна обробка – спікання спресованих виробів, що додає їм остаточні фізико-механічні властивості.

Всі ці операції вимагають спеціальних верстатів і відповідних технологій.

Порошкова металурія – виготовлення порошкоподібної шихти, її пресування і спікання при температурі нижче точки плавлення



*Рис. 10.17. Верстати порошкової металургії.
Послідовність операцій*

Можливі й додаткові операції – скажімо, попередньо спечений пористий брикет потім може бути просякнутий розплавленим металом. Однак в основі залишається процедура пресування порошко-подібної шихти і спікання при температурі нижче точки плавлення.

**Виготовлення виробів з металевих порошоків схоже на виробництва кераміки, тому цей процес називають також металокерамікою.
Увага: металокерамічні матеріали не є сумішшю металу з керамічною масою**

Вироби, що виготовляються методами порошкової металургії, називаються «спечені матеріали», або «металокераміка».

Деталі, виготовлені з порошоків, застосовують у багатьох галузях техніки. З них виготовляють шестерні, підшипники ковзання, важелі, прокладки, фільтри.

10.3.2. Застосування порошкової металокераміки

Матеріали, що виготовляються за допомогою методу порошкової металургії, як уже зазначалося, називаються спеченими. Все спечені металокерамічні матеріали підрозділяють на ряд функціональних категорій.

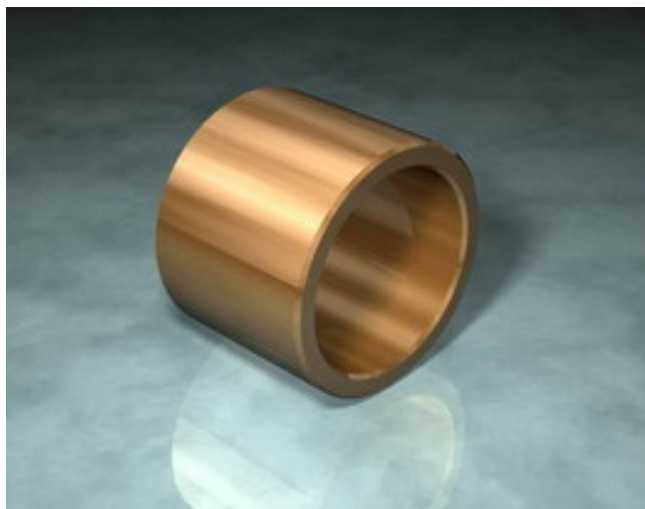


Рис. 10.18. Втулка HMG-SNF-11. Виготовлена з порошкової бронзи, насиченої мастилом. Пориста структура зі спеченої бронзи дозволяє зберігати мастило, поступово дозуючи його в процесі експлуатації

Конструкційна металокераміка. Використовується в машинобудуванні для виробництва шестерен, зубчастих коліс, черв'ячних пар, клапанів, муфт, тих деталей, що у процесі використання витримують високий рівень навантаження.

Антифрикційна металокераміка. Складені конструкції, які об'єднують декілька складових деталей – тверду оправку та м'який наповнювач, насичений мастилом. Така конструкція може бути виготовлена виключно методом порошкового спікання.

Фрикційна металокераміка. Результат спечення металів (заліза, міді, свинцю, хрому, нікелю і ін.) з неметалевими до- бавками – азбестом, графітом, баритом, сульфідами, оксида- ми тощо. Призначений для деталей, що забезпечують високий рівень тертя, скажімо, дисками зчеплення. У виробі метало- керамічний фрикційний шар напечений на сталеву основу. Фрикційна металокераміка характерна високими показниками стійкості до зношування. Тому вона знаходить особливо широ- ке застосування в верстатобудуванні при виготовленні вузлів передачі кінетичної енергії.

Фільтруючі спечені матеріали

На відміну від одержуваних іншими способами, **фільтруючі спечені матеріали**, які отримані на верстатних лініях, що забез- печують спікання під тиском, мають більш високий рівень тер- мостійкості, очисної здатності, абразивної зносостійкості й ін- ших параметрів.

Застосування такого типу верстатних ліній дозволяє виго- товляти фільтри з унікальними властивостями, об'єднуючи по- ристість, яка забезпечує видалення непотрібних домішок, та ка- пілярність, що дає можливість транспортувати через фільтр ті речовини, які потрібні.

Крім фільтрів, на таких верстатах виготовляють спеціаль- ні ущільнювальні прокладки, елементи полум'ягасників, си- стем антизледеніння, конденсаторів і цілий ряд інших виробів. Скажімо, фільтрувальний матеріал з високою міцністю та за- гальною твердістю виготовляється з багат шарової металевої спеченої сітки, яка пресується спеціальним ламінатом у ва- куумі. Сітки переплітаються, утворюючи рівномірну та ідеаль- ну структуру фільтра.

10.3.3. Металокерамічні порошкові тверді сплави

Металокерамічні порошкові тверді сплави виготовляють на спеціалізованих верстатних лініях. Вони мають композитну структуру, що включає в себе частки тугоплавких карбідів титану і вольфраму високої твердості (WC, TiC і т.п.) і пластичне металеве сполучна (найчастіше зерна кобальту - Co). Їх застосовують для виробництва активних компонентів металорізальних різців, штампувального обладнання та бурового інструменту.

Металокерамічні тверді сплави – результат спікання особливо твердих тугоплавких з'єднань у поєднанні з в'язким зв'язуючим металом. Найбільше практичне застосування для виробництва металокерамічних твердих сплавів мають карбіди вольфрама, титана і тантала (WC, TiC і TaC). Зв'язуючим металом у спечених твердих сплавах є кобальт, а інколи нікель і залізо

10.3.4. Високотемпературна порошкова металокераміка

Високотемпературна порошкова металокераміка – сплави на основі тугоплавких металів (W, Mo, Nb, Ta, Zr, Re, Ti тощо). Використовують у космічній, авіаційній, суднобудівній, електротехнічній, радіоелектронній та багатьох інших галузях.

Електротехнічна порошкова металокераміка

Такі вироби називають ПСЕВДОСПЛАВАМИ, оскільки іншими методами речовини з такими властивостями отримати неможливо. Псевдосплави мають складну композиційну будову та незамінні для виготовлення електричних контактних груп, на їх основі виробляють постійні магніти, ферити, інші струмопровідні матеріали і діелектрики.

Металеві порошки отримують на механічних верстатах (мли-нах) фізико-хімічним способом чи застосуванням електрики.

Механічний спосіб

При механічному способі їх подрібнюють у вібраційних, кульових, вихорових верстаках-млинах або диспергують:

розпилюють з розплавів рідких металів стисненим повітрям або у середовищі інертних газів. При цьому хімічна будова металу не змінюється. Таким методом отримують порошки міді, бронзи, латуні, алюмінію, свинцю, марганцю, хрому, а також сталі.

Металеві порошки виробляються на спеціальних підприємствах. На заводах, що виготовляють деталі з порошків, компоненти суміші зважуються і перемішуються в спеціальних млинах, після чого проводиться формування деталей.

Диспергування – тонке подрібнення твердого матеріалу в результаті якого виникають дисперсні порошки

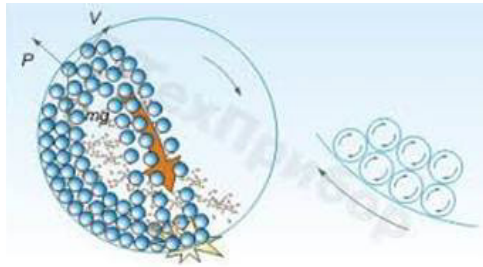


Рис. 10.19. Принцип дії кульового млина. Верстат обертає камеру, у якій кулі з твердого матеріалу розмелюють речовину у дрібнодисперсний порошок

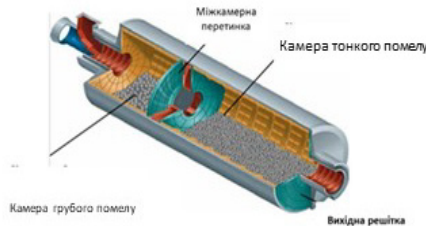


Рис. 10.20. Ефективний кульовий млин

10.3.5. Фізико-хімічний спосіб отримання дисперсних порошків

При фізико-хімічному способі вироблений порошок значно змінює свій хімічний склад. Даний процес проводиться методом відновлення з оксидів, при цьому відновниками виступають гази. Для відновлення використовують руди металів і окалину – відходи металургійних процесів. Подібним методом отримують порошки заліза, міді, а також інших металів..

Крім того, застосовують також електроліз, тобто електролітичне осадження порошку на катоді з розчинів солей металів.

Існують також верстати, які здійснюють виготовлення порошку током великої сили, яким впливають на метал, приміщений у вакуумі. Здебільшого так отримують порошковий алюміній.



Рис. 10.20. Журнал *Powder Injection Moulding International* об'єднує два формати «B2B» – «Бизнес для бизнеса», або «Business-to-business» та наукового видання. Пропонує практичні рішення у галузі порошкової металургії та металокераміки

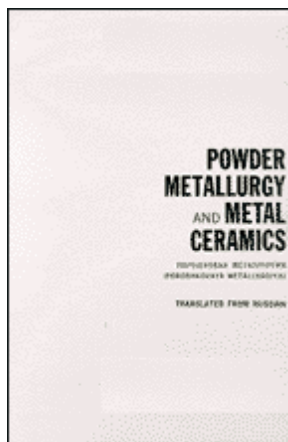


Рис. 10.21. Український журнал «Порошкова металургія та металокераміка» Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України. Тематику присвячено проблемам теорії і технології порошкової металургії

Названі методи дають можливість отримати порошкові часточки різної форми. Це можуть бути кульки, пластинки, пухнасті пластівці. Відповідно, з порошоків різного хімічного складу, розміру гранул-часточок та їхньої форми можна отримати кінцевий продукт – деталі із різними властивостями щодо механічного опору, твердості, коефіцієнту тертя, стійкості до корозії, електропровідності та магнітних властивостей та з іншими властивостями.

10.3.6. Основні можливості порошкової металургії

- **Можливість отримання матеріалів, які важко або неможливо отримати іншими способами.**

Деякі тугоплавкі метали (вольфрам, тантал), сплави і композиції на основі тугоплавких сполук (тверді сплави на основі карбідів вольфраму, титану та інші композиції металів та неметалів не змішуються в розплавленому вигляді, особливо за умови значної різниці в температурах плавлення (вольфрам - мідь), композиції з металів і неметалів (мідь - графіт, алюміній - оксид алюмінію і ін.), пористі матеріали (підшипники, фільтри, теплообмінники та ін.).

- **Можливість суттєвого позитивного фінансового балансу за рахунок економії металу та витрат на нагрів**

При виготовленні деталей литтям і обробкою різанням до 60–80 % металу втрачається в литниках або йде в стружку. Виробництво деталей з металевих порошоків пояснюється численними перевагами цієї технології.

Вага стружок при обробці різанням доходить до половини ваги виробу. В той же час, для порівняння, втрати порошку складають лише кілька сотих від ваги деталі. Прес-форма, яка обслуговується одним працівником, дає можливість у кілька секунд спікати одночасно багато деталей. Обробка різанням такої самої деталі вимагає набагато більше часу і складних верстатів з ЧПУ.

Температура спікання суттєво нижча, ніж при плавленні, що дає можливість економії палива та застосування простіших технологій нагріву.

• **Можливість отримати матеріали з меншим вмістом домішок і з більш точною відповідністю заздалегідь заданому складу, оскільки за основу беруться чисті порошки без домішок або порошки з точно відміряною кількістю необхідних домішок.**

При однаковому хімічному складі і щільності у спечених матеріали в ряді випадків властивості можуть бути кращими, ніж у плавлених

Структуру плавлених матеріалів складно передбачити. Вона сильно залежить від умов затвердіння після нагріву. При виготовленні спечених матеріалів можна заздалегідь передбачити і задати структурні особливості, зробити їх, скажімо, більш термостійкими та стійкими до хімічних впливів, що дуже важливо для матеріалів нової техніки.

Порошкова металургія дозволяє створювати деталі, які мають наперед задані властивості. Можна у різних пропорціях застосовувати порошки, отримані не з одного металу з таблиці елементів, але із суміші різних речовин, у тому числі не тільки металів, але й неметалів. Особливо цікавими є результати застосування неметалевих домішок.

Скажімо, додавання порошку графіту до порошкоподібного заліза знижує тертя між часточками – гранулами та між пресованою деталлю і стінками форми, що підвищує термін служби інструментів.

Основним методом у порошковій металургії є **пресування верстатом деталей у металевих формах.**

Форми складаються з матриці, яка являє собою пустий простір, що повторює форму деталі, яку треба створити, і нижнього й верхнього прес-штемплів. Засипний пристрій наповнює матрицю порошком, пересувні прес-штемплі, що входять до матриці згори і знизу, стискають порошок, передаючи на нього високий тиск 20–80 кг/см².

Автоматичний прес, у якому містяться форми, ці операції проводить з частотою до 1000 разів на годину.

Далі деталь проходить операцію **спікання**.

Операція спікання у порошковій металургії

Деталь поступає у піч. Температура спікання дорівнює приблизно три чверті від температури абсолютної точки плавлення основних компонентів порошкової суміші. У печі відбувається спікання металевих гранул порошку. Цим значно підвищуються механічні властивості деталей. Після охолодження деталі набувають майже таких же властивостей, як аналогічні деталі з лиття, і їх можна вважати готовими до подальшої роботи.

Пористість

Навіть якщо на порошок у пресі впливають тиском великої сили, в отриманих виробах можна побачити під мікроскопом повітряні порожнечі. Структура металу залишається пористою. Такі пори значно зменшують питому вагу деталі, що отримана з порошоків, порівняно із питомою вагою деталей, виготовлених литтям. Для певних виробничих потреб така пористість має велике значення. Скажімо, у самозмащувальних підшипниках пори наповнюються маслом, що знижує тертя. Однак у випадках, коли деталі застосовують під навантаженням, конче необхідно пористість зменшувати, що, зрозуміло, збільшує міцність деталі.

Цього досягають збільшенням тиску та підбором розміру гранул порошкової суміші, змішуючи гранули порошку різних розмірів, так що менші гранули заповнюють пустоти між гранулами великими.

Практикують також додаткову обробку деталей після спікання. Деталь калібрують, проштовхуючи її через спеціальні додаткові валки – матриці. Можливо зменшити пористість завдяки операції вторинного пресування і спікання.

Електропровідність
(електрична провідність,
провідність) – здатність
тіла (середовища) про-
водити електричний струм

Деталі піддають також гальванічній обробці для проти-корозійного захисту і збільшення естетичності. Якщо необхідно змінити **електоропровідність** деталі, пористі деталі просочують металевими сплавами, маслами або пластмасами.

Деталі, спечені з порошків, можуть додатково оброблятися різанням, точінням, шліфуванням. Якщо необхідно отримати отвори з осями, непаралельними до напрямку пресування, та нарізати різьбу, необхідно застосовувати і ці додаткові операції.

Переваги порошкової металургії

Багато видів продукції іншими методами, крім порошкового просто неможливо створити;

Безвідходність процесу, оскільки використовується близько 95–98 % витраченого порошкового матеріалу);

Унікальні властивості отриманих виробів, економічність, оскільки сам процес спікання відносно простий і легко автоматизується.

Розроблена і запроваджена у виробництво технологія, яка дозволяє отримати металокерамічні фрикційні диски з високими експлуатаційними характеристиками, які мають ряд переваг перед аналоговими.

Недоліки, які перешкоджають розвиткові порошкової металургії:

- технологічна складність процесу отримання металевих порошків і тому порівняно висока їх собівартість;
- необхідність спікання в захисній атмосфері, що збільшує вартість виробів;
- труднощі виготовлення виробів великих розмірів;
- складність отримання металів і сплавів у безпористому, компактному стані;
- необхідність застосування чистих вихідних порошків для отримання чистих металів.

Питання для перевірки знань

1. Що таке «металокерамічні тверді сплави»?
2. Де застосовують порошкову металокераміку?
3. Назвіть переваги та недоліки порошкової металокераміки.

10.4. Верстати лазерного зварювання, різання, гравіювання та маркування. Лазерна графіка

ЛАЗЕР (англ. Laser, аббревіатура від англійського light amplification by stimulated emission of radiation, тобто «посилення світла вимушеним випромінюванням» – пристрій для генерування або підсилення вузького променя світла високої температури

ЛАЗЕРНІ ВЕРСТАТИ – пристрої, які містять оптичний квантовий генератор – лазер та призначені для різання, зварювання, гравіювання і маркування різних речовин

ЛАЗЕРНЕ ЗВАРЮВАННЯ – зварювання, у якому джерелом тепла для з'єднання частин є енергія світлового променя, одержана від оптичного квантового генератора – лазера

ЛАЗЕРНЕ ГРАВІЮВАННЯ – нанесення інформації у вигляді тексту або зображення на будь-яку поверхню, при цьому гравіювання можливе і на нерівних, і на внутрішніх поверхнях предметів

ЛАЗЕРНЕ РІЗАННЯ (англ. laser cutting) – технологія термічного різання матеріалів, при якій джерелом енергії служить лазер високої потужності

ЛАЗЕРНЕ МАРКУВАННЯ – технологія нанесення зображення чи тексту виключно на верхні шари матеріалу. Використовується для нанесення штрих-кодів та інших ідентифікаційних зображень

ГАЗОВИЙ ЛАЗЕР – лазер, у якому в якості активного середовища використовується речовина, що перебуває в газоподібному стані

ТВЕРДОТІЛЬНИЙ ЛАЗЕР – лазер, у якому в якості активного середовища використовується речовина, що перебуває в твердому стані. Такими речовинами можуть бути різні типи скла та кристали, активовані рідкісно-земельними елементами

ЛАЗЕРНІ ВЕРСТАТИ – сучасні високоефективні пристрої для різання, зварювання, гравіювання і маркування різних речовин.

Вони можуть обробляти всі види металів, як чорних, так і кольорових, пластмас, скла, каменю, а також їх з'єднань, включаючи також матеріали з високим коефіцієнтом віддзеркалення. Ці верстати працюють у діапазоні інфрачервоного випромінювання довжиною хвилі ≈ 1 мкм, які речовини краще абсорбують. Сфера застосування лазерних верстатів надзвичайно велика. Однак варто зауважити, що найбільшу ефективність оптоволоконний лазерний верстат показує при маркуванні й гравіювання металевих поверхонь, а також при розкрою листового металу малої товщини, так як з її збільшенням погіршується якість кромки, зростає шорсткість і можлива деформація виробу.

Верстати лазерного різання дозволяють здійснювати прецизійний (дуже точний) розкрій листового металу з високою продуктивністю та максимальною якістю обробки

Лазер, або оптичний квантовий генератор (ОКГ) – прилад, який генерує або підсилює вузький промінь світла високої температури, тобто створює потужний імпульс монохроматичного випромінювання за рахунок оптичного збудження атомів у рубіно-

вому кристалі, оптичному волокні або в газі.

Можна також побудувати ОКГ на напівпровідниках. У таких пристроях застосовують електричне збудження замість оптичного, що суттєво підвищує коефіцієнт корисної дії.

Отримання світлових квантів лазерними пристроями базується на фізичному явищі, сутність якого полягає у тому, що атоми будь-якої речовини перебувають як у стабільних, так і у збуджених станах і при переході зі збудженого стану в стабільний вони виділяють енергію у вигляді квантів променевої енергії.

Лазерні верстати по металу – це сучасні технологічні пристрої обробки деталей, у якій в якості ріжучого елемента застосовують лазер високої потужності. Управління лазером (спря-

мованість руху, фокусування, концентрація потужності в певну точку) здійснюється комп'ютером, що керований числовим програмним управлінням. Така технологія дає можливість отримати дуже тонкі розрізи з мінімальною зоною температурного нагріву. Така особливість практично виключає механічну деформацію металу і значною мірою зменшує необхідність подальшої чистової обробки.

Основні переваги та недоліки верстатів лазерного зварювання, різання, гравірування та маркування

Хоча обробка лазером вважається інноваційним сучасним способом обробки матеріалів, вона все ж має як переваги, так і недоліки.

Переваги:

- можна обробляти будь-які метали: від м'яких – міді, бронзи, алюмінію – до досить міцних збройних броньових сталей;
- можлива будь-яка траєкторія розкрою металу, включаючи найскладнішу;
- габарити одиничного виробу достатньо великі;
- висока точність розкрою і різання металевого листа з мінімальним допуском до 0,1 мм – це дає значну економію металу, можливість компактного розміщення деталей на одному листі за необхідності виготовлення декількох деталей з листового металу, розкрій проводиться максимально щільно для отримання мінімальних технологічних відходів при високому рівні деталізації, що, в першу чергу, залежить від конфігурації деталей і від якості роботи проектувальника (розробника) самої деталі;
- висока якість виготовлюваного продукту та відсутність дефектів при роботі – деталь одразу готова до використання і не вимагає подальшої обробки;
- в більшості випадків відсутня необхідність подальшої механічної обробки деталей, оскільки відсутня деформація металу на краях (межах) різання;
- можливо виготовляти як великі серійні замовлення, так і малосерійні унікальні деталі;
- істотна економія часу при виробництві нестандартних ме-

талевих деталей: для завантаження форми в апаратуру верста-та достатньо кресленника, виконаного в будь-якій креслярській програмі, – власне кажучи, на розробку програмної цифрової САД-моделі витрачається часу та інтелектуальних ресурсів більше, ніж на саме її виготовлення;

- відносно доступні ціни, що досягається майже повною відсутністю ручної роботи, необхідності виготовлення штампів, прес-форм або додаткових пристосувань;

- загальна економія з огляду на використання ресурсів, фінансів і робочого часу;

- екологічні проблеми існують, однак вони вирішувані з невеликими витратами.

Недоліки:

- відносно дороге устаткування, яке окупається виключно завдяки великій кількості замовлень;

- товщина виробів не може перевищувати 18 мм при стоват-ному випромінювачі;

- недостатньо якісні результати обробки низькоякісних ма-теріалів, особливо за умови нерівності листа;

- деякі метали з підвищеною здатністю до віддзеркалення погано піддаються обробці.

Обладнання

Лазерний верстат обробки металу дає можливості обробля-ти лазером як звичайну листову сталь, так і сталь нержавку.

На сучасних лазерних верстатах при різанні звичайної стали при-пустима товщина деталі становить від 0,5 до 12 мм, для нержавкої сталі – від 0,5 до 5 мм. Втім, майбутній науково-технічний прогрес, вірогідно, дасть можливість обробляти і більш масивні деталі.

Застосування

Лазерні верстати широко застосовуються в промисло-вості та будівництві. Висока продуктивність та якість роботи дозволяє створювати вироби в приладобудуванні, авіаційній промисловості, автомобілебудуванні та медичній галузі.

Технологія зварювання, різання, гравірування та маркування.

10.4.1. Різання металу лазером

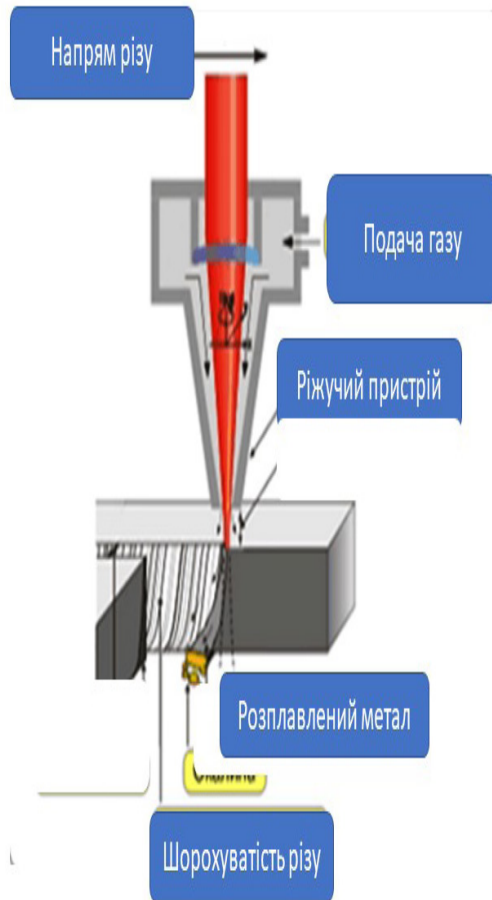


Рис. 10.22. Схема роботи лазерного верстату

В основі технології лазерної різки лежить тепловий вплив лазерного променя на деталь. Площа контакту лазерного променя з поверхнею в таких випадках дорівнює кільком мікронам, і кристалічні решітки матеріалів досягають температури, необхідної для плавлення металу.

Зіткнення променя з поверхнею короткотермінове, що забезпечує те, що інша частина деталі не нагрівається під час роботи. Це гарантує безпеку персоналу при використанні обладнання.



*Рис. 10.23. Можливості лазерного верстату.
Візерунки на захисному кожусі кондиціонера*

Ще однією перевагою є похибка, яка досягає мінімуму. У місцях розрізу метал плавиться і відразу випаровується, википає. Необхідно, втім, зауважити при цьому, що відстань від обладнання для лазерного різання металу до деталі має бути мінімальною, становити кілька сантиметрів, але не більше.

Щоправда, лазерний різальний верстат здатний, у всякому разі на сьогодишньому рівні науки та техніки, різати металеві деталі невеликої товщини, інакше лазерний промінь може не впоратися з поставленим завданням.

Деталь, виготовлена подібним способом, не потребує додаткової обробки, і вона одразу передається до наступного етапу процесу виробництва або у практичне застосування. Це значно економить витрати виробника.

Увага!

**Лазерні верстати не можуть
нарізати внутрішню різьбу.
Поки що не можуть!**

Головним призначенням лазерних верстатів є вирізання деталей. Однак за допомогою лазерного обладнання можна також фрезерувати і просвердлювати отвори необхідного діаметра і глибини.

Обладнання для лазерного різання металу якнайкраще підходить і для виконання гравіювання, і для маркування деталей. У такому випадку немає необхідності у застосуванні окремого обладнання.

Лазерне гравіювання – нанесення зображення сфокусованим лазерним променем

Лазерне гравіювання – сучасна технологія, яка надає можливість лазерним променем з великою точністю та продуктивністю наносити зображення на поверхню будь-якого твердого матеріалу. Метод дає можливість отримувати як легке поверхнєве маркування, так і глибоке лазерне гравіювання. При цьому термічний вплив на матеріал і його форму зводиться до мінімуму.

Таке зображення має зазвичай рельєф, тобто має певну глибину. Це й відрізняє лазерне гравіювання від лазерного маркування.

Лазерне гравіювання за принципом нічим не відрізняється від лазерного різання. Тільки сила впливу променю значно менша і не розрізає матеріал, а знімає, випалюється, випаровує тільки верхній шар матеріалу – і на поверхні матеріалу виникають зображення або написи.

При цьому глибина гравіювання залежить від обраної потужності джерела лазерного випромінювання, від фізичних властивостей оброблюваного матеріалу, а також від режиму впливу на матеріал.

Гравіювання підтримується ЧПУ, що дає можливість значною мірою зменшити вірогідність браку.

10.4.2. Обладнання для лазерного гравіювання

В залежності від матеріалу, що гравіюється, виокремлюємо 2 типи лазерних граверів:

ГАЗОВІ. Ними гравіюють, в основному, неметали – пластик, дерево, скло, шкіру, ДСП.

ТВЕРДОТІЛЬНІ та ВОЛОКОННІ – гравіюють як неметали, так і метали.

Поєднання комп'ютерного керування з лазерним граверним верстатом дає можливість створити високоякісне зображення, яке неможливо відтворити жодним іншим методом

Зображення, отримане за допомогою лазерного гравіювання, вирізняє довговічність і зносостійкість. Такі зображення неможливо видалити без значного пошкодження поверхні матеріалу.

За ступенем впливу лазерного випромінювання на поверхню матеріалу прийнято розрізняти лазерне маркування та лазерне гравіювання. Маркування, зроблене лазером, впливає виключно на верхні шари матеріалу і змінює тільки його колір або структуру.

Лазерне маркування ефективно використовується для нанесення штрих-кодів, серійних номерів виробів та інших ідентифікаційних зображень.

Лазерне гравіювання можна виконувати також на поверхнях, що мають захисне покриття: фарбу, гальванічне покриття тощо. В цьому випадку гравіювання впливає тільки на верхній шар самого захисного покриття до гравіювання основного матеріалу.

Лазерна графіка (англійською Sub Surface Laser Engraving, SSLE) – малювання променем лазера на поверхні або всередині масиву прозорого матеріалу – скла, оргскла (акрилу), штучного чи природного кристалу. Матеріал має бути прозорим – мати високу оптичну чистоту, найменші непрозорі чи погано прозорі часточки можуть віддзеркалити промінь чи відхилити промінь від прямої. В такому випадку рисунок буде повністю зіпсованим. У результаті отримуємо тривимірний рисунок,

який розміщено в блоці з прозорого матеріалу. Такий рисунок випалюється лазером у відповідності із цифрованим авторським тривимірним рисунком-моделлю художника чи скульптора, або цифровою фотографією.

10.4.3. Програмне забезпечення лазерних верстатів

Для розкрою і різання матеріалу досить підготувати кресленики у форматах dxf. і dwg. (SolidWorks, AutoCAD (Inventor), КОМПАС-3D), а також відповідні тим же деталям візуалізації у форматі pdf.

Усі лазерні верстати в якості активного елемента мають газ у газових лазерах, рідину в лазерах на барвниках, пароподібний метал або тверде тіло. Особливою групою виділяють лазери на напівпровідниках.

Газовий лазер – лазер, у якому в якості активного середовища використовується речовина, що перебуває в газоподібному стані.

Газові лазерні верстати з ЧПУ є найбільш популярними серед виробників, оскільки вони практично універсальні і генерують високу якість променя. Верстати, що ґрунтуються на такому принципі роботи, генерують хвилю довжиною 10,6 мкм, що дозволяє спокійно різати різні матеріали: дерев'яні або пластикові вироби, шкіру, папір. Такі лазери також використовують для зв'язку в поєднанні з оптоволоконним провідником та для виготовлення голографії. Основою є вуглекислий газ, кисень та йод, азот, інертні гази, які активуються електрикою.

Однак не всі такі верстати придатні для роботи з металевими поверхнями.

Твердотільний лазер-лазер, у якому в якості активного середовища використовується речовина, що перебуває в твердому стані. Такими речовинами можуть бути різні типи скла та кристали, активовані рідкісноземельними елементами. Різновидами твердотільного лазера є також оптоволоконний (оптично-волоконний) лазер.

Міцність шва, що досягається за допомогою лазерного зварювання, можна порівняти із міцністю зварюваного матеріалу.

Найпершим твердотілим лазером і одночасно першим працюючим лазером в світі був випромінювач на штучному рубіні, накачування якого здійснювалася випромінюванням імпульсної газорозрядної лампи. Лазер був створений у 1960 році Т. Майманом.

10.4.4. Лазерне зварювання

Використання лазерного променя для зварювання визначено високою концентрацією енергії в оптичній плямі, яку створює джерело лазерного випромінювання.

Лазерне зварювання дає можливість отримувати шви високої якості.

Варто зазначити, що такі самі можливості має й електронний промінь, але використання електронно-променевого зварювання можливо лише в вакуумі, що ускладнює використання даної технології.

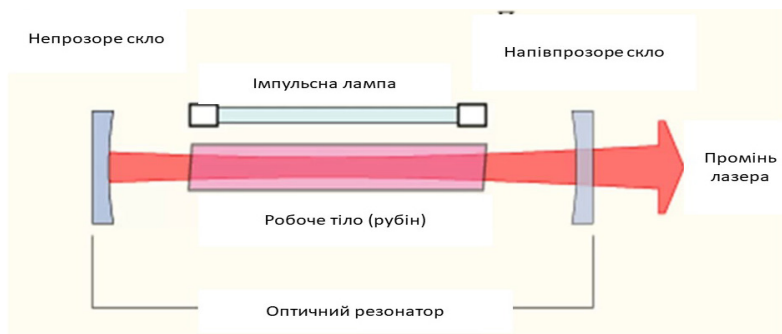


Рис. 10.24. Схема роботи рубінового лазера

Лазерне зварювання вимагає більш простих умов. Малий розмір лазерної плями дозволяє отримувати тонкі шви високої якості, не застосовуючи додатковий матеріал для процесу зварювання, скажімо, електроди. Перевагою лазерного зварювання є також суттєво вища продуктивність у порівнянні з іншими методами. Це дозволяє використовувати її на виробничих підприємствах з великим, середнім та малим обсягом продукції, що випускається.

10.4.5. Різновиди лазерного зварювання

Точкове лазерне зварювання. Цей вид зварювання використовується здебільшого в мікроелектроніці і дозволяє досягти високої точності при зварюванні мініатюрних елементів. Для точкового зварювання застосовуються переважно імпульсні твердотілі лазери з прецизійною (високоточною) механічною системою позиціонування.

Шовне лазерне зварювання. Цей вид зварювання використовується для отримання надійного механічного з'єднання, якщо потрібна висока якість герметичного шва. Для шовного зварювання використовуються як лазери, що працюють в імпульсному режимі, так і в безперервному.

Якість шва при використанні безперервного лазерного випромінювання дуже висока і часто перевершує механічні властивості зварюваного матеріалу, що пов'язано зі зміною структури матеріалу в галузі зварювання.

Переваги лазерного зварювання

Управління числовим програмним пристроєм дозволяє забезпечити максимально високий рівень керованості режимами обробки, досягти високої точності дозування енергії випромінювання лазера. До того ж використання прецизійних систем руху дозволяє отримувати найбільш якісні з'єднання при обробці деталей будь-яких розмірів – від найбільш мініатюрних до необмежено великих.

При використанні потужних газових лазерів з'являється можливість отримання великої глибини проплавлення матеріалу при малій товщині одержуваного шва. Через це зменшується зона термічного впливу, що істотно знижує вірогідність зварювальної деформації та концентрації напрут, що виникають у матеріалі.

Висока концентрація енергії при лазерному зварюванні дозволяє істотно збільшити швидкість обробки і домогтися збільшення міцності одержуваного шва.

Зварювання лазерним верстатом не вимагає створення спеціальних умов, у першу чергу вакууму, особливого газового середовища чи розташування оброблюваної деталі у вільному просторі. Обробку можна проводити в приміщенні чи на відкритому повітрі, що істотно спрощує виробничий процес.

У зварювальних верстатах зазвичай використовують монокристали корунду Al_2O_3 , в якому невелика кількість атомів алюмінію (Al) замінено атомами хрому (Cr). Такий кристал і являє собою штучний рубін.

Кристал обмежений строго паралельними гранями, з яких одна непроникна для світла (закрита шаром металу), а інша напівпрозора, тобто частково пропускає випромінювання. Енергія збудження подається перпендикулярно осі випромінювання. Потік квантів енергії (фотонів), спрямований на поверхню твердого тіла, трансформує свою енергію в теплову, і температура твердого тіла різко зростає.

Вихідні промені фокусуються оптичними системами.

Переваги верстатів з твердотільними лазерами

Верстати ЧПУ цієї групи ідеально справляються з металами, оскільки довжина хвилі у них не перевищує 1,06 мкм.

Волоконні апарати генерують лазерний промінь за допомогою затравочних лазерів і скловолокна, до нього за допомогою діода надходить енергія.

YAG-лазери працюють за допомогою спеціальних кристалів.

Дискові установки мають у своїй основі дисковий кристал. Вони якісно та точно ріжуть металеві вироби, а також справляються з їх зварюванням, маркуванням і гравіюванням.

Nd: YAG твердотільний лазер. Активне середовище – алюмо-ітрієвий гранат, легований іонами неодиму – ($Y_3Al_5O_{12} + Nd$). Джерелом енергії може бути як світло дугової криптонової лампи (система оптичного накачування), так і напівпровідниковий (AlGaAs) лазер. Пучок створюється у інфрачервоному діапазоні, довжина хвилі становить 1064 нм. Випромінювання передається кварцовим оптичним волокном. Потужність, що досягається лазером такого типу, встановленим на верстат, досить висока – до декількох сотень ватт

Але для роботи з іншими матеріалами вони не придатні, тому що у них зовсім коротка довжина хвилі.

Інтенсивність світлового потоку у лазерних верстатах при зварюванні регулюється частотою імпульсів та фокусуванням чи розфокусуванням променя до рівня енергії, необхідного для зварювання виробу.

Отриманий потік фотонів можна використовувати не тільки у верстатах для зварювання, але й у свердлильних верстатах для прошивки отворів у макси-

мально твердих матеріалах, різання металів, нанесення гравіювання та маркування.

10.4.6. Верстати на оптоволоконних лазерах

Робочим середовищем твердотільного оптоволоконного верстату є фізично тверде оптоволокно. Проходячи крізь оптоволокно, потік енергії багаторазово посилюється, і на виході отримуємо випромінювання високої потужності. Такий промінь можна сфокусувати у малу пляму, яка при цьому несе велику теплову енергію, що і плавить метал. Такий оптоволоконний лазерний апарат є найбільш придатним для маркування та гравіювання металевих поверхонь, а також для розкрою листового металу невеликої товщини, оскільки зі збільшенням товщини погіршується якість кромки та зростає шорсткість і спотворення профілю.

10.4.7. Лазерний верстат для розкрою металу

Підготовка лазерного верстату до роботи починається зі створення електронного макета у графічному редакторі. Для розкрою і різання матеріалу досить підготувати креслення в форматах dxf. і dwg. (SolidWorks, AutoCAD (Inventor), КОМПАС-3D), а також відповідні тим же деталям візуалізації у форматі pdf.

Макет завантажується в пам'ять верстата. Такий макет включає траєкторію руху випромінювача, нахил випромінювача до поверхні, що обробляється, швидкість руху інструмента та його вихідну потужність. Промінь лазера фокусується на поверхні в невелику високотемпературну пляму, яка нагріває її до температури плавлення матеріалу. Теплове випромінювання випаровує метал по заданій лінії, тому недостатня швидкість різання може призвести до деформації матеріалу в зоні термічного впливу.

У відповідності із програмою лазерний верстат має можливість без переоснащення та без зупинки обладнання проводити не тільки розкрій листа, але й гравіювання та маркування заготовок

Отже, застосування лазерних верстатів надає такі можливості:

- можна обробляти більшість металів та їх сплавів;
- верстати з ЧПУ дають можливість обробляти різанням деталі найскладніших конфігурацій, а також гравіювати та маркувати;
- завдяки програмному забезпеченню створювати тотожні серії деталей без відхилень від моделі;
- верстати забезпечують високу продуктивність роботи;
- відсутність необхідності у додаткових механічних операціях, оскільки такий тип обробки забезпечує точну кромку та чіткі лінії рисунка, також виключені дефекти та викривлення металу кромки та чіткі лінії рисунка;
- лазерна обробка забезпечує відсутність дефектів і викривлення матеріалу завдяки локальному контакту променю з оброблюваною заготовкою;
- лазер забезпечує високу ефективність та економічність.

Питання для перевірки знань

1. На яких фізичних принципах працюють лазерні верстати?
2. Чим відрізняються твердотільні лазери від газових?
3. Оцініть переваги та недоліки лазерних верстатів.

10.5. ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ВЕРСТАТІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ЕФЕКТАХ

Верстати, які працюють на електрофізичних ефектах – верстати, які обробляють заготовки одним із чотирьох фізичних явищ: плазмою, електричними розрядами, магнітострикційним ефектом, електронним чи оптичним опромінюванням

Електрофізичні методи обробки металів засновані на використанні специфічних явищ, ефектів, що виникають під дією електричного струму. Такими методами здійснюють видалення матеріалу заготовки, зміну її форми.

Електрофізичні ефекти придатні для зміни форми заготовки, яка вироблена з матеріалу, що неможливо чи дуже складно і затратно обробити звичайним механічним різанням. Обробка цими методами високоекономна, оскільки вимагає мінімальних зусиль. До того ж продуктивність (трудомісткість) такого методу не залежить ні від міри твердості чи м'якості, ні від крихкості чи пластичності матеріалу заготовки. Електрофізичними методами обробки металів можна замінити практично всі операції механічної обробки з однаковою точністю і шорсткістю.

На основі електрофізичних методів розроблено відповідні верстати.

10.5.1. Електрофізичні ефекти, на основі яких виготовляють сучасні верстати

- Електричний розряд (електроерозія);
- Плазма;
- Магніострикційний ефект;
- Електронне чи оптичне опромінювання.

Електрична ерозія – руйнування поверхні електродів, що супроводжується зніманням металу при проходженні між електродами електричних розрядів

Електроерозійна обробка – ЕЕО, – англійською Electrodischarge machining, – EDM – обробка, яка полягає в зміні форми, розмірів, шорсткості і властивостей поверхні заготовки під дією електричних розрядів у результаті електричної ерозії

10.5.2. Електроерозійні верстати

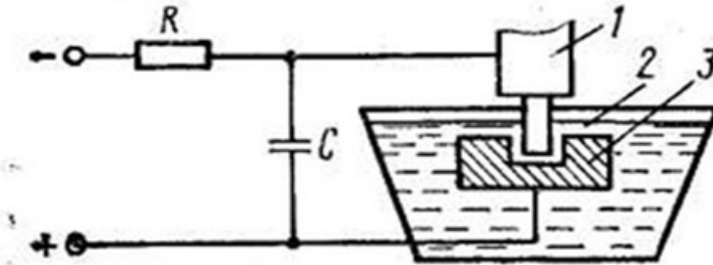


Рис. 10.24. Схема електроіскрової обробки металів:

- 1 – електроіскровий інструмент;
- 2 – рідкий діелектрик;
- 3 – електрод-заготовка

Всі метали досить добре проводять електричний струм. Тому електроерозійна обробка застосовна до всіх видів металів, як чистих, так і сплавів. З її допомогою можна виконувати різноманітні види робіт.

Електроерозійна обробка дозволяє отримати деталі різного профілю, в тому числі пробивати канавки, пази, фасонні порожнини і отвори в деталях з твердих сплавів. Електроерозія здатна також шліфувати та полірувати, різати, гравіювати і маркувати деталі, нарощувати та зміцнювати поверхні, відновлювати конфігурацію, копіювати, прошивати деталі та напиляти.

Всі види електроерозійних верстатів використовують виключно постійний струм.

Рівень напруги і сила струму залежать від параметрів оброблюваного металу.



Рис. 10.26. Електроерозійний верстат

Переваги електроерозійної обробки металу:

- висока якість одержуваної поверхні, що не вимагає проведення фінішної обробки;
- можливість отримання поверхонь з різною структурою;
- виключення механічних деформацій тонких виробів;
- підвищення міцності заготовки.
- Основні можливості електроерозійної обробки:
- копіювання форми перетину електрода;
- вирізання деталей зі складним профілем;
- розрізування заготовок високої твердості;
- розточування деталей;
- шліфування;
- прошивання отворів, щілин і вікон;
- обробка деталей у вигляді сит і сіток;
- складноконтурна дротова вирізка;
- зміцнення поверхневого шару.

10.5.3. Електроерозійна обробка металів

Електроерозійна обробка є різновидом електрофізичної обробки: форма, розмір і якість поверхні заготовки змінюється під дією електричних розрядів.

Електричні розряди виникають, якщо пропустити імпульсний електричний струм у зазорі шириною 0,01–0,05 мм між електродом-заготовкою і електродом-інструментом.

При досягненні на електродах напруги простір між електродами іонізується, тобто перетворюється у провідник. Між електродом і заготовкою утворюється пробій – електрична іскра, що являє собою плазмову ділянку з високою щільністю струму – 8000–10000 ампер на квадратний міліметр (A/mm^2). Власне кажучи, це і є штучна блискавка.

На оброблюваній поверхні утворюється западина, наступний пробій поглиблює та розширює її. Так продовжується доти, доки не знімається необхідний шар металу. В результаті

відстань між електродами зростає. Сили току стає недостатньо для нової пробою, тому для продовження обробки електроди необхідно знову зближувати до тих пір, доки не буде досягнутий заданий розмір заготовки.

Висока щільність струму підтримується імпульсно, тобто протягом короткого терміну повторюється з певною частотою. У результаті на поверхні заготовки майже миттєво виникає температура до дванадцяти тисяч градусів за Цельсієм (12000 °C).

Частота виникнення імпульсів визначається механічними зближеннями і віддаленнями електрода та робочої поверхні деталі.

В кожний наступний момент часу кожний наступний імпульс струму пробиває міжелектродний зазор у місці найменшого опору, тобто там, де проміжок між електродами виявився найменшим.

Струм силою в сотні і тисячі ампер виплавляє і випаровує мікропорції матеріалу заготовки. Краплі і пар від розплавленого матеріалу завдяки надлишковому тиску в ділянці розряду викидається за межі зони роботи і застигає у робочій рідині у вигляді дрібних частинок. Робочий електрод отримує можливість входити у заготовку.

Безперервне підведення імпульсів струму і автоматичне зближення електрода-інструменту з електродом-заготовкою забезпечують продовження ерозії до тих пір, поки не буде виконано завдання обробного процесу.

Під дією імпульсів електричних розрядів матеріал заготовки та електроду плавиться, випаровується і видаляється з міжелектродного зазору у рідкому або пароподібному стані.

Процеси руйнування електродів та металу заготовок під дією імпульсів електричних розрядів називають електричною ерозією.

Електрична ерозія посилюється, якщо зазор між заготовкою і електродом заповнити діелектричною рідиною. Це може бути гас, мінеральне масло, дистильована вода чи інші подібні речовини.

Сталість міжелектродного зазору регулюється відповідною програмою, яка управляє механізмом автоматичного руху подачі інструменту та деталі.

Видалений з поверхні заготовки метал охолоджується діелектричною рідиною і застигає.

Існує два режими роботи електроерозійних верстатів:

Електроімпульсний. При його використанні швидкість знімання металу істотно вища, але при цьому страждає чистота обробки.

Електроіскровий. Застосовується для точної чистової обробки. Характеризується невеликим зніманням металу і низькою швидкістю обробки.

10.5.4. Електроіскровий режим

**Катод – електрод,
приєднаний до негативного
полюсу джерела струму**

**Анод – електрод, з'єднаний
з позитивним полюсом джерела
електричного струму**

Електроіскровий режим передбачає генерацію іскрових розрядів з малою тривалістю (10-5 ... 10-7с) при прямій полярності підключення електродів. При різанні металу заготовка підключається до позитивного полюса джерела струму (анод), робочий електрод – до негативного (катод): заготовка «+», інструмент «-».

Втрата речовини на аноді – це і є ерозія, розріз, товщина якого залежить від геометрії катода. Велику роль відіграє і вид діелектрика, з яким працює певний вид верстатів. Електроіскровий режим застосовують для обробки твердих, важкооброблюваних металів і сплавів: танталу, молібдену, вольфраму та інших. Використовуючи дротові і стрічкові електроди, обробляють наскрізні і глибокі отвори будь-якого поперечного перерізу: отвори з криволінійними осями, вирізують деталі з листових заготовок, нарізають зуби і різьблення; шліфують і таврують деталі.



Рис. 10.27. Деталі, виготовлені на верстатах, які працюють за принципами електроерозії

10.5.5. Електроімпульсний режим

Електроімпульсний режим характеризується застосуванням імпульсів великої тривалості розряду між електродами – від пів секунди до десяти секунд. У зв'язку з цим катод з'єднується електричною дугою з заготовкою, що забезпечує більш високу продуктивність ерозії (у 8–10 разів), і меншою, ніж при електроіскрових режимах. Однак при цьому якість обробки суттєво нижча.

Найбільш доцільним застосуванням електроімпульсних режимів є попередня обробка заготовок складнопрофільних деталей (штампи, турбіни, лопатки та інше), виготовлених з важкооброблюваних сталей і сплавів.

10.5.6. Види верстатів для електроерозійної обробки металів

На сучасних металообробних підприємствах використовується кілька видів верстатів для електроерозійної обробки металів.

Варто зазначити, що більшість електроерозійних верстатів є комбінованими, тобто дають можливість здійснювати різні роботи.

Розмаїття робіт, що їх здійснюють верстати, обумовлено тим, що електрод, який використовується в кожному верстаті, може мати довільні розміри і форму. До того ж на таких верстатах можна обробляти навіть недоступні для інших методик ділянки деталей, закриті для механічного впливу.

Всі верстати такого типу працюють у відповідності із тим самим фізичним принципом електроерозії, однак мають конструкційні особливості, які дозволяють таким верстатам виконувати різні види робіт.

Комбінована електроерозійна обробка. Електроерозійна обробка, яка провадиться разом з іншими видами обробки:

електроерозійно-хімічна обробка. EEXO; EDECM; EDM + ECM – комбінована електроерозійна обробка, здійснювана одночасно з електрохімічним розчиненням матеріалу заготовки в електроліті;

електроерозійна абразивна обробка. abrasive flow machining (AFM) – абразивна обробка з використанням електроерозійного руйнування металу;

анодно-механічна обробка. Anode-mechanical machining – спосіб обробки металів комбінованою електрохімічною та електроерозійною дією електричного струму на деталь у середовищі електроліту. При цьому зруйнований металевий шар видаляється механічним шляхом. Анодно-механічний верстат діє саме за цим електрофізичним принципом.

Електроерозійне зміцнення. Electrical Discharge (EDM) hardening Верстат, який здійснює цей різновид електро-

ерозійної обробки, дозволяє значно збільшити міцність поверхневого шару заготовки. Електроерозійна обробка створює в поверхневому шарі термохімічне зміцнення і технологічні макронапруження, величина яких залежить від режиму обробки. Зміцнення суттєво підвищує твердість, зносостійкість, жаростійкість й ерозійну стійкість. При електроіскровому зміцненні застосовують протилежну полярність (заготовка є катодом, інструмент анодом). Обробку виконують, як правило, у повітряному середовищі і з вібрацією електрода. Перенесений матеріал електрода легує метали заготовки і утворює дифузійний зносостійкий зміцнений шар. Можливий перенос на поверхню інших металів, сплавів та їх композицій. Можна проводити також найскладніші мікрометалургійні процеси. Скажімо, поверхневий шар сплаву EI437A після електроерозійної обробки і наступної термообробки має глибину зміцненого шару до 35 – 50 мкм. Це дуже суттєво при виготовленні, скажімо, лопаток турбін та гребних гвинтів, які мають витримувати суттєві кавітаційні удари [11]. Суттєве значення має електроерозійне зміцнення і поверхонь штампів, які також мають витримувати значні навантаження.

Електроерозійне об'ємне копіювання. Electrical Discharge (EDM) volumetric copying-електроерозійна обробка, при якій на електроді-заготовці відображається форма поверхні електрода-інструменту або його перерізу. При цьому оброблюваний елемент заготовки за формою є зворотним відображенням робочої поверхні інструмента. Існують методи прямого і зворотного копіювання. При прямому копіюванні інструмент розташований над заготовкою, а при зворотному – під нею. Застосовують також взаємне переміщення оброблюваної заготовки профільованого електрода-інструмента та інші схеми переміщень. Обробка здійснюється прямим копіюванням електрода-інструмента на заготовці у ванні з робочою

¹¹ **Кавітація** (від лат. *Cavitas* — пустота, порожнина), англ. *cavitation*, — утворення всередині рідини порожнин (бульбашок), заповнених газом, паром або їх сумішшю.

рідиною з її прокачуванням або ж без прокачування. Для стабілізації обробки використовують вібрацію, а для підвищення точності обробки – осциляцію (коливання) – переміщення електрода в напрямку до заготовки та від неї.

Електроерозійне прошивання Electrical Discharge (EDM) Sinking; Piercing – електроерозійна обробка, при якій електрод-інструмент, заглиблюючись в електрод-заготовку, утворює отвір постійного перетину. Практично це високо-ефективний дриль. Можна отримати отвори дуже малого діаметра від 0,2 до 3–6 мм і глибиною до 600 мм. Ідеальні по всій довжині у найтвердіших матеріалах. Обробці піддаються будь-які струмопровідні метали і сплави: сталь, у тому числі нержавка і вуглецева, чавун, алюміній, мідь, титан, різні інструментальні сплави. Стінки отвору не перегріваються, деформація структури металу відсутня. Можливо пробивати отвори у круглих, похилих, зігнутих деталях. Оскільки механічний тиск на деталь відсутній, можливо свердлити крихкі матеріали, які, в принципі, не повинні при такому способі обробки тріснути чи розколотися.

Електроерозійне маркування. Electrical Discharge marking – нанесення на поверхні металевої, дерев'яної чи пластикової деталі позначок різного типу – назви деталі, власника її, торгової марки, штрих-коду та інше. Цей метод маркування оптимальний для тонких поверхонь, які через їхні характеристики неможливо маркувати звичайним ударним способом. Результат застосування електроерозійного апарату – дуже точне маркування, чітке, яке, до того ж, дуже складно, хоч і можливо, витерти. Маркування, нанесене таким верстатом, економічно дешеве і не потребує додаткових витратних матеріалів.

Електроерозійне вирізання. Electrical Discharge (EDM) wire cutting – спосіб виготовлення складних за формою деталей, який застосовують переважно при розкрою товстостісного металу. Електрод-інструмент у вигляді безперервно перемотувати дроту при русі подачі здійснює обхід заготовки по заданій траєкторії, утворюючи поверхню визначеного контуру.

Електроерозійне відрізання – Electrical Discharge (EDM) cutting-off, Electrical discharge machining (EDM), також spark machining, spark eroding, die sinking, wire burning або wire erosion, Електроерозійна обробка, при якій заготовка розділяється на частини.

Електроерозійне шліфування. Electrical Discharge (EDM) grinding. Шліфування з використанням електроерозійного руйнування металу. Є ефективним фізико-хімічним методом обробки твердосплавних і жароміцних матеріалів, які механічним способом обробляти неефективно або навіть неможливо.

Електроерозійне доведення. Electrical Discharge (EDM) refinement – остаточна високоякісна обробка з використанням електроерозійного руйнування металу з метою отримання високих класів чистоти поверхні.

Електроерозійна обробка з прямою полярністю. Обробка з прямою полярністю Electrical Discharge (EDM) normal polarity. Електроерозійна обробка, при якій електрод-інструмент підключається до негативного затискача генератора імпульсів електроерозійного верстата, а електрод-заготовка – до позитивного.

Електроерозійна обробка зі зворотним полярністю. Reversed polarity. Електроерозійна обробка, при якій електрод-інструмент підключається до позитивного затискача генератора імпульсів електроерозійного верстата, а електрод-заготовка – до негативного.

Багатоелектродна електроерозійна обробка. Multi-electrode Electrical Discharge (EDM). Електроерозійна обробка, здійснювана декількома електродами, підключеними до загального джерела живлення електричним струмом. Багатоелектродна електроерозійна обробка дозволила ефективно вирішити задачу обробки дрібних отворів, а також створити якісно нові конструкції деталей. Сучасні генератори імпульсів дозволяють ефективно обробляти одночасно до 10000 отворів діаметром 0,5–1 мм.

Багатоконтурна обробка. Multi-channel electrodischarge (EDM); Multi-lead EDM. Електроерозійна обробка, здійснювана одночасно електродами, ізольованими між собою, або ізольованими частинами одного електрода, що входять в автономні електричні ланцюги з роздільним забезпеченням їх струмом.

Багатокоординатні верстати. Використовуються для прошивки отворів у складних оброблюваних деталях. Більшість сучасних моделей верстатів здійснюють переміщення заготовки по шести координатам і ще одна координата – переміщення інструменту.

Багатокоординатні верстати оснащуються багатопозиційним магазином різців револьверного типу з ЧПУ-автооператором, який забезпечений функцією самоконтролю і діагностики несправностей.

Револьверна головка – багатопозиційний пристрій, який дає можливість зафіксувати кілька шпинделів або робочих інструментів. Зміна інструменту здійснюється шляхом повороту щодо основної осі в верстатах. Використовується револьверна головка токарного верстата з ЧПУ не тільки в даному обладнанні, але й в агрегатних верстатах, у токарних машинах, в обробних автоматах.

Інструментальні блоки для верстатів з ЧПУ встановлюються на токарний верстат і служать для закріплення токарних, розточувальних або відрізних різців. Вони не є універсальними і розрізняються між собою за конструкцією для кожного типу обладнання. Зміна інструменту автоматична, за що дане пристосування отримало назву **автоматична багатопозиційна головка**.

Кріплення інструменту в інструментальному диску здійснюється блоками різцетримачів стандартів VDI чи BMT.

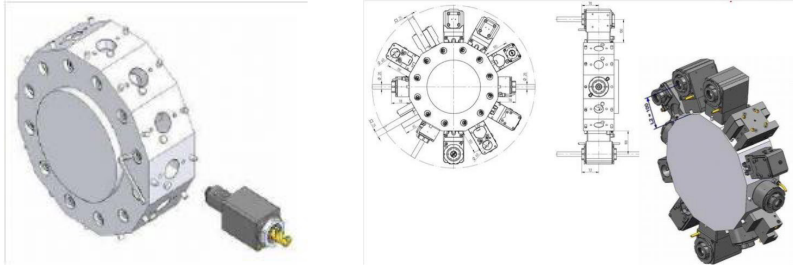


Рис. 10.28. Тримач VDI

VDI (Verein Deutscher Ingenieure – Асоціація німецьких інженерів) – найбільша інженерна асоціація в Західній Європі з більш ніж 150000 зареєстрованих учасників-інженерів. Однойменний стандарт тримачів і хвостовиків інструментів VDI є одним з двох стандартів у світі.

Тримачі VDI мають зубчастий вал, який вставляється в отвір на лицьовій стороні револьверної головки. Інструмент утримується на місці за допомогою сполученої частини з зубцями, що розміщується всередині револьверного пристрою. Інструмент надійно утримується на місці стопорним гвинтом, який закручуються за допомогою шестигранного ключа. Тримач утримується від скручування штирем, розташованим на робочій поверхні револьверної головки.

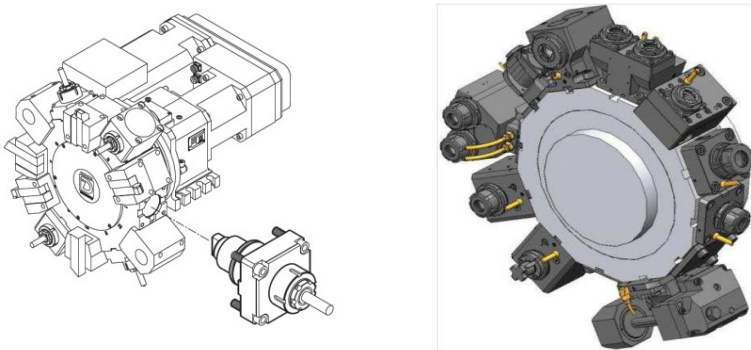


Рис. 10.29. Тримач BMT

Інший стандарт – ВМТ. Відносно недавно великі виробники стали встановлювати на свої верстати револьверні головки з альтернативним кріпленням – ВМТ. Відповідно до цього стандарту, оправлення базується на круглий хвостовик більшого, ніж у VDI, діаметра (наприклад: на Д65, замість Д40) і 2 призматичні шпонки. Закріплення здійснюється 4-ма болтами.

Порівняння цих двох стандартів дало такі результати:

За параметром «крутильний момент» граничне значення навантаження для ВМТ приблизно в 2 рази вище. За параметром «згинальне навантаження» зміщення фланця ВМТ в 7 разів менше. За точністю позиціонування за кутом ВМТ точніше в 8 разів. У той же час VDI-інструменти мають ряд переваг: налаштовується висота центру, швидке здійснення переналагодження, більший асортимент інструменту порівняно зі стандартом ВМТ.

Файл програмного забезпечення верстата дозволяє не тільки прошивати отвори і пази, але і виробляти високоефективні операції електроерозійного фрезерування обертовим стрижневим інструментом.

Недоліки верстатів електроерозійної обробки

- Високий рівень енергоспоживання.
- Можливість використовувати виключно для обробки струмопровідних металів.
- Низька продуктивність: швидкість подачі не перевищуватиме 1 мм / хв.

Незважаючи на свої недоліки, електроерозійна обробка широко використовується підприємствами.

Суттєве значення для отримання якісних результатів має правильний вибір устаткування, яке застосовується в цьому процесі.

Питання для перевірки знань

1. Розкажіть про фізичне явище «електрична ерозія».
2. У чому переваги та недоліки верстатів електроерозійної обробки?
3. Які види робіт дозволяє здійснювати електроерозійна обробка?
4. Що таке «електроерозійне зміцнення»?
5. Розкажіть про верстати електроерозійного об'ємного копіювання
6. Опишіть принцип роботи верстату електроерозійного прошивання
7. Для чого необхідне електроерозійне маркування?
8. Назвіть режими роботи електроерозійних верстатів та опишіть їх.
9. Опишіть принцип діяльності верстату з електроерозійного вирізання?
10. Поясніть, який вид роботи здійснює верстат електроерозійного відрізання.
11. У чому сутність електроерозійного шліфування?
12. Що дозволяє здійснювати верстат електроерозійного доведення?
13. В чому різниця між верстатами з електроерозійної обробки з прямою полярністю від верстатів електроерозійна обробка зі зворотним полярністю?
14. Для чого потрібні верстати багатоелектродної електроерозійної обробки?
15. В чому переваги верстатів багатоконтурної обробки та багатокординатних верстатів?

10.5.7. Плазмові верстати

Плазмові верстати – верстати, що обробляють матеріали заготовок струменем низькотемпературної плазми, яка генерується дуговими (оброблення плазмовою дугою) або високочастотними (оброблення плазмовим струменем) плазмотронами

Плазма – четвертий стан речовини, – газ, який настільки сильно нагріти, що електрон відриваються з орбіти ядра Створюється плазма суміш електронів, іонів та нейтральних атомів

Плазмотрон (англ. *plasmatron*, *plasma generator*, нім. *Plasmatron n*, *Plasmabrenner m*) – генератор плазми, пристрій для одержання стаціонарного струменя плазми (температурою до 50 000 °С)

Плазмові верстати – верстати, які працюють, застосовуючи плазмовий струмінь, що генерується дуговими або високочастотними плазмотронами. Плазмові верстати працюють на принципі подачі розігрітого повітря чи іншого газу під тиском на оброблювальну поверхню. Власне кажучи, плазма – це газ, що складається з позитивно заряджених (іони) та негативно заряджених (електрони) частинок. У плазмотроні газ розігрівається до температури 25–30 тис. градусів за допомогою електричної дуги. Принцип дії плазморіза полягає у фізичному явищі зміни властивостей газів при їхньому миттєвому розігріванні до максимально високих температур. У цей момент газ іонізується і таким чином починає пропускати електричний струм. Плазмовий струмінь, який генерується верстатом, наносить силові удари по оброблюваній заготовці нагрітими до високої температури частками. Частки рухаються із дуже високою швидкістю – так званий швидкісний натиск плазмового потоку. Таким чином досягається як тепловий (плавлення, випаровування), так і механічний впливи.

Особливістю плазмового струменя, що його генерує верстат, є те, що цей струмінь набуває циліндричної форми. Така форма створюється завдяки обтиску струменю стінками сопла. Такий струмінь називають «**обтиснена дуга**».

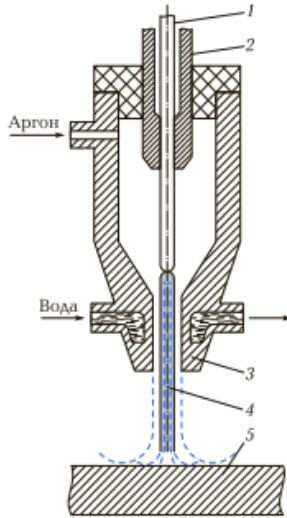


Рис. 10.30. Робота плазмотрона – генератора плазми:
 1 – електрод, 2 – цанга, що тримає електрод, 3 – сопло

Поради практика. «Якість витратних матеріалів досить сильно впливає на якість роботи. Сопло плазмотрона під час роботи пошкоджується потоком плазми і в нього відбувається зміщення отвору. Відповідно, напрямок потоку плазми змінюється».

Віталій Посилаєв, компанія «Tesla Weld»

Газ надходить у пальник. Тут він ділиться на дві фракції. Частина перетворюється у робочу плазму і з силою виривається із сопла. Інша частина залишається холодною і охолоджує стінки сопла, захищає це сопло від руйнування.

Плазмове оброблення дозволяє змінювати форму, розміри, структура оброблюваного матеріалу, а також стан його поверхні. Верстат плазмового різання здатний якісно та точно розкрити металевий лист чи профіль практично будь-якої товщини, залежно від встановленого джерела плазми. Плазмове оброблення дає також можливість здійснювати нанесення по-

криттів, наплавлення, зварювання, руйнування гірських порід (плазмове буріння), активування поверхні, а також плазмово-дугове «стругання» і рафінування (оплавлення).

Поради практика. «За специфікою різ металу робота з різними типами металів досить сильно відрізняється. Наприклад, вуглецева сталь після обробки залишає на нижній поверхні листа шлак, який видаляється без великих зусиль. А на алюмінії утворюється облой, який потребує механічного видалення».

Віталій Посилаєв, компанія «Tesla Weld»

Такі верстати забезпечують достатньо високий рівень продуктивності при роботі практично з усіма металами за умов високого рівня точності та безпеки виробництва.

Плазмове різання забезпечує зріз високої якості. Зріз, що отримано, практично не вимагає додаткової обробки, оскільки тепловий та механічний вплив здійснюється тільки безпосередньо на малу зону зрізу, в результаті метал майже не підлягає тепловій деформації.

Для плазмового верстату, як і для всіх інноваційних верстатів, визначальним є встановлене числове програмне управління (ЧПУ). Останнім часом для плазмового і кисневого різання широко застосовують 5-координатні верстати з ЧПК, на яких можна з великою точністю та продуктивністю вирізати різні деталі. Як показує практика, використання верстата плазмового різання з ЧПУ значною мірою підвищує продуктивність праці.



Рис. 10.31. Сопла плазмових верстатів для різних типів обробки та різного діаметра

Види плазмових верстатів

Верстати плазмового різання

Верстати плазмового різання призначено для різання та свердління металів. Ці операції здійснюються стисненою плазмовою дугою. Анод при цьому приєднують до металевої деталі, що має бути розрізаною, а катод – до плазмового пальника.

Плазмовою дугою ріжуть метали і сплави, що зазвичай не піддаються кисневому різанню.

Плазмове напилення та плазмове наплавлення

Верстатами плазмового напилення та плазмового наплавлення наносять покриття для захисту деталей, що будуть працювати при високих температурах, в агресивному середовищі або в умовах сильних механічних ударів. Матеріал захисного покриття вводять у вигляді порошку або дроту в плазмовий струмінь, в якому він плавиться, розпилюється та з великою швидкістю наноситься на поверхню виробу.

При плазмовому способі нанесення покриттів напилюваний матеріал розігрівається до рідкого стану і переноситься на оброблювану поверхню за допомогою потоку плазми з високою температурою. Напилюваний матеріал може бути у вигляді прутків, порошоків або дроту.

Для плазмового напилення використовують дрід, у тому числі порошкового типу, порошки з чорних і кольорових металів, нікелю, молібдену, хрому, міді, оксиди металів, карбіди металів і їх композиції з нікелем і кобальтом, сплави металів, композиційні матеріали (нікель-графіт, нікель-алюміній і ін.) і механічні суміші металів, сплавів і карбідів. Регулювання режиму напилення дозволяє наносити як тугоплавкі матеріали, так і легкоплавкі.

Основою для плазмового напилення можуть служити метали і неметали (пластмаса, цегла, бетон, графіт і ін.).

Плазмове зварювання – результат впливу на зварювані метали стислою дугою, що веде до їхнього розплавлення у зоні впливу. В результаті цього впливу деталі з'єднуються, оскільки частки металу проникають з одного металу до іншого.

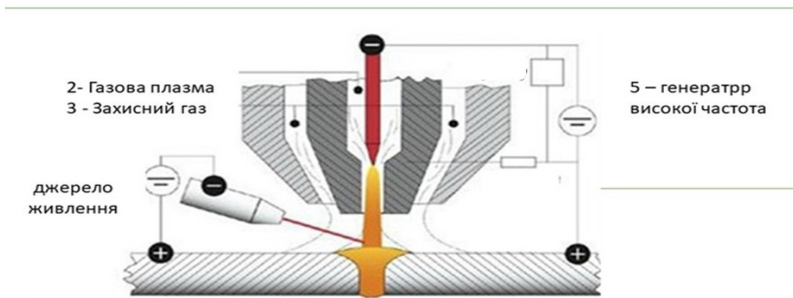


Рис. 10.32. Плазмове зварювання

Зварювання плазмовою дугою відрізняється високою продуктивністю і, унаслідок великої стабільності горіння дуги, хорошою якістю.

При плазмовому зварюванні дугою прямої дії об'єкт зварювання включається до електричного зварювального ланцюга, де виконує роль анода.

Плазмове буріння

Для плазмового буріння застосовують плазмотрони спеціальної конструкції – плазмобури. За їхньою допомогою створюють бурові свердловини і шпури, розширюють їх, видобувають і обробляють поштучний камінь, ріжуть бетон.

Плазмове стругання

Плазмодуговим «струганням» (здуванням оплавленого металу струменем газу) і рафінуванням обробляють поверхневі шари металів і сплавів. Застосовується для видалення дефектів (припалів, неметалевих включень) з поверхонь заготовок та оброблення кромки під зварні шви, для видалення дефектних зварних швів, ґрату, литників, наплавленого шару для подальшої обробки, при ремонтних та відновлювальних роботах.

При струганні застосовують іншу форму струменя плазми. Плазмове різання вимагає дугу стиснену та звужену у зоні різання. Натомість при плазмовому струганні – дугу створюють більш широку та з меншою інтенсивністю.



Рис. 10.33. Сопло плазмове для стругання канавок плазмотроном

При струганні плазмотрон розташовують під кутом до поверхні виробу. При цьому відбувається інтенсивне розплавлення та видування металу, тим самим забезпечуючи розплавлення та видування металу. Розмір канавки при струганні залежить від величини сили струму, швидкості стругання та від кута нахилу плазмотрону. Найефективніший кут нахилу складає $30\text{--}40^\circ$ при довжині дуги $12\text{--}25$ міліметрів, при цьому видаляється найбільша кількість металу за один прохід. Для зняття верхнього тонкого шару металу з поверхні використовують малий кут нахилу плазмотрону.

Висока продуктивність плазмового стругання, невисока ціна джерела живлення та витратних матеріалів (термін служби електрода і сопла може сягати $6\text{--}7$ годин машинного часу), ефективне використання електричної енергії робить процес дешевим та швидшим.

Плазмове активування поверхні

Плазмове активування – обробка поверхні плазмою для утворення вільних радикалів на оброблюваній поверхні з метою формування хімічно активного поверхневого шару. Застосовується з метою очищення і поліпшення властивостей поверхні для подальших технологічних операцій.

Переваги плазмового різання

- Оброблювану деталь не потрібно попередньо розігрівати.
- Швидкість суттєво більша; зріз точніший і вплив на метал за межами впливу плазмового потоку мінімальний, тому краї деформуються менше і метал майже не підлягає тепловій деформації.
- Плазмова різка забезпечує значно якісніший зріз, не допускаючи перегартовування, напливів та утворення грату кромки: зріз майже не вимагає додаткової обробки.

Питання для перевірки знань

16. На якому фізичному принципі працюють плазмові верстати?
17. Що таке «плазма» та «плазмотрон»?
18. Які види робіт дозволяють здійснювати плазмові верстати?
19. Які види робіт можна здійснювати, застосовуючи плазму?
20. Які переваги у плазмового різання?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство освіти і науки України Міністерство соціальної політики України Державний стандарт професійно-технічної освіти ДСПТО 8211.DJ.28.52-2014 Професія: Верстатник широкого профілю Код: 8211 Кваліфікація: верстатник широкого профілю 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8-го розрядів. Видання офіційне. Київ, 2014.

2. Стандарт професійної (професійно-технічної) освіти. СП(ПТ)О 7423. С. 16.10 -2017 Професія: Верстатник деревообробних верстатів Код: 7423 // Затверджено: Наказ Міністерства освіти і науки України від 27 грудня 2017 р. № 1691. Видання офіційне. Київ, 2017.

3. Григорьев С. Н. Проблемы и перспективы развития отечественного машиностроительного производства. Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2011. № 12.

5. Global 3D Printer Market 2018-2022. URL: https://www.technavio.com/talk-to-us?report=IRTNTR20178&type=sample&src=report_banner&utm_source=t6&utm_medium=bw&utm_campaign=businesswire (дата звернення: 20.12.2019).

5. 3D printing trends 2020 | 3D Hubs. URL: https://downloads.3dhubs.com/3D_printing_trends_report_2020.pdf (дата звернення: 26.12.2020).

6. Серебренецкий П. П. Современные электроэрозионные технологии и оборудование: учебное пособие для вузов по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Изд. 2-е, доп. и перераб. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013. 351 с.

7. Металлообработка-2021. 21-я международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности». URL: <https://www.metobr-expo.ru/ru/articles/novye-tehnologii-obrabotki-metallor/> (дата звернення: 21.12.2020).

8. Stratasys FDM . URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cCcCZfg7HXA&feature=youtu.be> (дата звернення: 21.12.2020).

9. Defenct ekspress. URL: <https://old.defence-ua.com/index.php/statti/8616-aditivni-tekhnologiji-zabezpechuyut-perevagu> (дата звернення: 04.10.2020).

10. Червоняк А. Адитивні технології в коледжі. ВП НУБіП України «Заліщицький аграрний коледж ім. Є. Храпливого». URL: <https://zakyh.org.ua/index.php/2013-12-21-10-42-13/naukova-robota/955-aditivni-tekhnologiji-u-koledzhi> (дата звернення: 04.10.2020).

11. Новітні цифрові технології у професійному коледжі з посиленою військовою та фізичною підготовкою. URL: <https://don.kyivcity.gov.ua/news/10191.html> (дата звернення: 02.10.2020).

12. Огановская Е., Гайсина С., Князева И. Робототехника, 3D-моделирование и прототипирование на уроках и во внеурочной деятельности. Технология. 5–9 классы. Санкт-Петербург: КАРО, 2017. 256 с.

ГЛОСАРІЙ

А

Автоматичний повідомлювач – це прилад оповіщення, який реагує на супутні пожежі фактори.

Адміністративна відповідальність – це накладання штрафу на службову особу не пізніше 2-х місяців з дня допущення правопорушення.

Аксонометрія – спосіб зображення предметів на площині, що полягає в паралельному проєціюванні на яку-небудь площину предмета разом з обраною системою координат.

Анатомія людини – розділ біології, що вивчає морфологію людського організму, його систем і органів.

Архітектура – мистецтво створення (проектування й побудови) будинків, споруд та їхніх комплексів, а також художній характер будівлі.

Асиметрія (грец. нерозмірність, невідповідність) – відсутність або порушення симетрії.

Атмосферна електрика – це явище природи, пов'язане із взаємодією електричних зарядів, що утворюються внаслідок електризації грозових хмар під час руху потужних повітряних потоків.

Б

База – основа або опора будь-чого. У кресленні базою називають вихідну поверхню, лінію чи точку, яка визначає положення деталі у механізмі (конструктивна база) чи при обробці або вимірюванні (технологічна база).

Безпека – відсутність неприпустимого ризику, що пов'язаний з можливістю завдати uszkodження.

Безпека праці – стан умов праці, за якого відсутній виробничий травматизм.

Безпека виробничого процесу – здатність виробничого процесу відповідати вимогам безпеки праці під час його проведення в умовах, встановлених нормативно-технологічною документацією.

Безпека виробничого устаткування – здатність устаткування зберігати безпечний стан при виконанні заданих функцій у певних умовах протягом встановленого часу.

Безпека умов праці – стан умов праці, за яких вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих факторів взагалі відсутній або дія шкідливих виробничих факторів не перевищує граничнодопустимих рівнів.

Бісектриса – пряма, що проходить через вершину кута і ділить його навпіл.

В

Важкогорючі речовини – це речовини, що під дією вогню або високої температури важко займаються, тліють або обуглюються і продовжують горіти або тліти лише за наявності джерела вогню.

Важкозаймисті речовини – горючі речовини, які під час зберігання на відкритому повітрі або в приміщенні не займаються навіть за довготривалої дії джерела запалювання незначної енергії.

Вал – поширена у машинах і механізмах деталь, що передає обертальні зусилля чи підтримує інші деталі, які обертаються на ньому чи разом з ним (зубчасті колеса, шківни, зірочки тощо).

Ватман – цупкий папір найвищого ґатунку для виконання креслень.

Вектор – відрізок прямої, що має певний напрям (направлений відрізок), який вказує стрілка на його кінці.

Величина – узагальнене поняття таких конкретних понять (довжини, площі, об'єму, ваги), які можна виразити додатним відношенням однорідних їм величин, обраних за одиницю вимірювання.

Вибух – це швидке перетворення речовини в газо- чи пило- подібний стан з виділенням великої кількості тепла.

Вибухонебезпечні речовини – під дією певних факторів речовини миттєво перетворюються в газоподібний стан з виділенням великої кількості тепла.

Вивих – це стійке зміщення суглобних кінців кісток за межі їх нормальної рухомості, інколи з розривом суглобної сумки і виходом однієї з кісток із сумки.

Вигляд – зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

Вигляд головний – зображення предмета на фронтальній площині проєкцій, яке дає найбільш повне уявлення про його форму і розміри.

Вигляд додатковий – зображення предмета або його частини, утворене на площині, яка не паралельна основним площинам проєкцій.

Вигляд місцевий – зображення окремої, обмеженої частини поверхні предмета.

Вигляд основний – вигляд, утворений на одній з основних площин проєкцій (горизонтальній, фронтальній чи профільній).

Вигляд, одержаний на фронтальній площині проєкцій – вигляд спереду (головний вигляд).

Вигляд, одержаний на горизонтальній площині проєкцій – вигляд зверху.

Вигляд, одержаний на профільній площині проєкцій – вигляд зліва.

Видимість на кресленку – прийнята умовність зображення на кресленку видимих і невидимих контурів предметів. Проявом цієї умовності є зображення видимих контурів суцільною товстою основною лінією, а невидимих – штриховою.

Вимірювання – знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою призначених для цього вимірювальних засобів.

Вимірювання розміру – знаходження числового значення лінійної або кутової величини за допомогою вимірювального засобу.

Виріб – предмет чи набір предметів, що підлягають виготовленню на підприємстві.

Виробнича санітарія – це система організаційних та технічних заходів, які спрямовані на усунення потенційно небезпечних факторів і запобігання професійним захворюванням та отруєнням.

Виробнича травма – це травма, одержана працівником на виробництві внаслідок недотримання вимог охорони праці.

Виробничий травматизм – це явище, що характеризується сукупністю виробничих травм і нещасних випадків на виробництві.

Вібрація – це механічні коливання твердих тіл.

Відрізок – частина прямої, обмежена з обох боків (позначають великими буквами, поставленими біля його кінців, наприклад А В).

Вісь обертання – нерухома пряма лінія, навколо якої обертається тверда поверхня обертання.

Вісь проєкцій – лінія перетину двох взаємно перпендикулярних площин проєкцій.

Взаємозамінність – здатність однойменних і однотипних деталей займати своє місце у виробі при його складанні або під час ремонту без їх додаткової обробки, припасування чи регулювання.

Вогнегасні речовини – це речовини, які при введенні до зони горіння знижують швидкість горіння або повністю його припиняють.

Вогнестійкість – це здатність конструкцій, матеріалів затримувати поширення вогню.

Вогнегасник – переносний чи пересувний пристрій для гасіння пожеж вогнегасною речовиною, яку він випускає після приведення його в дію.

Вуглекислотний вогнегасник – це прилад багаторазової дії з зарядом вуглекислоти.

Г

Геометрична побудова – сукупність графічних дій, спрямованих на утворення елемента контура зображення на кресленні.

Геометричне тіло – замкнута частина простору, обмежена плоскими або іншими поверхнями чи їх поєднанням.

Геометрія нарисна – наука, що пояснює і обґрунтовує способи побудови зображень просторових форм на площині і розв'язування на ній просторових задач.

Гігієна праці – це наука, що вивчає вплив виробничого процесу та навколишнього середовища на організм працюючих з метою розробки санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, які спрямовані на створення найбільш сприятливих умов праці, забезпечення здоров'я та високого рівня працездатності людини.

Горіння – це швидкодіюча хімічна реакція сполучення речовини з окислювачем, яка супроводжується виділенням тепла і випромінюванням світла.

Горючі речовини – це речовини, що під дією вогню або високої температури спалахують або тліють і продовжують горіти або тліти після усунення джерела вогню.

Графік – графічне зображення кількісної залежності якогось-небудь явища чи процесу.

Графіка – вид образотворчого мистецтва, основним зображувальним засобом якого є рисунок, виконаний на папері олівцем штрихами і лініями без застосування фарб.

Графічний – накреслений, поданий кресленнями рисунок.

Грань многогранника – плоский многокутник, що є частиною поверхні многогранника і обмежений його ребрами.

Д

Деталювання – процес розробки і виконання креслеників деталей за креслениками складальної одиниці.

Деталь – виріб, виготовлений з однорідного за найменуванням і маркою матеріалу без застосування складальних операцій.

Діагональ – відрізок прямої, що сполучає дві несуміжні вершини многокутника.

Діаметр – найбільша з відстаней між двома точками кола. Вимірюється відрізком прямої, який з'єднує ці точки і проходить через центр кола.

Дисциплінарна відповідальність – це догана або звільнення з роботи, якщо вичерпані усі засоби впливу.

Дотична – пряма, що має із замкненою кривою лише одну спільну точку.

Дотична до кола – пряма, що проходить через точку кола перпендикулярно до радіуса, проведеного в цю точку.

Ж

Жорсткість – це здатність конструкції та її елементів протистояти деформуванню (змінюванню форми і розмірів) під дією зовнішніх навантажень.

З

З'єднання деталей – декілька деталей, скріплених між собою певним способом з метою утворення деякої частини виробу.

З'єднання нерознімне – з'єднання деталей, що не передбачає можливості їх розбирання, тобто їх не можна розібрати без пошкодження або руйнування самих деталей чи елементів, що їх скріплюють.

З'єднання рознімне – з'єднання деталей, повторне складання і розбирання яких можливе без пошкодження чи руйнування самих.

Загартованість сталі – здатність сталі отримувати максимальну твердість у процесі гартування.

Заготовки – напівфабрикати, за формою і розмірами близькі до деталі.

Зазор – додатна різниця між двома спряженими поверхнями деталей, що забезпечує можливість їх відносного переміщення у з'єднанні.

Займання – загоряння речовини з появою полум'я.

Заокруглення – плавний перехід по дузі кола від одного елемента контура зображення до іншого.

Захисне відімкнення – захист швидкої дії, що забезпечує автоматичне відімкнення електроустановки під час виникнення в ній небезпеки ураження людини струмом.

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання з землею металевих струмопровідних частин, що можуть опинитися під напругою.

Захисне занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих струмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою (корпуси електроустаткування, кабельні конструкції, сталеві труби тощо).

Зображення – графічне відображення форми предмета у визначеному масштабі, виконане встановленим способом проєкціювання і призначене для визначення потрібних геометричних властивостей предмета.

Зображення головне – зображення предмета, утворене на фронтальній площині проєкцій.

Зображення наочне – зображення, призначене давати цілісне просторове уявлення про об'ємний предмет.

I

Ізометрія – аксонометрична проєкція з коефіцієнтами спотворення, однаковими по всіх трьох осях.

К

Квадрат – прямокутник, у якого всі сторони однакові.

Коефіцієнт спотворення – відношення довжини проєкції відрізка до справжньої довжини цього відрізка.

Кола концентричні – кола різних радіусів, що проведені з одного центра.

Коллективний договір – це документ соціального самоврядування на підприємстві, організації, установі.

Коло – плоска замкнута крива, всі точки якої однаково віддалені від її центра.

Компоновка кресленика – раціональне розміщення зображень на полі кресленика для якнайповнішого і рівномірного, використання його площі.

Компонувати – утворювати з окремих частин доцільне поєднання.

Кондиціонування повітря – це створення і автоматична підтримка у приміщеннях незалежно від зовнішніх умов постійних або змінних за відповідною програмою температур вологості, найбільш придатних для людини та нормального проходження технологічного процесу.

Конструкційні матеріали – це матеріали, що використовуються для виготовлення деталей машин і споруд, у яких у процесі експлуатації мають місце напруження від механічних, термічних та інших навантажень.

Конструкція – побудова, взаємне розміщення частин виробу, його склад.

Конструювання – створення конструкції виробу відповідно до проекту або розрахунків.

Контур – обрис якого-небудь предмета, лінія, яка окреслює форму.

Контур зображення – сукупність геометричних елементів, що окреслюють певне зображення на кресленні.

Конус круговий – геометричне тіло, обмежене замкнутою кінцевою поверхнею і круглою основою, яка перетинає всі її твірні.

Конусність – відношення діаметра кола основи прямого конуса до його висоти, а для зрізаного конуса – відношення різниці діаметрів кіл основ до висоти (відстані між центрами цих основ).

Концентрація напружень – це місцеве підвищення напружень у зонах різкої зміни перетину тіла.

Координата – число, яким визначають положення точки на прямій, площині, у просторі.

Копія – точне відтворення якого-небудь документа чи зображення (графічного, текстового тощо).

Корозія – це пошкодження металів під впливом зовнішнього середовища.

Косинець – креслярський інструмент у вигляді плоского прямокутного трикутника для проведення ліній і побудови кутів на кресленнику.

Кресленик – технічний документ, що містить графічні зображення та символи і призначений для точного відображення суттєвих просторових ознак об'єкта (зовнішнього вигляду, будови, розмірів тощо).

Кресленик деталі – графічний документ, що містить зображення деталі і всі інші дані, необхідні для її виготовлення і контролю.

Кресленик складальний – графічний документ, що містить зображення складальної одиниці та інші дані, потрібні для її складання (виготовлення) і контролю.

Креслярське приладдя – інструменти і пристрої для виконання креслярсько-графічних робіт.

Кримінальна відповідальність – це покарання службових осіб, які допустили злісні порушення норм і правил охорони праці, внаслідок чого трапилися нещасні випадки, виникли профзахворювання, аварії або інші важкі наслідки.

Крихке руйнування – це руйнування при незначній, як правило, пружній деформації, коли повне руйнування реалізується за рахунок потенційної енергії, накопиченої до моменту початку руйнування без додаткового збільшення навантаження або за рахунок зовнішнього навантаження.

Крихкість – властивість вантажу руйнуватися при натиску, штовханні.

Круг – частина площини, яка обмежена колом і містить його центр.

Куб – правильний многогранник, поверхню якого утворюють шість квадратів.

Кут двогранний – фігура, утворена двома півплощинами (гранями), які виходять із спільної прямої (ребра).

Кут плоский – фігура, утворена двома променями (сторонами), що виходять з однієї точки (вершини).

Л

Легкозаймісті матеріали – горючі матеріали, які на відкритому повітрі або в приміщенні здатні без попереднього нагріву займатись від короткочасної дії джерела запалювання незначної енергії.

Лекало – креслярський інструмент у вигляді фігурної лінійки для проведення або перевірки на креслениках кривих ліній.

Ливарне виробництво – процес виготовлення фасонних відливок під час заповнення рідкими металами і сплавами спеціальних фасонних форм, у яких метал твердіє.

Литво – виготовлення заготовок для виробів заповненням свідомо виготовлених ливарних форм розплавленим металом, сплавом або іншим конструкційним матеріалом.

Лінії побудови – лінії, якими попередньо виконують графічні побудови зображень на креслениках.

Лінійка – креслярський інструмент, за допомогою якого проводять лінії на площині і виконують лінійні вимірювання.

Лінія (лат. льяна нитка) – множина всіх послідовних положень точки, що рухається. За визначенням Евкліда, «лінія – це довжина без ширини».

Лінія крива – лінія, що утворюється, коли рухома точка весь час змінює напрям руху.

Лінія ламана – лінія, утворена різнонаправленими відрізками прямої, які не перетинаються між собою.

Лінія лекальна – лінія змінної кривизни, яку проводять за допомогою лекала.

Лінія плоска – лінія, у якій всі точки належать одній площині.

Лінія проєкційного зв'язку – лінія, що сполучає проєкції точки на виглядах кресленика.

Лінія пряма – лінія, що утворюється, коли рухома точка має незмінний прямолінійний напрям руху.

М

Макет – об'ємний засіб навчання, який відображає тільки зовнішній вигляд натуральних об'єктів, не пояснюючи їх внутрішнього змісту.

Маршходом називають закінчену частину технологічного переходу, в процесі виконання якого інструмент переміщується відносно заготовки, але не спричинює зміну її форми, розмірів, шорсткості поверхні, проте є необхідним для виконання проходу.

Масове виробництво характеризується великим обсягом виробів, що випускаються і безперервно виготовляються або ремонтуються упродовж значного часу і на більшості робочих місць використовується одна робоча операція.

Масштаб – відношення розмірів на кресленнику до дійсних розмірів зображеного на ньому предмета.

Матеріальна відповідальність – це відшкодування збитків.

Машина – механізм або поєднання механізмів, які здійснюють певні рухи для перетворення одного виду енергії на інший або виконання певного технологічного процесу (операції).

Межа витривалості – це таке максимальне напруження, за якого відсутнє руйнування при базовій ($N = 2 \cdot 10^7$) кількості циклів.

Межа міцності – це показник міцності матеріалу.

Металургія – наука, яка розглядає сучасні промислові способи одержання металу та сплаву.

Механізм – система тіл, призначена для перетворення руху одного або кількох тіл у потрібні рухи інших тіл.

Механіка – це наука про найпростіші форми руху матерії, що зводяться до простих переміщень або переходів фізичних тіл з одного положення чи стану в просторі й часі в інше внаслідок взаємодії між матеріальними тілами.

Мікроклімат виробничих приміщень – метеорологічні умови внутрішнього середовища приміщень, які визначаються спільною дією на організм людини температури, вологості, швидкості руху повітря теплового випромінювання.

Місцева електротравма – це локальне ушкодження цілісності тканин тіла, кісток під впливом електроструму чи електродуги.

Міцність – здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією навантажень.

Міцність – здатність тіла чинити опір руйнуванню.

Многогранник – геометричне тіло, з усіх боків обмежене плоскими многокутниками – гранями.

Многокутник – фігура, обмежена плоскою замкнутою ламаною лінією.

Н

Нанесення розмірів – проведення виносних і розмірних ліній і постановка розмірних чисел відповідно до існуючих вимог і правил.

Наочність – особливість графічного зображення, що дає можливість полегшувати уявлення про зображений предмет.

Напруження (механічні) – це відношення величини внутрішньої сили до одиниці площі перерізу.

Небезпечна зона – це простір, у якому можлива дія на працюючих небезпечного або шкідливого виробничого фактора.

Небезпечний виробничий фактор – це фактор, дія якого на працюючого у відповідних умовах призводить до травми або іншого раптового погіршення здоров'я.

Негорючі речовини – речовини, що під дією вогню або високої температури не запалюються, не тліють і не обвуглюються.

Непрямий масаж серця – це ритмічне стискання серця між грудиною та хребтом.

Нещасний випадок – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду його здоров'ю або настала смерть.

Нещасний випадок на виробництві – це наслідок раптової дії на працівника якогось небезпечного виробничого фактора під час виконання трудових обов'язків або завдань керівника робіт.

Нормалізація – нагрівання сталі, підтримка і подальше охолодження на повітрі.

О

Об'єкт – фрагмент реальності, на яку спрямована активність пов'язаного з нею суб'єкта.

Обрис поверхні – зовнішній контур поверхні на її проєкції.

Овал – опукла геометрична фігура, обмежена попарно спряженими дугами кіл, центри яких розташовані в середині фігури.

Олівець – графітовий стержень у спеціальній оправі для проведення ліній і нанесення написів на папері.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це таке поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину забезпечують збереження нормально-го теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції.

Ордината – координата точки по осі у декартовій системі координат, що визначає її положення на площині або у просторі.

Оригінал – справжній документ (текстовий, графічний), призначений для відтворення у копіях.

Основний напис (кутовий штамп) – таблиця встановленої форми, розміщена у правому верхньому куті поля креслення, до якої заносять відомості про осіб, що мають стосунок до виконання кресленника, назву зображеного на кресленнику виробу та деякі інші дані, необхідні для кращого розуміння кресленника.

Отруєння – це тяжке захворювання, яке сталося внаслідок проникнення до організму різних токсичних речовин.

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

П

Папір креслярський – папір, призначений для виконання креслярських робіт.

Паралелепіпед – призма, основою якої є паралелограм (зокрема квадрат, ромб, прямокутник).

Паралелепіпед прямокутний – паралелепіпед, у якого бічні ребра перпендикулярні до площини основи.

Паралелограм – чотирикутник, у якого протилежні сторони паралельні.

Паралельні прямі – прямі, що лежать в одній площині і не перетинаються (тобто не мають спільних точок).

Перелом – це порушення цілісності кістки.

Переріз – зображення фігури, утвореної уявним перерізанням предмета січною площиною. На перерізі показують тільки те, що лежить у січній площині.

Периметр – довжина замкнутого контура, наприклад, сума всіх сторін многокутника.

Перпендикулярні прямі – прямі, що перетинаються під прямим кутом.

Перша медична допомога – це комплекс термінових заходів, спрямованих на припинення дії фактора (джерела) ураження, на усунення явищ, що загрожують життю, на полегшення страждань і підготовку потерпілого для відправлення до лікувально-профілактичного закладу в разі нещасних випадків і раптових захворювань.

Піраміда – многогранник, одна грань якого (основа) є многокутник, а всі інші грані (бічні) – трикутники із спільною вершиною. За кількістю кутів основи розрізняють піраміди трикутні, чотирикутні тощо.

Піраміда зрізана – частина піраміди, обмежена основою, частинами бічних граней і перерізом піраміди площиною, паралельною основі.

План евакуації під час аварії – документ, у якому вказані евакуаційні шляхи й виходи, встановлені правила поведінки людей, а також порядок і послідовність дій персоналу, який обслуговує об'єкт на випадок аварії.

Плоский предмет – предмет, що має незначну товщину (висоту), яка в багаті разів менша за його довжину і ширину.

Площа – одна з кількісних характеристик плоских геометричних фігур і поверхонь. Площа будь-якої плоскої фігури визначається як частина площини, обмежена плоскою замкнутою лінією.

Площина – найпростіша поверхня, положення якої в просторі визначається трьома точками, що не лежать на одній прямій.

Площина проєкцій – площина, на якій одержують проєкцію.

Площина січна – уявна площина, якою умовно розрізають предмет у тому місці, де необхідно виявити його форму.

Поверхня – множина всіх послідовних положень лінії, що рухається. У більш загальному випадку поверхню можна розглядати як спільну частину двох суміжних частин простору або ще як межу геометричного тіла. За визначенням Евкліда, «поверхнею є те, що має тільки довжину і ширину».

Повітрянопінний вогнегасник – це вогнегасник, у якому використовується 5 %-ий водяний розчин піноутворювача.

Пожежа – неорганізоване і неконтрольоване горіння, внаслідок якого знищуються матеріальні цінності.

Пожежна безпека – це стан об'єкта, за якого виключається можливість пожежі.

Поле кресленика – місце в середині рамки кресленика.

Поранення – це ушкодження з порушенням цілісності шкіри або слизової оболонки.

Працездатність – здатність людини до праці, яка визначається рівнем її фізичних і психофізіологічних можливостей, а також станом здоров'я та професійною підготовкою.

Призма – многогранник, дві грані якого (основи) є рівними многокутниками з відповідно паралельними сторонами, а всі інші грані (бічні) – паралелограмами. За кількістю бічних граней призми поділяють на тригранні, чотиригранні тощо.

Призма пряма – призма, у якій бічні грані перпендикулярні до основи.

Проекція – зображення просторової форми, яке дістали проєкціюванням її на будь-яку поверхню.

Проекція аксонометрична – наочне зображення, утворене на основі паралельного проєкціювання предмета разом з обрною системою координат на яку-небудь площину.

Проекція прямокутна – проєкція об'ємного предмета на площині, утворена прямокутним проєкціюванням.

Проекціювання – процес утворення зображення просторової форми на будь-якій поверхні за допомогою світлових чи уявних зорових (проєціюючих) променів.

Проекціювання центральне – спосіб проєкціювання, при якому всі проєціюючі промені виходять з однієї точки – центра проєкціювання.

Проекціювання паралельне – спосіб проєкціювання, при якому всі проєціюючі промені паралельні між собою і одночасно паралельні певному напрямку проєкціювання.

Проекціювання прямокутне – вид паралельного проєкціювання, при якому напрям проєкціювання перпендикулярний до площини проєкцій.

Промінь – частина прямої, обмежена з одного боку точкою (напівпряма).

Промінь проєкціюючий – уявний промінь, проведений через об'єкт проєкціювання у напрямі площини проєкції до зустрічі з нею.

Промислова електрика – це електричний струм, який виробляється промисловими установками та індивідуальними джерелами струму для використання на виробництві та в побуті.

Протипожежний режим – це комплекс встановлених норм і правил поведінки людей, виконання робіт і експлуатації об'єкта, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки.

Професійне захворювання – патологічний стан людини, обумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів.

Прямокутник – паралелограм, у якого всі кути прямі.

П'ятикутник – плоска фігура, обмежена замкнутою ламаною лінією з п'яти відрізків прямої.

Р

Рамка креслення – розміщений на певній відстані від країв аркуша прямокутник, який обмежує місце виконання креслення.

Рейшина – спеціальна креслярська лінійка для виконання геометричних побудов, яка забезпечує високу точність проведення паралельних ліній.

Рисунок технічний – наочне (аксонометричне) зображення предмета, виконане від руки, з додержанням його пропорцій у розмірах на око.

Рідинний вогнегасник – це вогнегасник, який заправляється чистою водою або водою з домішками.

Різьба – утворені на зовнішній чи внутрішній поверхні деталі однакові за формою і розмірами гвинтові виступи і канавки.

Робота підвищеної небезпеки – це робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов’язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров’ю, майну, довкіллю.

Робоче місце – місце постійного або тимчасового перебування працівника в процесі трудової діяльності.

Розгортка многограннику – сукупність многокутників, що утворюють його грані, суміщених з однією площиною.

Розгортка поверхні – плоска фігура, що утворюється, коли поверхню тіла розрізати вздовж якоїсь лінії і сумістити з площиною.

Розмір – кількісний вираз лінійної або кутової величини.

Розміри на кресленника – числові дані в певній системі одиниць, що характеризують лінійні та кутові величини зображеного виробу і його елементів і не залежать від масштабу й точності виконання кресленника.

Розмітка – нанесення на заготовку плоскої деталі контурів її зображення, осьових, центрових та інших ліній і знаків.

Розрив – умовний спосіб скорочення на кресленниках зображень довгих виробів.

Розріз – зображення предмета, уявно розрізаного січною площиною, на якому зображують те, що лежить у січній площині і поза нею.

Ромб – паралелограм, у якого всі сторони однакові.

С

Сегмент (лат. відрізок, смуга) – плоска фігура, обмежена дугою кривої та хордою, що стягує її кінці.

Сегмент круговий – частина круга, обмежена дугою його кола і хордою, що стягує цю дугу.

Сектор – частина плоскої фігури, обмежена двома напівпрямими, що виходять із внутрішньої точки фігури, і дугою контура.

Сектор круговий – частина круга, обмежена двома його радіусами дугою кола цього круга.

Серійне виробництво – характеризується виготовленням чи ремонтом виробів партіями, що періодично повторюються.

Серцево-легенева реанімація – невідкладна медична процедура, спрямована на відновлення життєдіяльності організму та виведення його зі стану клінічної смерті.

Симетрія – властивість геометричних фігур, яка полягає у чіткій відповідності розміщення їх парних частин відносно деякої середньої (центральної) лінії.

Система технологій – сукупність функціонально пов'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва технологічних процесів або заданих операцій.

Складальна одиниця – виріб, складові частини якого підлягають з'єднанню між собою за допомогою складальних операцій.

Складальний кресленник – графічний документ, який містить зображення складальної одиниці та інші дані, потрібні для складання (виготовлення) і контролю.

Спалах – це швидше згорання пальної суміші без утворення стиснених газів.

Специфікація – технічний документ у вигляді таблиці, в якому наводиться перелік частин складальної одиниці.

Спеціальна сталь – сталь, яка має властивості жаростійкості, кислотостійкості, високу міцність і корозійну стійкість.

Сплав – складна речовина, отримана сплавленням деяких елементів, переважно металевих.

Сплави – металічні, макроскопічні однорідні системи, що утворилися внаслідок твердіння розплавлених рідких систем і складаються з двох або більшої кількості металів (рідше металів і неметалів) з характерними металічними властивостями. У широкому розумінні сплавами називають будь-які однорідні

системи, які одержують сплавленням металів, неметалів, оксидів, органічних речовин та ін.

Спряження ліній – плавний перехід між двома лініями (між двома прямими, між прямою і дугою або між двома дугами) у вигляді дуги кола.

Сталь – сплав заліза з вуглецем, кремнієм, марганцем, сіркою і фосфором, де частка вуглецю становить менше 2,14 %.

Стандарт (англ. норма, зразок, мірило) – нормативно-технічний документ, який встановлює єдині обов'язкові вимоги до чогось (наприклад, вимоги до виконання та оформлення кресленику).

Статична електрика – це заряди електрики, що накопичуються на виробничому обладнанні, предметах побуту, на тілі чи одязі людини внаслідок контактного або індуктивного впливу.

Стійкість – це здатність конструкції або її елементів зберігати певну початкову форму пружної рівноваги.

Стійкість інструмента – час його роботи від загострення до загострення при певному режимі різання.

Стрілка – гостре закінчення розмірної чи вказівної лінії на креслеників.

Стругання – спосіб оброблення плоских поверхонь заготовки за допомогою різця. Головним рухом за цього способу є зворотньо-поступальне переміщення інструмента або заготовки.

Схема технічна – графічний документ, на якому показано у вигляді умовних зображень і позначень складові частини виробу і зв'язки між ними.

Т

Твердість – опір матеріалу проникненню іншого, більш твердого тіла. Найбільш поширена характеристика металевих матеріалів, що визначає їх придатність і можливе призначення.

Твірна – лінія, яка, переміщуючись у просторі, утворює поверхню.

Температурне розширення – властивість рідини змінювати свій об'єм при зміні температури.

Теплопровідність – це здатність металів передавати теплоту від більш нагрітих до менш нагрітих ділянок тіла.

Теплостійкість – здатність виробу працювати в межах заданих температур протягом заданого часу.

Термічна обробка – технологічна операція теплової обробки матеріалів з метою досягнення заданих властивостей та будови матеріалів.

Термічні процеси – це такі технологічні процеси, в ході яких головним рушієм є тепло. При високотемпературних процесах сировину нагрівають, при низькотемпературних процесах – охолоджують.

Техніка – сукупність засобів людської діяльності, які створюються для здійснення процесів виробництва, обслуговування невиробничої сфери, потреб суспільства.

Технічний рисунок – наочне (аксонометричне) зображення предметів, побудоване від руки, без застосування креслярських інструментів, в окомірному масштабі.

Технологічна операція – закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці праці одним робітником над одним об'єктом і характеризується сталістю предмета праці, знарядь праці та характером впливу на предмет праці.

Технологічна операція – це закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці й на одному обладнанні.

Технологічне оснащення – знаряддя виробництва, що доповнюють технологічне обладнання і необхідні засоби для виконання визначеної частини технологічного процесу.

Технологічний процес – послідовний набір операцій, під час кожної з яких із сировини отримують проміжну або готову продукцію з певними властивостями.

Технологічним переходом називають частину технологічної операції, в процесі виконання якої обробляють одну поверхню заготовки одним інструментом при незмінному режимі роботи верстата.

Технологічність конструкції – відповідність конструкції машини вимогам економічної технології її виготовлення. Окрім елементи машини повинні мати такі форми і розміри, щоб одночасно задовольняти вимоги міцності, стійкості, надійності та низької собівартості.

Технологія – це сукупність методів переробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми та складу сировини, матеріалу, напівфабрикатів, які використовуються у процесі виготовлення виробів продуктового та виробничого призначення.

Тління – це горіння речовини без явного утворення полум'я.

Точіння – це операція обробки різанням тіл обертання гвинтових та спіральних поверхонь за допомогою різців на верстаках токарної групи.

Транспортер – креслярський інструмент, призначений для вимірювання і побудови кутів на кресленнику.

Трапеція – чотирикутник, у якого дві протилежні сторони паралельні (основи), а дві інші – не паралельні (бічні сторони).

Трапеція рівнобічна – трапеція, у якої бічні сторони однакові.

Трафарет – пластинка з металу чи пластмаси, в якій прорізані фігури, букви, символи тощо, призначені для відтворення.

Трикутник – частина площини, обмежена трьома відрізками прямих (сторони трикутника), які попарно мають по одному спільному кінцю (вершини трикутника).

Трикутник гострокутний – трикутник, у якого всі кути гострі.

Трикутник прямокутний – трикутник, у якого один кут прямий.

Трикутник рівнобедрений – трикутник, у якого дві сторони однакові.

Трикутник рівносторонній – трикутник, у якого всі сторони однакові.

Трикутник тупокутний – трикутник, у якого один кут тупий.

У

Умови праці – це сукупність факторів виробничого середовища і виробничого процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час її професійної діяльності.

Ф

Фігура – зовнішній обрис, вигляд, форма предмета.

Фігура геометрична – конкретно визначена сукупність точок, ліній або поверхонь (наприклад, трикутник, трапеція, піраміди тощо).

Фігура плоска – фігура, всі точки якої належать одній площині.

Фізіологія праці – це розділ фізіології людини та гігієни праці, який вивчає вплив трудової діяльності та умов праці на фізіологічні функції людини.

Формат креслення – встановлені розміри аркуша креслярського паперу.

Формування – технологічна операція утворення виробу (заготовки) заданої форми, розмірів і щільності.

Фрезування – спосіб оброблення плоских і криволінійних поверхонь заготовки за допомогою фрези. Головним рухом є обертання інструмента, а рухом подання – поступальне переміщення заготовки.

Джерело: <http://bcpl.pto.org.ua/index.php/component/k2/item-list/category/198-textbook-1>

Додаток А



Міністерство освіти і науки України
Міністерство соціальної політики України

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки України
від «13» листопада 2017 р. № 1465

*Стандарт професійної
(професійно-технічної) освіти*

СП(ПТ)О 8211.С.25.62 - 2017
(позначення стандарту)

Професія: Верстатник широкого профілю

Код: 8211

Професійні кваліфікації:

верстатник широкого профілю 2-го розряду,
верстатник широкого профілю 3-го розряду,
верстатник широкого профілю 4-го розряду,
верстатник широкого профілю 5-го розряду,
верстатник широкого профілю 6-го розряду,
верстатник широкого профілю 7-го розряду,
верстатник широкого профілю 8-го розряду

*Видання офіційне
Київ – 2017*

Інформація про робочу групу

Розробники

Бондарчук В. М. – директор Навчально-методичного центру професійно-технічної освіти у Рівненській області;

Багмут О. М. – завідувач сектору наукового та навчально-методичного забезпечення модернізації змісту професійної освіти ІМЗО МОН України;

Шнюкова І. В. – науковий співробітник сектору наукового та навчально-методичного забезпечення модернізації змісту професійної освіти ІМЗО МОН України;

Холодцько Л. С. – заступник директора з навчально-виробничої роботи Рівненського професійного ліцею;

Трофимчук П. С. – майстер виробничого навчання Рівненського професійного ліцею;

Максимишин В. С. – майстер виробничого навчання Рівненського професійного ліцею;

Матвійчук О. А. – викладач спецдисциплін Рівненського професійного ліцею;

Литвинчук М. А. – викладач спецдисциплін Рівненського професійного ліцею;

Шукалюк Г. П. – викладач спецдисциплін Рівненського професійного ліцею;

Костюкевич І. Г. – викладач спецдисциплін Рівненського професійного ліцею;

Рибачик А. І. – начальник механо-обробної дільниці Товариства з обмеженою відповідальністю «РЗВА-Електрик»;

Школовий І. С. – старший майстер цеху ремонтного виробництва Публічного акціонерного товариства «Рівне-Азот»;

Пелипчук М. П. – методист Навчально-методичного центру професійно-технічної освіти у Рівненській області.

Наукові консультанти

Стригунов П. М. – головний інженер Приватного малого підприємства науково-виробничої фірми «Продекологія», заступник машинобудівник України;

Паржницький В. В. – заступник начальника відділу наукового та навчально-методичного забезпечення змісту професійної освіти ІМЗО МОН України, канд. пед. наук.

Рецензент

Пахаренко В. Л. – заступник директора Навчально-наукового механічного інституту Національного університету водного господарства та природокористування, канд. тех. наук, доцент.

Керівники робочої групи

Кучинський М. С. – директор департаменту професійної освіти Міністерства освіти і науки України;

Мірошниченко К. Б. – заступник директора – начальник відділу змісту та організації навчального процесу департаменту професійної освіти Міністерства освіти і науки України;

Пятничук Т. В. – начальник відділу наукового та навчально-методичного забезпечення змісту професійної освіти ІМЗО МОН України, канд. пед. наук.

Загальні положення

Стандарт професійної (професійно-технічної) освіти (далі – СП(ПТ)О) з професії 8211 Верстатник широкого профілю розроблено відповідно до Конституції України, законів України «Про освіту», «Про професійно-технічну освіту», «Про професійний розвиток працівників», «Про зайнятість населення», «Про організації роботодавців, їх об'єднання, права і гарантії їх діяльності», постанови Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1341 «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій», розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 1077 «Про затвердження Плану заходів із впровадження Національної рамки кваліфікацій на 2016-2020 роки», розпорядження Кабінету

Міністрів України від 03.04.2017 № 275-р «Про затвердження середньострокового плану пріоритетних дій Уряду до 2020 року», Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників, Випуск 42 «Оброблення металу», Частина 2 «Робітники», Книга 3, Розділ: «Точіння, свердлування, фрезерування, інші види оброблення металів та матеріалів», затвердженого наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 22.03.2007 № 120, та інших нормативно-правових документів і є обов'язковим для виконання всіма закладами професійної (професійно-технічної) освіти, підприємствами, установами та організаціями, незалежно від їх підпорядкування та форми власності, що здійснюють (або забезпечують) підготовку (підвищення професійної кваліфікації, перепідготовку) кваліфікованих робітників.

Стандарт професійної (професійно-технічної) освіти містить:

титульну сторінку;

інформацію про робочу групу з розроблення СП(ПТ)О;

загальні вимоги щодо реалізації СП(ПТ)О;

загальнопрофесійний навчальний блок;

перелік навчальних модулів та професійних компетентностей;

перелік ключових компетентностей;

умовні позначення, що використовуються в СП(ПТ)О;

сферу професійної діяльності випускника;

специфічні вимоги до робітника з конкретної професії;

вимоги до кожної професійної кваліфікації.

Загальні вимоги щодо реалізації СП(ПТ)О

Підготовка кваліфікованих робітників за професією «Верстатник широкого профілю» включає первинну професійну підготовку, перепідготовку та підвищення професійної кваліфікації. Підготовка за кожною професійною кваліфікацією ґрунтується на компетентнісному підході та структурується за модульним принципом. Навчальний модуль – логічно завершена складова СП(ПТ)О, що формується на основі кваліфікаційної характеристики (далі – КХ) та/або, за наявності, професійного стандарту (далі – ПС), потреб розвитку галузі, сучасних технологій та новітніх матеріалів.

Структура навчального модуля включає перелік компетентностей та їх зміст. Засвоєння навчального модуля може підтверджуватися відповідним документом (сертифікат/посвідчення/свідоцтво), що видається закладом професійної (професійно-технічної) освіти.

СП(ПТ)О визначає три групи компетентностей: загальнопрофесійні, ключові та професійні. Компетентність/компетентності – здатність особи до виконання певного виду діяльності, що виражається через знання, уміння, морально-етичні цінності та інші особистісні якості.

Загальнопрофесійні компетентності – знання та уміння, що є загальними (спільними) для професії. Якщо навчання здійснюється безперервно на декілька професійних кваліфікацій, то загальнопрофесійні компетентності набуваються один раз – перед оволодінням навчальним матеріалом початкової професійної кваліфікації.

Ключові компетентності – загальні здібності й уміння (психологічні, когнітивні, соціально-особистісні, інформаційні, комунікативні), що дають змогу особі розуміти ситуацію, досягати успіху в особистісному і професійному житті, набувати соціальної самостійності та забезпечують ефективну професійну й міжособистісну взаємодію (набуваються впродовж всього терміну навчання поза робочим навчальним планом).

Професійні компетентності – знання та уміння особи, які дають їй змогу виконувати трудові функції, швидко адаптуватися до змін у професійній діяльності та є складовими відповідної професійної кваліфікації.

У закладах професійної (професійно-технічної) освіти тривалість первинної професійної підготовки встановлюється відповідно до професійної кваліфікації, яку набуває учень (слухач), що визначається робочим навчальним планом.

При організації підвищення професійної кваліфікації, перепідготовки або професійної підготовки на виробництві строк професійного навчання визначається за результатами вхідного контролю. Вхідний контроль знань, умінь та навичок здійснюється відповідно до законодавства.

Навчальний час учня, (слухача) визначається обліковими одиницями часу, передбаченого для виконання навчальних програм професійної (професійно-технічної) освіти.

Обліковими одиницями навчального часу є:

академічна година тривалістю 45 хвилин;

урок виробничого навчання, тривалість якого не перевищує 6 академічних годин;

навчальний день, тривалість якого не перевищує 8 академічних годин;

навчальний тиждень, тривалість якого не перевищує 36 академічних годин.

Навчальний (робочий) час учня, (слухача) в період проходження виробничої практики встановлюється залежно від режиму роботи підприємства, установи, організації відповідно до законодавства.

Професійно-практична підготовка здійснюється в навчальних майстернях, лабораторіях, на навчальних полігонах, навчально-виробничих дільницях та безпосередньо на робочих місцях підприємств.

Вимоги до кожної професійної кваліфікації включають:

кваліфікаційну характеристику;

вимоги до освітнього, освітньо-кваліфікаційного рівня, професійної кваліфікації осіб;

типову навчальну програму;

типовий навчальний план;

перелік основних засобів навчання.

Типова програма підготовки кваліфікованих робітників для кожної професійної кваліфікації визначає перелік навчальних модулів, перелік та зміст професійних компетентностей.

Типовий навчальний план підготовки кваліфікованих робітників для кожної професійної кваліфікації включає розподіл навчального навантаження між загальнопрофесійною, професійно-теоретичною та професійно-практичною підготовкою; консультації; кваліфікаційну атестацію. У типовому навчальному плані визначено загальну кількість годин для оволодіння професійною кваліфікацією та розподіл годин між навчальними модулями.

Робочі навчальні плани та програми для підготовки кваліфікованих робітників розробляються *закладами професійної (професійно-технічної) освіти* за погодженням з роботодавцями та органами управління освітою на основі типових навчальних планів та типових навчальних програм.

Робочі навчальні плани підготовки кваліфікованих робітників визначають графік навчального процесу, навчальні предмети, їх погодинний розподіл та співвідношення між загальнопрофесійною, професійно-теоретичною та професійно-практичною підготовкою.

Робочі навчальні програми для підготовки кваліфікованих робітників визначають зміст навчальних предметів відповідно до компетентностей та тематичний погодинний розподіл відповідно до **робочих** навчальних планів.

Перелік основних засобів навчання за кожною професійною кваліфікацією розроблено відповідно до потреб роботодавців, сучасних технологій та матеріалів.

За результатами здобуття кожної професійної кваліфікації проводиться державна або проміжна (поетапна) кваліфікаційна атестація, що передбачає оцінювання набутих компетентностей й визначається параметрами: «знає – не знає»; «уміє – не вміє». Поточне оцінювання проводиться відповідно до чинної нормативно-правової бази.

Заклади професійної (професійно-технічної) освіти, органи управління освітою, засновники організують та здійснюють поточний, тематичний, проміжний і вихідний контроль знань, умінь та навичок учнів (слухачів), їх кваліфікаційну атестацію. Представники роботодавців, їх організацій та об'єднань долучаються до тематичного, вихідного контролю знань, умінь та навичок учнів (слухачів) та безпосередньо беруть участь у кваліфікаційній атестації.

Після завершення навчання кожен учень (слухач) повинен уміти самостійно виконувати всі роботи, передбачені кваліфікаційною характеристикою, технологічними умовами і нормами, встановленими в галузі.

Навчання з охорони праці проводиться відповідно до вимог чинного законодавства «Про охорону праці». При складанні робочих навчальних планів та програм необхідно врахувати, що для початкового навчання (професійної підготовки) на теоретичну частину предмета «Охорона праці», що входить до загальнопрофесійного блоку, потрібно виділити не менше 30 годин навчального часу, а при підвищенні професійної кваліфікації та перепідготовці – не менше 15 годин навчального часу (п.2.3. Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 231/10511 (зі змінами).

Вивчення специфічних професійних питань з охорони праці необхідно здійснювати в курсах спеціальних та загальнотехнічних дисциплін – з метою поєднання технологічної підготовки з підготовкою з охорони праці, а робочі навчальні програми цих навчальних предметів повинні включати відповідні питання безпеки праці.

До самостійного виконання робіт учні (слухачі) допускаються лише після навчання й перевірки знань з охорони праці.

Кваліфікаційна пробна робота проводиться за рахунок часу, відведеного на виробничу практику. Перелік кваліфікаційних пробних робіт розробляється закладами професійної (професійно-технічної) освіти, підприємствами, установами та організаціями відповідно до вимог кваліфікаційних характеристик, потреб роботодавців, сучасних технологій та новітніх матеріалів.

Критерії кваліфікаційної атестації випускників розробляються закладом професійної (професійно-технічної) освіти разом з роботодавцями і ґрунтуються на компетентнісному підході відповідно до вимог кваліфікаційної характеристики, потреб роботодавців, сучасних технологій та новітніх матеріалів і погоджуються з регіональними органами освіти.

Особі, яка опанувала освітню програму й успішно пройшла кваліфікаційну атестацію за однією професійною кваліфіка-

цією, присвоюється освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» з набутої професії та видається свідоцтво державного зразка про присвоєння (підвищення) професійної кваліфікації.

Особі, яка опанувала освітню програму й успішно пройшла кваліфікаційну атестацію за двома й більше професійними кваліфікаціями, присвоюється освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» з набутої професії та видається диплом державного зразка.

Особі, яка достроково припинила навчання в закладі професійної (професійно-технічної) освіти, присвоюється відповідна професійна кваліфікація за результатами попередньої кваліфікаційної атестації та видається свідоцтво державного зразка про присвоєння (підвищення) професійної кваліфікації.

Умовні позначення, що використовуються в цьому СП(ПТ)О:

- ЗПК – загальнопрофесійна компетентність;
- КК – ключова компетентність;
- ПК – професійна компетентність;
- ВШП 2 – верстатник широкого профілю 2-го розряду;
- ВШП 3 – верстатник широкого профілю 3-го розряду;
- ВШП 4 – верстатник широкого профілю 4-го розряду;
- ВШП 5 – верстатник широкого профілю 5-го розряду;
- ВШП 6 – верстатник широкого профілю 6-го розряду;
- ВШП 7 – верстатник широкого профілю 7-го розряду;
- ВШП 8 – верстатник широкого профілю 8-го розряду.

Сфера професійної діяльності: КВЕД ДК 009:2010: Переробна промисловість.

Механічне оброблення металевих виробів.

Специфічні вимоги. Вік: прийняття на роботу здійснюється відповідно до законодавства. Стать: чоловіча, жіноча (обмеження отримання професії по статевій приналежності визначається переліком важких робіт і робіт зі шкідливими та небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок, затверджених МОЗ України № 256 від 29.12.1993). Медичні обмеження.

**Загальнопрофесійний блок та зміст
загальнопрофесійних компетентностей**

Позначення	Загальнопрофесійні компетентності	Зміст загальнопрофесійних компетентностей
ЗПК.1	Оволодіння основами трудового законодавства	<p>Знати: законодавчо-нормативні документи України, які регулюють трудові відносини в Україні; основні права і свободи громадян, закріплені в Конституції України, що визначають принципи правового регулювання трудових відносин; основні трудові права та обов'язки працівників; положення, зміст, форми та строки укладання трудового договору; соціальні гарантії та чинний соціальний захист на підприємстві.</p> <p>Уміти: застосовувати норми трудового законодавства, відстоювати власні трудові права</p>
ЗПК.2	Оволодіння основами галузевої економіки і підприємництва	<p>Знати: класифікацію та структуру галузей промисловості України, фактори, що впливають на їх формування; основні напрями науково-технічної політики в галузі; основи організації виробництва; формування, структура, основні принципи організації виробничого процесу; загальну характеристику підприємств, форми власності; види і функції підприємств, організаційно-правові форми підприємств; основи кадрової політики підприємства; класифікацію персоналу підприємства; підготовку кадрів в Україні; роль ПТНЗ у підготовці робітничих кадрів; поняття продуктивності праці; показники продуктивності праці та методи її обчислення; основи організації трудової діяльності; тарифну систему оплати праці; нові форми оплати праці, бригадний підряд, преміювання; класифікаційні розряди (класи), порядок їх присвоєння; основні економічні процеси, відносини та явища, які функціонують та виникають між суб'єктами економіки (підприємствами, державою та громадянами); порядок створення приватного підприємства; порядок створення та заповнення нормативної документації (книга «доходів та витрат», баланс підприємства);</p>

		<p>порядок ліквідації підприємства; основи менеджменту (управління підприємством та розташування трудових ресурсів); основи маркетингу (як управляти продажами продукції); конкуренція (її види та прояви в економічних відносинах); основні фактори впливу держави (нормативно-законодавчу базу, податки, пільги, дотації).</p> <p>Уміти: написати бізнес-план; розрахувати: прибутковість, рентабельність та амортизацію підприємства; розв'язати задачі на 2 і більше дій (ситуацій), змодельованих на основі економічних ситуацій побуту (реального життя); організувати та відкрити власне приватне підприємство на основі засвоєних знань; знаходити та використовувати економічну інформацію</p>
ЗПК.3	Дотримання вимог енерго-, матеріалозбереження, раціональної роботи обладнання	<p>Знати: основи енерго- та матеріалозбереження; принципи раціональної роботи обладнання; правила технічної експлуатації і догляду за обладнанням.</p> <p>Уміти: раціонально використовувати: матеріали; електроенергію; мастильні матеріали; охолоджувальні рідини; раціонально і ефективно експлуатувати обладнання</p>
ЗПК.4	Оволодіння основами технології верстатних робіт	<p>Знати: основні відомості про токарну обробку; загальні відомості про оздоблювальну обробку; основні відомості про технологічний процес; основні відомості про фрезерні верстати і роботи, що виконуються на них; основні відомості про шліфувальні верстати і роботи, що виконуються на них; основні відомості про свердлильні верстати і роботи, що виконуються на них; загальні відомості про оснащення для металорізальних верстатів; загальні відомості про різальний інструмент та пристосування; загальні відомості про способи установки заготовок; основи теорії різання металів; елементи режимів різання; загальні відомості про точність обробки; загальні відомості про обробку різних видів поверхонь; загальні відомості про оздоблювальну обробку; загальні відомості про технологічні процеси обробки типових деталей; основні дефекти обробки, заходи їх попередження; основні відомості про контроль оброблених поверхонь.</p>

		<p>Уміти: визначати частоту обертів шпинделя за заданою швидкістю різання; вибирати кількість переходів і глибину різання для заданих умов обробки; визначати за таблицею діаметри стержнів і отворів для нарізування різьби плашкою і мітчиком в залежності від матеріалу і параметрів різьби; визначати раціональну послідовність переходів токарної обробки деталей типу вал, втулка; підбирати інструменти і пристрої; розраховувати режими різання для свердління; розраховувати режими різання для токарної обробки; установлювати різні види заготовок; обробляти різні види поверхонь; складати технологічні процеси обробки типових деталей складністю 2-го розряду з використанням нормативних та довідкових матеріалів</p>
ЗПК.5	Оволодіння основами технології шліфувальних робіт	<p>Знати: деталі та складальні одиниці загального та спеціального призначення, вимоги до них; роз'ємні та нероз'ємні з'єднання деталей машин; види нероз'ємних з'єднань деталей машин; основні складальні одиниці та механізми шліфувальних верстатів; схеми обробки заготовок; режими шліфування; характеристики кругів; особливості налагоджування верстату для шліфування конічних поверхонь; технологічні особливості, сферу застосування площинного шліфування; режими площинного шліфування; конструктивні особливості площинно-шліфувальних верстатів; методи обробки заготовок на безцентровошліфувальних верстатах, режими обробки; особливості конструкції спеціалізованих автоматів та напівавтоматів, що використовуються для шліфування та доведення деталей із високоякісних сталей круглого та плоского профілю; активний контроль під час шліфування; основи різання матеріалів абразивним інструментом; шліфувальні круги; електрообладнання, гідрообладнання шліфувальних верстатів.</p> <p>Уміти: керувати прийомами заданого режиму шліфування циліндричних і конічних отворів, плоских поверхонь, послідовністю шліфування, правки різального інструменту, методами й засобами контролю оброблених отворів та поверхонь. виконувати раціональні і безпечні прийоми шліфування</p>

ЗПК.6	Оволодіння основами роботи на верстатах з ЧПК	<p>Знати: принцип роботи верстатів з програмним керуванням; режими роботи верстатів, які обслуговує; правила керування устаткуванням, яке обслуговує; найменування, призначення, класифікацію, будову та умови застосування найбільш розповсюджених універсальних пристроїв, різального, простого і середньої складності та контрольно-вимірювального інструменту; основні поняття з механіки, гідравліки та електротехніки в обсязі, необхідному для виконання робіт; особливості обробки деталей на верстатах з програмним керуванням; умовну сигналізацію, яка застосовується на робочому місці; призначення умовних знаків на панелі керування верстатом; принципи запису керуючої програми з пульта пристрою керування та перенесення керуючої програми з носія до пристрою керування; будову основних вузлів та механізмів верстатів з програмним керуванням, які обслуговує, та особливості їх роботи; основи роботи верстату в різних режимах; конструкцію пристроїв для установлення та кріплення деталей на верстатах з програмним керуванням; системи програмного керування верстатами; технологічний процес оброблення деталей; правила визначення режимів різання; організацію робіт при багатOVERSTATному обслуговуванні верстатів з програмним керуванням; основні відомості про керуючі програми; основні програмні команди, додаткові функції та стандартні цикли оброблення деталі; причини виникнення несправностей верстатів з програмним керуванням і способи їх запобігання.</p> <p>Уміти: вести процес оброблення з пульта керування простих деталей за 12-14 квалітетами на налагоджених верстатах з програмним керуванням з одним видом оброблення; установлювати і знімати деталі після оброблення; стежити за роботою систем верстатів, які обслуговує, за повідомленнями на екрані пристрою керування та реагувати на них; вести процес оброблення з пульта керування деталей середньої складності та складних за 8-11-м квалітетами з великою кількістю переходів на верстатах з програмним керуванням та застосуванням трьох і більше різальних інструментів; виконувати роботи на верстаті в різних режимах; замінити інструмент та інструментальні блоки; усувати дрібні неполадки в роботі інструменту та пристроїв</p>
-------	---	--

ЗПК.7	Оволодіння основами матеріалознавства	<p>Знати: основи матеріалознавства; основні відомості про матеріали, сплави та інші матеріали, які використовуються в техніці; маркування та основні механічні властивості матеріалів; класифікацію і властивості конструкційних матеріалів, методи їх випробування; основні відомості про чавун, сталь, кольорові метали та сплави, загальні відомості та особливості термічної обробки; основні відомості про мастильні матеріали і охолоджувальні рідини; відомості про сучасні абразивні і алмазні матеріали та інструменти; неметалеві конструкційні матеріали; надтверді матеріали, їх основні властивості та застосування; сучасні інструментальні матеріали для лезового оброблення; продукцію порошкової металургії; загальні відомості про термічну обробку.</p> <p>Уміти: класифікувати метали і сплави; визначати технологічні властивості металів; раціонально використовувати конструкційні та мастильні матеріали та охолоджувальні рідини</p>
ЗПК.8	Оволодіння основами технічного креслення	<p>Знати: способи графічного зображення деталей: рисунок, ескіз і кресленник; геометричні побудови в кресленні, види проєкцій; основи технічного креслення, призначення, види і застосування креслень у виробництві; основні поняття про розрізи і перерізи, їх види, позначення на кресленні; поняття конструкторської та технологічної документації; поняття про єдину систему конструкторської документації (ЕСКД); правила виконання та оформлення креслення; поняття про робочі креслення деталей; поняття про складальні креслення, зміст специфікації; правила читання й виконання креслення; поняття про кінематичні схеми та принципові електричні схеми.</p> <p>Уміти: використовувати технологічну документацію; володіти способами графічного зображення деталей: рисунком, ескізом і кресленником; виконувати креслення проєкцій геометричних тіл; виконувати креслення розрізів та перерізів деталей</p>

ЗПК.9	Оволодіння основами допусків та технічних вимірювань	<p>Знати: загальні відомості про взаємозамінність у машинобудуванні та якість продукції; основні відомості про розміри і з'єднання в машинобудуванні; основні відомості про допуски і посадки гладких циліндричних з'єднань; поняття про системи допусків і посадок за системою ISO; ДСТУ ISO 286-1:2002, ДСТУ ISO 286-1:2002; поняття про якості точності та основні відхилення в системі ISO; основні відомості про допуски, форми і розташування поверхонь, про шорсткість поверхонь; основи технічних вимірювань; основні відомості про найпростіші й універсальні засоби лінійних вимірювань; основні відомості про засоби вимірювання кутів і конусів; основні відомості про параметри різьби та вимірювання різьбових з'єднань, їх допуски і посадки; основні відомості про засоби вимірювання шпонкових і шліцьових з'єднань, їх допуски і посадки; засоби вимірювання зубчатих коліс, зубчастих та черв'ячних передач, їх допуски і посадки; основні поняття про розмірні ланцюги; оптичні і оптико-механічні пристрої вимірювання; пневматичні пристрої вимірювання.</p> <p>Уміти: підраховувати значення граничних розмірів і допусків, допуску розміру на виготовлення за даними кресленника, визначати придатність заданого дійсного розміру; знаходити величини граничних розмірів у довідкових таблицях; визначати характер з'єднання (типу посадки) за даними кресленника зв'язаних деталей; читати допуски і посадки гладких циліндричних поверхонь, шорсткість поверхонь; підраховувати найбільший і найменший зазор або натяг; читати кресленники з позначенням допусків форми і розташування поверхонь; читати кресленники з позначенням шорсткості; проводити лінійні вимірювання; вимірювання кутів і конусів, різьби і різьбових з'єднань, шпонкових і шліцьових з'єднань; визначати розміри в деталі типу «втулка» за допомогою штангенциркуля ШЦ-ІІ; вимірювати розміри і відхилення форми вала за допомогою гладкого мікрометра; вимірювати внутрішні поверхні мікрометричним штихмасом; вимірювати кути деталей кутомірами з ноніусом</p>
-------	--	--

ЗПК.10	Оволодіння основами електротехніки з основами промислової електроніки	<p>Знати: основні поняття про постійний струм, джерела живлення постійного струму, електричний опір, закони в колах постійного струму, втрати напруги у провідниках, основні методи розрахунку кіл, поняття нелінійних електричних кіл; поняття про магнітне поле, основні характеристики магнітного поля; поняття про електромагнетизм, явище електромагнітної індукції, само- та взаємоіндукції, явище гістерезису, магнітне коло, магнітний опір, розрахунок магнітних кіл; електричне коло змінного струму, параметри змінного струму; змінний струм, опори в колі змінного струму та їх з'єднання, поняття трифазного струму, з'єднання обмоток генератора і споживачів зіркою та трикутником, співвідношення між фазними і лінійними струмами і напругами при з'єднанні зіркою і трикутником, потужності в колах однофазної і трифазної мережі; вимірювання струму та напруги, порядок проведення вимірювань, клас точності приладів; схеми вмикання амперметрів і вольтметрів, розширення меж вимірювань амперметрами і вольтметрами, вимірювання потужності і енергії, схеми включення ватметрів і лічильників, поняття про вимірювання неелектричних величин електровимірювальними засобами, поняття про вимірювальні перетворювачі та датчики; будову та принцип дії машин змінного струму; синхронні двигуни та генератори, пуск, регулювання швидкості та реверсування синхронних машин, принцип дії та будову машин постійного струму, реакція якоря та застосування додаткових опорів, способи вмикання обмоток збудження машин постійного струму; поняття про апарати керування та захисту, апарати керування електричним приводом верстаків, апарати керування місцевого освітлення, прилади та пристрої промислової електроніки.</p> <p>Уміти: схематично зображати елементи кола постійного струму з послідовним, паралельним і мішаним з'єднанням резисторів; схематично зображати кола змінного струму з послідовним, паралельним і мішаним з'єднанням активного та реактивних опорів, проводити прості розрахунки величин в колах змінного струму</p>
--------	---	--

ЗПК.11	Дотримання та виконання вимог з охорони праці, пожежної та електробезпеки, виробничої санітарії та правил надання долікарської допомоги	<p>Знати: основні законодавчі акти з охорони праці; вимоги нормативних актів про охорону праці; основні завдання системи стандартів безпеки праці; поняття про виробничий травматизм і профзахворювання; основи безпеки праці у галузі; вимоги інструкцій підприємства з охорони праці та пожежної безпеки; основи електробезпеки; вимоги до організації робочого місця; засоби та методи захисту працівників від шкідливого та небезпечного впливу виробничих факторів; основи гігієни праці та виробничої санітарії (в галузі); порядок проходження медичних оглядів; правила технічної експлуатації устаткування, що обслуговується; основні види потенційних небезпек та їхні наслідки в професійній діяльності; план ліквідації аварійних ситуацій та їх наслідків; правила та засоби надання першої долікарської допомоги потерпілим у разі нещасних випадків.</p> <p>Уміти: визначати необхідні засоби індивідуального та колективного захисту, їх справність, правильно їх застосовувати; застосовувати первинні засоби пожежогасіння; забезпечувати особисту безпеку в процесі виконання робіт; безпечно експлуатувати машини та обладнання; володіти засобами індивідуального та колективного захисту від небезпечних та шкідливих виробничих факторів; діяти при аварійних ситуаціях, аваріях; звільняти потерпілого від дії електричного струму; надавати першу долікарську допомогу потерпілим у разі нещасних випадків під час аварій; використовувати, в разі необхідності, засоби попередження і усунення природних і непередбачених виробничих негативних явищ (пожежі, аварії, повені тощо)</p>
ЗПК.12	Оволодіння основами роботи на персональному комп'ютері	<p>Знати: поняття про інформацію та інформаційні технології; основи роботи на персональному комп'ютері; програми створення текстових і графічних документів; мультимедійні технології; види і типи презентацій; основні види мережних систем на основі ПК;</p>

	<p>загальні відомості про Internet, електронну пошту та телеконференції; основні мережні сервіси; браузері; вимоги до влаштування робочого місця та правила безпеки роботи на персональному комп'ютері.</p> <p>Уміти: працювати на персональному комп'ютері в обсязі, достатньому для виконання професійних обов'язків; використовувати програми для створення текстових документів: MS Word, Publisher; володіти основами використання програми для створення графічних документів: AutoCAD, SolidWorks, Компас 3D; створювати презентації PowerPoint; здійснювати пошук інформації в мережі Internet (за напрямком професії); створювати публікації; реєструватись на поштовому сервері, користуватись електронною поштою</p>
--	--

**Перелік навчальних модулів та професійних
профільних компетентностей
(ВШП – Верстатник широкого
профілю 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8-го розрядів)**

Навчальний модуль	Професійна компетентність	Найменування навчального модуля та компетентності
ВШП – 2		
ВШП – 2.1	Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах	
	ВШП – 2.1.1	Організація робочого місця токаря
	ВШП – 2.1.2	Виконання токарних робіт за 12-14 квалітетами точності: обробка зовнішніх циліндричних і торцевих поверхонь, обробка циліндричних отворів, обробка простих конічних поверхонь, фасонних поверхонь фасонними різцями; виконання простого оздоблювання оброблених поверхонь
	ВШП – 2.1.3	Нарізання різьб на токарних верстатах плашками та мітчиками
	ВШП – 2.1.4	Виконання токарних робіт відповідно до креслення та технологічної карти
ВШП – 2.2	Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах	
	ВШП – 2.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника
	ВШП – 2.2.2	Виконання фрезерних робіт за 12-14 квалітетами точності
	ВШП – 2.2.3	Виконання фрезерних робіт відповідно до креслення та технологічної карти
ВШП – 2.3	Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах	
	ВШП – 2.3.1	Організація робочого місця шліфувальника
	ВШП – 2.3.2	Виконання шліфувальних робіт за 11-м квалітетом точності
	ВШП – 2.3.3	Виконання шліфувальних робіт відповідно до креслення та технологічної карти

ВШП – 2.4	Оброблення поверхонь деталей на свердильних верстатах	
	ВШП – 2.4.1	Організація робочого місця свердлувальника
	ВШП – 2.4.2	Виконання свердлувальних робіт за 12-14 квалітетами точності
	ВШП – 2.4.3	Нарізання різьб на свердильних верстатах
	ВШП – 2.4.4	Виконання свердлувальних робіт відповідно до креслення та технологічної карти
ВШП – 3		
ВШП – 3.1	Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах	
	ВШП – 3.1.1	Організація робочого місця токаря
	ВШП – 3.1.2	Виконання токарних робіт за 8-11 квалітетами точності
	ВШП – 3.1.3	Нарізання різьб та токарних верстатах різцем
	ВШП – 3.1.4	Виконання токарних робіт відповідно до креслення та технологічної карти
ВШП – 3.2	Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах	
	ВШП – 3.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника
	ВШП – 3.2.2	Виконання фрезерних робіт за 8-11 квалітетами точності
	ВШП – 3.2.3	Оброблення поверхонь деталей на копіювальних і шпонкових верстатах
	ВШП – 3.2.4	Виконання фрезерних робіт відповідно до креслення та технологічної карти
ВШП – 3.3	Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах	
	ВШП – 3.3.1	Організація робочого місця шліфувальника
	ВШП – 3.3.2	Виконання шліфувальних робіт за 8-10-м квалітетами точності
	ВШП – 3.3.3	Виконання шліфувальних робіт відповідно до креслення та технологічної карти
ВШП – 3.4	Оброблення поверхонь деталей на свердильних верстатах	
	ВШП – 3.4.1	Організація робочого місця свердлувальника
	ВШП – 3.4.2	Виконання свердлувальних робіт 8-11 квалітетів точності
	ВШП – 3.4.3	Нарізання різьб та свердлувальних верстатах
	ВШП – 3.4.4	Виконання свердлувальних робіт відповідно до креслення та технологічної карти

ВШП – 4		
ВШП – 4.1	Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах	
	ВШП – 4.1.1	Організація робочого місця токаря
	ВШП – 4.1.2	Виконання токарних робіт за 7-10 квалітетів точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв
	ВШП – 4.1.3	Нарізання різьб та токарних верстатах різцем
	ВШП – 4.1.4	Виконання токарних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти
ВШП – 4.2	Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах	
	ВШП – 4.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника
	ВШП – 4.2.2	Виконання фрезерних робіт 7-10 квалітетів точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв
	ВШП – 4.2.3	Виконання фрезерних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти
ВШП – 4.3	Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах	
	ВШП – 4.3.1	Організація робочого місця шліфувальника
	ВШП – 4.3.2	Виконання шліфувальних робіт за 7-8-м квалітетами точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв
	ВШП – 4.3.3	Виконання шліфувальних робіт згідно з кресленником та технологічною картою
ВШП – 4.4	Оброблення поверхонь деталей на свердильних верстатах	
	ВШП – 4.4.1	Організація робочого місця свердлувальника
	ВШП – 4.4.2	Виконання свердильних робіт за 6-9 квалітетами точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв
	ВШП – 4.4.3	Нарізання різьб та свердильних верстатах
	ВШП – 4.4.4	Виконання свердильних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти

ВШП – 5		
ВШП – 5.1	Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах	
	ВШП – 5.1.1	Організація робочого місця токаря
	ВШП – 5.1.2	Виконання токарних робіт за 6-7 квалітетами (2-м класом точності)
	ВШП – 5.1.3	Нарізування різьб та токарних верстатах різцем
ВШП – 5.1.4	Виконання токарних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти	
ВШП – 5.2	Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах	
	ВШП – 5.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника
	ВШП – 5.2.2	Виконання фрезерних робіт за 6-7-м квалітетами точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв
ВШП – 5.2.3	Виконання фрезерних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти	
ВШП – 5.3	Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах	
	ВШП – 5.3.1	Організація робочого місця шліфувальника
	ВШП – 5.3.2	Виконання шліфувальних робіт за 6-м квалітетом (1–2-м класами точності)
ВШП – 5.3.3	Виконання шліфувальних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти	
ВШП – 5.4	Оброблення поверхонь деталей на свердлильних верстатах	
	ВШП – 5.4.1	Організація робочого місця свердлувальника
	ВШП – 5.4.2	Виконання свердлувальних робіт за 6-м квалітетом (1–2-м класами точності)
ВШП – 5.4.3	Виконання свердлувальних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти	
ВШП – 6		
ВШП – 6.1	Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах	
	ВШП – 6.1.1	Організація робочого місця токаря
	ВШП – 6.1.2	Виконання токарних робіт за 6–7-м квалітетами (1–2-м класами точності)
	ВШП – 6.1.3	Нарізаня різьб та токарних верстатах різцем
ВШП – 6.1.4	Виконання токарних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти	

ВШП – 6.2	Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах	
	ВШП – 6.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника
	ВШП – 6.2.2	Виконання фрезерних робіт за 6–7-м класами точності (1–2-м класами точності)
	ВШП – 6.2.3	Виконання фрезерних робіт згідно креслення та технологічної карти
ВШП – 6.3	Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах	
	ВШП – 6.3.1	Організація робочого місця шліфувальника
	ВШП – 6.3.2	Виконання шліфувальних робіт за 1–5-м класами точності (0–1-м класами точності)
	ВШП – 6.3.3	Виконання шліфувальних робіт відповідно до креслення та технологічної карти
ВШП – 7		
ВШП – 7.1	Оброблення поверхонь деталей на універсальних металорізальних верстатах	
	ВШП – 7.1.1	Організація робочого місця токаря
	ВШП – 7.1.2	Виконання верстатних робіт за 1–5-м класами точності (0–1-м класами точності)
	ВШП – 7.1.3	Оброблення на універсальних металорізальних верстатах інструменту за 1–5-м класами точності (0–1-м класами точності)
ВШП – 7.2	ВШП – 7.2.1	Розроблення робочих ескізів із виконанням необхідних розрахунків і вибором послідовності та режимів роботи
ВШП - 8		
ВШП – 8.1	Оброблення поверхонь деталей на металорізальних верстатах	
	ВШП – 8.1.1	Організація робочого місця верстатника
	ВШП – 8.1.2	Оброблення на унікальних, експериментальних та багатоцільових металорізальних верстатах особливо складної, високоточної та технологічної оснастки, яка дорого коштує, і інструменту за 1–5-м класами точності (0–1-м класами точності)
	ВШП – 8.1.3	Виконання верстатних робіт на основі передових методів праці

Перелік ключових компетентностей

1. Усвідомлення важливості свого трудового внеску в досягнення колективу.
2. Взаємодія з членами колективу в процесі роботи.
3. Оперативність у прийнятті правильних рішень у позаштатних ситуаціях під час роботи.
4. Здатність відповідально ставитися до професійної діяльності.
5. Знання професійної лексики та термінології.
6. Здатність діяти в нестандартних ситуаціях.
7. Здатність працювати в команді.
8. Дотримання професійної етики.
9. Запобігання конфліктних ситуацій.

Професійна кваліфікація: верстатник широкого профілю 2-го розряду

1. Кваліфікаційна характеристика

2-й розряд

Завдання та обов'язки. Обробляє деталі на налагоджених свердильних, токарних та фрезерних верстатах за 12-14-м квалітетами (4-7-м класами точності) та на шліфувальних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 11-м квалітетом (4-м класом точності) з застосуванням нормального різального інструменту та універсальних пристроїв з додержанням послідовності оброблення та режимів різання відповідно до технологічної карти або вказівок майстра. Свердлить, розсвердлює, зенкує крізні та глухі отвори в деталях, розташованих в одній площині, за кондукторами, шаблонами, упорами та за розміткою на свердильних верстатах. Нарізає різьби з діаметром понад 2 мм і до 24 мм на прохід та в упор на свердильних верстатах. Нарізає зовнішню, внутрішню трикутну різьбу мітчиком або плашкою на токарних верстатах. Фрезерує плоскі поверхні, пази, прорізи, шипи, циліндричні поверхні фрезами. Установлює та вивіряє деталі на столі верстата та в пристроях.

Повинен знати: принцип дії однотипних свердлильних, токарних, фрезерних та шліфувальних верстатів; призначення та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення різців та свердел; види фрез, різців та їх основні кути; основні відомості про шліфувальні круги та сегменти; способи правки шліфувальних кругів та умови їх застосування; призначення та властивості охолоджувальних рідин і масел; загальні відомості про систему допусків і посадок, квалітетів і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення).

Кваліфікаційні вимоги. Повна загальна середня освіта та професійна підготовка на виробництві, без вимог до стажу роботи.

Приклади робіт

1. Автономалі кріпильні – безцентрове шліфування.
2. Балони та фітинги – токарне оброблення.
3. Болти, гайки, пробки, штуцери, крани – фрезерування граней під ключ.
4. Вали довжиною до 1500 мм – обдирання.
5. Вкладиші – свердління отворів під змащування.
6. Воротки та клупи – токарне оброблення.
7. Втулки для кондукторів – токарне оброблення з припуском на шліфування.
8. Гайки нормальні – зенкування отворів.
9. Деталі металоконструкцій малогабаритні – фрезерування.
10. Кільця, складені з валом – свердління отворів під шплінти.
11. Ключі торцеві зовнішні та внутрішні – токарне оброблення.
12. Косинці установочні – шліфування.
13. Маточини колінчастого валу – протягування шпонкової канавки.
14. Мітчики ручні та машинні – фрезерування стружкових канавок.

15. Осі, оправки – безцентрове шліфування.
16. Петлі – фрезерування шарнірів.
17. Пробки, шпильки – токарне оброблення.
18. Прокладки – фрезерування торців і скосів.
19. Ролики підшипників усіх типів і розмірів – попереднє шліфування торців.
20. Сковзуни бокові візків рухомого складу – фрезерування.
21. Фрези і свердла з конічним хвостом – фрезерування лопаток.
22. Шланги і рукави повітряні гальмові – обдирання верхнього шару гуми.
23. Штифти циліндричні – безцентрове шліфування.

2. Вимоги до освітнього, освітньо-кваліфікаційного рівнів осіб, які навчатимуться за професією «Верстатник широкого профілю 2-го розряду»

2.1. При вступі на навчання.

Повна або базова загальна середня освіта.

2.2. Після закінчення навчання.

Повна або базова загальна середня освіта, професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 2-го розряду».

3. Типовий навчальний план підготовки кваліфікованих робітників

Професія: 8211 Верстатник широкого профілю

Кваліфікація: верстатник широкого профілю 2-го розряду

Загальний фонд навчального часу – 1224 години

№ з/п	Навчальні предмети	Кількість годин					
		Всього годин	ЗПК	ВШП – 2.1	ВШП – 2.2	ВШП – 2.3	ВШП – 2.4
1	Загальнопрофесійна підготовка	76	76				
2	Професійно-теоретична підготовка	316	200	40	30	20	26
3	Професійно-практична підготовка	810	72	342	234	60	102
4	Кваліфікаційна пробна робота	7					
5	Консультації	15					
6	Державна кваліфікаційна атестація (або поетапна атестація при продовженні навчання)	7					
7	Загальний обсяг навчального часу (без п. 4, 5)	1209	348	382	264	80	128

Примітки

1. Кваліфікаційна пробна робота виконується за рахунок часу, відведеного на професійно-практичну підготовку.

2. Години, відведені на консультації, враховуються в загальному фонді навчального часу.

4. Типова програма з підготовки кваліфікованих робітників за професією «Верстатник широкого профілю 2-го розряду» (Зміст професійних компетентностей)

Позначення	Професійні компетентності	Зміст професійних компетентностей
ВШП – 2.1. Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах		
ВШП – 2.1.1	Організація робочого місця токаря	<p>Знати: принцип дії, будову однотипних токарних верстатів; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв для встановлення та закріплення заготовок та інструментів, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; правила безпеки праці, основи гігієни праці та виробничої санітарії, пожежної безпеки; вимоги безпеки праці, електробезпеки, пожежної безпеки на підприємстві; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для токаря.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 2.1.2	Виконання токарних робіт за 12-14 квалітетами точності: обробка зовнішніх циліндричних і торцевих поверхонь, обробка циліндричних отворів,	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; принцип дії однотипних токарних верстатів; призначення їх основних вузлів, призначення та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; повідкові пристрої; формули для розрахунку налаштування токарного верстата для оброблення конусів методом повороту верхніх положків (верхньої частини супорту), зміщенням корпусу задньої бабки; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; призначення та властивості охолоджувальних рідин і масел (знати марки змащувально-охолоджувальних рідин та правила їх застосування у відповідності з виконуваним видом обробки та оброблюваних матеріалів);</p>

	<p>обробка простих конічних поверхонь, фасонних поверхонь фасонними різцями; виконання простого оздоблювання оброблених поверхонь</p>	<p>правила заточування та встановлення різців; види різців та їх основні елементи і кути; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; можливі дефекти зовнішніх циліндричних та торцевих поверхонь, методи і засоби їх попередження і контролю; способи виконання основних токарних операцій; загальні відомості про систему допусків і посадок, квалітетів і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення); формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати токарними верстатами; обробляти деталі на налагоджених токарних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 12-14-м квалітетами (4-7-м класами точності) з застосуванням нормального різального інструменту та універсальних пристроїв з додержанням; послідовності оброблення та режимів різання відповідно до технологічної карти або вказівок майстра; установлювати та вивіряти деталі на столі верстата та в пристроях; обробляти зовнішні, внутрішні, конусні, фасонні поверхні; заправляти і доводити фасонні різці найпростішого профілю; контролювати профілі і виміри базових розмірів універсальним вимірювальним інструментом; обробляти конічні поверхні поворотом верхніх полозків супорту і зміщенням корпусу задньої бабки; накатувати, полірувати поверхні; накатувати рифлення різного візерунку на деталь на токарних верстатах; зенкувати фаски і притуплювати гострі кромки; контролювати оброблювані поверхні; розраховувати режими різання на оброблювану деталь; заточувати різці для обробки спеціальних сталей; обробляти нежорсткі вали; виконувати чорнову і чистову токарну обробку гладкого і ступінчатого валу; обробляти гладкі і з уступами торцеві поверхні; проточувати канавки на циліндричних і торцевих поверхнях;</p>
--	---	--

		<p>перевіряти оброблені поверхні калібрами-ско- бами, вимірювати лінійкою, штангенциркулем; виконувати попереднє і кінцеве обточування поверхонь подачею верхнього супорту на нала- годженому верстаті; перевіряти кінчні поверхні штангенциркулем, калібрами, шаблонами, гли- биноміром; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; встановлюва- ти деталі в центрах; сверdlити і розсверdlювати наскрізні отвори і отвори на задану глибину; сверdlити центровий отвір комбінованим цен- тровим свердлом; обробляти уступи; зенкувати, точити фаски і притуплювати гострі кромки; вимірювати і перевіряти оброблені отвори штангенциркулем, граничними калібрами; під- бирати, установлювати і закріплювати свердла в свердильних патронах і в пінолі задньої бабки; читати робочі кресленики деталей; користува- тись технологічною документацією та паспорта- ми верстатів</p>
<p>ВШП – 2.1.3</p>	<p>Нарізання різьб та токарних верстатах плашками та мітчи- ками</p>	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; призначення та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нор- мального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості ма- теріалів, які обробляє; причини дефектів, що ви- никають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; визначати діаметр стержня, отвору і свердла для нарізу- вання різьб; підготовлювати поверхні деталей під нарізання різьб; нарізати зовнішню, вну- трішню трикутну різьбу мітчиком або плашкою на токарних верстатах; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; встановлювати деталі в патроні;</p>

		<p>встановлювати і кріпити плашки і мітчики на токарних верстатах; нарізати кріпильні різьби на деталях мітчиками і плашками із вільним виходом інструменту і в упор; контролювати якість обробки; читати робочі кресленики деталей; користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів</p>
<p>ВШП – 2.1.4</p>	<p>Виконання токарних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти</p>	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпека праці при обробці деталей; принцип дії однотипних токарних верстатів; призначення та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення різців; класифікацію різців та їх основні елементи і кути; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; способи виконання основних токарних операцій; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; виконувати токарні роботи за 12–14-м квалітетами точності; читати кресленики оброблювальних деталей; читати робочі кресленики деталей; читати результати обмірів деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>

ВШП – 2.2. Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах

ВШП – 2.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника	<p>Знати: принцип дії, будову однотипних фрезерних верстатів; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв для встановлення та закріплення заготовок та інструментів, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; правила безпеки праці, основи гігієни праці та виробничої санітарії, пожежної безпеки; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для фрезерувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 2.2.2	Виконання фрезерних робіт за 12-14-м квалітетами точності	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; принцип дії однотипних фрезерних верстатів; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; призначення та умови застосування спеціальних пристроїв; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; призначення та властивості охолоджувальних рідин і масел (знати марки змащувально-охолоджувальних рідин та правила їх застосування у відповідності з виконуваним видом обробки та оброблюваних матеріалів); види фрез та їх основні елементи і кути; правила заточування та установа фрез; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати фрезерними верстатами;</p>

	<p>обробляти деталі на налагоджених фрезерних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 12-14-м квалітетами (4-7-м класами точності) з застосуванням нормального різального інструменту та універсальних пристроїв з додержанням послідовності оброблення та режимів різання відповідно до технологічної карти або вказівок майстра; фрезерувати горизонтальні плоскі поверхні, кінцевими і дисковими фрезами, циліндричними, торцевими фрезами і різцевими головками з перевіркою лінійкою і штангенциркулем; фрезерувати вертикальні плоскі поверхні профільними фрезами; фрезерувати паралельні плоскі поверхні в розмір, перевіряти установку за рейсмусом, вимірювати штангенциркулем, калібрами; фрезерувати сполучені перпендикулярні плоскі поверхні з перестановкою оброблюваної заготовки в лещатах, перевіряти і вимірювати деталей лінійкою, кутником і штангенциркулем; фрезерувати нахилені плоскі поверхні і скоси із застосуванням кутових фрез, установкою в лещатах, за допомогою рейсмусу і в пристосуваннях, вимірювати і перевіряти штангенциркулем, кутником, шаблонами; фрезерувати плоскі поверхні, сполучені під різними зовнішніми кутами з перестановкою оброблюваної заготовки в паралельних поворотних і універсальних лещатах, перевіряти кут за допомогою кутника, шаблону, кутоміра; фрезерувати циліндричні поверхні; фрезерувати прорізи, шипи; фрезерувати прорізними і відрізними фрезами, відрізувати; фрезерувати наскрізні прямокутні пази дисковими тристоронніми стулчастими фрезами з установкою заготовки в лещатах, пристосуваннях і безпосередньо на столі верстату; фрезерувати замкнуті канавки кінцевими (шпонковими) фрезами, прорізувати глибокі пази прорізними фрезами; фрезерувати канавки на торці; оброблювати поверхні пазу трикутного і трапецеїдального профілю дисковими кінцевими фрезами; установлювати та вивіряти деталі на столі верстата та в пристроях; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; встановлювати деталі в патроні, на столі; читати робочі кресленики деталей; користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів</p>
--	---

ВШП – 2.2.3	Виконання фрезерних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпеки праці при обробці деталей; застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; призначення та умови застосування спеціальних пристроїв; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; класифікацію фрез та їх основні елементи і кути; правила заточування та установа фрез; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання.</p> <p>Уміти: фрезерувати деталі за 12-14-м квалітетами точності, включаючи обробку площин, пазів, канавок; читати креслення оброблювальних деталей; читати робочі креслення деталей; користуватися технологічною документацією та паспортами верстатів; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштувати засоби вимірювальної техніки</p>
ВШП – 2.3. Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах		
ВШП – 2.3.1	Організація робочого місця шліфувальника	<p>Знати: принцип дії, будову однотипних шліфувальних верстатів; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв для встановлення та закріплення заготовок та інструментів, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; правила безпеки праці, основи гігієни праці та виробничої санітарії, пожежної безпеки; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для шліфувальника.</p>

		<p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 2.3.2	Виконання шліфувальних робіт за 11-м квалітетом точності	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; принцип дії однотипних шліфувальних верстатів; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; загальні відомості про систему допусків і посадок, квалітетів і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення);</p>
		<p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати шліфувальними верстатами; обробляти деталі на налагоджених шліфувальних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 11-м квалітетом (4-м класом точності) з застосуванням нормального різального інструменту та універсальних пристроїв з додержанням послідовності оброблення та режимів різання відповідно до технологічної карти або вказівок майстра; встановлювати шліфувальний крут в зборі на верстат; встановлювати деталі на круглошліфувальному верстаті в центрах і патроні; встановлювати деталі на столі; перевіряти і вивіряти правильність установки та закріплення деталей; повертати стіл на заданий кут; перевіряти правильність кута повороту; шліфувати зовнішні поверхні протих деталей на круглошліфувальних, плоскошліфувальних і безцентрово-шліфувальних верстатах; керувати шліфувальною бабкою; керувати передньою бабкою; керувати задньою бабкою; встановлювати повздовжню подачу стола; установлювати на глибину з ручною подачею; основи знань про абразивні матеріали; основні відомості про шліфувальні круги та сегменти;</p>

		<p>способи правки шліфувальних кругів та умови їх застосування в залежності від оброблюваних матеріалів і шорсткості поверхні; призначення та властивості охолоджувальних рідин і масел (знати марки змащувально-охолоджувальних рідин та правила їх застосування у відповідності з виконуваним видом обробки та оброблюваних матеріалів); причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів. устанавлювати упори повздовжнього ходу стола, задані частоти обертання деталі і подвійні ходи стола; устанавлювати, закріплювати і перевіряти обертання; полірувати поверхні за допомогою абразивної стрічки і жимків; контролювати, вимірювати і перевіряти оброблені деталі контрольно-вимірювальним інструментом; розраховувати режими різання на оброблювану деталь; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; читати робочі кресленики деталей; користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів</p>
ВШП – 2.3.3	Виконання шліфувальних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; загальні відомості про систему допусків і посадок, квалітетів і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення); причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p>

		<p>Уміти: виконувати шліфувальні роботи з точністю обробки за 11-м квалітетом; читати кресленики оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватися технологічною документацією та паспортами верстатів; читати результати обмірів деталей; читати робочі кресленики деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
ВШП – 2.4. Оброблення поверхонь деталей на свердильних верстатах		
ВШП – 2.4.1	Організація робочого місця свердлувальника	<p>Знати: принцип дії, будову однотипних свердильних верстатів; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв для встановлення та закріплення заготовок та інструментів, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; правила безпеки праці, основи гігієни праці та виробничої санітарії, пожежної безпеки; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для свердлувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 2.4.2	Виконання свердлувальних робіт за 12-14-м квалітетами точності	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; принцип дії однотипних свердильних верстатів; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє;</p>

	<p>призначення та властивості охолоджувальних рідин і масел (знати марки змащувально-охолоджувальних рідин та правила їх застосування у відповідності з виконуваним видом обробки та оброблюваних матеріалів); правила заточування та встановлення свердел; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів; технологічний процес та його елементи.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; керувати свердильними верстатами; обробляти деталі на налагоджених свердильних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 12-14-м квалітетами (4-7-м класами точності) з застосуванням нормального різального інструменту та універсальних пристроїв з додержанням послідовності оброблення та режимів різання відповідно до технологічної карти або вказівок майстра; свердлити, розсвердлювати, зенкувати крізні та глухі отвори в деталях, розташованих в одній площині, за кондукторами, шаблонами, упорами та за розміткою на свердильних верстатах; контролювати оброблені отвори; встановлювати деталі в патроні на столі; встановлювати деталі в пристосуваннях; заточувати свердла для обробки спеціальних сталей; контролювати, вимірювати і перевіряти оброблені отвори штангенциркулем, калібрами; дотримуватись економічної точності і шорсткості оброблення отворів при застосування різних різальних інструментів; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; читати робочі кресленики деталей; користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів</p>
--	--

ВШП – 2.4.3	Нарізання різьб на свердильних верстаках	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; порядок перевірки і підготовки заготовок, інструменту для нарізання різьб, установки і кріплення інструменту; можливі дефекти оброблення та їх попередження; методи контролю різьбових поверхонь.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; визначати діаметр стержня, отвору і свердла для нарізання різьб; підготовлювати поверхні деталей під нарізання різьб; нарізати різьби з діаметром понад 2 мм і до 24 мм на прохід та в упор на свердильних верстаках; самостійно нарізувати різьбу; підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; контролювати, вимірювати і перевіряти оброблені деталі контрольно-вимірювальним інструментом</p>
ВШП – 2.4.4	Виконання свердлювальних робіт відповідно до креслення та технологічної карти	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення свердел; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстаках різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; виконувати роботи на свердильному верстаті за 12-14-м квалітетами; читати креслення оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>

Перелік основних засобів навчання

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 2-го розряду

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		При- мітка
		для інд. корист.	для груп. корист.	
Обладнання				
1	Токарно-гвинторізний верстат та його аналоги	1		
2	Вертикально-сведильний верстат та його аналоги	1		
3	Універсальний фрезерний верстат та його аналоги	1		
4	Шліфувальний верстат для виконання відповідних видів робіт	1		
5	Слюсарні верстак	1		
Робочі інструменти				
1	Токарні різці: з швидкорізальної сталі, оснащені твердим сплавом: прохідні, упорні, канавочні, відрізні, фасонні, суцільні, стискозварні, напаявані	По 1 к		
2	Зенкери	1 к		
3	Розгортки (конічні, циліндричні)	1 к		
4	Свердла (спіральні, перові, ружейні для глибокого свердлування, кільцевого свердлування, центровочного, з твердо-сплавними частинами)	1 к		
5-7	Плашки. Мітчики. Накатні ролики	По 1 к		
8	Фрези: з швидкорізальної сталі і оснащені пластинками твердого сплаву, торцеві, циліндричні, кутові кінцеві, дискові, фасонні, відрізні	По 1 к		
9	Шліфувальні круги: прямого профілю ПП, конічного двохстороннього профілю 2П, конічного профілю з виточкою (ПВК, ПВД, ПВПК), чашечні (ЧК), тарілчасті (Т)	По 1		
10	Комплект слюсарного інструменту	1		

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		При- мітка
		для інд. корист.	для груп. корист.	
Контрольно-вимірювальні інструменти				
1	Штангенциркулі: ШЦ – I. ШЦ – II. ШЦ – III	1 к		
2	Штангенрейсмус	1		
3	Штангенглибиномір	1		
4	Шаблони	1		
Прилади і пристрої				
1	Центри: рухомі, нерухомі, плаваючі, зворотні, кулькові	По 1 к		
2-4	Упори. Кулачки. Хомутики	По 1 к		
5	Оправки: поводкові, циліндричні, конічні різьбові	По 1 к		
6	Затискачі для полірування	1 к		
7	Свердильний патрон: різних конструкцій	По 1 к		
8	Лещата поворотні машинні	1 к		
9	Кондуктори різні	1		
10	Поворотний стіл	1		
11	Оправки для установки фрез	1		
Натуральні зразки				
1	Деталі з різними видами обробки		1	
Моделі, макети, муляжі				
1	Макети верстатів		1	
2	Верстати в розрізі		1	
Навчально-наочні посібники				
1	Плакати: токарна справа, фрезерна справа, свердильна справа, кріплення ріжучих інструментів, технологічні цикли механічної обробки		По 1	

Професійна кваліфікація: Верстатник широкого профілю 3-го розряду

1. Кваліфікаційна характеристика

3-й розряд

Завдання та обов'язки. Обробляє деталі на токарних, фрезерних, свердлильних, копіювальних і шпонкових верстатах за 8-11-м квалітетами (3-4-м класами точності) та на шліфувальних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 8-10-м квалітетами (3-м класом точності). Нарізає різьбу з діаметром до 2 мм та понад 24 мм до 42 мм на прохід та в упор на свердлильних верстатах. Нарізає зовнішню і внутрішню однозахідну трикутну, прямокутну та трапецеїдальну різьбу різцем, багато різцевими головками. Фрезерує прямокутні і радіусні зовнішні і внутрішні поверхні, уступи, пази, канавки, однозахідні різьби, спіралі, зуби шестерень і зубчастих рейок. Установлює складні деталі на косинцях, призмах, домкратах, прокладках, лещатах різних конструкцій, на круглих поворотних столах, універсальних ділільних головках з вивірнням за індикатором. Підналагоджує свердлильні, токарні, фрезерні та шліфувальні верстати. Керує підйнятно-транспортним устаткуванням з підлоги. Стропує та ув'язує вантажі для підймання, переміщення, установлення та складування.

Повинен знати: будову, правила підналагодження і перевірки на точність свердлильних, токарних, фрезерних, копіювально-шпонково-фрезерних і шліфувальних верстатів різних типів; будову і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; геометрію, правила заточування і установлення нормального і спеціального різального інструменту; елементи та види різьб; характеристику шліфувальних кругів і сегментів; вплив температури на розміри деталей; системи допусків і посадок; форму та розташування поверхонь; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення); основні властивості матеріалів, які обробляє.

Кваліфікаційні вимоги. Повна загальна середня освіта та професійно-технічна освіта без вимог до стажу роботи або повна

загальна середня освіта та професійна підготовка на виробництві. Підвищення кваліфікації та стаж роботи за професією верстатника широкого профілю 2 розряду – не менше 1 року.

Приклади робіт

1. Башмаки гальмові, балочки, підвіски тяглових електродвигунів, букси – фрезерування.
2. Вали довжиною понад 1500 мм – обдирання.
3. Вали, осі – свердління косих змащувальних отворів.
4. Вкладиші – шліфування кругле зовнішнє на оправці.
5. Втулки перехідні з конусом Морзе – токарне оброблення.
6. Зенкери і фрези зі вставними різальними елементами – токарне оброблення.
7. Зенківки конусні – шліфування конуса та різальної частини.
8. Зірочки, рейки зубчасті – фрезерування під шліфування.
9. Калібри плоскі – фрезерування робочої мірильної частини.
10. Кільця поршневі – розрізання, фрезерування замка.
11. Корпуси фільтрів – свердління отворів у фланцях.
12. Ножі для гільйотинних ножиць – шліфування плоских поверхонь.
13. Патрони свердильні – токарне оброблення.
14. Пуансони і матриці – токарне оброблення та шліфування площини та контуру.
15. Різці – фрезерування поверхонь передньої і задньої граней.
16. Розгортки циліндричні та конічні – шліфування хвостової частини.
17. Рукоятки фігурні – токарне оброблення.
18. Стрижні – токарне оброблення з нарізанням різьби.
19. Центри токарні – точіння під шліфування.
20. Шарошки сферичні та кутові – фрезерування.
21. Шатуни двигунів – фрезерування масляних прорізів.
22. Шестірні – свердління та розгортання отворів.
23. Штампи – свердління отворів під напрямні колонки.

2. Вимоги до освітнього, освітньо-кваліфікаційного рівнів осіб, які навчатимуться за професією «Верстатник широкого профілю 3-го розряду»

2.1. При продовженні професійної (професійно-технічної) освіти

Базова або повна загальна середня освіта.

2.2. При підвищенні професійної кваліфікації

Базова або повна загальна середня освіта, професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 2-го розряду»; стаж роботи за професією не менше 1 року.

2.3. Після закінчення навчання

Базова або повна загальна середня освіта, професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 3-го розряду».

3. Типовий навчальний план підготовки кваліфікованих робітників

Професія: 8211 Верстатник широкого профілю

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 3-го розряду

Загальний фонд навчального часу – 601 година

№ з/п	Навчальні предмети	Кількість годин					
		Всього годин	ЗПБ	ВШП – 3.1	ВШП – 3.2	ВШП – 3.3	ВШП – 3.4
1	Загальнопрофесійна підготовка			-	-	-	-
2	Професійно-теоретична підготовка	150		38	32	68	12
3	Професійно-практична підготовка	429		178	149	54	48
4	Кваліфікаційна пробна робота	7					
5	Консультації	15					
6	Державна кваліфікаційна атестація (або поетапна атестація при продовженні навчання)	7					
7	Загальний обсяг навчального часу (без п. 4, 5)	586		216	181	122	60

Примітки

1. Кваліфікаційна пробна робота виконується за рахунок часу, відведеного на професійно-практичну підготовку. Під час проведення кваліфікаційних іспитів складається залік з керування підйнятно-транспортним устаткуванням з підлоги; стропування та ув'язування вантажів для підймання, переміщення, установа та складування з отриманням відповідного свідоцтва.

2. Години, відведені на консультації, враховуються в загальному фонді навчального часу.

3. При підвищенні кваліфікації та перепідготовці загальнопрофесійний блок вивчається в обсязі годин та компетентностей,

визначених відповідно до результатів вхідного контролю, і додається до годин загального обсягу навчального часу та до годин загального фонду навчального часу (але не більше, ніж 348 годин).

4. Типова програма підготовки кваліфікованих робітників за професією «Верстатник широкого профілю 3-го розряду» (Зміст професійних компетентностей)

Позначення	Професійні компетентності	Зміст професійних компетентностей
ВШП – 3.1. Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах		
ВШП – 3.1.1	Організація робочого місця токаря	<p>Знати: будову, правила підналагодження і перевірки на точність токарних верстатів різних типів; правила керування крупними верстатами, які обслуговуються спільно з верстатником широкого профілю більш високої кваліфікації; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для токаря.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірвальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 3.1.2	Виконання токарних робіт за 8-11-м квалітетами точності	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; будову, правила підналагодження і перевірку на точність токарних верстатів різних типів; будову і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; геометрію, правила заточування і установа нормального і спеціального різального інструменту; вплив температури на розміри деталей; системи допусків і посадок; форму та розташування поверхонь; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення); основні властивості матеріалів, які обробляє.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; керувати токарними верстатами; обробляти деталі на токарних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 8-11-м квалітетами (3-4-м класами точності);</p>

		<p>підналагоджувати токарні верстати; установлювати складні деталі на косинцях, призмах, домкратах, прокладках, лещатах різних конструкцій, на круглих поворотних столах, універсальних ділильних головках з вивірнням за індикатором; точити циліндричні поверхні гладкі та з уступами; обробляти нежорсткі вали; точити торцеві поверхні; виточувати зовнішні канавки; відрізати заготовки; підготовлювати верстат і копіювальну лінійку до роботи; контролювати і перевіряти поверхні; заточувати і доводити різці; обробляти фасонні поверхні; установлювати копіювальні пристрої; полірувати, притирати та доводити поверхні абразивними шкурками, порошками та пастами; виконувати тонке точіння алмазними різцями; розраховувати режими різання на оброблювану деталь; установлювати й балансувати противаги; оброблювати одиничні деталі у чотирикулачковому патроні, на планшайбі; оброблювати деталі з установкою на косинці; установлювати косинець і противаги; оброблювати деталі поштучно та партіями, з застосуванням нерухомих люнетів; установлювати й закріплювати люнети на верстаті; установлювати деталі, центрувати і фіксувати кулачки люнету; оброблювати зовнішні, внутрішні та торцеві поверхні деталей в нерухомому люнеті; оброблювати деталі з застосуванням рухомих люнетів; установлювати деталі, регулювати кулачки люнету; оброблювати ексцентричні поверхні з установкою деталі в чотирикулачковому патроні, на планшайбі, на консольних і центрових оправках; заточувати різці для обробки спеціальних сталей; керувати підйомно-транспортним устаткуванням з підлоги; стропувати та ув'язувати вантажі для підймання, переміщення, установлення та складування</p>
ВШП – 3.1.3	Нарізання різьб на токарних верстатах різцем	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; елементи та види різьб, методи їх нарізування; правила і порядок настроювання кінематичного ланцюга токарного верстату при нарізанні трикутної, прямокутної і трапецеїдальної різей різцями; способами заточування і доводки різців; методи і засоби контролю різців і різьби.</p>

		<p>Уміти: організовувати робоче місце; нарізати зовнішню й внутрішню однозахідну трикутну, прямокутну та трапецеїдальну різьбу різцем, багато різцевими головками; нарізувати внутрішню трикутну різьбу різцем; нарізувати різьбу різцем у наскрізному отворі; нарізувати різьбу різцем з калібруванням мітчиком; нарізувати зовнішню і внутрішню прямокутну різьбу різцем; притуплювати гострі кромки і оброблювати прямокутну різьбу; нарізувати зовнішню і внутрішню трапецеїдальну різьбу різцем; нарізувати однозахідну трапецеїдальну різьбу з калібровим мітчиком; виготовляти різцеву пару гвинт-гайка з трапецеїдальною різьбою; нарізувати прямокутну і трапецеїдальну різьбу з застосуванням вихрових головок; заточувати і доводити різцевих різців з перевіркою профілю робочої частини за шаблоном; контролювати різьби різьбовими калібрами; підналагоджувати токарні верстати</p>
ВШП – 3.1.4	Виконання токарних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпека праці при обробці деталей; принцип дії однотипних токарних верстатів; призначення та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення різців; класифікацію різців та їх основні елементи і кути; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; способи виконання основних токарних операцій; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; виконувати токарні роботи за 8-11-м квалітетами точності; читати кресленики оброблювальних деталей; читати робочі кресленики деталей; читати результати обмірів деталей;</p>

		користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби виміральної техніки
ВШП – 3.2. Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах		
ВШП – 3.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника	Знати: будову, правила підналагодження і перевірки на точність фрезерних верстатів різних типів; правила керування крупними верстатами, які обслуговуються спільно з верстатником широкого профілю більш високої кваліфікації; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для фрезерувальника. Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватись вимірвальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки
ВШП – 3.2.2	Виконання фрезерних робіт за 8-11-м квалітетами точності	Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; будову, правила підналагодження і перевірки на точність фрезерних верстатів різних типів; будову і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; геометрію, правила заточування і установа нормального і спеціального різального інструменту; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення); системи допусків і посадок; форму та розташування поверхонь; вплив температури на розміри деталей; способи фрезерування багатогранників; основні властивості матеріалів, які обробляе; можливі дефекти оброблення та заходи їх попередження;

		<p>призначення та умови застосування спеціальних пристроїв; методи і засоби контролю оброблених поверхонь.</p> <p>Уміти: керувати фрезерними верстатами; обробляти деталі на фрезерних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 8-11-м квалітетами (3-4-м класами точності); фрезерувати прямокутні і радіусні зовнішні і внутрішні поверхні, уступи, пази, канавки, однозахідні різьби, спіралі, зуби шестерень і зубчастих рейок; установлювати складні деталі на косинцях, призмах, домкратах, прокладках, лещатах різних конструкцій, на круглих поворотних столах, універсальних ділильних головках з вивірнням за індикатором; підналагоджувати фрезерні верстати; вибирати режими різання для конкретних умов оброблення; фрезерувати із застосуванням ділильних пристроїв; фрезерувати фасонні поверхні; підготовлювати, установлювати, вивіряти, закріплювати і оброблювати деталі з ексцентричними поверхнями; фрезерувати деталі зі складною установкою на столі і на косинці, в складних пристосуваннях; установлювати за рейсмусом і індикатором; виконувати багатоперехідну обробку деталі з однією установкою; виконувати багатопозиційне фрезерування; керувати підйнятно-транспортним устаткуванням з підлоги; стропувати та ув'язувати вантажі для підймання, переміщення, установлення та складування</p>
ВШП – 3.2.3	Оброблення поверхонь деталей на копіювальних і шпонкових верстатах	<p>Знати: будову, правила підналагодження і перевірку на точність копіювально-шпонково-фрезерних верстатів різних типів; будову і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; вплив температури на розміри деталей; системи допусків і посадок; форму та розташування поверхонь; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення); основні властивості матеріалів, які обробляє; можливі дефекти оброблення та заходи їх попередження.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати копіювальними і шпонковими верстатами; обробляти деталі на копіювальних і шпонкових верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 8-11-м квалітетами (3-4-м класами точності);</p>

		<p>установлювати складні деталі на косинцях, призмах, домкратах, прокладках, лещатах різних конструкцій, на круглих поворотних столах, універсальних ділильних головках з вивірненням за індикатором; вибирати режими різання для конкретних умов оброблення; фрезерувати криволінійні поверхні методом комбінування ручних і механічних подач без розміру і за розміром, по розмітці і шаблонах; визначати послідовність переходів; виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; фрезерувати на круглому столі, фрезерувати за контуром і за копією; фрезерувати багатогранники з застосуванням універсальних ділильних пристроїв; контролювати оброблені поверхні; керувати підйнятно-транспортним устаткуванням із підлоги; стропувати та ув'язувати вантажі для підймання, переміщення, установлення та складування</p>
<p>ВШП – 3.2.4</p>	<p>Виконання фрезерних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти</p>	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпека праці при обробці деталей; застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; призначення та умови застосування спеціальних пристроїв; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; класифікацію фрез та їх основні елементи і кути; правила заточування та установлення фрез; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання. Уміти: фрезерувати деталі за 8-11-м квалітетами точності, включаючи обробку площин, пазів, канавок; читати кресленники оброблювальних деталей; читати робочі кресленники деталей; користуватися технологічною документацією та паспортами верстатів; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю);</p>

		<p>читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби виміральної техніки</p>
<p>ВШП – 3.3. Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах</p>		
<p>ВШП – 3.3.1</p>	<p>Організація робочого місця шліфувальника</p>	<p>Знати: будову, правила підналагодження і перевірки на точність шліфувальних верстатів різних типів; правила керування крупними верстатами, які обслуговуються спільно з верстатником широкого профілю більш високої кваліфікації; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкція з охорони праці для шліфувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірвальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
<p>ВШП – 3.3.2</p>	<p>Виконання шліфувальних робіт за 8-10-м квалітетами точності</p>	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; будову, правила підналагодження і перевірки на точність шліфувальних верстатів різних типів; будову і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; геометрію, правила заточування і встановлення нормального і спеціального різального інструменту; характеристику шліфувальних крутів і сегментів; вплив температури на розміри деталей; системи допусків і посадок; форму та розташування поверхонь; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення).</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати шліфувальними верстатами; оброблювати деталі на шліфувальних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 8-10-м квалітетами (3-м класом точності); шліфувати отвори на універсальних круглошліфувальних і внутрішньо-шліфувальних верстатах;</p>

		<p>розраховувати режими різання на оброблювану деталь; шліфувати циліндричні отвори з підналагоджуванням шліфувального верстату; установлювати й закріплювати пристосування; підбирати, установлювати, правити шліфувальні круги; виконувати попереднє та кінцеве шліфування наскрізних отворів; шліфувати отвори з торців втулок, глухого отвору з підторцюванням внутрішнього торця, ступінчатих наскрізних отворів; контролювати отвори граничними калібрами, нутроміром; шліфувати конічні отвори; установлювати передню бабку для шліфування конічних отворів на задану величину конуса; перевіряти конусність; виконувати кінцеве шліфування за заданим розміром; перевіряти калібрами; перевіряти округлість, прямолінійність утворюючої поверхні за допомогою пристосувань з кріпленням їх в кулачкових патронах, на планшайбах і в пристосуваннях; підналагоджувати шліфувальні верстати; керувати підйомно-транспортним устаткуванням з підлоги; стропувати та ув'язувати вантажі для підймання, переміщення, установлення та складування</p>
<p>ВШП – 3.3.3</p>	<p>Виконання шліфувальних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти</p>	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; загальні відомості про систему допусків і посадок, квалітетів і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення); причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p>

		<p>Уміти: виконувати шліфувальні роботи з точністю обробки за 8-10-м квалітетами; читати кресленики оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватися технологічною документацією та паспортами верстатів; читати результати обмірів деталей; читати робочі кресленики деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
ВШП – 3.4. Оброблення поверхонь деталей на свердильних верстатах		
ВШП – 3.4.1	Організація робочого місця свердлувальника	<p>Знати: будову, правила підналагодження і перевірки на точність свердильних верстатів різних типів; правила керування крупними верстатами, які обслуговуються спільно з верстатником широкого профілю більш високої кваліфікації; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для свердлувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 3.4.2	Виконання свердлувальних робіт за 8-11-м квалітетами точності	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; будову, правила підналагодження і перевірки на точність свердильних верстатів різних типів; будову і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; способи свердлення наскрізних і глухих отворів та отворів у фланцях; способи зенкерування, розгортання отвору та конічних поверхонь; геометрію, правила заточування і установлення нормального і спеціального різального інструменту; вплив температури на розміри деталей; форму та розташування поверхонь; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення); методи контролю оброблених отворів.</p>

		<p>Уміти: організувати робоче місце; оброблювати деталі на свердлильних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 8–11-м квалітетами (3–4-м класами точності); свердлити наскрізні і глухі отвори та отвори у фланцях; зенкерувати, розгортати отвори та конічні поверхні; контролювати оброблені отвори; підналагоджувати свердлильні верстати; керувати підйомно-транспортним устаткуванням з підлоги; стропувати та ув'язувати вантажі для підймання, переміщення, установа та складування; установлювати складні деталі</p>
ВШП – 3.4.3	Нарізання різьб на свердлильних верстатах	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; порядок перевірки і підготовки заготовок, інструменту для нарізання різьб, установки і кріплення інструменту; можливі дефекти оброблення та їх попередження; методи контролю різьбових поверхонь; будову і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; елементи та види різьб; вплив температури на розміри деталей; систему допусків і посадок.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; визначити діаметр стержня, отвору і свердла для нарізання різьб; нарізати різьбу з діаметром до 2 мм та понад 24 мм до 42 мм на прохід та в упор на свердлильних верстатах; самостійно нарізувати різьбу; підналагоджувати верстати; контролювати, вимірювати і перевіряти оброблені деталі контрольовано-вимірювальним інструментом; керувати підйомно-транспортним устаткуванням з підлоги; стропувати та ув'язувати вантажі для підймання, переміщення, установа та складування; установлювати складні деталі</p>

<p>ВШП – 3.4.4</p>	<p>Виконання свердильних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти</p>	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умов застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення свердел; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; виконувати роботи на свердильному верстаті за 8–11-м квалітетами; читати кресленики оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідною (бракованою) продукцією; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
------------------------	--	---

Перелік основних засобів навчання

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 3-го розряду

№ з/п	Найменування	Кількість на групу з 15 осіб		Примітка
		для індивідуального користування	для групового користування	
Обладнання				
1	Токарно-гвинторізний верстат та його аналоги	1		
2	Радіально-свердлильний верстат та його аналоги	1		
3	Шліфувальний верстат для виконання відповідних видів робіт	1		
4	Універсальний консольно-фрезерний верстат	1		
Робочі інструменти				
1	Токарні різці: з швидкорізальної сталі, оснащені твердим сплавом: прохідні, упорні, канавочні, відрізні, фасонні, суцільні, стискозварні, напаяванні З механічним кріпленням твердосплавної частини: різьбонарізні різці, алмазні різці для тонкого точіння	1 к		
2	Зенкери: суцільні, насадні Комбіновані: зенкер-розгортка, розгортка-мітчик, свердло-зенкер-розгортка, багатоступінчастий зенкер, зенкер-зенківка	1 к		
3	Шліфувальні круги: прямого профілю ПП, кінцевого двохстороннього профілю 2П, кінцевого профілю з виточкою (ПВК, ПВД, ПВПК), чашечний (ЧК), тарілчастий (Т)	1 к		
4	Різьбонарізні гребінки	1 к		

5	Свердла з твердосплавними змінними пластинками	1 к		
6	Фрези: з швидкорізальної сталі і оснащені пластинками твердого сплаву: торцеві, циліндричні, кутові, кінцеві, дискові, фасонні, шліцьові, пазові, шпонкові, відрізні	1 к		
Контрольно-вимірювальні інструменти				
1	Штангенциркулі: ШЦ – I, ШЦ – II, ШЦ – III	1 к		
2	Штангенрейсмус	1		
3	Штангенглибиномір	1		
4	Штангензубомір	1		
5	Мікрометр	1		
6	Мікрометричний глибиномір	1		
7	Мікрометричний нутромір	1		
8	Індикатор ЧТ	1		
9	Індикаторна скоба	1		
10	Індикаторний нутромір	1		
11	Індикаторний глибиномір	1		
12	Калібри	1		
13	Кутомір УМ і УН	1		
14	Синусна лінійка	1		
Прилади і пристрої				
1	Центри: рухомі, нерухомі, плаваючі, зворотні, зміщений задній центр	1 к		
2	Кулачки	1 к		
3	Хомутики	1 к		
4	Планшайби	1 к		
5	Косинець	1 к		
6	Патрони: 3-кулачкові. 4-кулачкові цангові поводкові	1 к		
7	Оправки: циліндричні, конічні, різьбові	1 к		

8	Копіри	1		
9	Гідрокопіювальний супорт	1		
10	Пристрій з поворотним столом для обробки сферичних поверхонь	1		
11	Державка з поворотною голівкою для різьбонарізного різця	1		
12	Стружкозламувачі	1		
13	Косинці: косинець з комплекту УСП регульований косинець	1		
14	Планки	1		
15	Льонети рухомі і нерухомі	1		
16	Втулки льонетні	1		
17	Притирки для притирання зовнішніх і внутрішніх поверхонь	1		
18	Ділильна планшайба з поводковим хомутиком	1		
19	Кульковий накатник	1		
20	Алмазний вигладжувач	1		
21	Внутрішня розкатка	1		
22	Обкатний ролик	1		
23	Затискач для полірування	1		
24	Пристосування для накатування рифлень	1		
25	Центрова оправка	1		
26	Цангова розтискна оправка	1		
27	Касетні пристрої	1		
28	Похилі поворотні столи	1		
29	Косинці і поворотні стойки	1		
30	Пневмогідролічні лещата	1		
31	Кондуктори для закріплення заготовок	1		
32	Поворотний стіл	1		

33	Ділильна головка з задньою бабкою	1		
34	Універсальна ділильна головка	1		
35	Безлімбава ділильна головка	1		
36	Прихвати	1		
37	Кутові плити	1		
38	Пристосування з окисдно-барієвим покриттям	1		
39	Оправки для установки фрез	1		
40	Свердлильний патрон (швидкозмінний, хитна оправка, запобіжний патрон для нарізання різьби в отворах)	1		
41	Лещата машинні	1		
Натуральні зразки				
1	Деталі з різними видами обробки		комплекти	
Моделі, макети, муляжі				
1-2	Макети верстатів. Верстати в розрізі		По 1	
Навчально-наочні посібники				
1	Плакати: токарна справа, фрезерна справа, шліфувальна справа, свердлильна справа, кріплення ріжучих інструментів, технологічні цикли механічної обробки		По 1	

Професійна кваліфікація: Верстатник широкого профілю 4-го розряду

1. Кваліфікаційна характеристика

4-й розряд

Завдання та обов'язки. Обробляє деталі на токарних та фрезерних верстатах за 7–10-м квалітетами (2–3-м класами точності), на свердлильних верстатах за 6–9-м квалітетами (1–3-м класами точності) та на шліфувальних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 7–8-м квалітетами (2-м класом точності) із застосуванням різних різальних інструментів та універсальних пристроїв. Нарізає різьби діаметром понад 42 мм на свердлильних верстатах; нарізає двозахідну зовнішню і внутрішню різьбу, різьбу трикутного, прямокутного, півкруглого профілю, упорні та трапецеїдальні різьби на токарних верстатах. Фрезерує відкриті та напіввідкриті поверхні різних конфігурацій та сполучень, різьби, спіралі, зуби, зубчасті колеса та рейки. Шліфує і нарізає рифлення на поверхні бочки валків на шліфувально-рифельних верстатах. Установлює великі деталі складної конфігурації, які вимагають комбінованого кріплення та точного вивіряння в різних площинах. Налаштовує верстати, які обслуговує.

Повинен знати: будову, кінематичні схеми, правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; геометрію, правила термооброблення, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального і спеціального різального інструменту; основні відомості про абразивний інструмент; вимоги з електротехніки; правила перевірки шліфувальних кругів на міцність; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення).

Кваліфікаційні вимоги. Професійно-технічна освіта. Підвищення кваліфікації та стаж роботи за професією верстатника широкого профілю 3-го розряду – не менше 1 року.

Приклади робіт

1. Бабки задні – остаточне розточування отворів.
2. Балансири ресорні – фрезерування.
3. Балони – токарне оброблення.
4. Вали парових турбін – попереднє оброблення.
5. Валки холодного прокатування – фрезерування конусо-подібних шліців за шаблоном.
6. Вальцівки – шліфування конуса та шийок.
7. Вінці черв'ячні однозахідні – фрезерування.
8. Гвинти ходові – токарне оброблення з нарізанням різьби.
9. Деталі верстатів – фрезерування шпонкових пазів.
10. Диски для універсальних патронів металообробних верстатів – токарне оброблення з нарізанням спіралі.
11. Каретки, станини, містки, супорти верстатів – попереднє шліфування.
12. Корпуси передніх бабок верстатів та редукторів – свердління, зенкування та розгортання отворів.
13. Лопатки парових і газових турбін – остаточне фрезерування хвостовиків грибоподібних, Т-подібного та зубчастого профілю.
14. Муфти вмикання потужних дизелів – нарізання канавок, які перехрещуються.
15. Обтікачі та кронштейни гребних гвинтів пластмасові – фрезерування.
16. Оправка трубопрокатних станів – шліфування.
17. Призми перевірочні – шліфування.
18. Протяжки круглі – токарне оброблення.
19. Ротори та якорі електродвигунів – токарне оброблення.
20. Фартухи токарних та інших верстатів – свердління та розгортання отворів.
21. Шийки і бочки валків усіх верстатів – обдирання та обробка.

2. Вимоги до освітнього, освітньо-кваліфікаційного рівнів осіб, які навчатимуться за професією «Верстатник широкого профілю 4-го розряду»

2.1. При продовженні професійної (професійно-технічної) освіти

Базова або повна загальна середня освіта.

2.2. При підвищенні професійної кваліфікації

Базова або повна загальна середня освіта, професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 3-го розряду»; стаж роботи за професією не менше 1 року.

2.3. Після закінчення навчання

Базова або повна загальна середня освіта, професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 4-го розряду».

3. Типовий навчальний план підготовки кваліфікованих робітників

Професія: 8211 Верстатник широкого профілю

Кваліфікація: верстатник широкого профілю 4-го розряду

Загальний фонд навчального часу – 386 годин

№ з/п	Навчальні предмети	Кількість годин					
		Всього годин	ЗПК	ВШП – 4.1	ВШП – 4.2	ВШП – 4.3	ВШП – 4.4
1	Загальнопрофесійна підготовка						
2	Професійно-теоретична підготовка	85		24	24	21	16
3	Професійно-практична підготовка	279		84	102	56	37
4	Кваліфікаційна пробна робота	7					
5	Консультації	15					
6	Державна кваліфікаційна атестація (або поетапна атестація при продовженні навчання)	7					
7	Загальний обсяг навчального часу (без п. 4, 5)	371		108	126	77	53

Примітки

1. Кваліфікаційна пробна робота виконується за рахунок часу, відведеного на професійно-практичну підготовку.

2. Години, відведені на консультації, враховуються в загальному фонді навчального часу.

3. При підвищенні кваліфікації та перепідготовці загальнопрофесійний блок вивчається в обсязі годин та компетентностей, визначених відповідно до результатів вхідного контролю, і додається до годин загального обсягу навчального часу та до годин загального фонду навчального часу (але не більше, ніж 348 годин).

**4. Типова програма підготовки кваліфікованих робітників
за професією «Верстатник широкого профілю 4-го розряду»
(Зміст професійних компетентностей)**

Позначення	Професійні компетентності	Зміст професійних компетентностей
ВШП – 4.1. Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах		
ВШП – 4.1.1	Організація робочого місця токаря	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; будову і кінематичні схеми токарних верстатів різних типів; правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості й правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту та приладів; геометрію, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального й спеціального різального інструменту; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для токаря.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 4.1.2	Виконання токарних робіт за 7-10-м квалітетами точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; будову, кінематичні схеми, правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; геометрію, правила термооброблення, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального і спеціального різального інструменту; вимоги з електротехніки; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення).</p>

		<p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати токарними верстатами; обробляти деталі на токарних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 7-10-м квалітетами (2-3-м класами точності) з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних пристроїв; установлювати великі деталі складної конфігурації, які вимагають комбінованого кріплення та точного вивірення в різних площинах; заточувати різці для обробки спеціальних сталей; обробляти циліндричні (гладкі та ступінчаті), конічні, фасонні та торцеві поверхні; полірувати, притирати та доводити поверхні абразивними шкурками, порошками та пастами; виконувати тонке точіння алмазними різцями; обробляти деталі зі складною установкою; обробляти ексцентрикові поверхні; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, необхідні для всіх видів оброблення деталей; налагоджувати верстати, які обслуговує</p>
ВШП – 4.1.3	Нарізання різьб та токарних верстатах різцем	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; будову, кінематичні схеми, правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; геометрію, правила термооброблення, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального і спеціального різального інструменту; вимоги з електротехніки; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення).</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; нарізати двозахідну зовнішню і внутрішню різьбу, різьбу трикутного, прямокутного, півкруглого профілю, упорні та трапецеїдальні різьби на токарних верстатах; нарізати одну канавку і переходити до нарізання наступної; ділити хід різьби за допомогою повороту шпинделя із заготовкою на частину кола відносно нерухомого різця і за допомогою повздовжнього зміщення різця відносно нерухомої заготовки;</p>

		<p>повертати заготовку на частину кола за допомогою поводкового ділильного патрона; ділити на заходи за шкалою ділильний диск шпінделя; використовувати гребінки (спеціальні державки з кількома різцями, зміщеними один відносно другого на крок різьби); нарізати на деталях зовнішню і внутрішню двозахідну різьбу; зовнішню з вільним ходом різця; з виходом у канавку; внутрішню різьбу в глухих отворах; нарізати різьбу на деталях конічної форми; установлювати великі деталі складної конфігурації, які вимагають комбінованого кріплення та точного вивіряння в різних площинах; налагоджувати верстати, які обслуговує</p>
ВШП – 4.1.4	Виконання токарних робіт відповідно до кресленики та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпеки праці при обробці деталей; принцип дії однотипних токарних верстатів; призначення та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольньо-вимірального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення різців; класифікацію різців та їх основні елементи і кути; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; способи виконання основних токарних операцій; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання. Уміти: організувати робоче місце; виконувати токарні роботи за 7-10-м квалітетами точності; читати кресленики оброблювальних деталей; читати робочі кресленики деталей; читати результати обмірів деталей; користуватись технологічною документацією, яка знаходиться на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей;</p>

		виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки
ВШП – 4.2. Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах		
ВШП – 4.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника	<p>Знати: будову і кінематичні схеми фрезерних верстатів різних типів; правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості й правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту та приладів; геометрію, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального й спеціального різального інструменту; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для фрезерувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 4.2.2	Виконання фрезерних робіт за 7-10-м квалітетами точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; будову, кінематичні схеми, правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; геометрію, правила термооброблення, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального і спеціального різального інструменту; вимоги з електротехніки; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення).</p>

		<p>Уміти: організувати робоче місце; керувати фрезерними верстатами; оброблювати деталі на фрезерних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 7–10-м квалітетами (2–3-м класами точності) з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних пристроїв; фрезерувати відкриті та напіввідкриті поверхні різних конфігурацій та сполучень, різьби, спіралі, зуби, зубчасті колеса та рейки; фрезерувати прямі і гвинтові канавки на циліндричних, конічних і торцевих поверхнях: зубчаті рейки, зуби зубчатих секторів, конічних зубчастих коліс, різьб; фрезерувати зубчаті рейки і різьби дисковими й пальцевими модульними фрезами; установлювати ділильне пристосування на столі верстату; налагоджувати верстат з ділильною головкою; установлювати двокутові і профільні фрези; установлювати великі деталі складної конфігурації, які вимагають комбінованого кріплення та точного вивіряння в різних площинах; контролювати деталі з гвинтовими канавками; налагоджувати верстати, які обслуговує</p>
ВШП – 4.2.3	Виконання фрезерних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпека праці при обробці деталей; застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; призначення та умови застосування спеціальних пристроїв; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; класифікацію фрез та їх основні елементи і кути; правила заточування та установлення фрез; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання</p>

		<p>Уміти: фрезерувати деталі за 7–10-м квалітетами; читати креслення оброблювальних деталей; читати робочі креслення деталей; користуватися технологічною документацією та паспортами верстатів; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
ВШП – 4.3. Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах		
ВШП – 4.3.1	Організація робочого місця шліфувальника	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; будову і кінематичні схеми шліфувальних верстатів різних типів; правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості й правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту та приладів; геометрію, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального й спеціального різального інструменту; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для шліфувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи</p>

<p>ВШП – 4.3.2</p>	<p>Виконання шліфувальних робіт за 7-8-м квалітетами точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв</p>	<p>Знати: будову, кінематичні схеми, правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального і спеціального різального інструменту; основні відомості про абразивний інструмент; вимоги з електротехніки; правила перевірки шліфувальних кругів на міцність; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення).</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати шліфувальними верстатами; оброблювати деталі на шліфувальних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 7-8-м квалітетами (2-м класом точності) з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних пристроїв; шліфувати і нарізувати рифлення на поверхні бочки валків на шліфувально-рифельних верстатах; установлювати великі деталі складної конфігурації, які вимагають комбінованого кріплення та точного вивірення в різних площинах; установлювати й закріплювати шліфувальний вузол, магнітну стрічку, включати і виключати магнітну плиту; перевіряти правильність установки; розмагнічувати деталі; правити шліфувальний круг; виконувати попереднє шліфування плоских поверхонь ручної подачі стола; шліфувати вузькі і широкі поверхні з механічною подачею стола; шліфувати поверхні деталей типу планка в розмір; перевіряти площинність і паралельність; шліфувати сполучені плоскі поверхні, шліфувати поверхні, які утворюють зовнішній і внутрішній прямиий кут; перевіряти перпендикулярність шліфування плоских поверхонь під заданий кут; шліфувати сполучені поверхні з перевіркою на паралельність і за кутом; перевіряти косинцем, шаблоном і кутоміром; шліфувати плоскі поверхні деталей партіями з точністю за 7-8-м квалітетом; налагоджувати верстати, які обслуговує; перевіряти поверхні косинцем, шаблоном і кутоміром; налагоджувати верстати, які обслуговує</p>
------------------------	--	---

ВШП – 4.3.3	Виконання шліфувальних робіт відповідно до креслення та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; загальні відомості про систему допусків і посадок, квалітетів і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення); причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: виконувати шліфувальні роботи з точністю обробки за 7-8-м квалітетами; читати креслення оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів; читати результати обмірів деталей; читати робочі креслення деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
ВШП – 4.4. Оброблення поверхонь деталей на свердильних верстатах		
ВШП – 4.4.1	Організація робочого місця свердлувальника	<p>Знати: будову і кінематичні схеми свердильних верстатів різних типів; правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості й правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будова складного контрольно-вимірювального інструменту та приладів; геометрію, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального й спеціального різального інструменту; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для свердлувальника.</p>

		<p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 4.4.2	Виконання свердильних робіт за 6-9-м квалітетами точності з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних і спеціальних пристроїв	<p>Знати: будову, кінематичні схеми, правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; установлення, маркування та основні властивості матеріалів, нормального і спеціального різального інструменту; геометрію, правила термооброблення, заточування, доведення, установлення, маркування та основні властивості матеріалів; вимоги з електротехніки; квалітети і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення).</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати свердильними верстатами; обробляти деталі на свердильних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 6–9-м квалітетами (1–3-м класами точності) з застосуванням різних різальних інструментів та універсальних пристроїв; свердли, розсвердлювати, зенкерувати наскрізні та глухі отвори в деталях, розташованих в одній площині, по кондукторах, шаблонах, упорах та за розміткою; заточувати свердла для обробки спеціальних сталей; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, необхідні для всіх видів оброблення деталей; установлювати великі деталі складної конфігурації, які вимагають комбінованого кріплення та точного вивіряння в різних площинах; налагоджувати верстати, які обслуговує</p>

ВШП – 4.4.3	Нарізання різьб та свердильних верстатах	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; будову, кінематичні схеми, правила перевірки на точність та налагодження верстатів, які обслуговує; конструктивні особливості і правила застосування універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; геометрію, правила термооброблення, заточування, доведення, установа, маркування та основні властивості матеріалів, нормального і спеціального різального інструменту; вимоги з електротехніки; якості і параметри шорсткості (класи точності і чистоти оброблення).</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; підготовлювати отвори під різьбу; вибирати різальний інструмент; користуватися кондукторами при нарізанні різьби; нарізати різьбу на прохід та в упор на радіально-свердильних верстатах; нарізати різьби діаметром понад 42 мм на свердильних верстатах; вибирати режими обробки різьби; запобігати дефектам при нарізанні різьби мітчиком на свердильних верстатах, вибирати пристосування для закріплення мітчика: самоцентруючий, хитний, плаваючий або реверсивний патрон; регулювати шпindel за допомогою противаги; використовувати ЗОР при нарізанні різьб; користуватися кондукторами при нарізанні різьби; установа великі деталі складної конфігурації, які вимагають комбінованого кріплення та точного вивірення в різних площинах; запобігати дефектам при нарізанні різьби мітчиком на свердильних верстатах; налагоджувати верстати, які обслуговує</p>
ВШП – 4.4.4	Виконання свердильних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє;</p>

	<p>правила заточування та встановлення свердел; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; виконувати роботи на свердильному верстаті за 6–9 квалітетами; читати кресленики оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби виміральної техніки</p>
--	--

Перелік основних засобів навчання

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 4-го розряду

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		Примітка
		для інд. корист.	для групи	
Обладнання				
1	Токарно-гвинторізальний верстат та його аналоги	1		
2	Універсально-консольно-фрезерний верстат та його аналоги	1		
3	Шліфувальний верстат для виконання відповідних робіт	1		
Робочі інструменти				
1	Токарні різці: Прокідні. Упорні. Канавочні. Відрізні. Фасонні Різьбонарізні різці. Алмазні різці для тонкого точіння	1 к		
2	Зенкери комбіновані: Зенкер-розгортка. Розгортка-мітчик. Свердло-зенкер-розгортка. Багатоступінчастий зенкер. Зенкер-зенківка	1 к		
3	Фрези: торцеві, циліндричні, кутові, кінцеві, дискові, фасонні, шпонкові, відрізні	1 к		
4	Шліфувальні круги: алмазні і ельборові прямого профілю ПП, конічного двохстороннього профілю 2П, конічного профілю з виточкою (ПВК, ПВД, ПВПК); чашечний (ЧК), тарілчастий (Т)	1 к		
5	Різьбонарізні гребінки	1 к		
6	Свердла з твердосплавними змінними пластинками	1 к		
7	Свердла різні	1 к		
Контрольно-вимірювальні інструменти				
1	Штангенциркулі: ШЦ – I. ШЦ – II. ШЦ – III	1 к		
2	Штангенрейсмус	1		
3	Штангенглибиномір	1		
4	Штангензубомір	1		
5	Мікрометр	1		

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		Примітка
		для інд. корист.	для групи	
6	Мікрометричний глибиномір	1		
7	Мікрометричний нутромір	1		
8	Індикатор ЧТ	1		
9	Індикаторна скоба	1		
10	Індикаторний нутромір	1		
11	Індикаторний глибиномір	1		
12	Калібри	1		
13	Кутомір універсальний	1		
14	Синусна лінійка	1		
15	Мікрометр важільний	1		
16	Скоба важільна	1		
17	Мікрокатор	1		
Прилади і пристрої				
1	Центри: рухомі, нерухомі, плаваючі, зворотні	1 к		
2	Кулачки	1 к		
3	Хомутики	1 к		
4	Планшайби	1 к		
5	Косинець	1 к		
6	Патрони: 3-кулачкові, 4-кулачкові, цангові, поводкові	1 к		
7	Оправки: циліндричні, конічні, різьбові	1 к		
8	Копіри	1		
9	Пристрій з поворотним столом для обробки сферичних поверхонь	1		
10	Державка з поворотною голівкою для різьбонарізного різця	1		
11	Стружкозламувачі	1		
12	Косинці: косинець з комплекту УСП, регульований косинець	1к		
13	Планки	1		
14	Люнети рухомі і нерухомі	1		
15	Втулки люнетні	1		
16	Притири для притирання зовнішніх і внутрішніх поверхонь	1		

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		Примітка
		для інд. корист.	для групи	
17	Кульковий накатник	1		
18	Алмазний вигладжувач	1		
19	Внутрішня розкатка	1		
20	Обкатний ролик	1		
21	Затискач для полірування	1		
22	Пристосування для накатування рифлень	1		
23	Наклонні поворотні столи	1		
24	Свердильний патрон (швидкозмінний, хитна оправка, запобіжний патрон для нарізання різьби в отворах)	1		
25	Лещата машинні	1		
26	Косинці і поворотні стойки	1		
27	Пневмогідравлічні лещата	1		
28	Кондуктори для закріплення заготовок	1		
29	лещата поворотні машинні	1		
30	Універсальна ділильна головка моделі	1		
31	Безлімбава ділильна головка	1		
32	Прихвати	1		
33	Кутові плити	1		
34	Пристосування з окисдно-барієвим покриттям	1		
35	Оправки для установки фрез	1		
Натуральні зразки				
1	Деталі з різними видами обробки		комп-лекти	
Моделі, макети, муляжі				
1	Макети верстатів		1	
2	Верстати в розрізі		1	
Навчально-наочні посібники				
1	Плакати: токарна справа, фрезерна справа, шліфувальна справа, свердильна справа, кріплення ріжучих інструментів, технологічні цикли механічної обробки		По 1	
2	Схеми: кінематичні схеми верстатів		4	

Професійна кваліфікація: Верстатник широкого профілю 5-го розряду

1. Кваліфікаційна характеристика

5-й розряд

Завдання та обов'язки. Обробляє деталі на токарних і фрезерних верстатах за 6-7-м квалітетами (2-м класом точності), на свердлильних верстатах за 6-м квалітетом (1-2-м класами точності) та на шліфувальних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 6-м квалітетом (1-2-м класами точності) за допомогою різних пристроїв та точним вивірянням у декількох площинах. Свердлить, розгортає, розточує отвори в деталях з легованих сталей, спеціальних і твердих сплавів. Нарізає всілякі різьби і спіралі на універсальних та оптичних ділільних головках з виконанням усіх необхідних розрахунків. Фрезерує складні великогабаритні деталі та вузли на унікальному устаткуванні. Шліфує і доводить зовнішні і внутрішні фасонні поверхні та сполучені з криволінійними циліндричні поверхні з важкодоступними для оброблення та вимірювання місцями. Шліфує електрокорундом.

Повинен знати: конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує, універсальних і спеціальних пристроїв; способи установаження і вивіряння деталей; геометрію, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; конструктивні особливості і правила застосування різних універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів в межах роботи, яку виконує; основні принципи калібрування складних профілів; правила визначення найвигіднішого режиму шліфування залежно від матеріалу, форми виробів і марки шліфувальних верстатів.

Кваліфікаційні вимоги. Професійно-технічна освіта. Підвищення кваліфікації та стаж роботи за професією верстатника широкого профілю 4 розряду - не менше 1 року.

Приклади робіт

1. Вали парових і водяних турбін великої потужності – шліфування з доведенням.
2. Вали розподільні дизелів довжиною понад 1000 до 6000 мм – остаточне оброблення.
3. Гвинти і гайки з багатозахідною трапецеїдальною різьбою – обточування та нарізання різьби.
4. Ексцентрики зі складними лекальними кривими – фрезерування по контуру за розміткою.
5. Еталони хвоста лопаток парових турбін – шліфування хвостової частини та уклонів.
6. Інжектори водяні та парові – токарне оброблення.
7. Каретки токарних верстатів – остаточне фрезерування за профілем.
8. Картер зчеплення – фрезерування площин, свердління та розточування отворів.
9. Куліси ковальсько-пресового устаткування – токарне оброблення.
10. Лімби циліндричні та конічні – фрезерування.
11. Муфти багатокулачкові зі спіральними кулачками – фрезерування западин і скосів.
12. Патрубки парових турбін – свердління та розгортання отворів двох половин складених.
13. Повзуни – фрезерування площин та «ластівчиного хвоста».
14. Прес-форми багатомісні – шліфування.
15. Ротори суцільноковані парових турбін – попереднє оброблення.
16. Ротори турбогенераторів потужністю до 30 000 кВт – фрезерування пазів під обмотування на роторно-фрезерних верстатах.
17. Сектори компаундних штампів – фрезерування по контуру.
18. Станини різних складних верстатів великих габаритів – свердління, зенкування, розгортання отворів.

19. Статори турбогенераторів з водневим та форсованим охолодженням потужністю до 30 000 кВт – фрезерування пазів, розточування отворів та шліфування шийок.
20. Фрези черв'ячні шліцьові з криволінійним профілем – шліфування профільне зубів.
21. Циліндри компресорів – токарне оброблення.
22. Циліндри парових турбін – свердління та розгортання отворів горизонтальних та вертикальних рознімачь.
23. Черв'яки багатозахідні – остаточне нарізання різьби.
24. Шатуни – токарне оброблення.

2. Вимоги до освітнього, освітньо-кваліфікаційного рівнів осіб, які навчатимуться за професією Верстатник широкого профілю 5-го розряду

2.1. При продовженні професійної (професійно-технічної) освіти

Базова або повна загальна середня освіта.

2.2. При підвищенні професійної кваліфікації

Базова або повна загальна середня освіта, професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 4-го розряду»; *стаж роботи за професією не менше 1 року.*

2.3. Після закінчення навчання

Базова або повна загальна середня освіта, професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 5-го розряду».

3. Типовий навчальний план підготовки кваліфікованих робітників

Професія: 8211 Верстатник широкого профілю

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 5-го розряду

Загальний фонд навчального часу – 298 годин

№ з/п	Навчальні предмети	Кількість годин					
		Всього годин	ЗПБ	ВШП – 5.1	ВШП – 5.2	ВШП – 5.3	ВШП – 5.4
1	Загальнопрофесійна підготовка						
2	Професійно-теоретична підготовка	64		20	17	12	15
3	Професійно-практична підготовка	212		56	98	30	28
4	Кваліфікаційна пробна робота	7					
5	Консультації	15					
6	Державна кваліфікаційна атестація (або поетапна атестація при продовженні навчання)	7					
7	Загальний обсяг навчального часу (без п.4, 5)	283		76	115	42	43

Примітки

1. Кваліфікаційна пробна робота виконується за рахунок часу, відведеного на професійно-практичну підготовку.

2. Години, відведені на консультації, враховуються в загальному фонді навчального часу.

3. При підвищенні кваліфікації та перепідготовці загально-професійний блок вивчається в обсязі годин та компетентностей, визначених відповідно до результатів вхідного контролю, і додається до годин загального обсягу навчального часу та до годин загального фонду навчального часу (але не більше, ніж 348 годин).

**4. Типова програма підготовки кваліфікованих робітників
за професією «Верстатник широкого профілю 5-го розряду»
(Зміст професійних компетентностей)**

Позна-чення	Професійні компетентності	Зміст професійних компетентностей
ВШП – 5.1. Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах		
ВШП – 5.1.1	Організація робочого місця токаря	<p>Знати: конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує; налаштування кінематичного ланцюга; способи встановлення і вивірення деталей; геометрія, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; систему допусків і посадок, якості (класи точності) та параметри шорсткості (класи чистоти оброблення); конструктивні особливості й правила застосування різних універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів в межах роботи, яку виконує; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для токаря.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 5.1.2	Виконання токарних робіт за 6-7-м квалітетами (2-м класом точності)	<p>Знати: конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує, універсальних і спеціальних пристроїв; способи установа і вивірення деталей; геометрію, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; конструктивні особливості і правила застосування різних універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів в межах роботи, яку виконує; основні принципи калібрування складних профілів.</p>

		<p>Уміти: Керувати токарними верстатами; обробляти деталі на токарних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 6–7-м класом точності) за допомогою різних пристроїв та точним вивірянням у декількох площинах; розмічати осі і накернювати; свердлилити центрові отвори; установлювати валик у центрах, обточувати циліндричні поверхні, установлювати валик у зміщених центрах і обточувати ексцентрикові поверхні; установлювати противаги при обточуванні крупногабаритних ексцентрикових деталей; оброблювати ексцентрикові деталі типу втулка з використанням 3-4-х кулачкового патрону і поліконічної оправки; оброблювати ексцентрикові поверхні з установкою на консольних і центрових оправках, розточувати отвори в деталях з легованих сталей, спеціальних і твердих сплавів; вибирати раціональні режими різання; розраховувати режими різання на оброблювану деталь; заточувати різці для обробки спеціальних сталей</p>
ВШП – 5.1.3	Нарізування різьб на токарних верстатах різцем	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів у межах роботи, яку виконує; високопродуктивні способи нарізування різьби; порядок налаштування кінематичного ланцюга верстата до нарізання багатозахідних різьб.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; вибрати раціональні режими різання; розібратися в можливих причинах браку і методах їх попередження; налаштувати кінематичний ланцюг верстата до нарізання багатозахідних різьб; визначити число чорнових і чистових проходів; ділити захід різьби за допомогою повороту шпинделя із заготовкою на частину кола відносно нерухомого різця і за допомогою повздовжнього зміщення різця відносно нерухомої заготовки; повертати заготовку на частину кола за допомогою поводкового ділильного патрона; використовувати гребінки, спеціальні державки з кількома різцями, зміщеними відносно один одного на крок різьби;</p>

		ділити на заходи за шкалою, яка є на задньому кінці шпинделя; нарізувати на деталях зовнішню і внутрішню багатозахідні різьби, зовнішню різьбу з вільним ходом різця, з виходом в канавку, а також внутрішню різьбу в наскрізних і глухих отворах; нарізувати різні різьби і спіралі на універсальних та оптичних ділильних головках з виконанням необхідних розрахунків
ВШП – 5.1.4	Виконання токарних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпека праці при обробці деталей; принцип дії однотипних токарних верстатів; призначення та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення різців; класифікацію різців та їх основні елементи і кути; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; способи виконання основних токарних операцій; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; виконувати токарні роботи за 6–7 квалітетами; читати кресленники оброблювальних деталей; читати робочі кресленники деталей; читати результати обмірів деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідною (бракованою) продукцією; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>

ВШП – 5.2. Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах

<p>ВШП – 5.2.1</p>	<p>Організація робочого місця фре- зеруваль- ника</p>	<p>Знати: конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує; способи встановлення і вивірення деталей; геометрію, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; конструктивні особливості й правила застосування різних універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів в межах роботи, яку виконує; основні принципи калібрування складних профілів; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для фрезерувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
<p>ВШП – 5.2.2</p>	<p>Виконання фрезерних робіт за 6-7-м ква- літетами точності з застосуван- ням різних різальних інстру- ментів та універсаль- них і спе- ціальних пристроїв</p>	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує, універсальних і спеціальних пристроїв; способи установлення і вивірення деталей; геометрію, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; конструктивні особливості і правила застосування різних універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів в межах роботи, яку виконує; основні принципи калібрування складних профілів.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; оброблювати деталі на фрезерних верстатах за 6 - 7-м квалітетами (2-м класом точності) за допомогою різних пристроїв та точним вивірянням у декількох площинах; виконувати копіювальне фрезерування складних деталей з фасонними поверхнями замкнутого і незамкнутого контуру, об'ємне копіювальне фрезерування; фрезерувати наборами фрез; фрезерувати копірними фрезами;</p>

		<p>використовувати універсальні, спеціальні і універсально-збірні пристосування (УЗП) для закріплення заготовок зі складними поверхнями; фрезерувати за допомогою універсальної ділильної головки, приєднаної до гвинта повздовжньої подачі верхнього (поворотного) стола універсально-фрезерного верстата; розраховувати передаточного відношення змінних шестерень гітари; розраховувати кут розвороту стола в залежності від кута нахилу гвинтової канавки, що фрезерується; підбирати змінні шестерні за довідником фрезерувальника для різних кроків гвинтових канавок; виконувати розрахунки для настроювання повороту ділильної головки на нарізання різьб на різьбонарізному фрезерному верстаті; вибирати фрези; налагоджувати інструмент і пристосування для виконання фрезерних робіт; виконувати роботи на оптичних і багатопшпіндельних ділильних головках; оброблювати складні великогабаритні деталі та вузли на унікальному устаткуванні із застосуванням охолоджувальної рідини за 6 - 7-м квалітетами (2-м класом точності); фрезерувати за допомогою універсальної ділильної головки, приєднаної до гвинта повздовжньої подачі верхнього (поворотного) стола універсально-фрезерного верстата; контролювати деталі; фрезерувати складні великогабаритні деталі та вузли на унікальному устаткуванні; самостійно налагоджувати і налаштувати верстат; вибирати пристосування, установки і закріплювати заготовки, інструмент; контролювати точність обробки</p>
<p>ВШП – 5.2.3</p>	<p>Виконання фрезерних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти</p>	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпека праці при обробці деталей; застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; призначення та умови застосування спеціальних пристроїв; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; класифікацію фрез та їх основні елементи і кути; правила заточування та установа фрез;</p>

		<p>причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; форми для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання.</p> <p>Уміти: фрезерувати деталі за 6-7-м квалітетами; читати кресленники оброблювальних деталей; читати робочі кресленники деталей; користуватися технологічною документацією та паспортами верстатів; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
<p>ВШП – 5.3. Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах</p>		
<p>ВШП – 5.3.1</p>	<p>Організація робочого місця шліфувальника</p>	<p>Знати: конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує; способи встановлення і вивірення деталей; геометрію, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; систему допусків і посадок, якості (класи точності) та параметри шорсткості (класи чистоти оброблення); конструктивні особливості й правила застосування різних універсальних і спеціальних пристроїв; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів в межах роботи, яку виконує; основні принципи калібрування складних профілів; правила визначення найвигіднішого режиму шліфування залежно від матеріалу, форми виробів і марки шліфувальних верстатів; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для шліфувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>

<p>ВШП – 5.3.2</p>	<p>Виконання шліфувальних робіт за 6-м класом якості (1-2-м класами точності)</p>	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує, універсальних і спеціальних пристроїв; способи встановлення і вивірення деталей; геометрію, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів у межах роботи, яку виконує; пристосування, що використовуються при фасонному шліфуванні; абразивні інструменти і режими фасонного шліфування; основні принципи калібрування складних профілів; правила визначення найвигіднішого режиму шліфування залежно від матеріалу, форми виробів і марки шліфувальних верстатів.</p> <p>Уміти: керувати шліфувальними верстатами; обробляти деталі на шліфувальних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 6-м класом якості (1–2-м класами точності) за допомогою різних пристроїв та точним вивіренням у декількох площинах; шліфувати і доводити зовнішні і внутрішні фасонні поверхні та сполучені з криволінійними циліндричні поверхні з важкодоступними для оброблення та вимірювання місцями; шліфувати електрокорундом; шліфувати складні контури методом профільного шліфування (шліфування шліцьових валів, зубчатих коліс); виконувати фасонну правку шліфувального круга за допомогою копіювального механізму; правити профільний круг; шліфувати електрокорундом; шліфувати складні фасонні поверхні зубчастих коліс і шліцьових валів методом копіювання і обкатки; шліфувати і доводити зовнішні і внутрішні фасонні поверхні за дотриманням точністю обробки за 6-м класом якості із застосуванням охолоджувальної рідини; шліфувати довгі шліцьові вали з застосуванням декількох люнетів; налаштовувати кінематичний ланцюг верстата; вибирати режими шліфування для конкретних умов оброблення</p>
------------------------	---	--

ВШП – 5.3.3	Виконання шліфувальних робіт відповідно до кресленика та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; загальні відомості про систему допусків і посадок, квалітетів і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення); причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: виконувати шліфувальні роботи з точністю обробки за 6-м квалітетом; читати кресленики оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів; читати результати обмірів деталей; читати робочі кресленики деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідною (бракованою) продукцією; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
ВШП – 5.4. Оброблення поверхонь деталей на свердильних верстатах		
ВШП – 5.4.1	Організація робочого місця свердлувальника	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує, універсальних і спеціальних пристроїв; способи установаження і вивіряння деталей; геометрію, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; особливості геометрії заточки свердел, виконання стружко-ділильних канавок; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для свердлувальника.</p>

		<p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
<p>ВШП – 5.4.2</p>	<p>Виконання свердлу- вальних робіт за 6-м кваліте- том (1-2-м класами точності)</p>	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; конструктивні особливості і правила перевірки на точність верстатів різної конструкції, які обслуговує, універсальних і спеціальних пристроїв; способи установлення і вивіряння деталей; геометрію, правила заточування, доведення всіх видів різального інструменту; будову складного контрольно-вимірювального інструменту і приладів; основи теорії різання металів в межах роботи, яку виконує; способи свердління важкооброблюваних сплавів (жароміцних, титанових, нержавіючих сталей); особливості геометрії заточки свердел, виконання стружко-ділительних канавок; можливі дефекти оброблення та їх попередження.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати свердильними верстатами; налаштовувати кінематичний ланцюг верстата; заточувати свердла для обробки спеціальних сталей; вибирати режим різання для конкретних умов оброблення; обробляти деталі на свердильних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 6-м класом точності (1–2-м класами точності) за допомогою різних пристроїв та точним вивірянням у декількох площинах; свердлити, розгортати отвори в деталях з легуваних сталей, спеціальних і твердих сплавів; свердлити вкороченими свердлами; використовувати напрямні втулки жорсткості при свердлінні; свердлити з охолодженням 50 %-ою емульсією, хлористим барієм з добавками 10 %-го розчину натрію; самостійно налагоджувати свердильні верстати і свердлити отвори в заготовках з важкооброблюваного матеріалу; використовувати пристосування новаторів для ефективного виконання робіт; дотримуватися точності обробки за 6-м класом точності</p>

<p>ВШП – 5.4.3</p>	<p>Виконання свердловальних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти</p>	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення свердел; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; виконувати роботи на свердлильному верстаті за 6-м квалітетом; читати кресленники оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідною (бракованою) продукцією; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
------------------------	--	--

Перелік основних засобів навчання

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 5-го розряду

№ з/п	Найменування для інд. корист.	Кількість на 15 осіб		Примітка
		для груп. корист.		
Обладнання				
1	Токарні верстати для виконання відповідних видів робіт (з оснасткою)	1		
2	Копіювально-фрезерний верстат та його аналоги (з оснасткою)	1		
3	Зубофрезерний верстат та його аналоги	1		
4	Шліфувальні верстати та їх оснастка для виконання відповідних робіт	1		
Робочі інструменти				
1	Токарні різці: прохідні, упорні, відрізні, канавочні, фасонні	1 к		
2	Зенкери	1 к		
3	Фрези: торцеві, циліндричні, кутові, кінцеві, дискові, фасонні, шліцьові, пазові, Шпонкові, відрізні	1 к		
4	Розгортки (конічні, циліндричні)	1 к		
5	Свердла (спіральні, перові, ружейні) для глибокого свердлування, кільцевого свердлування, центровочного, з твердосплавними частинами	1 к		
6	Плашки	1 к		
7	Мітчики	1 к		
8	Накатні ролики	1 к		
9	Шліфувальні круги: прямого профілю ПП, конічного двохстороннього профілю 2П, конічного профілю з виточкою (ПВК, ПВД, ПВПК), чашковий (ЧК), тарілчастий (Т)	1к		
Контрольно-вимірювальні інструменти				
1	Штангенциркулі: ШЦ-I, ШЦ-II, ШЦ-III	1 к		
2	Штангенрейсмус	1		

3	Штангенглибиномір	1		
4	Штангензубомір	1		
5	Мікрометр	1		
6	Мікрометричний глибиномір	1		
7	Мікрометричний нутромір	1		
8	Індикатор ГТ	1		
9	Індикаторна скоба	1		
10	Індикаторний нутромір	1		
11	Індикаторний глибиномір	1		
12	Калібри	1		
13	Кутомір УМ і УН	1		
14	Оптиметр	1		
15	Мікрометр важільний	1		
16	Скоба важільна	1		
17	Мікрокатор	1		
18	Мініметр	1		
Прилади і пристрої				
1	Центри: рухомі, нерухомі, плаваючі зворотні	1 к		
2	Кулачки	1 к		
3	Хомутики	1 к		
4	Планшайби	1 к		
5	Патрони: 3-кулачкові, 4-кулачкові, цангові, поводкові	1 к		
6	Оправки циліндричні, конічні, різьбові	1 к		
7	Копіри	1		
8	Пристрій з поворотним столом для обробки сферичних поверхонь	1		
9	Державка з поворотною голівкою для різьбонарізного різця	1		
10	Стружкозламувачі	1		
11	Косинці: з комплекту УСП; регульований косинець	по 1		
13	Планки	1		
14	Люнети рухомі і нерухомі	1		
15	Втулки люнетні	1		
16	Притири для притирання зовнішніх і внутрішніх поверхонь	1		

17	Ділильна планшайба з поводковим хомутиком	1		
18	Центрова оправка; Цангова розтискна оправка	по1		
20	Наклонні поворотні столи	1		
21	Свердлильний патрон (швидкозмінний, хитна оправка, запобіжний патрон для нарізання різьби в отворах)	1		
22	Лещата машинні	1		
23	Косинці і поворотні стойки	1		
24	Пневмогідролічні лещата	1		
25	Кондуктори для закріплення заготовок	1		
26	Лещата поворотні машинні	1		
27	Круглий поворотний стіл	1		
28	Універсальна ділильна головка моделі	1		
29	Оптична ділильна головка	1		
30	Прихвати	1		
31	Кутові плити; Поворотні плити	по1		
32	Пристосування з оксидно-барієвим покриттям	1		
33	Оправки для установки фрез	1		
34	Самозажимний поводковий патрон	1		
35	Оправка шліфувальна з гідро пластовим затискачем	1		
36	Оправка шліфувальна роздвіжна	1		
Натуральні зразки				
1	Деталі з різними видами обробки		комплект	
Моделі, макети, муляжі				
1	Макети верстатів		1	
2	Верстати в розрізі		1	
Навчально-наочні посібники				
1	Плакати: токарна справа, фрезерна справа, шліфувальна справа, свердлильна справа, кріплення ріжучих інструментів, технологічні цикли механічної обробки		По 1	
2	Схеми: кінематичні схеми верстатів		4	

Професійна кваліфікація: верстатник широкого профілю 6-го розряду

1. Кваліфікаційна характеристика

6-й розряд

Завдання та обов'язки. Обробляє деталі на токарних і фрезерних верстатах особливо складні, експериментальні та деталі, які дорого коштують, та інструмент за 6-7-м квалітетами (1-2-м класами точності) і шліфувальних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 1-5-м квалітетами (0-1-м класами точності). Нарізає відповідальні багатозахідні різьби складного профілю будь-якого модулю та кроку. Фрезерує особливо складні великогабаритні відповідальні деталі, вузли, тонкостінні довгі деталі, які схильні до жолоблення та деформації, на унікальних фрезерних верстатах. Шліфує і доводить зовнішні і внутрішні поверхні складної конфігурації, що сполучаються, з важкодоступними для оброблення та вимірювання місцями, які вимагають декількох перестановок та точного вивірення з застосуванням оптичних приладів.

Повинен знати: конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи установаження, кріплення та вивірення особливо складних деталей і інструменту та методи визначення послідовності оброблення; будову, геометрію і правила термооброблення, заточування і доведення всіх видів нормального і спеціального різального інструменту; правила визначення найвигідніших режимів різання за довідниками і паспортом верстату; основні принципи калібрування особливо складних профілів; правила і способи правки шліфувальних кругів для оброблення складних профілів; способи досягнення установлених квалітетів і параметрів шорсткості.

Кваліфікаційні вимоги. Професійно-технічна освіта. Підвищення кваліфікації та стаж роботи за професією верстатника широкого профілю 5 розряду – не менше 1 року.

Приклади робіт

1. Вали парових турбін високого та низького тиску – чистове оброблення під шліфування та нарізання різьби або обточування конусів по муфтах.

2. Вали розгінні – нарізання восьмизахідних різьб з кроком, який зростає.
3. Вали розподільні дизелів довжиною понад 6000мм – остаточне оброблення.
4. Валки калібрувального стану – повне токарне оброблення.
5. Валки універсальних клітей для прокатування полегшених профілів – повне токарне оброблення.
6. Колеса зубчасті вимірювальні для цистерн – шліфування профільне зуба.
7. Копіри складної конфігурації, копірні барабани – фрезерування по контуру.
8. Корпуси, рамки, основи високочутливих навігаційних приладів – фрезерування.
9. Матриці, вставки та пуанسونи складної конфігурації з утопленими радіусами та багатогніздові – фрезерування.
10. Накати для профільного шліфування – шліфування профільне.
11. Протяжки евольвентні, гострошліцьові та шліцьові прямобічні – шліфування профільне.
12. Різці фасонні з профілем, особливо складної конструкції – виготовлення.
13. Ротори турбогенераторів потужністю 30000 кВт та вище – фрезерування пазів під обмотування на роторно-фрезерних верстатах.
14. Статори турбогенераторів з водневим та форсованим охолодженням потужністю 30000 кВт і вище – фрезерування пазів, розточування отворів та шліфування шийок.
15. Черв'яки багатозахідні – шліфування.

2. Вимоги до освітнього, освітньо-кваліфікаційного рівнів осіб, які навчатимуться за професією «Верстатник широкого профілю 6-го розряду»

2.1. При продовженні професійної (професійно-технічної) освіти

Базова або повна загальна середня освіта.

2.2. При підвищенні професійної кваліфікації

Професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 5-го розряду»; *стаж роботи за професією не менше 1 року.*

2.3. Після закінчення навчання

Базова або повна загальна середня освіта, професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 6-го розряду».

3. Типовий навчальний план підготовки кваліфікованих робітників

Професія: 8211 Верстатник широкого профілю

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 6-го розряду

Загальний фонд навчального часу – 348 годин

№ з/п	Напрямок підготовки	Кількість годин				
		Всього годин	ЗПК	ВШП – 6.1	ВШП – 6.2	ВШП – 6.3
1	Загальнопрофесійна підготовка					
2	Професійно-теоретична підготовка	100	20	24	36	20
3	Професійно-практична підготовка	226	18	88	66	54
4	Кваліфікаційна пробна робота	7				
5	Консультації	15				
6	Державна кваліфікаційна атестація (або поетапна атестація при продовженні навчання)	7				
7	Загальний обсяг навчального часу (без п. 4, 5)	333	66	112	102	74

Примітки

1. Кваліфікаційна пробна робота виконується за рахунок часу, відведеного на професійно-практичну підготовку.

2. Години, відведені на консультації, враховуються в загальному фонді навчального часу.

3. При підвищенні кваліфікації та перепідготовці загальнопрофесійний блок вивчається в обсязі годин та компетентностей, визначених відповідно до результатів вхідного контролю, і додається до годин загального обсягу навчального часу та до годин загального фонду навчального часу (але не більше, ніж 348 годин).

**4. Типова програма підготовки кваліфікованих робітників
за професією «Верстатник широкого профілю 6-го розряду»
(Зміст професійних компетентностей)**

Позначення	Професійні компетентності	Зміст професійних компетентностей
ВШП – 6.1. Оброблення поверхонь деталей на токарних верстатах		
ВШП – 6.1.1	Організація робочого місця токаря	<p>Знати: конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи установлення, кріплення і вивірки особливо складних деталей та інструменту, методи визначення послідовності оброблення; будову, геометрію і правила термооброблення; систему допусків і посадок, якості (класи точності) та параметри шорсткості (класи чистоти оброблення); правила визначення найвигідніших режимів різання за довідниками і паспортом верстату; основні принципи калібрування особливо складних профілів; способи досягнення установлених якостей і параметрів шорсткості; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для токаря.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірвальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
		<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи установлення, кріплення та вивірення особливо складних деталей і інструменту та методи визначення послідовності оброблення; будову, геометрію і правила термооброблення, заточування і доведення всіх видів нормального і спеціального різального інструменту; правила визначення найвигідніших режимів різання за довідниками і паспортом верстату; основні принципи калібрування особливо складних профілів; способи досягнення установлених якостей і параметрів шорсткості.</p>

ВШП – 6.1.2	Виконання токарних робіт за 6–7-м квалітетами (1–2-м класами точності)	<p>Уміти: організувати робоче місце; керувати токарними верстатами; обробляти деталі на токарних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини особливо складні, експериментальні та деталі, які дорого коштують, та інструмент за 6–7-м квалітетами (1–2-м класами точності) з застосуванням охолоджувальної рідини; заточувати й доводити всі види нормального і спеціального різального інструменту для обробки експериментальних деталей, які дорого коштують; визначати найвигідніші режими різання за довідниками і паспортом верстату; раціонально обробляти особливо складні та експериментальні деталі</p>
ВШП – 6.1.3	Нарізання різьб та токарних верстатах різцем	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи установлення, кріплення та вивірення особливо складних деталей і інструменту та методи визначення послідовності оброблення; будову, геометрію і правила термооброблення, заточування і доведення всіх видів нормального і спеціального різального інструменту; правила визначення найвигідніших режимів різання за довідниками і паспортом верстату.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; обробляти деталі на токарних верстатах особливо складні, експериментальні та деталі, які дорого коштують, та інструмент за 6–7-м квалітетами (1–2-м класами точності) з застосуванням охолоджувальної рідини; нарізати відповідальні багатозахідні різьби складного профілю будь-якого модулю та кроку; налагоджувати верстат для нарізання багатозахідних метричних, дюймових, модульних різьб; нарізати багатозахідні різьби відповідної складності профілю і модулю та довжини; виконувати необхідні розрахунки; виконувати попереднє і кінцеве нарізання різьби з заданим припуском на обробку і кількістю робочих ходів; використовувати багатониткові різці, круглі призматичні гребінки, різцеві блоки, настроєні попередньо; контролювати і вимірювати при обробці різьбові деталі;</p>

		<p>застосовувати змащувально-охолоджувальні рідини; виконувати чистове нарізання профілю черв'ячних валів 6–7-м квалітетів точності; нарізати зовнішні і внутрішні конічні різьби; нарізати відповідальні багатозахідні різьби складного профілю будь-якого модулю і відстані високопродуктивними способами; раціонально обробляє особливо складні та експериментальні деталі; контролювати різьби</p>
<p>ВШП – 6.1.4</p>	<p>Виконання токарних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти</p>	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпека праці при обробці деталей; принцип дії однотипних токарних верстатів; призначення та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольного-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; правила заточування та встановлення різців; класифікацію різців та їх основні елементи і кути; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; способи виконання основних токарних операцій; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; виконувати токарні роботи за 6 - 7-м квалітетами; читати креслення оброблювальних деталей; читати робочі креслення деталей; читати результати обмірів деталей; користуватись технологічною документацією, яка знаходиться на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів; визначати послідовність переходів та виконувати технічні розрахунки, які необхідні для всіх видів оброблення деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракуваної) продукції; перевіряти, налаштувати засоби вимірювальної техніки</p>

ВШП – 6.2. Оброблення поверхонь деталей на фрезерних верстатах		
ВШП – 6.2.1	Організація робочого місця фрезерувальника	<p>Знати: конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи установлення, кріплення і вивірки особливо складних деталей та інструменту, методи визначення послідовності оброблення; будову, геометрію і правила термооброблення; систему допусків і посадок, квалітети (класи точності) та параметри шорсткості (класи чистоти оброблення); способи досягнення установлених квалітетів і параметрів шорсткості; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для фрезерувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 6.2.2	Виконання фрезерних робіт за 6–7-м квалітетами (1–2-м класами точності)	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи установлення, кріплення та вивірення особливо складних деталей і інструменту та методи визначення послідовності оброблення; будову, геометрію і правила термооброблення, заточування і доведення всіх видів нормального і спеціального різального інструменту; правила визначення найвигідніших режимів різання за довідниками і паспортом верстату.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати фрезерними верстатами; обробляти деталі на фрезерних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини особливо складні, експериментальні та деталі, які дорого коштують, та інструмент за 6–7-м квалітетами (1–2-м класами точності); фрезерувати особливо складні великогабаритні відповідальні деталі, вузли, тонкостінні довгі деталі, які схильні до жолоблення та деформації, на унікальних фрезерних верстатах;</p>

		<p>фрезерувати великогабаритні деталі з чавуну, сталі, кольорових металів і сплавів на універсальних поздовжньо-фрезерних верстатах з кількома торцевими і твердосплавними, циліндричними, конічними та іншими фрезами; фрезерувати складні великогабаритні деталі з складними поверхнями за 6-7-м квалітетами (1-2-м класами точності); самостійно настроювати верстат, вибирати пристосування, закріплювати заготовки; заточувати й доводити всі види нормального і спеціального різального інструменту; визначати найвигідніші режими різання за довідниками і паспортом верстату; контролювати точність обробки</p>
ВШП – 6.2.3	Виконання фрезерних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; вимоги безпека праці при обробці деталей; застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; призначення та умови застосування спеціальних пристроїв; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; класифікацію фрез та їх основні елементи і кути; правила заточування та установлення фрез; причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; формули для визначення глибини різання, частоти обертання, швидкості головного руху різання.</p> <p>Уміти: фрезерувати деталі за 6–7-м квалітетами; читати кресленники оброблювальних деталей; користуватися технологічною документацією та паспортами верстатів; користуватись технологічною документацією, яка є на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); читати результати обмірів деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштувати засоби вимірювальної техніки</p>

ВШП – 6.3. Оброблення поверхонь деталей на шліфувальних верстатах		
ВШП – 6.3.1	Організація робочого місця шліфувальника	<p>Знати: конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи установлення, кріплення і вивірки особливо складних деталей та інструменту, методи визначення послідовності оброблення; будову, геометрію і правила термооброблення; пристосування й інструменти, що використовуються при шліфуванні поверхонь складеної конфігурації; систему допусків і посадок, квалітети (класи точності) та параметри шорсткості (класи чистоти оброблення); правила визначення найвигідніших режимів різання за довідниками і паспортом верстату; основні принципи калібрування особливо складних профілів; правила і способи правки шліфувальних кругів для оброблення складних профілів; способи досягнення установлених квалітетів і параметрів шорсткості; перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для шліфувальника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 6.3.2	Виконання шліфувальних робіт за 1–5-м квалітетами (0–1-м класами точності)	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи установлення, кріплення та вивірення особливо складних деталей і інструменту та методи визначення послідовності оброблення; будову, геометрію і правила термооброблення, заточування і доведення всіх видів нормального і спеціального різального інструменту; правила визначення найвигідніших режимів різання за довідниками і паспортом верстату; особливості чорнового і чистового шліфування кулачків; пристосування і інструменти що використовуються при шліфуванні поверхонь складної конфігурації; правила і способи правки шліфувальних кругів для оброблення складних профілів; пристрої для профілювання і правки шліфувальних кругів.</p>

		<p>Уміти: організувати робоче місце; керувати шліфувальними верстатами; обробляти деталі на шліфувальних верстатах з застосуванням охолоджувальної рідини за 1–5-м класами точності (0–1-м класами точності); шліфувати і доводити зовнішні і внутрішні поверхні складної конфігурації, що сполучаються, з важкодоступними для оброблення та вимірювання місцями, які вимагають декількох перестановок та точного вивірення із застосуванням оптичних приладів; шліфувати і доводити зовнішні і внутрішні поверхні складної конфігурації, що сполучаються, з важкодоступними для оброблення та вимірювання місцями: зубчаті колеса, валки, багато західні черв'яки, які вимагають декількох перестановок та точного вивірення з застосуванням оптичних приладів з дотриманням точності обробки за 1-5 класами точності; шліфувати високоточні поверхні з малою шорсткістю, зовнішні і внутрішні поверхні складної конфігурації, що сполучаються, з важкодоступними для оброблення та вимірювання місцями; вибирати режими шліфування для конкретних умов оброблення; правити шліфувальні круги для оброблення складних профілів; досягати установлених класів і параметрів шорсткості; налагоджувати та налаштувати верстат; шліфувати фасонні поверхні складного контуру на профільно-шліфувальних та оптико-шліфувальних верстатах; вибирати шліфувальний круг; шліфувати деталі в центрах; шліфувати конічні поверхні на кругло-шліфувальних верстатах; контролювати оброблені деталі</p>
ВШП – 6.3.3	Виконання шліфувальних робіт відповідно до кресленника та технологічної карти	Знати: технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; загальні відомості про систему допусків і посадок, класів і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення);

		<p>причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення; марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів.</p> <p>Уміти: виконувати шліфувальні роботи з точністю обробки за 1–5-м квалітетами; читати креслення оброблювальних деталей; користуватись технологічною документацією, яка знаходиться на робочому місці (картою ескізів, картою контролю); користуватись технологічною документацією та паспортами верстатів; читати результати обмірів деталей; читати робочі кресленники деталей; виконувати вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2015; проводити контроль якості обробки деталей спеціальними і універсальними засобами вимірювання; виконувати процедуру управління невідповідної (бракованої) продукції; перевіряти, налаштовувати засоби вимірювальної техніки</p>
--	--	--

5. Перелік основних засобів навчання

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 6-го розряду

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		Примітка
		для інд. корист.	для груп. корист.	
Обладнання				
1	Токарно-гвинторізний верстат та його аналоги	1		
2	Широкоуніверсальний фрезерний верстат та його оснастка	1		
3	Шліфувальні верстати для відповідних видів робіт та їх оснастка	1		
Робочі інструменти				
1	Токарні різці: Прохідні. Упорні. Канавочні. Відрізні. Фасонні	1 к		
2	Зенкери	1 к		
3	Фрези: торцеві, циліндричні, кутові кінцеві, дискові, фасонні, шліцьові, шпонкові, відрізні	1 к		
4	Розгортки (конічні, циліндричні)	1 к		
5	Свердла (спіральні, перові, ружейні) для глибокого свердлування, кільцевого свердлування, центровочного	1 к		
6	Накатні ролики	1 к		
7	Шліфувальні круги: прямого профілю ПП, конічного двохстороннього профілю 2П, конічного профілю з виточкою (ПВК, ПВД, ПВПК), чашковий (ЧК), тарілчастий (Т)	1к		
Контрольно-вимірювальні інструменти				
1	Штангенциркулі: ШЦ – I. ШЦ – II. ШЦ – III	1 к		
2	Штангенрейсмус	1		
3	Штангенглибиномір	1		
4	Штангензубомір	1		
5	Мікрометр	1		
6	Мікрометричний глибиномір	1		

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		Примітка
		для інд. корист.	для груп. корист.	
7	Мікрометричний нутромір	1		
8	Індикатор ГТ	1		
9	Індикаторна скоба	1		
10	Індикаторний нутромір	1		
11	Індикаторний глибиномір	1		
12	Калібри	1		
13	Кутомір УМ і УН	1		
14	Синусна лінійка	1		
15	Оптиметр	1		
16	Мікрометр важільний	1		
17	Скоба важільна	1		
18	Мікрокатор	1		
19	Мініметр	1		
20	Мікроскоп для технічних вимірювань	1		
Прилади і пристрої				
1	Центри: рухомі, нерухомі, плаваючі, зворотні	1 к		
2	Кулачки	1 к		
3	Хомутики	1 к		
4	Планшайби	1 к		
5	Поводові оправки	1 к		
6	Патрони: 3-кулачкові, 4-кулачкові, цангові, поводкові	1 к		
7	Оправки циліндричні: конічні, різбові	1 к		
8	Пристрій для обробки торцевих конічних поверхонь	1		
9	Копіри	1		
10	Гідрокопіювальний супорт	1		
11	Пристрій з поворотним столом для обробки сферичних поверхонь	1		
12	Державка з поворотною голівкою для різьбонарізного різця	1		
13	Стружкозламувачі	1		
14	Косинці: косинець з комплекту УСП, регульований косинець	1		

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		Примітка
		для інд. корист.	для груп. корист.	
15	Планки	1		
16	Люнети рухомі і нерухомі	1		
17	Втулки люнетні	1		
18	Притири для притирання зовнішніх і внутрішніх поверхонь	1		
19	Ділильна планшайба з поводковим хомутиком	1		
20	Кульковий накатник	1		
21	Алмазний вигладжувач	1		
22	Внутрішня розкатка	1		
23	Обкатний ролик	1		
24	Затискач для полірування	1		
25	Пристосування для накатування рифлень	1		
26	Центрова оправка	1		
27	Цангова розтискна оправка	1		
28	Наклонні поворотні столи	1		
29	Свердильний патрон (швидкозмінний, хитна оправка, запобіжний патрон для нарізання різьби в отворах)	1		
30	Лещата машинні	1		
31	Косинці і поворотні стойки	1		
32	Пневмогідролічні лещата	1		
33	Кондуктори для закріплення заготовок	1		
34	Лещата поворотні машинні	1		
35	Круглий поворотний стіл	1		
36	Ділильна головка з задньою бабкою	1		
37	Універсальна ділильна головка	1		
38	Безлімбава ділильна головка	1		
39	Оптична ділильна головка	1		
40	Люнет самоцентруючий	1		
41	Багатошпиндельні свердильні головки	1		
42	Кутові плити	1		
43	Пристосування з окисдно-барієвим покриттям	1		
44	Оправки для установки фрез	1		

№ з/п	Найменування	Кількість на 15 осіб		Примітка
		для інд. корист.	для груп. корист.	
45	Поворотні плити	1		
46	Нерухомі упорні центри передньої і задньої бабки для установавання заготовок	1		
47	Патрони	1		
48	Повідковий гвинтовий хомутик	1		
49	Конусна лінійка	1		
50	Поворотні столи з нахилом	1		
51	Поворотний кондуктор для закріплення заготовок	1		
52	Планшайба	1		
53	Самозатискний повідковий патрон	1		
54	Оправка шліфувальна з гідропластовим затискачем	1		
55	Оправка шліфувальна розтискна	1		
56	Кутові плити	1		
57	Пристосування з окисдно-барієвим покриттям	1		
58	Оправки для установка фрез	1		
59	Поворотні плити	1		
60	Нерухомі упорні центри передньої і задньої бабки для установавання заготовок	1		
61	Патрони	1		
Натуральні зразки				
1	Деталі з різними видами обробки		Комп.	
Моделі, макети, муляжі				
1	Макети верстатів		1	
2	Верстати в розрізі		1	
Навчально-наочні посібники				
1	Плакати: токарна справа; фрезерна справа; шліфувальна справа; свердлильна справа; кріплення ріжучих інструментів; технологічні цикли механічної обробки		по1	
2	Схеми: кінематичні схеми верстатів		4	

Професійна кваліфікація: Верстатник широкого профілю 7-го розряду

1. Кваліфікаційна характеристика

7-й розряд

Завдання та обов'язки. Обробляє на універсальних металорізальних верстатах складну, високоточну та технологічну оснастку, яка дорого коштує, та інструмент за 1-5-м квалітетами (0-1-м класами точності). Розробляє робочі ескізи з виконанням необхідних розрахунків, вибирає технологічну послідовність та визначає оптимальні режими оброблення.

Повинен знати: конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи досягнення установленної точності і чистоти оброблення на металорізальних верстатах; правила розрахунку і вибору послідовності та режимів роботи, які забезпечують використання повної потужності верстата.

Кваліфікаційні вимоги. Неповна вища освіта (молодший спеціаліст) без вимог до стажу роботи або професійно-технічна освіта, підвищення кваліфікації та стаж роботи за професією верстатника широкого профілю 6 розряду - не менше 1 року.

Примітка. Сьомий розряд даної професії присвоюються лише під час роботи в цехах підготовки виробництва, в експериментальних та дослідних цехах.

Приклади робіт

10. Корпус – токарне оброблення, спеціальне шліфування.
11. Основа – токарне оброблення, плоске шліфування.
12. Ножі для протягування пазів дисків і замків лопаток – шліфувальне оброблення.
13. Вал парових турбін – шліфувальне оброблення.
14. Черв'яки багатозахідні – шліфувальне оброблення, полірувальне оброблення.
15. Циліндри парових турбін – токарне оброблення, фрезерне оброблення, шліфувальне оброблення, розточувальне оброблення.
16. Сектори компаундних штамів – фрезерне оброблення, шліфувальне оброблення.

17. Фланець – токарне оброблення, фрезерне оброблення, свердлильне оброблення, шліфувальне оброблення, розточувальне оброблення, карусельне оброблення.
18. Накатки для профільного шліфування – шліфування профільне.
19. Копіри складної конфігурації, копірні барабани – фрезерування по контуру.
20. Вкладиш – токарне оброблення, плоске шліфування.
21. Розгортка – токарне оброблення, фрезерне оброблення, шліфувальне оброблення.
22. Калібр-скоба – токарне оброблення, фрезерне оброблення, шліфувальне оброблення.
23. Оправка балансувальна – токарне оброблення, шліфувальне оброблення.

2. Вимоги до освітнього, освітньо-кваліфікаційного рівнів осіб, які навчатимуться за професією «Верстатник широкого профілю 7-го розряду»

2.1. При підвищенні професійної кваліфікації

Неповна вища освіта (молодший спеціаліст) без вимог до стажу роботи або професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 6-го розряду»; *стаж роботи за професією не менше 1 року.*

2.2. Після закінчення навчання

Неповна вища освіта (молодший спеціаліст) або професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 7-го розряду».

III. Типовий навчальний план підготовки кваліфікованих робітників

Професія: 8211 Верстатник широкого профілю

Кваліфікація: верстатник широкого профілю 7-го розряду

Загальний фонд навчального часу – 287 годин

№ з/п	Навчальні предмети	Кількість годин			
		Всього годин	ЗПК	ВШП – 7.1	ВШП – 7.2
1	Загальнопрофесійна підготовка				
2	Професійно-теоретична підготовка	78		58	20
3	Професійно-практична підготовка	182		128	56
4	Кваліфікаційна пробна робота	7			
5	Консультації	20			
6	Державна кваліфікаційна атестація	7			
7	Загальний обсяг навчального часу (без п. 4, 5)	267		186	76

Примітки

1. Кваліфікаційна пробна робота виконується за рахунок часу, відведеного на професійно-практичну підготовку.

2. Години, відведені на консультації, враховуються в загальному фонді навчального часу.

3. При підвищенні кваліфікації та перепідготовці загальнопрофесійний блок вивчається в обсязі годин та компетентностей, визначених відповідно до результатів вхідного контролю, і додається до годин загального обсягу навчального часу та до годин загального фонду навчального часу (але не більше, ніж 348 годин).

**4. Типова програма підготовки кваліфікованих робітників
за професією Верстатник широкого профілю 7-го розряду
(Зміст професійних компетентностей)**

Позначення	Професійні компетентності	Зміст професійних компетентностей
ВШП – 7.1 <i>Оброблення поверхнь деталей на універсальних металорізальних верстатах</i>		
ВШП – 7.1.1	Організація робочого місця верстатника	<p>Знати: конструкцію й правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи досягнення установленої точності та чистоти оброблення на металорізальних верстатах; систему допусків і посадок, якості (класи точності) та параметри шорсткості (класи чистоти оброблення); перелік документації, яка повинна бути на робочому місці верстатника; інструкцію з охорони праці для верстатника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 7.1.2	Виконання верстатних робіт за 1 - 5-м класами (0-1-м класами точності)	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи досягнення установленої точності і чистоти оброблення на металорізальних верстатах; правила розрахунку і вибору послідовності та режимів роботи, які забезпечують використання повної потужності верстата; правила розробки робочих ескізів; послідовність виконання необхідних розрахунків; технологічну послідовність та оптимальні режими оброблення.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати універсальними металорізальними верстатами; виконувати багатоінструментальну наладку; перевіряти вибраний режим різання на забезпечення відповідності до вимог якості оброблювальної поверхні;</p>

		обробляти на універсальних металорізальних верстатах складну, високоточну та технологічну оснастку, яка дорого коштує за 1–5-м класами точності)
ВШП – 7.1.3	Оброблення на універсальних металорізальних верстатах інструменту за 1-5-м класами (0-1-м класами точності)	<p>Знати: вимоги безпека праці при обробці деталей; конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи досягнення установленної точності і чистоти оброблення на металорізальних верстатах; правила розрахунку і вибору послідовності та режимів роботи, які забезпечують використання повної потужності верстата; правила розробки робочих ескізів; послідовність виконання необхідних розрахунків; технологічну послідовність та оптимальні режими оброблення.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; обробляти на універсальних металорізальних верстатах інструмент за 1–5-м класами точності); розробляти технологічну документацію та визначати оптимальні режими оброблення деталей складного контуру; виконувати багатоінструментальну наладку; перевіряти вибраний режим різання на забезпечення відповідності до вимог якості оброблювальної поверхні</p>
ВШП – 7.2. Розроблення технологічної документації		
ВШП – 7.2.1	Розроблення робочих ескізів із виконанням необхідних розрахунків і вибором послідовності та режимів роботи	<p>Знати: технологічний процес та його елементи; призначення їх основних вузлів та умови застосування найбільш розповсюджених пристроїв, простого контрольно-вимірювального інструменту, нормального і спеціального різального інструменту; маркування та основні механічні властивості матеріалів, які обробляє; загальні відомості про систему допусків і посадок, класів точності і параметрів шорсткості (класів точності і чистоти оброблення); причини дефектів, що виникають у процесі обробки деталей на верстатах різних груп, міри щодо їх запобігання та способи їх усунення;</p>

		<p>марки сучасних інструментальних матеріалів, їх відповідність до традиційних твердих сплавів та їх призначення для обробки певних матеріалів; правила розрахунку і вибору послідовності та режимів роботи, які забезпечують використання повної потужності верстата; правила розробки робочих ескізів; послідовність виконання необхідних розрахунків; технологічну послідовність та оптимальні режими оброблення.</p> <p>Уміти: організувати робоче місце; розробляти робочі ескізи з виконанням необхідних розрахунків, вибирати технологічну послідовність та визначати оптимальні режими різання для конкретних умов виготовлення деталі за даними розрахунками; складати технологічний процес за кресленням з розрахунком оптимальних режимів різання на кінцеву обробку деталі, що забезпечує використання повної потужності верстату; користуватися технологічними картами; читати операційний ескіз та розробляти робочі ескізи; читати результати обмірів деталей; дотримуватися вимог міжнародного стандарту ISO 9001:2015; визначати послідовність етапів розроблення технологічного процесу механічного оброблення заготовки; розраховувати й вибирати режими роботи</p>
--	--	---

5. Перелік основних засобів навчання

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 7-го розряду

№ з/п	Найменування	Кількість на групу з 15 осіб		Примітка
		для індивідуального користування	для групового користування	
Обладнання				
1	Універсальне та спеціалізоване обладнання, інструмент та оснастка, яка застосовується для виготовлення високоточної оснастки, інструменту за 1-5 квалітетом (0-1 класом точності) в експериментальних і дослідних цехах	1		

Професійна кваліфікація: верстатник широкого профілю 8-го розряду

1. Кваліфікаційна характеристика

8-й розряд

Завдання та обов'язки. Обробляє на унікальних, експериментальних та багатоцільових металорізальних верстатах особливо складну, високоточну та технологічну оснастку, яка дорого коштує, і інструмент за 1-5-м квалітетами (0-1-м класами точності) з великою кількістю переходів і установок, важкодоступними для оброблення та вимірювання місцями, які потребують під час установлення комбінованого кріплення точного вивірення в різних площинах.

Повинен знати: конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; призначення та правила застосування унікальних контрольно-вимірювальних приладів, інструмента і пристроїв.

Кваліфікаційні вимоги. Неповна вища освіта (молодший спеціаліст) без вимог до стажу роботи або професійно-технічна освіта, підвищення кваліфікації та стаж роботи за професією верстатника широкого профілю 6 розряду – не менше 1 року.

Примітка. Сьомий та восьмий розряд даної професії присвоюються лише під час роботи в цехах підготовки виробництва, в експериментальних та дослідних цехах.

Приклади робіт

1. Центровик, прихвати, палець – кругле шліфування.
2. Кондуктор, планшайба – оброблення: токарне, фрезерне, шліфувальне.
3. Стойка – фрезерне оброблення, внутрішнє шліфування.
4. Корпус – токарне оброблення, спеціальне шліфування.
5. Різьбовий калібр-пробка – оброблення: токарне, шліфувальне.
6. Основа – токарне оброблення, плоске шліфування.
7. Ножі для протягування пазів дисків і замків лопаток – шліфувальне оброблення.

8. Вал парових турбін – шліфувальне оброблення.
9. Черв'яки багатозахідні – оброблення: шліфувальне, полірувальне.
10. Циліндри парових турбін – оброблення: токарне, фрезерне, шліфувальне, розточувальне.
11. Сектори компаундних штампів – оброблення: фрезерне, шліфувальне.
12. Фланець – оброблення: токарне, фрезерне, свердлильне, шліфувальне, розточувальне, карусельне.
13. Накатки для профільного шліфування – шліфування профільне.
14. Копіри складної конфігурації, копірні барабани – фрезерування по контуру.
15. Вкладиш – токарне оброблення, плоске шліфування.
16. Розгортка – оброблення: токарне, фрезерне, шліфувальне оброблення.
17. Калібр-скоба – токарне оброблення, фрезерне оброблення, шліфувальне.
18. Оправка балансувальна – оброблення: токарне, шліфувальне.

2. Вимоги до освітнього, освітньо-кваліфікаційного рівнів осіб, які навчатимуться за професією «Верстатник широкого профілю 8-го розряду»

2.1. При підвищенні професійної кваліфікації

Неповна вища освіта (молодший спеціаліст) без вимог до стажу роботи або професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 7-го розряду»; *стаж роботи за професією не менше 1 року.*

2.2. Після закінчення навчання

Неповна вища освіта (молодший спеціаліст) без вимог до стажу роботи або професійна (професійно-технічна) освіта, освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник» за професією «Верстатник широкого профілю 8-го розряду».

3. Типовий навчальний план підготовки кваліфікованих робітників

Професія: 8211 Верстатник широкого профілю

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 8-го розряду

Загальний фонд навчального часу – 282 години

№ з/п	Напрямок підготовки	Кількість годин		
		Всього годин	ЗПК	ВШП – 8.1
1	Загальнопрофесійна підготовка			
2	Професійно-теоретична підготовка	76		76
3	Професійно-практична підготовка	184		184
4	Кваліфікаційна пробна робота	7		
5	Консультації	15		
6	Державна кваліфікаційна атестація	7		
7	Загальний обсяг навчального часу (без п. 4, 5)	267		260

Примітки

1. Кваліфікаційна пробна робота виконується за рахунок часу, відведеного на професійно-практичну підготовку.

2. Години, відведені на консультації, враховуються в загальному фонді навчального часу.

3. При підвищенні кваліфікації та перепідготовці загально-професійний блок вивчається в обсязі годин та компетентностей, визначених відповідно до результатів вхідного контролю, і додається до годин загального обсягу навчального часу та до годин загального фонду навчального часу (але не більше, ніж 348 годин).

**4. Типова програма підготовки кваліфікованих робітників
за професією «Верстатник широкого профілю 8-го розряду»
(Зміст професійних компетентностей)**

Позначення	Професійні компетентності	Зміст професійних компетентностей
ВШП – 8.1. Оброблення поверхонь деталей на металорізальних верстатах		
ВШП – 8.1.1	Організація робочого місця верстатника	<p>Знати: конструкцію й правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; способи досягнення установленої точності та чистоти оброблення на металорізальних верстатах; систему допусків і посадок, якості (класи точності) та параметри шорсткості (класи чистоти оброблення); перелік документації, яка повинна бути на робочому місці; інструкцію з охорони праці для верстатника.</p> <p>Уміти: підготовлювати ріжучий інструмент та закріплювати його на верстаті; користуватися вимірювальним інструментом та лімбами; підготовлювати обладнання та механізми до роботи; випробовувати дію електричної апаратури, механізмів та пристроїв безпеки</p>
ВШП – 8.1.2	Оброблення на унікальних, експериментальних та багатоцільових металорізальних верстатах особливо складної, високоточної та технологічної оснастки, яка дорого коштує, і інструменту за 1-5-м класами точності (0-1-м класами точності)	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; конструкцію і правила перевірки на точність верстатів, які обслуговує; призначення та правила застосування унікальних контрольно-вимірювальних приладів, інструмента і пристроїв.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; керувати унікальними, експериментальними та багатоцільовими металорізальними верстатами; обробляти на унікальних, експериментальних та багатоцільових металорізальних верстатах особливо складну, високоточну та технологічну оснастку, яка дорого коштує, і інструмент за 1–5-м класами точності (0–1-м класами точності) з великою кількістю переходів і установок, важкодоступним для оброблення та вимірювання місцями, які потребують під час установлення комбінованого кріплення точного вивірення в різних площинах;</p>

	<p>заточувати алмазні різці на універсально-заточних верстатах з використанням спеціальних абразивних кругів і паст; виконувати швидкісну обробку металевих заготовок алмазними різцями; шліфувати і суперфінішувати на токарних верстатах; випробовувати, перевіряти точність і технічно діагностувати верстати, що обслуговуються; виготовляти експериментальні одиничні деталі; виготовляти складні деталі для заміни при капітальному ремонті обладнання (шпинделів, валів, підшипників, муфт); оброблювати деталі та інструменти із важкооброблюваних і жароміцних матеріалів методом плазово-механічної обробки; контролювати унікальними контрольно-вимірювальними приладами, інструментами і пристроями; випробовувати верстати на холостому ходу; перевіряти паспортні дані верстатів; випробовувати верстати під навантаженням і в роботі; випробовувати верстати на точність; випробовувати верстати на шорсткість і вібростійкість; перевіряти норм точність верстата за всіма позиціями, передбаченими ДЕСТ; використовувати рівень, контрольні циліндричні і конусні оправки, щупи, контрольні лінійки, індикатори, мінометри, оптичні пристрої; перевіряти якість шабріння плоских і призматичних направляючих каретки, супортів, задньої бабки, каретки з використанням контрольних лінійок різної довжини; наносити фарби на лінійки; перевіряти правильність щелення зубчатих коліс і гвинтових механізмів коробки подач, фартуха, супортів, консолей; перевіряти придатність органів верстата, механізмів перемикання й блокування; перевіряти придатність кінематичного ланцюга верстату в цілому і зберігання передаточного відношення від шпинделя до ходового гвинта; перевіряти шорсткість верстата; перевіряти придатність запобіжних пристроїв, щитків, екранів, огорожень, помпи, освітлення; перевіряти цілісність заземлення верстату; перевіряти сили електричного струму, яку потребує верстат на холостому ходу, вимірювання її після капітального ремонту; перевіряти верстат на шум; перевіряти верстат у роботі, вимірювати, контролювати пробну деталь</p>
--	--

<p>ВШП – 8.1.3</p>	<p>Виконання верстатних робіт на основі передових методів праці</p>	<p>Знати: вимоги безпеки праці при обробці деталей; заходи з державної реєстрації суб'єкта малого підприємництва; призначення та правила застосування унікальних контрольно-вимірювальних приладів, інструмента і пристроїв; засоби кріплення алмазів в державці різця, механічне кріплення та за допомогою пайки сріблом.</p> <p>Уміти: організовувати робоче місце; обробляти на унікальних, експериментальних та багатоцільових металорізальних верстатах особливо складну, високоточну та технологічну оснастку, яка дорогого коштує, і інструмент за 1–5-м квалітетами (0–1-м класами точності) з великою кількістю переходів і установок, важкодоступними для оброблення та вимірювання місцями, які потребують під час установлення комбінованого кріплення, точного вивірювання в різних площинах; заточувати алмазні різці на універсально-заточних верстатах з використанням спеціальних абразивних кругів і паст; відновлювати ріжучі кромки різця; вибирати величину припусків на обробку алмазними різцями твердих, середньої твердості і м'яких металів і сплавів; виконувати швидкісну обробку металевих заготовок алмазними різцями; виготовляти складні деталі для заміни при капітальному ремонті обладнання (шпинделі, вали, підшипники, муфти); оброблювати деталі та інструмент із важкооброблюваних і жароміцних матеріалів методом плазово-механічної обробки; використовувати змащувально-охолоджувальні рідини; підготовлювати поверхні під притирку; притирати поверхні; шліфувати і суперфінішувати на токарних верстатах; полірувати вироби абразивними і алмазними стрічками та пастами; виконувати тонке (алмазне) точіння і розточування деталей; контролювати оброблені поверхні; освоювати передові методи праці, виконувати встановлені норми часу при дотриманні технічних умов</p>
------------------------	---	--

5. Перелік основних засобів навчання

Кваліфікація: Верстатник широкого профілю 8-го розряду

№ з/п	Найменування	Кількість на групу з 15 осіб		Примітка
		для індивідуального користування	для групового користування	
Обладнання				
1	Універсальне та спеціалізоване високоточне обладнання, сучасні інструменти та оснастка, які застосовуються в сучасному виробництві	1		

Джерело: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/2017/08.02/verstatnik-shirokogo-profilu.doc>

Додаток Б

Зміст тестових завдань з професії «ТОКАР»

Професія: Токар

Розряд ІV

Технічне креслення

1. Як називається зображення повернутої до спостерігача частини предмета:

1. Виглядом;
2. Виглядом спереду;
3. Проекцією;
4. Креслеником?

2. Як називається кресленик предмета, утворений трьома видами:

1. Проекційним;
2. Головним;
3. Комплексним;
4. Наочним?

3. Перерахувати площини проєкцій та їх позначення:

1. Головна – Г, бокова – Б, верхня – В;
2. Фронтальна – V, профільна – W, горизонтальна – Н;
3. Передня – П, задня – З, бокова – Б;
4. Прямокутна – П, кутова – К, профільна – ПР.

4. Що таке формат:

1. Висота букв креслярського шрифту;
2. Розмір рамки;
3. Розмір аркуша креслярського паперу;
4. Розмір кутового штампу?

5. Які розміри має аркуш формату А4:

1. 420:594;
2. 297:420;
3. 594:841;
4. 210:297?

6. Скільки форматів А4 міститься в форматі А3:

1. 4;
2. 3;
3. 2;
4. 1?

7. Де використовують штрихову лінію:

1. Для штриховки перерізів;
2. Для невидимого контуру;
3. Для штриховки розрізів;
4. Лінії згину на розгортках?

8. Чим визначається розмір шрифту:

1. Висота малих літер у мм;
2. Висота великих літер у мм;
3. Шириною великих літер у мм;
4. Шириною малих літер у мм?

9. Як визначити висоту малих літер шрифту:

1. За таблицею;
2. $0,6 h$ високої літери;
3. Відповідає висоті великих літер попереднього розміру шрифту;
4. $\frac{1}{2} h$ великої літери?

10. Чому дорівнює висота малих літер шрифту розміру 10:

1. 8 мм;
2. 7 мм;
3. 5 мм;
4. 4.6 мм?

**Професія: Токар
Розряд IV**

МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

1. Для чого потрібне знання матеріалознавства:

- 1) для автоматизації технологічного процесу;
- 2) для якісного та маловитратного виготовлення деталей;
- 3) для виготовлення міцних деталей;
- 4) для правильного вибору способів обробки деталей?

2. Що являє собою речовина:

- 1) різні метали та гази;
- 2) різні метали рідини та гази;
- 3) різні елементи з певною густиною та температурою плавлення;
- 4) різні види матерії з певним складом і властивостями?

3. Що називають металом:

- 1) речовину, яка володіє електро- та теплопровідністю;
- 2) речовину, яка володіє кристалевою решіткою та світлом;
- 3) речовину, яка володіє металевим блиском, електропровідністю;
- 4) речовину, яка володіє корозієстійкістю та густиною?

4. Як поділяються матеріали за природою:

- 1) металеві, неметалеві, композиційні;
- 2) кристалічні не кристалічні;
- 3) аморфні не аморфні;
- 4) тверді, рідкі, газоподібні?

5. Як називається процес переходу металу з твердого стану в рідкий:

- 1) тепловим розширенням;
- 2) твердінням;
- 3) випарюванням;
- 4) плавленням?

6. Як називається здатність металу протидіяти руйнівній дії агресивного середовища:

- 1) лугостійкістю;
- 2) кислотостійкістю;
- 3) корозієстійкістю;
- 4) корозією?

7. Як називається властивість металу, обробленого різцем або абразивом:

- 1) ковкістю;
- 2) стійкістю проти спрацювання;
- 3) оброблюваністю різанням;
- 3) антифрікційністю?

8. Як називається здатність матеріалів зберігати набуті при деформуванні форму і розміри:

- 1) пластичністю;
- 2) пружністю;
- 3) міцністю;
- 4) твердістю?

9. Як називають здатність матеріалів повністю відновлювати свою форму й розміри після усунення причин, що спричинили деформацію:

- 1) міцністю;
- 2) пружністю;
- 3) пластичністю;
- 4) твердістю?

10. Як називають властивість матеріалів чинити опір проникненню в них твердих тіл-індекторів:

- 1) міцністю;
- 2) пружністю;
- 3) пластичністю;
- 4) твердістю?

**Професія: Токар
Розряд IV**

ТЕХНОЛОГІЯ ТОКАРНИХ РОБІТ

1. Яку форму має різальна частина різця:

- 1) пластини;
- 2) клина;
- 3) коми;
- 4) різну?

2. Назвати види стружки, що утворюються при точінні:

- 1) стрічкова, зливна, пластична;
- 2) сколювання, зрізання, спіральна;
- 3) зливна, сколювання, надлому;
- 4) надлому, стрічкова, спіральна.

3. Який із елементів режимів різання позначається «S»:

- 1) товщина;
- 2) глибина;
- 3) подача;
- 4) площа?

4. В яких випадках утворюється зливна стружка:

- 1) під час обробки крихких матеріалів;
- 2) під час обробки бронзи;
- 3) під час обробки твердих матеріалів;
- 4) під час обробки в'язких і пластичних матеріалів?

5. Чому дорівнює сума головних кутів:

- 1) 90° ;
- 2) 120° ;
- 3) 180° ;
- 4) 45° ?

6. Як позначається задній кут різця:

- 1) β ;
- 2) γ ;
- 3) α ;
- 4) δ ?

7. Чому дорівнює сума кутів в плані:

- 1) 90° ;
- 2) 120° ;
- 3) 180° ;
- 4) 45° ?

8. Який кут позначається « β »:

- 1) передній;
- 2) задній;
- 3) кут загострення;
- 4) кут різання?

9. У чому полягає суть процесу різання:

- 1) руйнування оброблюваного металу під дією сил;
- 2) зрізання шару металу з поверхні заготовки;
- 3) це розрив зв'язків кристалічної решітки;
- 4) це зсув шару металу з поверхні заготовки?

10. Як називається поверхня різця, по якій сходить стружка:

- 1) головна поверхня;
- 2) основна поверхня;
- 3) задня поверхня;
- 4) передня поверхня?

11. Які різці бувають за напрямком подачі:

- 1) поперечні та поздовжні;
- 2) прямолінійні та кутові;
- 3) праві і ліві;
- 4) прямі зворотні?

12. Як зміниться задній кут різця при зовнішньому точінні, якщо встановити вище центра:

- 1) зменшиться;
- 2) збільшиться;
- 3) не зміниться;
- 4) стане нульовим?

13. Що таке подача:

- 1) величина на яку різець врізається в метал;
- 2) величина переміщення різця за один оберт заготовки;
- 3) величина переміщення різця за одну хвилину;
- 4) це шлях пройдений різцем за одну хвилину?

14. Назвати одиницю вимірювання швидкості різання:

- 1) м/хв.;
- 2) мм/хв.;
- 3) мм/оберт;
- 4) мм за прохід?

15. Який із елементів режимів різання позначається «S»:

- 1) товщина;
- 2) глибина;
- 3) подача;
- 4) площа?

16. Який рух при токарній обробці вважається головним:

- 1) переміщення різця до передньої бабки;
- 2) рух подачі;
- 3) обертання заготовки;

4) обертання заготовки і переміщення супорта?

17. Скільки градусів складає сума кутів $\lambda + \beta + \gamma$:

- 1) 45° ;
- 2) 90° ;
- 3) 180° ;
- 4) 120° ?

18. Якою літерою позначається кут при вершині:

- 1) λ ;
- 2) ϵ ;
- 3) φ ;
- 4) β ?

19. Чому дорівнює сума кутів $\varphi + \epsilon + \phi$:

- 1) 120° ;
- 2) 90° ;
- 3) 360° ;
- 4) 180° ?

20. Як називається площина яка проходить по дотичній до поверхні різання, яка проходить через різальну кромку різця:

- 1) основна площина;
- 2) головна площина;
- 3) площина різання;
- 4) січна площина?

Додаток В

Допуски та технічні вимірювання

Професія: Токар
Розряд IV

1. Як називається різниця між найбільшими і найменшими граничними розмірами:

1. Верхнє відхилення;
2. Нижнє відхилення;
3. Поле допуску;
4. Допуск?

2. Як називається число 50 у позначені розміру $50^{+0,25}_{-0,35}$:

1. Номінальний розмір;
2. Дійсний розмір;
3. Найменший граничний розмір;
4. Найбільший граничний розмір?

3. Як називається розмір, установлений вимірюванням із допустимою похибкою:

1. Найменший граничний розмір;
2. Дійсний розмір;
3. Номінальний розмір;
4. Найбільший граничний розмір?

4. Між якими розмірами повинен коливатися дійсний розмір придатної деталі:

1. Найбільшим граничним і номінальним;
2. Верхнім і нижнім відхиленням;
3. Найбільшим і найменшим граничними розмірами;
4. Номінальним і найменшим граничними розмірами?

5. Знайдіть допуск: $55^{+0,35}_{-0,42}$:

1. 0,35;
2. 0,07;
3. 0,77;
4. 0,42?

6. Знайдіть найменший граничний розмір: $20^{+0,3}$:

1. 20,

2. 20,3;

3. 19,7;

4. 19,3.

7. Як називається посадка, при якій можливе утворення як зазору, так і натягу:

1. Із зазором;

2. Перехідні;

3. Із натягом;

4. Комбінована?

8. Скільки квалітетів установлено стандартом:

1. 17;

2. 10;

3. 20;

4. 12?

9. Що означає d_1 у позначенні різьби:

1. Середній діаметр різьби на стержні;

2. Зовнішній діаметр різьби в отворі;

3. Внутрішній діаметр різьби на стержні;

3. Внутрішній діаметр різьби на стержні?

10. Що означає h в умовному позначенні різьби M24x2- 7g6h:

1. Поле допуску середнього діаметра різьби;

2. Поле допуску внутрішнього діаметра різьби;

3. Поле допуску кроку різьби;

4. Поле допуску зовнішнього діаметра різьби?

Додаток Г

Тести з охорони праці

1. Який комітет в Україні виконує функції державного нагляду за охороною праці в усіх галузях народного господарства:

- а) Державний комітет України по нагляду за охороною праці (Держнагляддохоронпраці);
- б) Державний департамент промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держпромгірнагляд) у складі МНС;
- в) Кабінет Міністрів України;
- г) Державний комітет по нагляду за безпечними веденням робіт у промисловості?

2. Найбільш травмонебезпечними в нашій країні є:

- а) вугільна промисловість;
- б) будівельний комплекс;
- в) газова промисловість;
- г) підприємства житлово-комунального господарства.

3. Основне місце в структурі професійної захворюваності в Україні (~ 70%) належить:

- а) пиловим захворюванням легень;
- б) вібраційно-шумовій патології;
- в) захворюванням опорно-рухового апарату;
- г) хімічній етіології.

4. Дія Закону України «Про охорону праці» поширюється на:

- а) усі підприємства, установи, організації незалежно від форм власності та видів діяльності;
- б) підприємства, установи, організації державної форми власності;
- в) промислові підприємства;
- г) жодної правильної відповіді.

5. Який інструктаж проводиться з працівниками при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, при зміні технологічного процесу, модернізації обладнання:

- а) позаплановий;
- б) вступний;

- в) цільовий;
- г) повторний.

6. Який інструктаж проводиться з працівниками при виконанні разових робіт, непередбачених угодою:

- а) позаплановий;
- б) вступний;
- в) цільовий;
- г) повторний?

7. Який інструктаж проводиться з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від освіти, стажу роботи та посади:

- а) позаплановий;
- б) вступний;
- в) цільовий;
- г) повторний?

8. Який інструктаж проводиться на роботах з підвищеною небезпекою (1 раз на місяць), для решти робіт – 1 раз на півроку:

- а) позаплановий;
- б) вступний;
- в) цільовий;
- г) повторний?

9. За якою формою складається акт про нещасний випадок на підприємстві, не пов'язаний з виробництвом:

- а) Н-1;
- б) Н-5;
- в) НПВ;
- г) П-5?

10. За якою формою складається акт про нещасний випадок на підприємстві, пов'язаний з виробництвом:

- а) Н-1;
- б) Н-5;
- в) НПВ;
- г) П-5?

ВІДПОВІДІ НА ТЕСТИ

Кресленики

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	2	3	4	3	2	2	3	2

Матеріали та технологія машинобудування

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	4	3	4	4	4	3	1	2	4

Технологія токарних робіт

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	3	3	4	1	3	3	3	2	4	3	1	2	1	3	3	2	2	4	3

Допуски та технічні вимірювання

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	1	2	3	3	3	2	1	3	4

Тести з охорони праці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а	а	а	а	а	в	б	г	в	а

Навчальне видання

Гоменюк Дмитро Васильович
Романов Леонід Анатолійович
Шимановський Марк Мусійович

ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРСТАТНИХ РОБІТ

Підручник

[Електронне видання]

Редактор-коректор **Н. Данилюк**
Обкладинка – **Т. Шеканова**. Верстання – **Д. Гусаркін**

Формат 60x84/16. Гарнітура Minion.
Обл.-вид. арк. 21,2. Зам. 883.

Видавець і виготівник комунальне
книжково-газетне видавництво "Полісся".
10008, Житомир, вул. Шевченка, 18а.

*Свідоцтво про внесення до Державного реєстру:
серія ЖТ № 5 від 26.02.2004 року.*

