

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

**Кюрчев С.В., Колодій О.С., Сушко О.В., Ковальов О.О.,
Верхоланцева В.О.**

**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ТЕХНОЛОГІЯ
КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
розділ «Обробка матеріалів різанням»**

Посібник-практикум для виконання лабораторних робіт

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 208 «Агроінженерія»
(на основі повної загальної середньої освіти)

Мелітополь, 2021

УДК 378.147

Автори: Кюрчев С.В., Колодій О.С., Сушко О.В., Ковальов О.О.,
Верхоланцева В.О.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради механіко-технологічного факультету Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного протокол № від 2021 р.

Рецензенти: д.т.н., професор МС та ТТ
к.т.н., доцент ТКМ

Волошина А.А.
Бакарджиєв Р.О.

**Кюрчев С.В., Колодій О.С., Сушко О.В., Ковальов О.О.,
Верхоланцева В.О.**

Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів.

Розділ «Обробка матеріалів різанням»: Посібник-практикум для виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» / Кюрчев С.В., Колодій О.С., Сушко О.В., Ковальов О.О., Верхоланцева В.О. – Мелітополь, ТДАТУ, 2021. – 110 с.

Методичні вказівки складено з метою найбільш повного забезпечення самостійної роботи студентів при вивченні дисципліни «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів». Теми лабораторних робіт відповідають навчальній програмі.

УДК 378.147

© С.В. Кюрчев, О.С.Колодій,
О.В. Сушко, О.О Ковальов,
В.О. Верхоланцева, 2021

ЗМІСТ

Передмова	4
Лабораторна робота № 1. Група токарних верстатів. Устрій і робота на них.....	5
Лабораторна робота № 2. Група свердлильних та розточувальних верстатів. Устрій та робота на них.....	16
Лабораторна робота № 3. Група фрезерних верстатів.....	24
Лабораторна робота № 4. Група шліфувальних верстатів.....	37
Лабораторна робота № 5. Етапи проектування технологічного процесу.....	45
Лабораторна робота № 6. Розрахунок режимів різання при точінні.....	53
Лабораторна робота № 7. Розрахунок режимів різання при фрезеруванні.....	57
Лабораторна робота № 8. Вивчення конструкції і вибір шліфувального круга	60
Лабораторна робота № 9. Призначення режимів різання при свердлінні, zenкеруванні й розгортанні.....	70
Лабораторна робота № 10. Розрахунок режимів різання при нарізанні зубів зубчастих коліс.....	73
Курсовий проект	78
Список рекомендованої літератури	108

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. Робити налагодження, включення твердомірів, мікроскопів та інших приладів, необхідних для проведення лабораторних робіт, слід тільки з дозволу та у присутності викладача.

2. При виявленні несправності використовуваного устаткування негайно припинити роботу і довести до відома викладача або лаборанта.

3. Перед початком виконання лабораторних робіт студент зобов'язаний одержати інструктаж з техніки безпеки і, вивчивши відповідні інструкції, щодо вимог техніки безпеки, розписатися в журналі.

4. Студенти, що не дотримують вимог техніки безпеки, до занять не допускаються.

ПЕРЕДМОВА

Метою і завданням навчального курсу є надати майбутнім фахівцям знання з конструкційних матеріалів і їх властивостей, методів виробництва, про основні технологічні методи формоутворення заготовок і деталей, ознайомити з можливостями сучасного машинобудування і перспективних технологій обробки конструкційних матеріалів, розкрити фізичну сутність явищ, що відбуваються в матеріалах при дії на них різних факторів в умовах виробництва та експлуатації, їх вплив на властивості матеріалів; економічні й екологічні проблеми при технологіях одержання та обробки матеріалів.

Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів – загальноінженерний курс, що вивчається студентами у ВНЗ. Курс містить більше тисячі термінів, кожен з яких – це назва окремого технологічного процесу, явища, обладнання, інструменту, речовини тощо.

Завдання дисципліни. Завданням дисципліни є набуття студентами теоретичних знань з питань проектування технологічного процесу механічної обробки деталі, які включають та узагальнюють данні про процеси різання металів, застосування різального інструменту.

В результаті вивчення курсу потрібно знати: як проектується технологічний процес механічної обробки деталі, для цього вивчають основні види обробки металів різанням; елементи режимів різання; матеріали, що йдуть на виготовлення різальних інструментів; явища, які супроводжують процес різання; конструкцію та геометрію різальних інструментів; складові сили різання; а також необхідно знати призначення та використання мастильно-охолоджуючих технологічних засобів, групи та будову металорізальних верстатів та види робіт, які на них виконуються, інструменти та прилади, які застосовуються на верстатах.

Вміти: для проектування технологічного процесу механічної обробки деталі вміти складати технологічний процес по операціям, обирати обладнання для виконання технологічних операцій, вміти заповнювати маршрутні карти, операційні карти, карти ескізів, визначати режими різання, основний технологічний час.

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 1

ГРУПА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ. УСТРІЙ ТА РОБОТА НА НИХ

МЕТА РОБОТИ. Набуття практичних навичок з оброблення матеріалів на токарних верстатах, ознайомлення з будовою та класифікацією токарних різців, їх призначенням. Навчити правильно обирати різець та матеріал різальної частини інструменту та вибрати режими різання.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

– з основними поняттями, термінами та визначеннями з обробки різанням: видами механічної обробки та рухами у верстатах;

Вивчити визначення:

– головного руху, руху подачі, швидкість головного руху; подачі;

– класифікацію видів обробки різанням.

Скласти звіт по роботі: звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Що розуміють під обробкою матеріалів різанням?

1.2.2 На яких верстатах здійснюють обробку різанням?

1.2.3 Що називається головним рухом, рухом подачі?

1.2.4 Що таке швидкість головного руху та швидкість руху подачі?

1.2.5 Що називається подачею та які види подач існують?

1.3 Рекомендована література

1. Аршинов В.А. Резание металлов и режущий инструмент / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. – М.: Машиностроение, 1975. – 440 с.

2. Грановский Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.

2 ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма робіт

Пояснення викладачем основних положень оброблення матеріалів на токарних верстатах.

Ознайомитись з будовою та класифікацією токарних різців, їх призначенням. Навчитися правильно обирати різець та матеріал різальної частини інструменту, та вибирати режими різання.

Скласти та захистити звіт про роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки

2.2.2 Токарно-гвинторізний верстат, набір токарних різців.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Точінням називається обробка різцями будь-якої форми зовнішніх або внутрішніх поверхонь обертання. Під час точіння оброблювана поверхня деталі обертається навколо своєї геометричної осі, а різець безперервно переміщується відносно цієї поверхні, знімаючи з неї шар металу потрібної товщини (рис. 1.1).

Головним рухом під час токарної обробки є обертальний рух деталі. Під час цього руху різець зрізує з оброблюваної поверхні стружку. Переміщення різця відносно оброблюваної поверхні, що забезпечує безперервність процесу різання, є рухом подачі. Точіння здійснюється на токарно-гвинторізних, гідрокопіювальних, токарно-

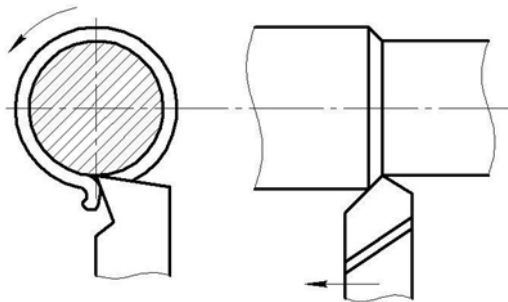


Рис. 1. 1. Схема точіння

револьверних, багаторізцевих, токарно-карусельних верстатах, одношпindelних і багатшпindelних токарних напівавтоматах та автоматах. Деталі, що мають поверхні за формою тіл обертання, можна розділити на вали, втулки і диски. Точіння циліндричних та торцевих поверхонь кожної з цих деталей, для забезпечення необхідної точності, виконують чорнове, чистове і тонке. При чорновому точінні точність обробки досягається 14-го квалітету і шорсткість $Rz = 40$ мкм. Чистове точіння забезпечує точність обробки 7 - 8-го квалітету і шорсткість поверхні $Ra = 1,25$ мкм. Тонке точіння забезпечує точність обробки 6 - 7-го квалітету і шорсткість поверхні $Ra = 0,25$ мкм.

При обробці довгих, маложорстких валів застосовують спеціальні пристрої – нерухомі і рухомі люнети. Люнети слугують додатковою опорою, що сприймає навантаження. Рухомий люнет, переміщуючись за різцем, сприймає силу різання. Оброблювана поверхня спирається на кулачки люнету. У тих випадках, коли варто забезпечити співвісність поверхні, яка обточується, з раніше обробленою поверхнею, кулачки люнета встановлюють перед різцем, тобто на раніше обточену поверхню. Основним різальним інструментом для точіння є різець, будова якого показана на рис. 1.2.

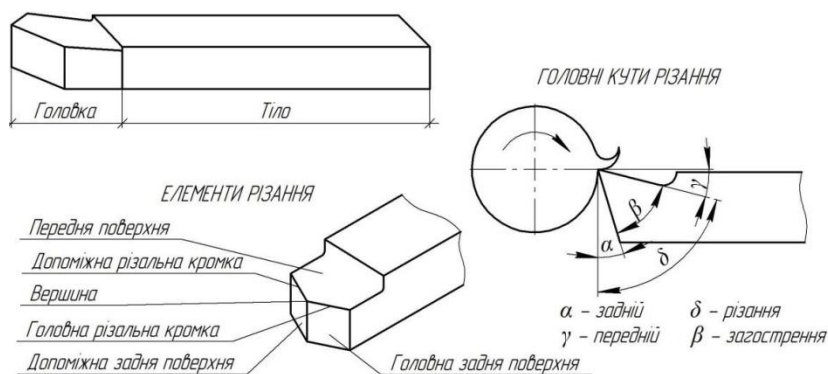


Рис. 1.2. Будова токарного різця

Класифікують різці за напрямком подачі, формою головки різця (рис. 1.3), формою перерізу різця, способом кріплення ріжучої

частини різця зі стрижнем, характером обробки і видом виконуваних робіт. За формою головок різці бувають прямі, відігнуті, вигнуті і з відтягнутою головкою.

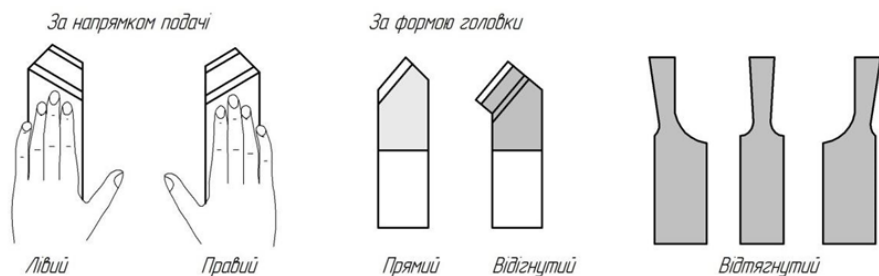


Рис. 1.3. Класифікація різців за напрямком подачі та формою головки різця

У прямих різців вісь різця пряма, а в відігнутих вона викривлена вправо або вліво. У вигнутих – вісь різця вигнута в боковій поверхні. У різців з відтягнутою головкою ширина головки менша ширини державки різця, і головка може бути розміщена симетрично відносно осі стрижня чи зміщена вправо або вліво від осі.

За характером обробки розрізняють чорнові (обдирні) і чистові (для тонкого точіння). За видом виконуваних робіт токарні різці поділяються (рис. 1.4) на прохідні (1-4), розточні (5, 6), підрізні, прорізні, відрізні (7), різьбові (8), і гальтельні (9).

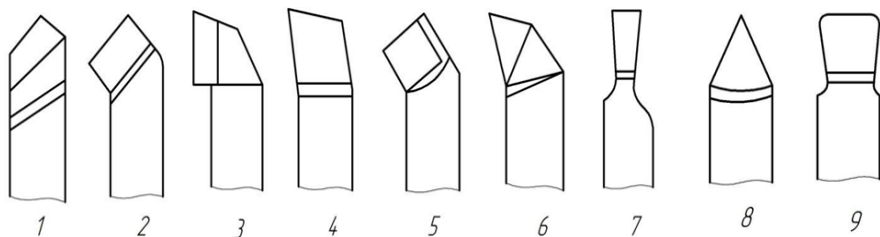


Рис. 1.4. Суцільні токарні різці

За способом кріплення ріжучої частини різця зі стрижнем розрізняють: суцільні різці (рис. 1.4, 1-9), складальні (рис. 1.5)

нероз'ємні (а), роз'ємні (б) і пластини до них (в), фасонні різці (рис. 1.6) круглі (а), призматичні (б).

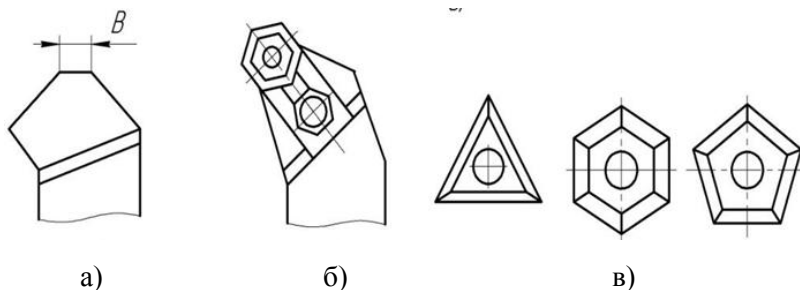


Рис. 1.5. Токарні складальні різці

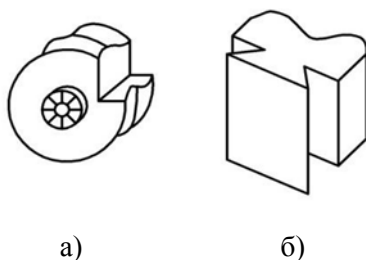


Рис. 1.6. Фасонні токарні різці

В залежності від форми перерізу стрижня різці бувають прямокутні, квадратні і круглі.

Різці закріплюють у різцетримачі супорта. Вони можуть пересуватися вздовж, поперек та під кутом до осі обертання деталі. Поєднання таких рухів деталі та різального інструмента – різця дає змогу отримувати різноманітні поверхні: циліндричні, конічні, фасонні, гвинтові, торцеві площини (рис. 1.7).

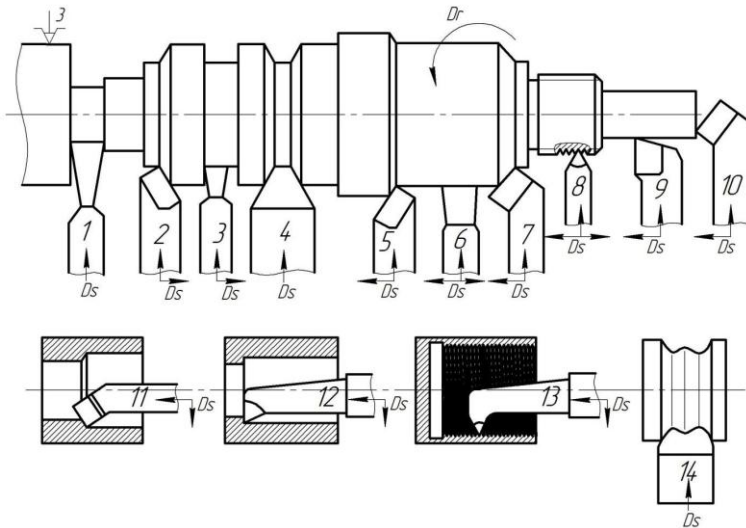


Рис. 1.7. Схема роботи токарних різців:

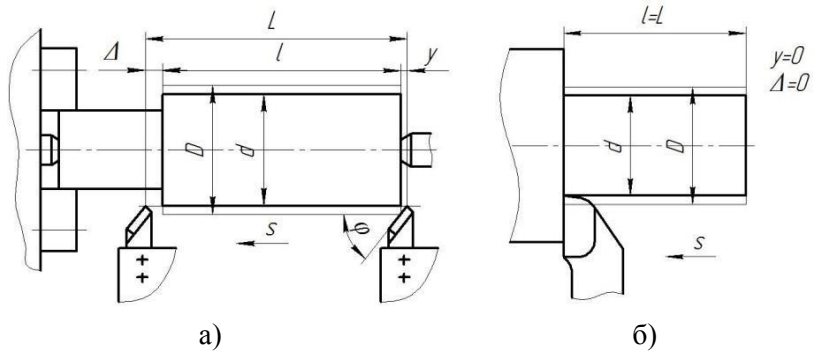
- 1 – відрізний; 2 – прохідний лівий; 3 – прорізний; 4 – канавочний;
 5 – прохідний правий; 6 – прохідний, що вигладжує; 7 – прохідно-торцевий, вданому випадку прохідний; 8 – різьбонарізний для зовнішньої різі; 9 – прохідний з кутом $\varphi = 90^\circ$ (підрізний упорний);
 10 – прохідно-торцевий, в даному випадку торцевий;
 11 – розточний прохідний; 12 – розточний підрізний;
 13 – різьбонарізний для внутрішньої різі; 14 – фасонний стержневий

Вибір різців

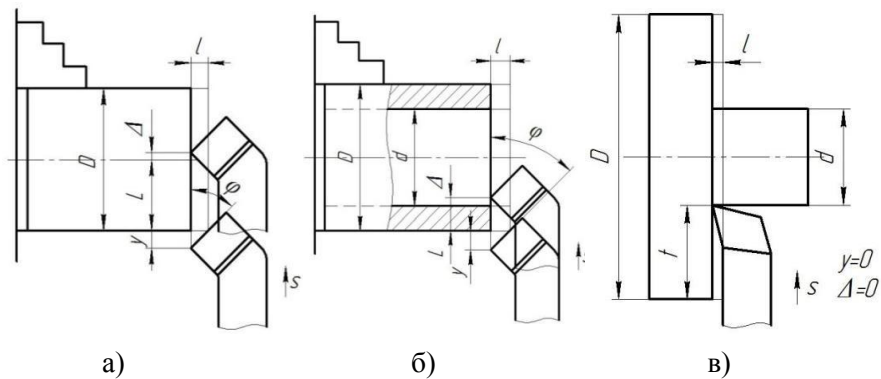
Вирішення задачі вибору різця рекомендується починати з викреслювання схеми різання. Схема різання показує взаємне розміщення заготовки і токарного різця в процесі оброблення.

Приклади схем різання наведені на рис. 1.8.

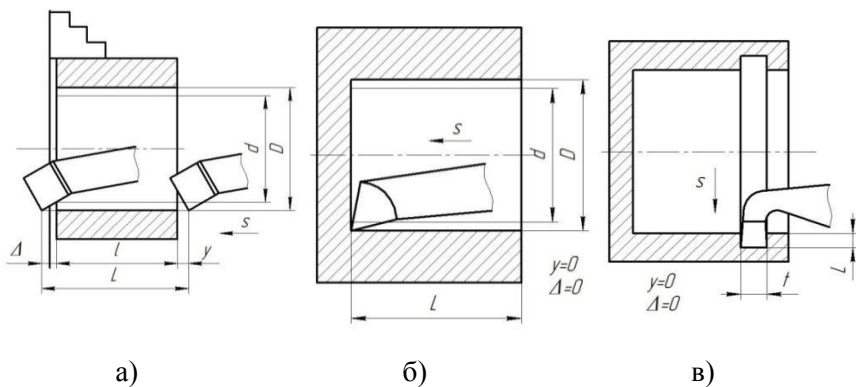
Після виконання схеми різання потрібно вибрати характеристики різального інструменту, тобто вибрати тип різця, матеріал різальної частини, геометрію та розміри перерізу державки різця.



Обробка зовнішньої поверхні: а) на прохід; б) до упору



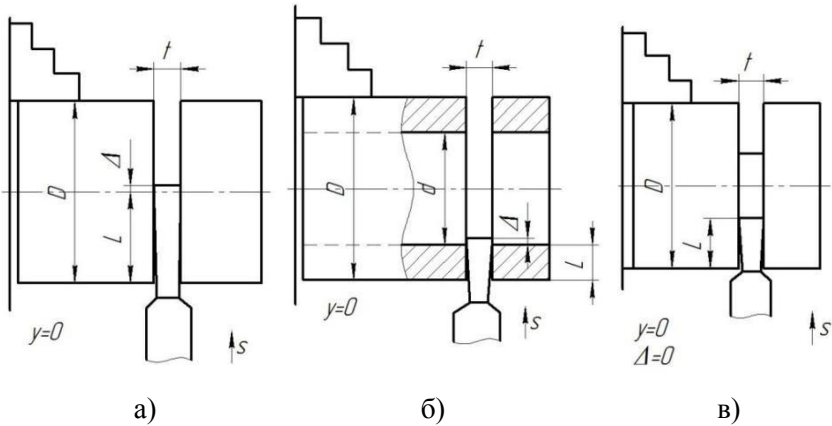
Обробка торцевої поверхні: а) валу; б) втулки; в) до упору



Обробка отворів: а) наскрізного; б) глухого;
в) обробка канавки в отворі

Рис. 1.8. Схеми різання

Для вибору типу різця та його кутів потрібно ознайомитися з геометрією різця, для цього розглянемо рис. 1.9.



- а) розрізання заготовки; б) розрізання втулки
в) прорізування кільцевої канавки в отворі

Рис. 1.9. Схеми різання в процесі токарного оброблення

Головні кути ріжучого клина, розглядають у перерізі, перпендикулярному до ріжучої кромки і площині різання, див. основну площину.

Передній кут α – кут між передньою поверхнею ріжучого клина і площиною, перпендикулярною площині різання яка проходить через ріжучу крайку.

Задній кут β – кут між задньою поверхнею ріжучого клина і площиною різання.

Кут загострення γ – кут між передньою і задньою поверхнями ріжучого клина.

Кут різання δ – кут між передньою поверхнею ріжучого клина і площиною різання.

З рис. 9 виходить: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$; $\delta = \alpha + \beta = 90^\circ - \gamma$.

Головним кутом у плані ϕ називається кут між проекцією головної різальної кромки на основну площину і напрямом поздовжньої подачі. Кут ϕ впливає на зміну форми шару, який

знімають, а також на величину зусиль і вібрацій, що виникають у процесі різання. Допоміжним кутом у плані φ_1 називається кут між проекцією допоміжної різальної кромки на основну площину і напрямом, протилежним поздовжній подачі.

Кут φ_1 змінює вершину різця і впливає на якість обробленої поверхні.

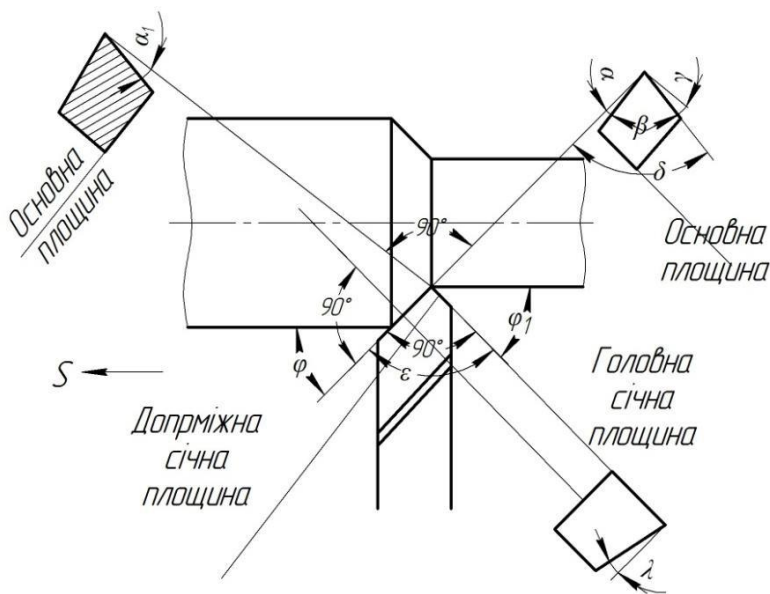


Рис. 1.10. Геометрія різця

Кутом при вершині ϵ – кут між проекціями головної і допоміжної різальних кромки на основну площину. Кут ϵ впливає на міцність різальної частини різця.

З рис. 1.10 видно, що $\varphi + \varphi_1 + \epsilon = 180^\circ$.

Допоміжні кути різця вимірюються в допоміжній січній площині, яка перпендикулярна до проекції допоміжної різальної кромки на основну площину. З допоміжних кутів на процес різання впливає задній допоміжний кут. Допоміжним заднім кутом різця φ_1 зменшує тертя допоміжної задньої грані до обробленої поверхні.

Допоміжний кут λ – кут нахилу головної ріжучої кромки. Якщо вершина різця – найнижча точка на головній різальній кромці, кут λ вважається додатним, якщо найвища – від’ємним. Якщо головна різальна кромка паралельна до основної площини, то кут λ дорівнює нулю (рис. 1.11). У різця з додатним кутом ($+\lambda$) різальна частина його біля вершини міцніша, ніж у різця з від’ємним кутом ($-\lambda$). Тому додатне значення цього кута надається різцям, призначеним для обробки твердих і крихких матеріалів, а також різцям, оснащеним твердими сплавами, через те що вони мають підвищену крихкість.

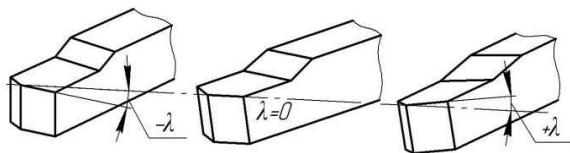


Рис. 1.11. Кути нахилу головної різальної кромки

Кут $-\lambda$ відводить стружку у сторону оброблюваної поверхні, а кут $+\lambda$ – у сторону обробленої поверхні. $\lambda = 0$ закручує стружку в «Архімедову» спіраль.

Тип різця та кути різця в плані φ та φ_1 вибирають з довідника у відповідності до виду оброблення, або з часткових рекомендацій приведених нижче.

До основних типів різців відносяться прохідні, підрізні, відрізні, розточні та фасонні різці.

Прохідні різці використовуються для оброблення зовнішньої поверхні. До них відносяться:

1. Прохідні прямі різці з кутами $\varphi = 45^\circ; 60^\circ; \varphi_1 = 10^\circ; 30^\circ; 45^\circ$ – використовуються для оброблення циліндричної або конусної поверхні.

2. Прохідні упорні різці з кутами $\varphi = 90^\circ; \varphi_1 = 10^\circ$ – призначаються для оброблення зовнішньої поверхні до упору.

3. Прохідні відігнуті різці з кутами $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$ – використовуються як для оброблення циліндричної чи конусної поверхні, так і для оброблення торцевої поверхні.

Підрізні різці з кутами $\varphi = 90^\circ; 95^\circ; 100^\circ$ та $\varphi_1 = 10^\circ; 30^\circ; 15^\circ$ – використовуються для оброблення торцевої поверхні деталі.

Відрізні різці з кутами $\varphi = 90^\circ$ та $\varphi_1 = 1^\circ; 1^\circ 30'$ призначені для відрізування деталей та прорізування кільцевих канавок.

Для оброблення отворів використовуються розточні різці, які діляться на:

1. Розточні різці для глухих отворів, $\varphi = 95^\circ$ та $\varphi_1 = 15^\circ; 5^\circ$.

2. Розточні різці для наскрізних отворів, $\varphi = 45^\circ; 60^\circ; \varphi_1 = 15^\circ; 30^\circ$.

Значення переднього кута γ та заднього кута α можна обрати з довідників або прийняти за рекомендаціями приведеними нижче.

Передній кут γ призначається в межах $0^\circ-30^\circ$ в залежності від матеріалу заготовки і різця. Більші значення рекомендуються для оброблення заготовок пластичних матеріалів швидкорізальними різцями. Задній кут α призначається від 6° до 12° в залежності від матеріалу заготовки. Більші значення кут α має при обробці пластичних матеріалів. При чистовій обробці куту α дають більші значення, ніж при чорновій обробці.

Призначаючи різець необхідно вказати його конструкцію, тобто різець суцільний, різець збірний з напаяною пластиною, різець з механічним кріпленням пластилини і т. ін.

Призначаючи розміри перерізу державки токарного різця, слід виходити з того, що масивніші різці можуть витримати більші навантаження. Допустимі розміри перерізу державки різця приведені в паспортах токарних верстатів.

Більш детальні рекомендації щодо вибору геометричних параметрів і матеріалу різальної частини різця викладені в довідниках.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

4.1 Після пояснень викладачем основних положень з обробки матеріалів на токарних верстатах, ознайомитися з будовою та класифікацією токарних різців, їх призначенням, будовою токарно-гвинторізного верстата.

4.2 З запропонованих різців вибрати необхідний різець для конкретного матеріалу та конкретного виду обробки за індивідуальним завданням; визначити на запропонованому різці поверхні, площини та елементи головки.

4.3 Скласти звіт по роботі.

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 5.1 Що таке точіння?
- 5.2 З яких основних частин складається різець?
- 5.3 Якими різцями обробляють циліндричні поверхні?
- 5.4 Що знімають з заготовки в процесі перетворення її в готову деталь?
- 5.5 Які рухи повинні відтворювати заготовка і різальний інструмент для того, щоб відбувався процес різання?
- 5.6 Що таке глибина різання?
- 5.7 Які операції з обробки поверхонь виконують на верстатах токарної групи?
- 5.8 Які інструменти використовують для верстатів токарної групи?
- 5.9 З чого рекомендується починати вибір різця?
- 5.10 Як визначити число обертів деталі за хвилину?
- 5.11 Що таке швидкість різання при точінні?
- 5.12 Як визначають глибину різання при точінні?
- 5.13 Як призначається матеріал різальної частини інструменту?

4. Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості.

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 2

ГРУПА СВЕРДЛИЛЬНИХ ТА РОЗТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ. УСТРІЙ ТА РОБОТА НА НИХ

МЕТА РОБОТИ. Набуття практичних навичок із оброблення матеріалів на верстатах свердлильно-розточувальної групи, ознайомлення з будовою та класифікацією свердел, з методикою призначення різального інструменту та режимів різання.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

– з принциповою будовою свердлильних та розточувальних верстатів та роботами, що виконуються на них.

Вивчити:

- визначення свердління, зенкерування, розгортання;
- будову та класифікацію свердел.

Скласти звіт по роботі: звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, кресленик схеми різання, призначення різального інструменту

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1. Операції, що виконуються на свердлильних верстатах.

1.2.2. Що таке свердління, зенкерування, розгортання?

1.2.3 Який рух в процесі свердління є головним?

1.2.4. Який рух в процесі свердління вважається рухом подачі?

1.3 Рекомендована література

1. Технология конструкционных материалов /А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.

2. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник / Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

2 ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма робіт

2.1.1 Пояснення викладачем основних положень оброблення матеріалів на свердлильних та розточувальних верстатах.

2.1.2 Вивчити будову та класифікацію свердел з методикою призначення різального інструменту та режимів різання

2.1.3 Ознайомитись з принципом вимірювання твердості на іншому (від індивідуального завдання) приладі.

2.3.4 Скласти та захистити звіт про роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки

2.2.2 Свердлильний верстат, набір свердел, зенкерів, розгортки.

2.2.3 Прилади для вимірювання твердості. Плакати.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Процес свердління виконується на свердлильних верстатах. Верстати свердлильно-розточувальної групи за конструктивними ознаками діляться на такі типи:

1. Вертикальні одношпindelьні верстати з стаціонарним шпинделем на колоні, настінні та настільні. Два останніх різновиди призначені для свердління отворів діаметром до 15-20 мм.

2. Вертикальні одношпindelьні верстати з нестаціонарним шпинделем (радіально-свердлильні); монтуються на фундаментній плиті або на стіні, можуть бути переносними. Призначені для свердління отворів у різних місцях громіздких і важких деталей з однієї установки.

3. Багатошпindelьні свердлильні верстати.

4. Горизонтально-свердлильні верстати для глибокого свердління.

5. Центрувальні верстати – застосовуються для виготовлення центрових отворів у заготовках. Ці верстати бувають одношпindelьні односторонньої і двосторонньої дії та двошпindelьні – для виконання свердління і зенкування центрального отвору в послідовному порядку.

6. Агрегатні свердлильні верстати створюються за допомогою компонування стандартних багатошпindelьних свердлильних головок на спеціальних станинах, пристосованих до форми оброблюваної деталі; мають високу продуктивність і широко застосовуються у багатосерійному і масовому виробництвах.

На всіх цих верстатах виконують такі основні операції (рис. 2.1): свердління отворів у суцільному матеріалі (*a*); розсвердлювання раніше просвердлених, а також виготовлених при відливанні або куванні отворів до іншого великого (*b*); облицювання (цекування) (*в*).

Свердлінням називається процес одержання отворів в оброблюваному матеріалі за допомогою свердел. Головним рухом в процесі свердління є обертальний рух свердла із швидкістю V , а переміщення вздовж осі – рух подачі із швидкістю S . (рис. 2.2).

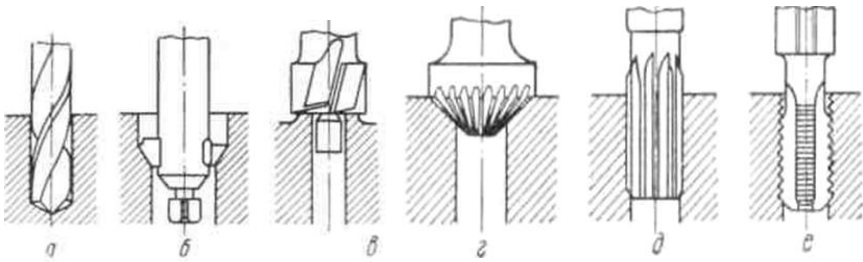


Рис. 2.1. Свердлильні роботи:
 з) зенкування ; д) розгортання; е) нарізання різьби

Отже, свердло дістає одночасно і головний рух і подачу. Свердлінням можна обробляти глухі і наскрізні отвори в суцільному матеріалі з точністю до 12-13-го квалітету і шорсткістю $Rz = 10-30$ мкм (ГОСТ 2789-73).

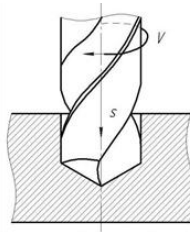


Рис. 2.2. Схема свердління

Отвори діаметром до 30 мм свердлять за один перехід, більші – за два переходи, спочатку свердлом меншого розміру, потім – необхідного діаметра.

В процесі свердління отвору, особливо малого діаметру можливе відведення свердла. Для зменшення відведення свердла роблять попереднє засвердлювання (центрування) коротким жорстким свердлом.

Центрування здійснюють на свердлильних верстатах з направляючими втулками. При свердлінні декількох отворів необхідна точність взаємного їх розташування забезпечується за допомогою кондукторів. Якщо задана точність отворів вища 9-го квалітету, то в залежності від його діаметра і виду заготовки наступна

обробка здійснюється зенкеруванням, розточуванням, розгортанням. Точність взаємного розташування отворів при послідовній обробці різними інструментами здійснюється також за допомогою кондуктора, але зі змінними втулками і швидкозмінними патронами для закріплення інструментів у шпиндель верстату.

За необхідності підвищити точність просвердленого чи попередньо отриманого отвору литтям або прошиванням застосовують для обробки зенкерування. Процес отримання отворів зенкеруванням виконується зенкерами. Спіральні зенкери застосовуються для обробки наскрізних циліндричних отворів. Зенкери діаметром 12-25 мм виготовляють суцільними з конічним хвостовиком і з трьома ріжучими зубами, а діаметром 25 - 30 мм – насадними з чотирма чи шістьма ріжучими зубами. Насадні зенкери діаметром 60 - 175 мм виконують зі сталевими рифленими ножами з пластинками із твердих сплавів.

Для обробки фасок в отворах циліндричних і торцевих поверхонь під головки заклепок, гвинтів, болтів і гайок застосовують конічні зенкери. Таким чином зенкери, залежно від їхнього призначення, поділяються на спіральні, циліндричні, конічні.

Для забезпечення заданої точності й усунення відведення осі інструмента-зенкера застосовують кондуктори.

Зенкер зі шпинделем звичайно має шарнірне з'єднання (або плаваюче). Це виключає вплив похибок, пов'язаних із биттям шпинделя щодо осі направляючих втулок на положення осі отвору деталі.

Припуск для зенкерування приблизно дорівнює 0,1 від діаметра отвору. Грубе зенкерування отворів після лиття забезпечує 13-й квалітет точності, а після свердління чи чорнового розточування – 11-12-й квалітет, шорсткість поверхні: $Rz = 10 - 25$ мкм.

Для отримання на свердлильному верстаті отворів високої точності (5-6-го квалітету точності, із шорсткістю $Rz = 2,5 - 0,15$ мкм) у матеріалах з твердістю $HRC < 40$ використовують розгортання. Інструмент – розгортка відрізняється від зенкера великим числом зубів і меншим кутом у плані. Необхідною умовою досягнення високої точності обробки при розгортанні є рівномірність припуску, що знімається, і строгий збіг осі розгортання з віссю оброблюваного

отвору. Розгортки під час роботи повинні вільно встановлюватися в отворі чи мати точний напрямок. Розгортка направляється кондукторними втулками з нижнім, верхнім чи подвійним напрямом. Залежно від необхідної точності розгортання виконується одним чи двома розгортками. Отвір 7-го квалітету точності обробляється одною розгорткою, а 5-го квалітету точності – двома розгортками.

Спіральне свердло (рис. 2.3) складається з робочої частини l_1 , шийки l_3 і хвостовика l_4 . У свою чергу, робоча частина має різальну частину l_2 і частину, що калібрує (напряму) l_1-l_2 .

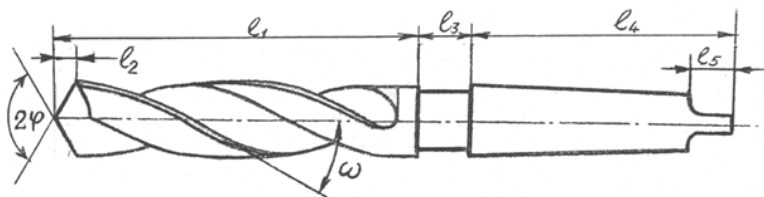


Рис. 2.3. Складові частини спірального свердла

Різальна частина за допомогою двох різальних кромки обробляє заготовку. Напрямна частина сприяє точному переміщенню свердла в оброблюваному отворі. Хвостовик конічної форми призначений для закріплення свердла в отворі шпинделя; хвостовик циліндричної форми – для закріплення свердла в спеціальному затискному пристрої – патроні. Лапка l_5 запобігає прокручуванню свердла в отворі шпинделя.

На рис. 2.3: l_1 – робоча частина; l_2 – різальна частина; l_1-l_2 – частина, що калібрує; l_3 – шийка; l_4 – хвостовик; l_5 – лапка; ω – кут нахилу гвинтової канавки; 2ϕ – кут різальної частини.

Робоча частина свердла складається із таких елементів (рис. 2.4): передня 3 і задня 1 поверхні, головне різальне ребро 4, поперечне ребро 5 і стрічка 2.

Передня поверхня A_γ – гвинтовий рівчак, по якому сходить стружка. Задня поверхня A_α – повернута до поверхні різання. Спіральне свердло має дві передні й дві задні поверхні. Головним різальним ребром K називається лінія перетину передньої і задньої поверхонь, а лінія перетину задніх поверхонь є поперечним ребром. На напрямній частині свердла залишають дві вузькі стрічки, відстань між якими визначає діаметр свердла. Щоб знизити тертя між напрямною частиною свердла та стінкою отвору, величина діаметра свердла зменшується у напрямку від різальної частини до хвостовика.

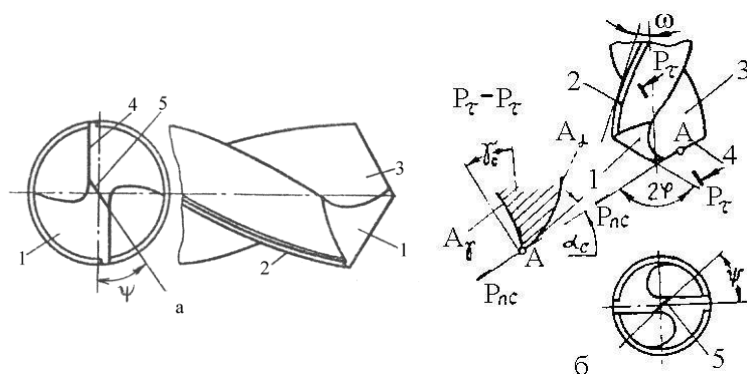


Рис. 2.4. Елементи (а), координатні площини та кути (б) спірального свердла:

1 – задня поверхня A_α ; 2 – стрічка; 3 – передня поверхня A_γ ; 4 – головне різальне ребро K ; 5 – поперечне ребро; P_τ – головна січна площина; P_{nc} – статична площина різання; A – точка на головному різальному ребрі; 2φ – кут при вершині свердла; γ – передній і α – задній кути; ψ – кут нахилу поперечного ребра; ω – кут нахилу гвинтового рівчака

Взаємне розташування у просторі елементів свердла визначається його кутами. Під час вимірювання кутів свердла використовують координатні площини (статична площина різання, головна січна площина), а також площину, перпендикулярну до осі свердла. Статична площина різання P_{nc} проходить через головне різальне ребро дотично до поверхні головного руху, тобто до поверхні, утвореної різальним ребром свердла, якому наданий тільки

головний рух різання. Головна січна площина P_τ проведена перпендикулярно до головного різального ребра.

Геометрію спірального свердла в статистиці визначають: кут при вершині свердла, передній і задній кути, кут нахилу поперечного ребра і кут нахилу гвинтового рівчака.

Кут при вершині свердла 2φ вимірюють між головними різальними ребрами. Свердла, призначені для обробки сталі й чавуну середньої твердості, мають величину $2\varphi = 116...118^\circ$. Під час свердління м'яких металів цей кут зменшують до $80...90^\circ$, а під час свердління твердих металів його збільшують до $130...140^\circ$.

Передній кут γ в розглядуваній точці А вимірюють у головній січній площині. Він утворений дотичною, проведеною через точку А до передньої поверхні, і лінією, що проходить через цю точку перпендикулярно до статичної площини різання. Максимальна величина переднього кута на периферії свердла дорівнює $25...30^\circ$, а з наближенням точки А до поперечного ребра значення γ поступово зменшується до нуля і далі набуває від'ємного значення.

Задній кут α також вимірюють у головній січній площині. Кут α утворюється дотичною до задньої поверхні, проведеною через точку А, і статичною площиною різання. Мінімальне значення заднього кута на периферії свердла становить $8...10^\circ$, а максимальне його значення близько осі свердла – $20...26^\circ$.

Кут нахилу поперечного ребра ψ лежить у площині, нормальній до осі свердла, і утворюється проекціями головного різального і поперечного ребер на цю площину. Величина кута ψ змінюється в межах $50...55^\circ$.

Кут нахилу гвинтового рівчака ω утворюється між віссю свердла і дотичною до гвинтової лінії по зовнішньому діаметру свердла. Зі збільшенням кута ω зростає передній кут, завдяки чому полегшується стружкоутворення, але водночас зменшується міцність свердла. Середнє значення кута ω становить $24...30^\circ$.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

4.1 Після ознайомлення з будовою та класифікацією ріжучих елементів свердла, оберіть правильно ріжучий інструмент та розрахуйте режими різання за індивідуальним завданням.

4.2 Виміряйте твердість деталі на іншому від індивідуального завдання приладі.

4.3 Складіть звіт по роботі.

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

5.1 Які операції виконуються на свердлильних верстатах?

5.2 Що таке свердління?

5.3 Який рух в процесі свердління є головним?

5.4 Який рух в процесі свердління вважається рухом подачі?

5.5 Який рух в процесі свердління отримує свердло?

5.6 Які отвори можна обробляти свердлінням?

5.7 Які заходи проводять для зменшення відведення свердла в процесі свердління отвору малого діаметра?

5.8 Для чого проводять засвердлювання (центрування) перед свердлінням отворів?

5.9 Що таке зенкерування та розгортання?

5.10 Що таке розточування?

5.11 З якою точністю можна обробити отвори свердлінням?

5.12 Яку точність забезпечує зенкерування та розгортання?

5.13 Які свердла застосовують для свердління отворів?

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 3

ГРУПА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ

МЕТА РОБОТИ. Набуття практичних навичок із оброблення матеріалів на фрезерних верстатах, ознайомлення з будовою та класифікацією фрез та методикою призначення режимів різання.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

– з принциповою будовою фрезерних верстатів та роботами, що виконуються на них.

Вивчити:

– фрези, їх класифікація та геометрія;

– особливості та види фрезерування.

Скласти звіт по роботі: звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, кресленик схеми різання, призначення різального інструменту

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1. Операції, що виконуються на фрезерних верстатах.

1.2.2. Ознаки класифікації фрез.

1.2.3 Які фрези використовуються в залежності від форми оброблюваних поверхонь?

1.2.4. Поняття зустрічного та попутного фрезерування

1.3 Рекомендована література

1. Технология конструкционных материалов /А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.

2. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник / Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

2 ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма робіт

2.1.1 Пояснення викладачем основних положень оброблення матеріалів на фрезерних верстатах.

2.1.2 Вивчити класифікацію фрез за: видом оброблюваної поверхні, способом закріплення, конструкцією, матеріалом робочої частини.

2.1.3 Ознайомитись з методикою призначення інструменту та режимів різання.

2.3.4 Скласти та захистити звіт про роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки

2.2.2 Фрезерний верстат, набір фрез.

2.2.3 Індивідуальні завдання (схеми різання).

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Оброблення площин, криволінійних і складних за формою поверхонь на верстатах фрезерної групи багатолезовим інструментом (фрезою) називається фрезеруванням.

Фрезеруванням можна із заданою точністю обробити майже всі види поверхонь. Для цього існують різні види фрезерних верстатів, їх поділяють на такі основні групи:

- 1) прості горизонтально-фрезерні верстати;
- 2) універсальні горизонтально-фрезерні верстати;
- 3) вертикально-фрезерні верстати;
- 4) поздовжньо-фрезерні верстати;
- 5) шпонково-фрезерні верстати;
- 6) барабанно-фрезерні верстати;
- 7) копіювально-фрезерні верстати;
- 8) різьбофрезерні верстати;
- 9) спеціалізовані фрезерні верстати.

Для прикладу розглянемо оброблення на універсальному горизонтально-фрезерному верстаті, у якого робочий стіл крім трьох рухів подачі, може ще повертатися в горизонтальній площині на кут $45 - 50^\circ$, що розширює коло робіт, які виконуються на горизонтально-фрезерних верстатах.

При фрезеруванні стружку знімає не один різець, а багатолезовий інструмент – фреза. Подача здійснюється переміщенням стола в поздовжньому і поперечному напрямках. Фреза обертається від шпинделя верстата. Обертальний рух фрези є головним, а переміщення стола верстата з закріпленою на ньому деталлю – рухом подачі (рис. 3.1).

Всі фрези являють собою різної форми тіла обертання, що мають на своїх поверхнях прямі або гвинтові канавки, які утворюють зубці з різальними лезами.

Фрези можуть бути суцільними, складеними і збірними. Їх виготовляють зі швидкорізальних сталей марок P18 та P9 або

оснащують пластинками металокерамічних і мінералокерамічних сплавів.

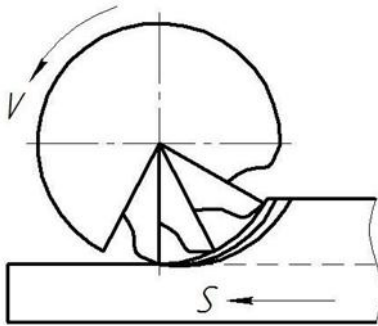


Рис. 3.1. Схема фрезерування

Класифікація фрез. За видом оброблюваних поверхонь фрези поділяються на: циліндричні і торцеві – для обробки площин; дискові й пальцеві – для обробки різних видів пазів; пилки – для розрізання металів; фасонні – для обробки фасонних поверхонь; зуборізні – для нарізання зубів зубчастих коліс; різьбові – для нарізування різьб та інші. На рис. 3.2 показані основні типи фрез.

На рисунку 3.2: для обробки площин – циліндрична фреза (а), торцева фреза (б); для обробки пазів – дискова фреза (в); для обробки Т-подібних пазів пальцева фреза (г); для обробки звичайних шпонкових пазів пальцева фреза (д); для обробки пазів сегментних шпонок фреза (е); однокутова фреза для обробки канавок (є); двокутова фреза (ж); фреза-пилка для прорізання шліців (з); модульна дискова фреза для обробки зубів зубчастих коліс (и); фасонна фреза для обробки напівкруглих канавок (і); гребінчаста фреза для нарізання різьби (к). Існує багато інших типів фрез для виконання спеціальних робіт.

Фреза є тілом обертання з багатьма ріжучими зубцями. Залежно від геометричної форми та призначення фрези поділяють на циліндричні, торцеві, дискові, кінцеві, фасонні та інші.

Циліндричні фрези служать для обробки плоских поверхонь. Конструктивною особливістю цих фрез є розташування ріжучих кромek їх зубців на циліндричній зовнішній поверхні.

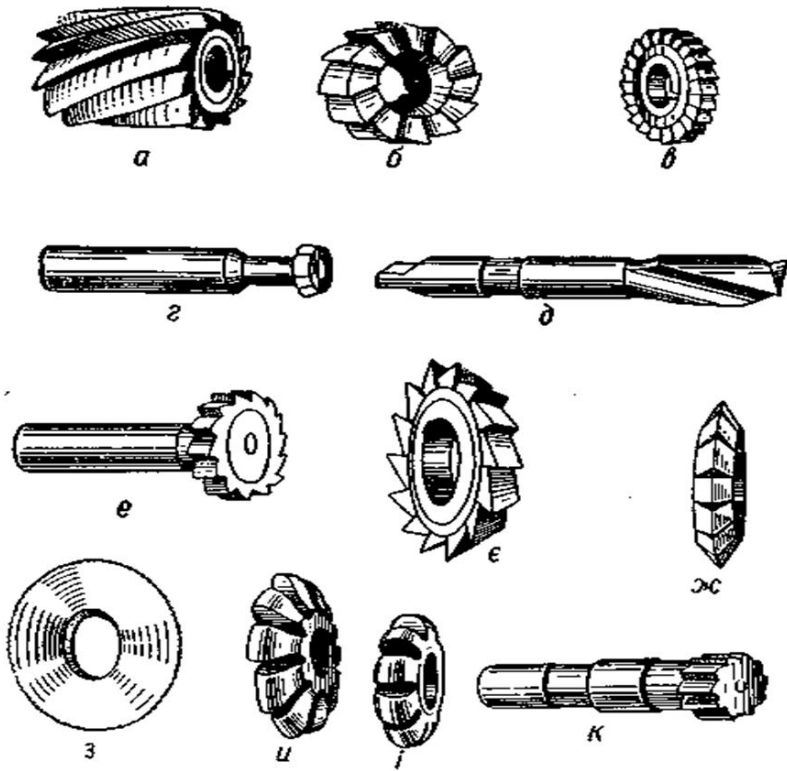


Рис. 3.2. Типи фрез

Розрізняють фрези з великими зубцями для чорнової обробки та з дрібними зубцями для чистової обробки. Зубці фрез є гвинторізними й рідше – прямими.

Торцеві фрези застосовують для обробки плоских поверхонь. Вони мають головні ріжучі кромки на циліндричній або на конічній поверхні та допоміжні ріжучі кромки на торці. Головними перевагами торцевих фрез порівняно з циліндричними є можливість використання жорсткіших оправок й спокійніша робота завдяки більшій кількості зубців, що одночасно ріжуть.

Дискові фрези призначені для обробки пазів і вузьких плоских поверхонь. Від циліндричних фрез вони відрізняються невеликою

шириною. Дискові фрези мають головні ріжучі кромки лише на циліндричній поверхні та допоміжні ріжучі кромки на одній чи на двох торцевих поверхнях.

Тонкі ріжучі фрези з ріжучими кромками лише на циліндричній поверхні називають прорізними й відрізними. Їх використовують, щоб отримувати вузькі пази.

Кінцеві фрези служать для обробки пазів, плоских і фасонних поверхонь. Фреза складається з робочої частини й циліндричного або конічного хвостовика. Різновидом кінцевих фрез є шпонкові двозубі фрези діаметром 2...25 мм.

Фасонні фрези застосовують для обробки поверхонь складного профілю. Контур ріжучої кромки зубця фрези відповідає профілю обробленої поверхні. До фасонних фрез належать напівкруглі ввігнуті або випуклі фрези, фрези для обробки рівчаків ріжучих інструментів.

Для отримання зубців шестерень та зубчатих коліс використовують модульні фрези, для кутових поверхонь – кутові фрези.

За конструкцією фрези розрізняють на суцільні та зі вставними ножами. Суцільні фрези виготовляють повністю з інструментальних сталей. У збірних фрез корпуси виготовлені із конструкційних сталей, а зубці (ножі) – зі швидкорізальних сталей, або ж ріжучі пластини, що виготовлені із твердих сплавів закріплюють в корпусі фрези різними механічними способами.

Ріжучі кромки фрез можуть бути прямими, або гвинтовими. Фрези можуть мати гострокінцеву або затиловану форму зуба. У фрез з гострокінцевими зубами передня та задня поверхні плоскі, а у фрез із затилованою формою зуба профіль задньої поверхні виконаний за спіраллю Архімеда, тому при переточуванні по передній поверхні профіль зуба фрези зберігається.

Для закріплення заготовок на фрезерних верстатах застосовують універсальні та спеціальні пристрої. До універсальних пристроїв відносять прихоплювачі, кутики, призми, машинні лещата з механічним, гідравлічним або пневматичним приводом. При обробці значної кількості однакових заготовок виготовляють спеціальні пристрої, що придатні лише для установки та закріплення заготовок даного виду на верстаті.

Для обробки площин, розташованих під різними кутами, квадратних, шестигранних профілів і подібних гвинтових поверхонь та зубчастих коліс, широко використовують універсальні ділильні головки. В якості допоміжного інструмента використовують фрезерні оправки, що необхідні як для закріплення фрез так і для передачі крутного моменту від шпинделя верстата до фрези. Базою для кріплення фрези може бути її центрувальний отвір або хвостовик (конічної чи циліндричної форми). За способом кріплення в першому випадку фрези називають насадні, а в другому випадку – хвостові. Фрезерування торцевими фрезами поверхонь більш продуктивне, ніж циліндричними.

Чорнове фрезерування забезпечує точність за 12-м квалітетом, з чистотою поверхні $R_a = 6,3$; чистове – відповідно 11 квалітет точності, $R_a = 3,2$, а тонке – 8,9 квалітет точності, з чистотою поверхні $R_a = 1,6$.

Схеми фрезерування поверхонь на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах зображено на рис. 3.3.

Горизонтальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах циліндричними фрезами (рис. 3.3, *а*) і на вертикально-фрезерних торцевими фрезами (рис. 3.3, *б*). За допомогою циліндричних фрез доцільно обробляти горизонтальні площини шириною до 120 мм, причому довжина фрези має бути набагато більшою за ширину заготовки, що обробляється.

В більшості випадків такі площини доцільніше обробляти торцевими фрезами, так як збільшена жорсткість їх кріплення в шпинделі забезпечує покращені умови обробки (кількість одночасно працюючих зубців торцевої фрези перевищує кількість одночасно працюючих зубців циліндричної фрези).

Вертикальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими фрезами (рис. 3.3, *в*) і торцевими фрезерними головками, а на вертикально-фрезерних верстатах – кінцевими фрезами (рис. 3.3, *г*)

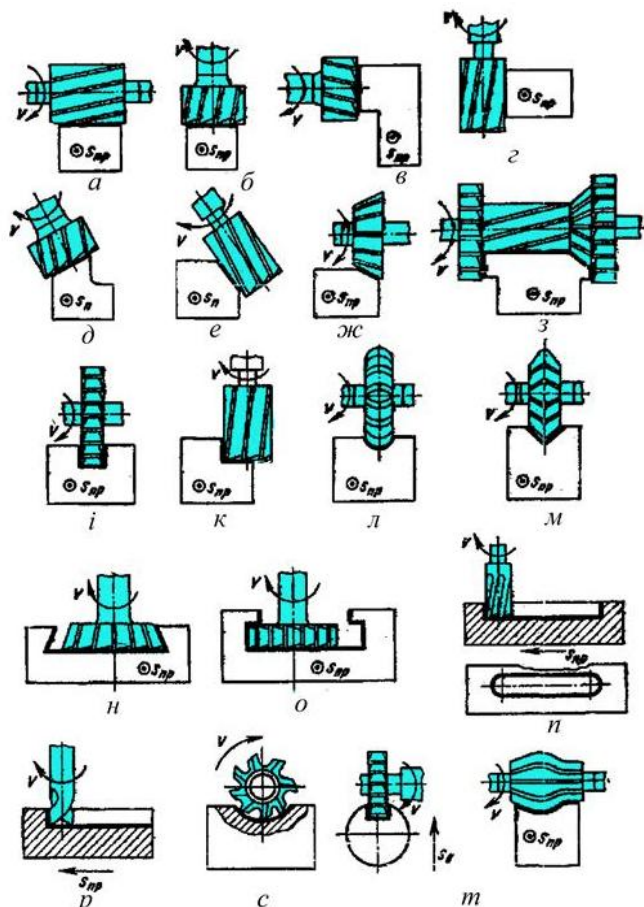


Рис. 3.3. Схеми обробки поверхнь заготовок на горизонтально- та вертикально-фрезерних верстатах

Похилі площини фрезерують торцевими (рис. 3.3, д) і кінцевими (рис. 3.3, е) фрезами на вертикально-фрезерних верстатах, що мають можливість повороту фрезерної головки разом із шпинделем у вертикальній площині. Фаски фрезерують на горизонтально-фрезерному верстаті однокутовою фрезою (рис. 3.3, ж).

Комбіновані поверхні фрезерують за допомогою набору фрез (рис. 3.3, з) на горизонтально-фрезерних верстатах. Точність

взаємного розташування оброблених поверхонь залежить від жорсткості кріплення фрез (довжини оправки). З цією метою застосовують додаткові опори (підвіски), уникають використання неспіврозмірних за діаметром фрез (рекомендоване відношення діаметрів фрез не більше 1,5).

Уступи і прямокутні пази фрезерують дисковими (рис. 3.3, *i*) й кінцевими (рис. 3.3, *к*) фрезами на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах. Уступи і пази доцільно фрезерувати за допомогою дискових фрез, так як вони мають більшу кількість зубів і забезпечують обробку зі збільшеними швидкостями різання.

Фасонні пази фрезерують фасонною дисковою фрезою (рис. 3.3, *л*), кутові пази – за допомогою однокутових і двокутових фрез (рис. 3.3, *м*) на горизонтально-фрезерних верстатах. Пази типу «ластівчин хвіст» фрезерують на вертикально-фрезерному верстаті за два технологічних проходи: прямокутний паз отримують за допомогою кінцевої фрези; скоси паза обробляють кінцевою однокутовою фрезою (рис. 3.3, *н*). Т-подібні пази (рис. 3.3, *о*), що широко застосовують в машинобудуванні в якості кріпильних пазів (наприклад, в столах фрезерних верстатів) фрезерують, як правило, за два технологічних проходи: спочатку обробляють вузьку прямокутну частину паза за допомогою кінцевої фрези, а потім спеціальною фрезою для обробки Т-подібних пазів формують розширену нижню частину паза.

Закриті шпонкові пази фрезерують за допомогою кінцевих фрез (рис. 3.3, *п*), а відкриті - кінцевих або шпонкових (рис. 3.3, *р*) на вертикально-фрезерних верстатах. Точність обробленого шпонкового паза є важливою умовою при фрезеруванні, так як від неї залежить характер посадки на шпонку сполучних з валом деталей. Фрезерування шпонковою фрезою забезпечує підвищену точність шпонкового паза, так як при переточуванні по торцевих зубах діаметр шпоночної фрези практично не змінюється.

Пази під сегментні шпонки фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах дисковими фрезами (рис. 3.3, *с*). Заготовці при цьому надають вертикальну подачу. Фасонні поверхні незамкненого контуру з криволінійною твірною і прямолінійною направляючою фрезерують на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах

фасонними фрезами відповідного профілю (рис. 3.3, *т*). Застосування фасонних фрез є ефективним при умові обробки вузьких та довгих фасонних поверхонь. В інших випадках застосовують набори фасонних фрез.

На рис. 3.4 (*а*) зображена оправка 2 для кріплення циліндричних і дискових фрез.

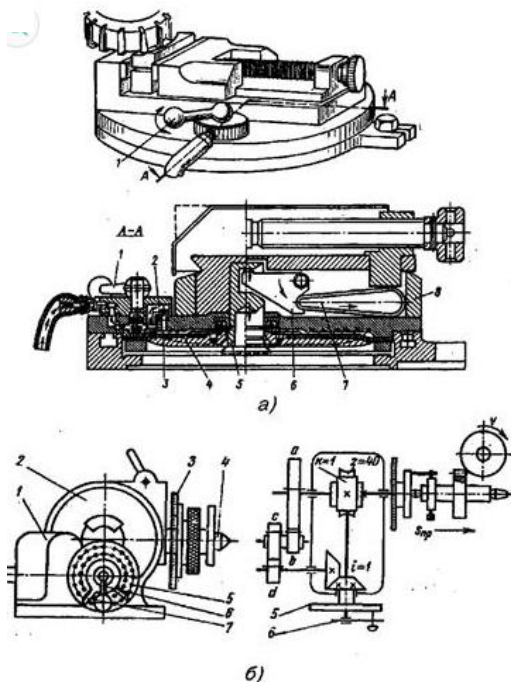


Рис. 3.4. Пристрої для закріплення заготовок на фрезерних верстатах:
а – лещата з пневматичним приводом; *б* – загальний вид і схема універсальної ділильної головки, налаштованої на диференційне ділення

Фрезу 3 насаджують на оправку і з'єднують з нею за допомогою шпонки 4. Необхідне положення фрези на оправці забезпечується за допомогою встановлювальних кілець 7. Оправку 2 встановлюють конічним хвостовиком в конічний отвір шпинделя, 1 і закріплюють за допомогою затяжного болта 9. Сухарі 8, що розміщені

в пазах фланців шпинделя і оправки, утримують оправку від провертання. Інший кінець оправки входить в підшипник 6, який закріплюється у вусі 5.

Короткі кінцеві оправки (рис. 3.4, б) використовуються для закріплення торцевих і дискових фрез.

Один кінець оправки 1 закріплюють за допомогою конічного хвостовика 10, а на другому кінці закріплюють насадну фрезу 11 за допомогою шпонки 12 і гвинта 14. Фрези з конічним хвостовиком 15 закріплюють в конічному отворі шпинделя 1 безпосередньо або за допомогою перехідних втулок 14 (рис. 3.4, б, в). Фрези з циліндричним хвостовиком закріплюють також і за допомогою цангового патрона, конічний хвостовик якого встановлюють в шпиндель верстата і закріплюють за допомогою болта.

Для фрезерування заготовку встановлюють і закріплюють на столі верстата. В одиничному та дрібносерійному виробництві для цього застосовують універсальні пристрої (машинні тиски, притискні планки тощо), а в серійному та масовому – спеціальні пристрої. На рис. 3.5 показано схеми фрезерування поверхонь на універсальних фрезерних верстатах.

При фрезеруванні на горизонтально-фрезерних верстатах, як правило, використовують поздовжню $S_{\text{позд}}$ і рідше – поперечну $S_{\text{п}}$ і вертикальну $S_{\text{в}}$ подачі.

На вертикально-фрезерних верстатах використовують поздовжню та поперечну подачі в залежності від просторового розташування оброблюваної поверхні, а вертикальну подачу практично не використовують. Вертикальні поверхні на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 3.5, а) оброблюють торцевими насадними фрезами або фрезерними головками, а на вертикально-фрезерних (рис. 3.5, з) – кінцевими фрезами.

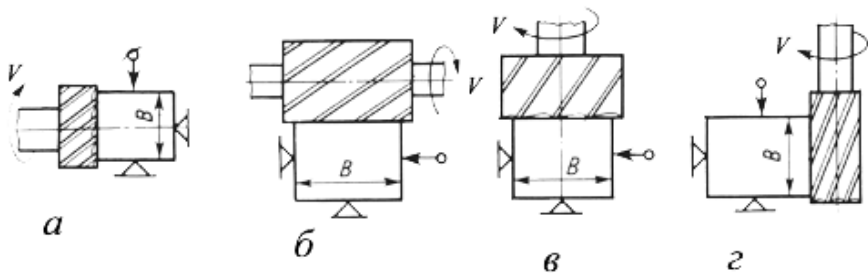


Рис. 3.5. Схеми фрезерування поверхнь:

a – фрезерування вертикальних поверхнь на горизонтально-фрезерних верстатах; *б* – фрезерування горизонтальних поверхнь на горизонтально-фрезерних верстатах; *в* – фрезерування горизонтальних поверхнь на вертикально-фрезерних верстатах; *г* – фрезерування вертикальних поверхнь на вертикально-фрезерних верстатах

Горизонтальні поверхні обробляють циліндричними фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 3.5, б) і торцевими насадними фрезами на вертикально-фрезерних верстатах (рис. 3.5, в).

При фрезеруванні циліндричними та дисковими фрезами розрізняють зустрічне (проти руху подачі) та попутне (за рухом подачі) фрезерування. Зустрічним називається фрезерування, що здійснюється при протилежних напрямках руху фрези й оброблюваної заготовки в місці їх контакту (рис. 3.6, а, б). Попутне фрезерування здійснюється при співпадаючих напрямках обертання фрези та руху оброблюваної заготовки в місці їх контакту (рис. 3.6, в, г).

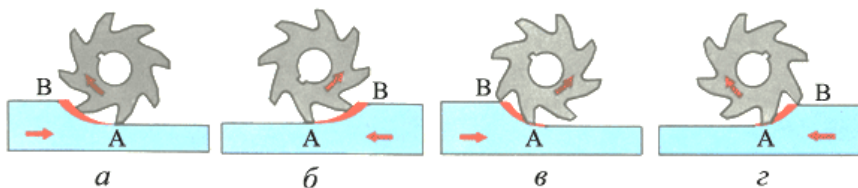


Рис. 3.6. Схеми обробки поверхнь заготовок на горизонтально- та вертикально-фрезерних верстатах

При зустрічному фрезеруванні товщина зрізу змінюється від нуля при вході зуба в точці А до максимального значення при виході зуба з контакту з оброблюваною заготовкою в точці В. При попутному фрезеруванні товщина зрізу змінюється від максимальної величини в момент входження зуба в контакт з оброблюваною заготовкою в точці В до нуля при виході в точці А.

При зустрічному фрезеруванні процес різання відбувається спокійніше, оскільки товщина зрізу зростає плавно й навантаження на верстат також зростає поступово. При попутному фрезеруванні в момент входу зуба в контакт з оброблюваною заготовкою позначається удар, оскільки саме в цей момент буде максимальна товщина зрізу. Тому попутне фрезерування можна здійснювати на верстатах з достатньою жорсткістю та вібростійкістю, і головним чином за відсутності зазору в поєднанні ходовий гвинт-маточна гайка поздовжньої подачі столу.

Окрім того, при попутному фрезеруванні заготовка притискається до столу, а стіл – до напрямних, що забезпечує кращу якість поверхні.

При попутному фрезеруванні значення кута нахилу головної різальної кромки буде додатним, при зустрічному – від’ємним (незалежно від напрямку підйому гвинтової канавки).

За інших рівних умов стійкість фрези при попутному фрезеруванні вища, ніж при зустрічному, крім випадків роботи по твердій кірці. Недоліком зустрічного фрезерування є також прагнення фрези відірвати заготовку від поверхні столу.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

4.1 Вивчити будову та класифікацією фрез, ознайомитись з методикою призначення різального інструменту та режимів різання.

4.2 Скласти звіт по роботі

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

5.1 Що таке фрезерування?

5.2 Які поверхні можна обробляти фрезеруванням?

5.3 Який рух в процесі фрезерування є рухом подачі?

- 5.4 Чи можна нарізати різь фрезою на фрезерному верстаті?
5.5 Як поділяються фрези за видом оброблюваних поверхонь?

Лабораторна робота № 4 ГРУПА ШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

МЕТА РОБОТИ. Набуття практичних навичок із оброблення матеріалів на шліфувальних верстатах, ознайомлення із методикою призначення інструменту та режимів оброблення.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

– з абразивним обробленням та його особливостями.

Вивчити:

– методикау призначення інструменту та режимів обробки;

– абразивні інструменти та їх характеристики;

– зв'язки та структуру абразивних інструментів.

Скласти звіт по роботі: звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, кресленник схеми при шліфуванні, призначення різального інструменту.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1. Види абразивного оброблення: шліфування, доведення, полірування.

1.2.2. Характеристики абразивних інструментів.

1.2.3 Абразивні матеріали, їх характеристика.

1.2.4. маркування абразивних кругів

1.3 Рекомендована література

1. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. – 4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.

2 ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма робіт

2.1.1 Пояснення викладачем основних положень оброблення матеріалів на шліфувальних верстатах.

2.1.2 Вивчити: групи шліфувальних верстатів та їх призначення; вимоги до шліфувального інструменту.

2.1.3 Ознайомитись з методикою призначення інструменту та режимів різання.

2.3.4 Скласти та захистити звіт про роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки

2.2.2 Плакати, довідкова література.

2.2.3 Індивідуальні завдання.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

3.1 Види шліфувальних верстатів

Шліфувальні верстати широко застосовуються у машинобудуванні для: 1) дуже точної обробки різних деталей; 2) надання високої якості оброблюваній поверхні; 3) грубого обдирання заготовок; 4) відрізних робіт; 5) загострення різальних інструментів.

До групи шліфувальних верстатів входять усі верстати, на яких різуть метали та інші матеріали шліфувальними кругами, брусками та абразивними порошками.

Сучасні шліфувальні верстати можна поділити на:

1) круглошліфувальні центрові для зовнішнього шліфування (прості й універсальні);

2) внутрішньошліфувальні (прості й планетарні);

3) круглошліфувальні безцентрові для зовнішнього і внутрішнього шліфування;

4) плоскошліфувальні з круглими і прямокутними столами (з вертикальним або горизонтальним шпинделем);

5) зубошліфувальні;

- 6) різцешліфувальні;
- 7) шліфувальні для загострювання різних різальних інструментів;
- 8) шліфувальні, призначені для досягнення високої чистоти оброблюваної поверхні – шліфувально-притиральні (які здійснюють хонінг-процес) і шліфувально-обробні (що здійснюють процес суперфінішу);
- 9) шліфувальні спеціального призначення (наприклад, шлицешліфувальні, копіювально-шліфувальні, для шліфування кульок тощо).

У сучасному машинобудуванні шліфування набуло значного застосування як при обробці металів, так і інших матеріалів. Ним широко користуються для виконання особливо точних операцій – доводки точних вимірювальних інструментів, загострювання різального інструмента, а також для грубих обдирних робіт. Різальними інструментами при шліфуванні є шліфувальні круги, яким залежно від конфігурації оброблюваного виробу надають різних форм.

Шліфування є основним і найбільш розповсюдженим методом обробки зовнішніх циліндричних поверхонь. Тонке шліфування здійснюється м'якими дрібнозернистими абразивними інструментами на круглошліфувальних (рис. 4.1), безцентрово-шліфувальних (рис.

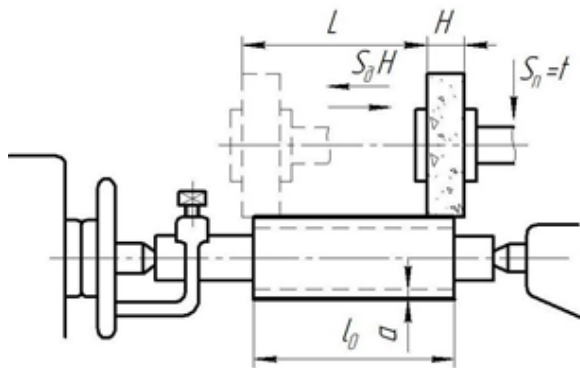


Рис. 4.1. Схема круглого шліфування
повздожньою подачею

4.2), плоскошліфувальних та внутрішньо-шліфувальних верстатах.

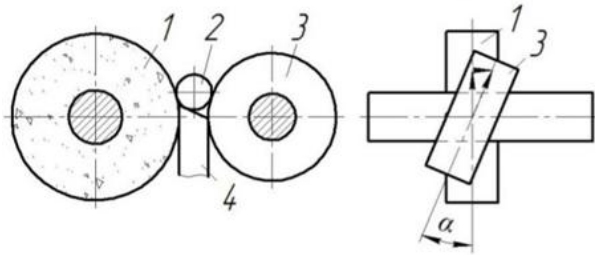


Рис. 4.2. Схема безцентрового шліфування

Якщо працюють за першим способом (рис. 4.3, а), виріб і шліфувальний круг обертаються в різні сторони. Крім обертального руху, шліфувальний круг виконує зворотно-поступальний рух вздовж осі оброблюваного отвору (поздовжня подача $S_{\text{позд}}$) і рух врізання на глибину різання (поперечна подача t), який проводиться в кінці кожного подвійного поздовжнього ходу. Поздовжні подачі беруть у межах від 0,25 до 0,8 ширини круга B на один оберт виробу. Виріб затискають у патроні (так само, як на токарному верстаті). Цей спосіб застосовується для оброблення невеликих виробів (загартовані кільця, отвори в інструментах тощо).

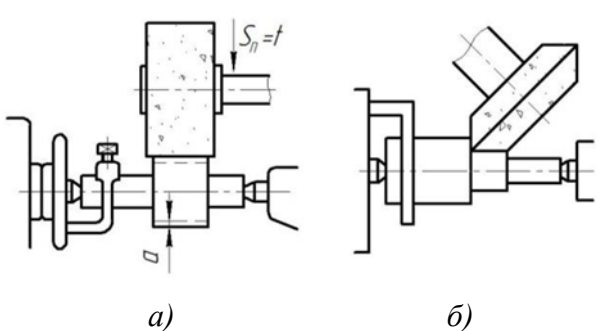


Рис. 4.3. Схема круглого шліфування з поперечною подачею (а);
схема шліфування шийки й уступу валу (б)

Для обробки отворів у дуже великих і важких виробах, які незручно і неможливо закріпити в патроні, застосовують другий спосіб (рис. 4.3, б).

При планетарному шліфуванні виріб на столі верстата лишається нерухомим. Шліфувальний круг здійснює обертальний рух навколо своєї вісі V_k , коловий рух навколо осі оброблюваного виробу V_b , зворотно-поступальний рух вздовж своєї осі (поздовжня подача $S_{позд}$), а також поперечну подачу t .

Діаметр шліфувального круга при внутрішньому шліфуванні беруть у межах 0,7-0,9 діаметра оброблюваного отвору (рис. 4.4). Звичайно застосовують круги малого діаметра, що обмежує швидкість різання, а також створює малу жорсткість шліфувального шпинделя. У зв'язку з цим поперечні подачі при внутрішньому шліфуванні беруть дуже малими: 0,005-0,02 мм/подв. хід при чорновій обробці і 0,002-0,01 мм/подв. хід при чистовій обробці.

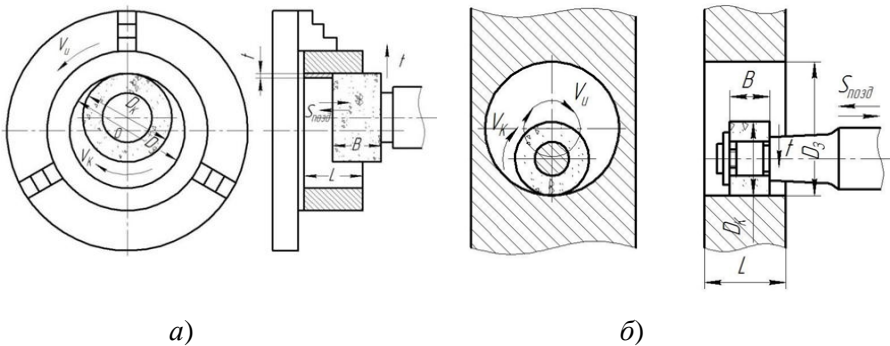


Рис. 4.4. Внутрішнє шліфування

Плоске шліфування (рис. 4.5) застосовують для обробки плоских поверхонь. Широкого застосування плоске шліфування набуло як чистова операція після фрезерування або стругання площин різних виробів з метою досягнення високої точності і чистоти оброблюваної поверхні. Плоске тонке шліфування часто замінює чистове стругання, чистове обпилювання і шабрування.

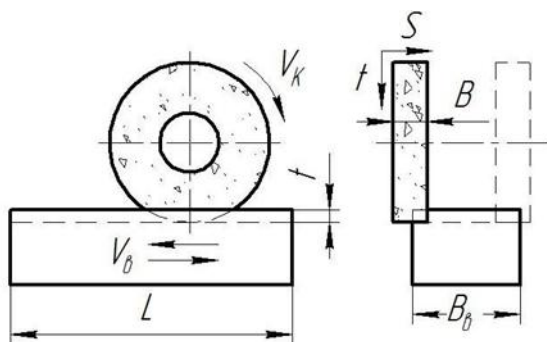


Рис. 4.5. Плоске шліфування за принципом поздовжньо-стругальних верстатів

Ці способи обробки можна здійснювати на плоскошліфувальних верстатах, які працюють за принципом поздовжньо-стругальних або карусельних верстатів. В обох випадках виріб закріплюють на столі верстата і разом з столом він дістає або прямолінійний зворотно-поступальний або обертальний рух, а круг, що має ширину більшу за ширину виробу, тільки обертається. Якщо ширина круга менша за ширину виробу, то шліфувальний круг ще переміщується у напрямі ширини виробу (поперечна подача S).

3.2 Характеристика шліфувальних кругів

Шліфувальний круг являє собою різальний інструмент, виготовлений з суміші дрібних зерен твердого шліфувального матеріалу і цементуючої речовини (зв'язки). При обертанні круга гострі грані зерен зрізують із заготовки тонку стружку.

Характеристику шліфувального круга визначають такі основні елементи:

1) якість шліфувального (абразивного) матеріалу; 2) величина зерен, тобто зернистість круга; 3) якість цементуючої речовини; 4) твердість круга; 5) структура круга.

Абразивні матеріали поділяються на природні і штучні. До природних абразивних матеріалів належать мінерали: кварц, наждак, корунд і алмаз.

До штучних шліфувальних матеріалів (абразивів) належать штучний корунд, карборунд і карбід бору.

Зернистість кругів визначається величиною зерен шліфувального матеріалу. Розмір зерен становить від 3,5 до 5000 мк і позначається номерами, що відповідають кількості отворів на 1 пог. дюйм сита, через яке просіюють зерна.

ГОСТом встановлюється такі номери зернистості: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 30, 36, 40, 46, 54, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150, 180, 220, 240, 280, 320, M28, M14, M10, M7, M5.

Цементуючі речовини. Шліфувальні зерна скріплюються між собою цементуючими речовинами (зв'язками). Найчастіше застосовуються керамічна, мінеральна і органічна зв'язки.

Твердість шліфувального круга визначається здатністю зв'язки утримувати зерна абразивного матеріалу від викришування під впливом зусиль, що виникають у процесі різання. Отже, твердість круга не залежить від твердості зерен абразивного матеріалу, а визначається міцністю зв'язуючої речовини.

Вибір твердості круга залежно від характеру роботи і якості оброблюваного матеріалу робить вирішальний вплив на продуктивність. Практика показує, що для досягнення високої точності шліфування і великої продуктивності слід вибирати більш м'які круги, враховуючи при цьому їх швидке спрацювання.

Обдирне шліфування слід провадити твердими кругами. При фасонному шліфуванні, де потрібно якомога довше зберегти профіль круга, також краще вибирати тверді круги.

Шкала твердості кругів приводиться нижче: Круг

Умовні позначення:

М'який	M1; M2; M3;
Середньом'який	CM1; CM2;
Середній	C1; C2
Середньотвердий	CT1; CT2; CT3
Твердий	T1; T2
Дуже твердий	BT1; BT2
Надзвичайно твердий	CT1; CT2

Структура круга. Під структурою круга розуміють співвідношення між об'ємами абразивного матеріалу, зв'язки і пор у

крузі. Чим ближче розміщені зерна одне до одного, тим щільніший круг, тим менша його пористість.

Шліфувальний інструмент має за структурою тринадцять номерів (0 - 12). За формою шліфувальні круги поділяють на: плоский прямий, конічний з двосторонньою конічною виточкою, диск, плоский нарощуваний, чашковий циліндричний, чашковий конічний, тарілчастий, для загострювання голок, для загострювання ножів косарок, спеціальну.

Суцільні шліфувальні круги під час роботи часто ламаються (особливо під час плоского шліфування), і тоді потрібно замінювати весь круг, що не є економічним. Тому для плоского торцевого шліфування застосовують круги, складені з окремих сегментів, які укріплюють у металевому корпусі.

Маркування круга. На кожному шліфувальному крузі ставлять марку, в якій зазначено характеристику круга: шліфувальний матеріал, зв'язка, зернистість, твердість, структура, форма і максимальна колова швидкість.

Наприклад, марка ЭБ60СМК5ПП150×50×65.30-35м/сек. означає: шліфувальний круг з електрокорунду білого, зернистістю 60, середньої м'якості, на керамічній зв'язці номер 5, форма плоска прямого профілю з зовнішнім діаметром 150 мм, шириною 50 мм, діаметром отвору 65 мм, максимальна колова швидкість обертання 30 – 35 м/сек.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Пояснення викладачем основних положень оброблення матеріалів на шліфувальних верстатах. Навчитися правильно обирати ріжучий елемент та матеріал різальної частини інструменту, та вибирати режими різання.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 5.1 Для чого служать шліфувальні верстати?
- 5.2 Який інструмент застосовують в процесі шліфування?
- 5.3 Назвіть основні методи шліфування.
- 5.4 Яким способом шліфують плоскі поверхні?

5.5 Яким способом шліфують зовнішні циліндричні поверхні?

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 5 ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

МЕТА РОБОТИ. Навчитися аналізувати технологічність конструкції деталі, а також правильно розробляти і подавати технологічну документацію на її виготовлення; вибирати раціональні технологічні процеси виготовлення деталей машин за критерієм точності; виробляти вибір типових (групових) технологічних процесів при розробці одиничних технологічних процесів виготовлення деталей

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись з:

- основними поняттями та положеннями в машинобудуванні: деталь, складальна одиниця, комплекс, комплект, агрегат;
- основними поняттями виробничого процесу

Підготувати:

- глосарій (технологічний процес, технологічна операція, технологічний перехід, робочий хід, допоміжний перехід, допоміжний хід, прийом, заготовка, позиція)

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Основні поняття виробничого процесу.

1.2.2 Типи виробництва

1.3 Рекомендована література

1. Аршинов В.А. Резание металлов и режущий инструмент / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. – М.: Машиностроение, 1975. – 440 с.

2. Грановский Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

Вивчити:

- види технологічних процесів;
- вихідна інформація для розробки технологічних процесів;
- етапи розробки технологічних процесів.

Ознайомитись:

- з технологічним процесом виготовлення валу.

Скласти звіт і захистити роботу. Звіт повинен містити: назву, короткі теоретичні відомості видів технологічного процесу, маршрутний технологічний процес конкретної деталі за індивідуальним завданням.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки до лабораторних робіт. Плакати, література та довідки.

2.2.2 Варіанти індивідуальних завдань до лабораторної роботи.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

На даний період в залежності від форми організації технологічного процесу (ТП) прийнято розрізняти три його види:

- одиничний;
- типовий;
- груповий.

Крім цього, технологічні процеси класифікують також залежно від засвоєності виробництва – на робочий і перспективний.

Робочим технологічним процесом називається процес виготовлення одного або декількох виробів відповідно до вимог прийнятої для даних умов виробництва технологічної документації.

Перспективним технологічним процесом називається технологічний процес, що розробляється як інформаційна основа для проектування робочих технологічних процесів при технічному і організаційному переозброєннях виробництва, що передбачають

застосування більш досконалих методів обробки, більш продуктивних і економічно ефективних засобів технологічного оснащення і зміну принципів організації виробництва.

Для цього він повинен базуватися на таких прогнозованих досягненнях науки і техніки, які здатні забезпечити істотне підвищення рівня технології виробництва та на цій основі випуск продукції, що відповідає за кількістю й якістю зростаючим потребам виробництва.

Вихідну інформацію для розробки технологічних процесів підрозділяють на базову, керівну і довідкову.

Базова інформація включає дані, що містяться в конструкторської документації на виріб, і програму його випуску.

Керівна інформація містить вимоги галузевих стандартів до ТП і методам управління ними; стандарти на оснащення та обладнання; документацію на діючі одиничні, типові і групові ТП; класифікатори техніко-економічної інформації; виробничих інструкцій; матеріали по вибору технологічних нормативів (режимів обробки, припусків, норм витрати матеріалів, норм часу і т.п.); документації з техніки безпеки і промислової санітарії.

Довідкова інформація включає в себе технологічну документацію досвідного виробництва; довідники, каталоги, описи прогресивних методів виготовлення; методичні рекомендації з управління ТП і т. ін.

Розроблюваний ТП повинен забезпечувати підвищення продуктивності праці і якості виробів, скорочення матеріальних і трудових витрат, зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище, реалізацію значень базових показників технологічності конструкції даного виробу. Одиничний ТП розробляється тільки на рівні підприємства і застосовується для виготовлення або ремонту одного конкретного предмету виробництва. Основою для нового ТП зазвичай служить наявний типовий або груповий ТП. Якщо він відсутній, то за основу беруть діючі одиничні ТП виготовлення аналогічних виробів. Даний процес повинен відповідати вимогам техніки безпеки і промислової санітарії за системою стандартів безпеки праці, інструкцій та інших нормативних матеріалів. У загальному випадку розробка одиничного ТП складається з етапів, наведених в таблиці 5. 1. Необхідність кожного етапу, склад завдань і

послідовність їх вирішення визначаються в залежності від видів і типу виробництва і готовності підприємства до освоєння ТП.

Таблиця 5.1

Маршрутний технологічний процес

№ операції	Назва операції та зміст	Тип обладнання	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент

Одним з найбільш прогресивних напрямків досягнення досконалості виробництва є типізація технологічних процесів.

Типізація повинна усувати різноманітність технологічних процесів обґрунтованим зведенням їх до обмеженої кількості типів.

Для обробки певної деталі можна скласти декілька варіантів технологічного процесу та використовувати різні методи обробки в залежності від розмірів виробничої програми та виробничих умов. Але, навіть при однакових виробничих умовах та програмі, технологічні процеси часто відрізняються один від іншого і поставленні задачі вирішуються по-різному залежно від старих прийомів та навичок технічного персоналу. До того ж існує безліч різних методів обробки деталей. Всі ці обставини й створюють труднощі та складності розробки технологічних процесів, які потребують значних витрат часу. Значно спростити та прискорити розробку технологічних процесів може типізація технологічних процесів, тобто створення типових процесів для певних груп деталей. Типізація технологічних процесів здійснюється з метою організації обробки: окремих поверхонь; окремих поверхонь та їх сполучень; окремих поверхонь та їх сполучень, які утворюють вироби з загальними конструктивними та технологічними ознаками; окремих поверхонь та їх сполучень, що утворюють вироби з загальними тільки технологічними ознаками.

Типізація технологічних рішень на рівні обробки окремих поверхонь дозволяє створити типові технологічні цикли для систем управління металорізальним обладнанням, спростити підготовку управляючих програм для верстатів з ЧПУ.

Типізація технологічних рішень на рівні обробки окремих поверхонь та їх сполучень дозволяє стандартизувати (формалізувати) технологічні операції та використовувати ЕОМ для розробки технологічного процесу, операцій та управляючих програм до верстатів з ЧПУ.

Типізація технологічних рішень для виробів із загальними конструктивно-технологічними ознаками дозволяє утворювати типові технологічні процеси та типові операції їх обробки.

Типізація технологічних рішень для виробів з загальними технологічними ознаками дозволяє утворювати групові технологічні процеси.

Типовий технологічний процес – це технологічний процес виготовлення групи виробів із загальними конструктивними та технологічними ознаками.

Груповий технологічний процес – це процес виготовлення групи виробів з різними конструктивними, але загальними технологічними ознаками.

Типова технологічна операція – це операція, що характеризується єдністю змісту та послідовністю технологічних переходів для груп виробів з загальними конструктивними та технологічними ознаками.

Групова технологічна операція – це операція спільного виготовлення груп виробів з різними конструктивними, але загальними технологічними ознаками.

Під групою розуміють сукупність виробів, яка характеризується спільністю обладнання та його налаштування для обробки заготовки в цілому або окремих її поверхонь.

Таким чином, типізація технологічних процесів ґрунтується на класифікації деталей та їх окремих поверхонь. Робота по типізації технологічних процесів починається з класифікації елементарних поверхонь та їх сполучень у виробі.

Ознаками класифікації елементарних поверхонь є: форма, розміри, точність, матеріал. Ознаками класифікації сполучень поверхонь є: конфігурація, взаємне розташування, точність, співвідношення розмірів між поверхнями, матеріал.

Уся різноманітність поверхонь деталей, що обробляють, представлена у виді сполучень основних та додаткових форм поверхонь. Основні форми поверхонь: циліндричні та конічні з радіусами та криволінійними профілями, поверхні неглибоких (до 1,5 мм) канавок, наприклад, для виходу шліфувального кола, та інші поверхні.

Основні форми поверхонь утворюються при зовнішній та торцевій обробці прохідним різцем, а при внутрішній обробці – розточеним різцем. Ці різці мають головний кут у плані $\varphi = 95^\circ$ та допоміжний кут у плані $\varphi_1 = 30^\circ$. Додаткові форми поверхонь: торцеві та кутові канавки для виходу шліфувального кола, прямокутні канавки на зовнішній та торцевій поверхнях, різьбові поверхні, жолоба під ремні та інші. Для утворення цих поверхонь потрібно застосовувати додатковий різальний інструмент.

Ознаками класифікації заготовок є конфігурація заготовок, її розміри, точність обробки, якість оброблюваних поверхонь і матеріал заготовки.

Крім вказаних ознак, які визначають характер і склад технологічного процесу, на побудову останнього впливають умови його здійснення. До таких умов належить об'єм виробничого завдання та розміри окремих партій оброблюваних заготовок.

Основним завданням класифікації є приведення всієї різноманітності заготовок до мінімальної кількості типів, для яких можна розроблювати типові технологічні процеси обробки у кількох варіантах.

Деталі машин поділяються на класи за ознаками схожості технологічних процесів. Під класом розуміють сукупність деталей, які характеризуються спільністю технологічних задач, що вирішуються в умовах визначеної конфігурації цих деталей.

Деталі машин можна поділити на наступні класи (таблиця 5. 2):

Таблиця 5.2

Класифікація деталей

Найменування класу	Клас	Найменування деталей
--------------------	------	----------------------

Циліндричні деталі обертання	Вали	Вали, валики, осі, штоки, цапфи, пальці, штифти і т.п.
	Втулки	Втулки, вкладиші, букси, гільзи і т.п.
Плоскі деталі обертання	Диски	Диски, кільця, маховики, шківни, фланці і т.п.
Багатоосьові деталі	Ексцентричні деталі	Колінчасті вали, ексцентрики і т.п.
Деталі обертання з осями, що перетинаються	Хрестовини	Хрестовини, арматура і т.п.
Важелі	Важелі	Важелі, шатуни, тяги, серги і т.п.
Корпусні деталі	Бабки	Корпуса редукторів, коробок швидкостей, коробок подач, шпіндельних бабок і т.п.
	Плити	Плити, рами, станини, столи, салазки, планки і т.п.
	Стійки	Стійки, кронштейни і т.п. Корпусні деталі
	Корпуси	Блоки циліндрів, корпуса дви- гунів, компресорів, циліндрів, парових та газових турбін, кранів, трійників, вентилів і т.п.
Інші класи	Зубчасті колеса	Одно – та багатівінцеві зубчасті колеса, вінці, зубчасті колеса- вали, колеса-диски і т.п.
	Фасонні кулачки	Кулачки і т.п.
	Ходові гвинти та черв'яки	Ходові гвинти, черв'яки і т.п.
	Дрібні кріпильні деталі	Гвинти, шурупи, гвинтики і т.п.

Деталі кожного класу поділяють на групи, підгрупи та типи в залежності з найбільш характерними відмінними особливостями форми та розмірів, і отримують таким чином сукупності деталей все більш близьких поміж собою і все більш подібних за технологічними ознаками, тобто таких, що є типовими. Для обробки таких типових деталей і складають типові технологічні процеси.

Під типовою деталлю розуміють сукупність деталей, що мають однаковий план операцій, які здійснюються в основному однаковими методами з використанням однорідного обладнання, пристосувань, інструментів. Такі деталі, що мають спільні конструктивні та технологічні ознаки, у серійному виробництві при організації роботи за принципом потоку обробляють на одній верстатній лінії з обладнанням, розташованим за типовим технологічним маршрутом. Усі деталі на такій лінії обробляють партіями.

Після обробки партії деталей одного найменування пропускають наступну партію деталей іншого найменування і так далі. Для таких ліній треба підбирати деталі, обробка яких зовсім не потребує переналагоджування лінії або переналадки, нескладні й нетрудомісткі.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ ТА СКЛАДАННЯ ЗВІТУ

Після пояснення викладачем основних положень складання технологічного процесу валу, навчитися правильному написанню технологічного процесу його виготовлення.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 5.1 Що таке технологічний процес?
- 5.2 Скільки буває форм організації технологічного процесу?
- 5.3 Як класифікують технологічні процеси залежно від засвоюваності виробництва?

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 6

РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ТОЧІННІ

МЕТА РОБОТИ. Вивчити методику розрахунку режиму різання при точінні аналітичним способом.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

– з критеріями обґрунтування найвигіднішого режиму різання при точінні;

Підготувати:

– глосарій (глибина різання, подача, швидкість різання (частота обертання)).

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Роботи, які виконують на токарних верстатах

1.2.2 Критерії вибору оптимальних режимів різання для токарного оброблення.

1.3 Рекомендована література

1. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. – 4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. М.: Машиностроение, 1974. – Части 1-3.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

Вивчити:

– методику визначення режимів різання при токарній обробці;
– дати визначення глибини різання, подачі, швидкості різання та частоти обертання шпинделя:

Виконати: розрахунок режимів різання аналітичним способом.

Скласти звіт і захистити роботу. Звіт повинен містити: назву, визначення режимів різання, розрахунок режимів різання при точінні аналітичним способом.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки до лабораторних робіт.

2.2.2 Навчальна та довідкова література.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Обробка заготовки точінням здійснюється при комбінації двох рухів: рівномірного обертового руху деталі – руху різання (або головного руху) і рівномірного поступального руху різця уздовж або поперек осі деталі – рух подачі. До елементів режиму різання відносяться: глибина різання t , подача S , швидкість різання V .

Глибина різання t – величина шару матеріалу, що зрізується за один прохід, вимірюваний в напрямку, перпендикулярному обробленій поверхні, тобто перпендикулярному напрямку подачі. При чорновій обробці, як правило, глибину різання призначають рівною усьому припуску, тобто припуск зрізують за один прохід:

$$t = h = \frac{D-d}{2}, \text{ мм} \quad (1)$$

де h – припуск, мм;

D – діаметр заготовки, мм;

d – діаметр деталі, мм.

При чистовій обробці припуск залежить від вимог точності і шорсткості обробленої поверхні.

Подача S – величина переміщення ріжучої кромки інструмента щодо обробленої поверхні в напрямку подачі за одиницю часу (хвилинна подача S_m) або за один оберт заготовки. При чорновій обробці призначають максимально можливу подачу, виходячи із жорсткості і міцності системи СПД, міцності пластинки, потужності привода верстату; при чистовій обробці – залежно від необхідного ступеня точності і шорсткості обробленої поверхні.

Швидкість різання V – величина переміщення точки ріжучої кромки інструмента щодо поверхні різання в напрямку руху різання за одиницю часу. Швидкість різання залежить від ріжучих властивостей інструменту та може бути визначена при точінні по таблицях нормативів або по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (2)$$

де C_v – коефіцієнт, що враховує умови обробки; m , x , v – показники ступеню; T – період стійкості інструмента; t – глибина різання, мм; S – подача, мм/об; K_v – узагальнений поправочний коефіцієнт, що враховує зміни умов обробки стосовно табличних:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{rv}, \quad (3)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки; K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки; K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту; $K_{\varphi v}$ – коефіцієнт, що враховує головний кут у плані різця; K_{rv} – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця – враховується для різців зі швидкорізальної сталі.

При налагоджуванні верстата необхідно встановити частоту обертання шпинделя, що забезпечує розрахункову швидкість різання:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \text{ об/хв.} \quad (4)$$

Основний технологічний (машинний) час – час, протягом якого відбувається зняття стружки без особистої участі робітника:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \text{ хв.} \quad (5)$$

де L – шлях інструмента у напрямку робочої подачі, мм;
 i – кількість проходів.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6)$$

де l – розмір оброблюваної поверхні у напрямку подачі;
 y – величина врізання, мм;
 Δ – величина перебігу, мм, $\Delta = 1 \dots 2$ мм.

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi, \quad (7)$$

де t – глибина різання; φ – головний кут у плані різця.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ ТА СКЛАДАННЯ ЗВІТУ

Після пояснення викладачем процесу розрахунку режимів різання при точінні виконати розрахунок режимів різання аналітичним способом (за емпіричною формулою) для обробки на токарно-гвинторізному верстаті 16К20.

Заготовка: сталь 12Х18Н19Т, 180НВ, Ra = 1,6 мкм; $D = 52$ мм, $d = 50,9$ мм, $l = 400$ м.

Порядок виконання роботи та оформлення звіту:

1. Користуючись інструкцією й довідковою літературою, вивчити методику визначення режиму різання.
2. Виконати ескіз обробки.
3. Вибрати різальний інструмент.
4. Призначити глибину різання.
5. Визначити подачу.
6. Розрахувати швидкість різання.
7. Визначити частоту обертання шпинделя та скорегувати згідно паспорту верстата.
8. Визначити дійсну швидкість різання.
9. Розрахувати основний технологічний час.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 5.1 Що таке глибина різання?
- 5.2 Що таке швидкість різання?
- 5.3 Що таке подача?
- 5.4 Що таке K_{mv} ?
- 5.5 Що таке K_{nv} ?

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 7

РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ

МЕТА РОБОТИ. Вивчити методику призначення режиму різання при фрезеруванні по таблицях нормативів. Ознайомитися й придбати навички роботи з нормативами.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

– з критеріями обґрунтування режиму різання при фрезеруванні;

Підготувати:

– глосарій (глибина різання, ширина фрезерування, подача, швидкість різання, частота обертання шпинделя, хвилинна подача, основний технологічний час).

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Роботи, які виконують на фрезерних верстатах.

1.2.2 Критерії вибору оптимальних режимів різання при фрезеруванні.

1.3 Рекомендована література

1. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. – 4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. М.: Машиностроение, 1974. – Части 1-3.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

Вивчити:

– методику визначення режимів різання при фрезеруванні за таблицями нормативів;

– дати визначення всіх елементів режимів різання при фрезеруванні:

Виконати: розрахунок режимів різання за таблицями нормативів.

Скласти звіт і захистити роботу. Звіт повинен містити: назву, мету, визначення режимів різання, розрахунок режимів різання.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки до лабораторних робіт.

2.2.2 Навчальна та довідкова література.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Фрезерування – один із самих продуктивних методів обробки. Головний рух (рух різання) при фрезеруванні – обертальний; його робить фреза, рух подачі звичайно прямолінійний. Фрезеруванням можна одержати деталь точністю до 6-12 квалітету шорсткістю до $Ra = 0,8$ мкм. Фрезерування здійснюється за допомогою багатозубого інструмента – фрези.

Фрези за видом розрізняють: циліндричні, торцеві, дискові, прорізні й відрізні, кінцеві, фасонні; за конструкцією – цільні, складові й збірні.

При торцевому фрезеруванні (обробка торцевою фрезою) діаметр фрези D повинен бути більше ширини фрезерування B , тобто $D = (1,25...1,5)B$.

Для забезпечення продуктивних режимів роботи необхідно застосовувати змішену схему фрезерування (є симетрична схема), для чого вісь заготовки зміщується щодо осі фрези.

При циліндричному фрезеруванні розрізняють зустрічне фрезерування, коли вектор швидкості (напрямок обертання фрези) спрямований назустріч напрямку подачі; і попутне фрезерування, коли вектор швидкості й напрямок подачі спрямовані в одну сторону. Зустрічне фрезерування застосовують для чорнової обробки заготовок з ливарною кіркою, з більшими припусками. Попутне фрезерування застосовують для чистової обробки нежорстких, попередньо оброблених заготовок із незначними припусками.

Глибина різання (фрезерування) t у всіх видах фрезерування, за винятком торцевого фрезерування й фрезерування шпонок, являє собою розмір шару заготовки, що зрізується при фрезеруванні, вимірюваний перпендикулярно осі фрези. При торцевому

фрезеруванні й фрезеруванні шпонок шпонковими фрезами – вимірюють у напрямку, паралельному осі фрези.

При фрезеруванні розрізняють подачу на один зуб S_z , подачу на один оберт фрези S і хвилинну подачу S_M , мм/хв., які перебувають у наступному співвідношенні:

$$S_M = S \cdot n = S_z \cdot z \cdot n, \quad (8)$$

де n – частота обертання фрези, об/хв.; z – число зубів фрези.

При чорновому фрезеруванні призначають подачу на зуб; при чистовому фрезеруванні – подачу на один оберт фрези.

Швидкість різання – окружна швидкість фрези, визначається ріжучими властивостями інструмента. Її можна розрахувати по емпіричній формулі (2), (3).

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ ТА СКЛАДАННЯ ЗВІТУ

Після пояснення викладачем процесу розрахунку режимів різання при фрезеруванні, виконати розрахунок режимів різання аналітичним способом (за емпіричною формулою) для обробки на фрезерному верстаті.

Вид заготовки та її характеристика: сірий чавун СЧ30, НВ200, $B = 100$ мм; $l = 600$ мм; $h = 600$, мм.

Вид обробки та параметр шорсткості, мкм: торцеве фрезерування, $Ra = 12,5$. Модель верстату – 6P12.

Виконати розрахунок та оформити звіт.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 5.1 Що таке глибина різання?
- 5.2 Що таке швидкість різання?
- 5.3 Що таке подача?
- 5.4 Що таке K_{mv} ?
- 5.5 Що таке K_{nv} ?

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ВИБІР ШЛІФУВАЛЬНОГО КРУГА

МЕТА РОБОТИ. Вивчити основні параметри, які характеризують ріжучий абразивний інструмент (абразивний матеріал, зернистість, зв'язка та твердість круга, структура, форма і т. ін.).

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Вивчити:

– характеристики абразивного інструменту: форма, профіль, розміри, матеріал абразиву, зернистість, матеріал зв'язки, твердість, структура, допустима колова швидкість.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Форми профілю шліфувальних кругів.

1.2.2 Абразивні матеріали: природні та синтетичні.

1.2.3 Зв'язки абразивних інструментів: неорганічні, органічні, металеві. Структура абразивного інструменту

1.2.4 Встановлення, зношування, правка та балансування шліфувальних кругів.

1.3 Рекомендована література

1. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. – 4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

Вивчити:

– основні параметри, які характеризують ріжучий абразивний інструмент;

– область впливу складових абразивного інструменту на елементи режиму обробки та якість поверхні;

Виконати: обґрунтований вибір параметрів (елементів характеристики) абразивного інструменту

Скласти звіт і захистити роботу. Звіт повинен містити: назву, мету, визначення параметрів абразивного інструменту.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки до лабораторних робіт.

2.2.2 Набір абразивних матеріалів, мікроскоп МБС-2, шліфувальні круги, хонінгувальні бруски, шліфувальний папір.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Абразивна й алмазна обробка завойовує все нові позиції в різних галузях промисловості, і вже не є лише способом отримання необхідного класу чистоти поверхні деталей, а стає одним з найпродуктивніших методів обробки різноманітних металів, успішно замінюючи операції, що виконуються на металорізальних верстатах. Це обумовлюється все зростаючими вимогами до чистоти, точності і взаємозамінності деталей, а також розширенням області використання високоміцних і важкооброблюваних металів, сплавів і матеріалів. Широке вживання нових методів формоутворення (лиття під тиском, лиття за витоплюваними моделями, штампування, видавлювання, формоутворення вибухом та ін.) дозволяє наблизити розміри заготовок до розмірів готових виробів. При цьому заготовки, минувши операції точіння, стругання або фрезерування, поступають безпосередньо на абразивну обробку.

Абразивна обробка у ряді випадків застосовується як єдино можливий метод обробки, наприклад, тонке шліфування і полірування листової сталі, у тому числі нержавіючої, шліфування, полірування і розрізання тонкостінних труб з нержавіючої сталі, зачистка зварних швів, отримання деталей із шорсткістю поверхні до 0,020-0,008, абразивна пневмо- і гідрообробка мініатюрних деталей вільним

зерном, обробка деяких криволінійних поверхонь і т.п. Прогрес технології шліфування дозволяє вирішувати проблему створення автоматичних ліній, на яких вся обробка заготовок до необхідної геометричної точності і шорсткості поверхні проводиться абразивними і алмазними інструментами. Величезне значення при обробці твердих сплавів і різноманітних зносостійких матеріалів, а також дерева, пластмас, скла, каменя й інших матеріалів мають алмазні інструменти в поєднанні з абразивними.

Абразивний інструмент має маркування у вигляді умовних позначень характеристик, заводу-виробника, окружну максимальну швидкість та ін. Приклад маркування наведений нижче (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Маркування абразивного інструменту

Використання абразивних і алмазних інструментів дозволяє механізувати процеси обробки, у багато разів збільшити продуктивність і полегшити працю робітників. Парк верстатів, оснащених абразивними і алмазними інструментами, становить в даний час біля 20 % загального верстатного парку. В підшипниковій і у ряді інших галузей промисловості питома вага верстатів для абразивної обробки досягає 60 % і більше.

У таблиці 8.1 наведена розшифровка основних характеристик круга.

Таблиця 8.1
Розшифровка основних характеристик круга

Характеристика	Абразивний матеріал	Зернистість	Твердість	Структура	Зв'язка
Маркування	25А	40	СМ1	6	К

Абразивний матеріал:

Штучний електрокорунд нормальний – 13А, 14А.

Це матеріал високої міцності з широкою галуззю використання. Він містить 94,5-96,7 % Al_2O_3 , TiO_2 – 1,8-2,6 % і 1-2 % інших компонентів. Виготовляють шляхом плавки бокситів.

Штучний електрокорунд білий – 24А, 25А.

Містить Al_2O_3 – 99,4-99,7 %, при незначній наявності інших оксидів (Fe_2O_3 , CaO , SiO_2). Чистий матеріал використовується в основному для кругів з керамічною зв'язкою. Виготовляють шляхом плавки дуже чистого глинозему.

Карбід кремнію чорний – 53С, 54С.

SiC складає 96-99 %. Карбід кремнію чорний виготовляють шляхом відновлення двоокису кремнію в печах опору. Карбід кремнію чорний широко використовується для шліфування неметалевих матеріалів.

Карбід кремнію зелений – 63С, 64С.

Карбід кремнію зелений подібний карбиду кремнію чорному, але з більш високою чистотою. Область використання карбиду кремнію зеленого також, в основному, для кругів з середньою і малою зернистістю.

Карбід кремнію завдяки високій твердості і ріжучій здатності застосовується для виробництва абразивних інструментів і для вільного шліфування. Він використовується для шліфування чавуну, твердих сплавів, кольорових металів, каменя, скла. Вибір застосування абразивного матеріалу наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

Вибір абразивного матеріалу залежно від оброблюваного матеріалу і виконуваної операції

Характеристика оброблюваного матеріалу і виконуваної операції	Марка абразивного матеріалу						
	13А	4А	24А	5А	53С	4С	3С

Обробка матеріалів з високим опором розриву. Це – обдирання сталевих виливків, поковок, прокату, сталистих високоміцних і вибілених чавунів, ковкого чавуну, напівчистова обробка різних деталей машин з вуглецевих і легованих сталей в незагартованому і за гартваному стані, марганцевистої бронзи								
Обробка загартованих деталей з вуглецевих, швидкоріжучих і нержавіючих сталей, хромованих і нітрованих поверхонь								
Обробка тонких деталей і інструментів, коли відведення тепла, що утворюється при шліфуванні, ускладнено (штампи, зуби, шестерні, різьбовий інструмент, тонкі ножі, леза, сталеві різці, свердла і т.п.)								
Обробка деталей (плоске внутрішнє і профільне шліфування) з великою площею контакту між кругом і оброблюваною деталлю, що супроводжується великим теплоутворенням. Обробне шліфування (хонінгування, суперфінішування і т.д.)								
Обробка твердих матеріалів з низьким опором розриву (чавун, бронзові і латунні виливки, тверді сплави, коштовні камені, скло, мармур, твердий каучук і т.п.), а також дуже в'язких матеріалів (жароміцних сталей, сплавів, міді)								

Зернистість. Зернистість абразивного матеріалу – це показник, що визначає вміст і розмір даного шліфувального матеріалу. В Росії позначення зернистості і їх склад визначено ГОСТ 3647-71.

Визначальною характеристикою зернистості є її основна фракція. Розмір основної фракції зерна визначається розмірами комірок двох сіток; через першу з яких всі зерна основної фракції проходять і затримуються на другій.

За зернистість приймається номінальний розмір сторони комірки в світлі сітки, на якій затримується зерно. Наприклад, для основної фракції розміром 500-400 мкм зернистість буде 40.

Таблиця 8.3

Порівняння маркування розміру зерна залежно від стандарту

Шліфзерно				Порошки			
ГОСТ	FЕРА	ГОСТ	FЕРА	ГОСТ	FЕРА	ГОСТ	FЕРА
200	F10	50	F36	12	F100	6	F180
160	F12	40	F40	10	F120	5	F220
160	F14	40/32	F46	8	F150		
125	F16	32	F54	Мікропорошки			
100	F20	25	F60	M63	F230	M40	F360
80	F22	20	F70	M63/M50	F240	M28	F400
80/63	F24	20/16	F80	M50	F280	M20	F500
63	F30	16	F90	M50/M40	F320	M14	F600

Вибір зернистості круга виконують у відповідності з табл. 8.4.

Твердість. Поняття твердості абразивних інструментів за значенням не співпадає з аналогічним поняттям, що визначає властивості металу інших твердих тіл. Твердість абразивного інструменту характеризує міцність утримання зерна в зв'язці круга. Тому із зерен найтвердішого абразивного матеріалу можна виготовити м'які абразивні інструменти і, навпаки, з абразивного матеріалу малої твердості можна виготовити тверді інструменти. М'якими абразивними інструментами, на відміну від твердих, називають такі, з яких абразивні зерна легко викришуються.

Таблиця 8.4

Зернистість круга залежно від виду обробки

Зернистість	Вид обробки
200-80	Обдирні операції з великою глибиною різання, зачистка заготовок, відливок. Обробка матеріалів, які викликають засалювання поверхні круга (латунь, мідь,
80-50	Плоске шліфування торцем круга, заточування різців, правка абразивного інструменту, відрізка

63-25	Попереднє і комбіноване шліфування, заточування ріжучого інструменту
40-5	Плоске шліфування
32-16	Чистове шліфування, обробка профільних поверхонь, заточування дрібного інструменту, шліфування крихких
12-6	Фінішне шліфування, доведення твердих сплавів, доведення ріжучого інструменту, сталевих заготовок, заточування тонких лез, попереднє хонінгування

Вибір твердості круга виконують у відповідності з табл. 8.5. Отримання абразивних інструментів необхідної твердості досягається відповідною технологією їх виготовлення, що встановлює співвідношення між шліфувальним зерном і зв'язкою, тиском при пресуванні, температурою і тривалістю термічної обробки.

Таблиця 8.5

Групи твердості абразивного круга

ЧТ	(V)	Надтвердий
ВТ	(Т)	Дуже твердий
Т1, Т2	(R, S)	Твердий
СТ1, СТ2	(O, P)	Середньотвердий
С1, С2	(M, N)	Середній
СМ1, СМ2	(K, L)	Середньом'який
М1, М2, М3	(H, I, J)	М'який
ВМ1, ВМ2	(F, G)	Дуже м'який

Вибір твердості круга виконують у відповідності з табл. 8.6. Отримання абразивних інструментів необхідної твердості досягається відповідною технологією їх виготовлення, що встановлює співвідношення шліфзерна і зв'язки з тиском при пресуванні, температурою і тривалістю термічної обробки.

Таблиця 8.6

Твердість круга залежно від виду обробки

Твердість	Вид обробки
ВТ-ЧТ	Правка абразивного інструменту, обдирні операції, шліфування кульок для підшипників

СТ2-Т2	Обдирні операції, кругле зовнішнє шліфування, безцентрове шліфування, відрізання, прорізання канавок, шліфування переривчастих поверхонь, профілю
С2-СТ2	Попереднє кругле зовнішнє і безцентрове шліфування сталей, ковкого чавуну. Профільне шліфування, обробка переривчастих поверхонь, хонінгування і різьбошліфування
С1-СТ1	Плоске шліфування сегментами і кільцевими кругами, різьбошліфування кругами на бакелітовій зв'язці
СМ1-С2	Чистове і комбіноване кругле, зовнішнє безцентрове і внутрішнє шліфування сталі, плоске шліфування, різьбошліфування, заточування ріжучих інструментів
М3-СМ2	Заточування і доведення ріжучого інструменту, оснащеного твердим сплавом, шліфування важкооброблюваних спеціальних сплавів, полірування

Структура

Під структурою прийнято розуміти співвідношення шліф-матеріалу, зв'язки і пор в крузі. На практиці ж показник структури жорстко пов'язують з об'ємним вмістом зерна в крузі (таблиця 8.7).

На наш погляд структуру круга треба враховувати, оскільки на операціях загального шліфування (не обдирних і не полірувальних) поєднання твердості і структури визначають експлуатаційні показники круга. Основне правило: щільна структура (0-4) – мале знімання металу в одиницю часу, засалювання, але висока стійкість круга; відкрита структура (8-12) – великий об'єм, самозаточування, але підвищений знос.

Розрізняють таку структуру круга: 0, 1, 2, 3, 4 – закрита, 5, 6, 7 – середня, 8, 9, 10 – відкрита, 11, 12 – високопориста.

Таблиця 8.7

Вміст зерна відповідно до структури круга

Вміст зерна, %	Структура												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	X												
58		X											
56			X										
54				X									
52					X								

50						X								
48							X							
46								X						
44									X					
42										X				
40											X			
38												X		
36														X

Вибір структури круга виконують у відповідності з таблицею 8.8.

Таблиця 8.8

Структура круга залежно від виду обробки

Вид обробки	Номер структури					
	1-3	3-4	5-6	7-9	8-10	11-12
Чистова обробка твердих і крихких матеріалів при великому тиску	X					
Шліфування фасонних поверхонь при необхідності зберегти профіль круга, шліфування при великих, а також змінних навантаженнях, відрізки		X				
Кругле зовнішнє шліфування, безцентрове шліфування, плоске шліфування периферією круга і заточування інструменту			X			
Плоске шліфування торцем круга, внутрішнє шліфування				X		
Шліфування і заточування інструменту					X	
Різьбошліфування дрібнозернистими кругами						X

Зв'язка. Вид зв'язки абразивного інструменту має велике значення для його міцності і режиму роботи. У виробництві абразивних інструментів застосовуються два види зв'язок: неорганічні (мінерального походження) і органічні. До органічних зв'язок відносяться бакелітова, вулканітова, гліфталева, епоксидна та ін.

Неорганічні (керамічні) зв'язки частіше за все є багатокомпонентними сумішами, складеними в певних пропорціях з подрібнених сирих матеріалів: вогнетривкої глини, польового шпату, борного скла, тальку і ряду інших матеріалів. З метою підвищення пластичності і формоутворення

в абразивно-керамічні маси додають клеєві речовини: рідке скло, декстрин та ін.

Керамічні зв'язки мають високу вогнестійкість, водостійкість, хімічну стійкість і відносно високу міцність. Залежно від поведінки в процесі термічної обробки вони поділяються на плавкі (склоподібні) і спечені (фарфороподібні). Плавкі зв'язки після охолодження перетворюються на скло, спечені розплавляються тільки частково і за своїм складом і станом близькі до фарфору.

Абразивний інструмент на керамічній зв'язці в даний час має дещо більше використання, ніж інструмент на органічній зв'язці, хоча технологія його виготовлення складніша і відрізняється більш тривалим циклом в порівнянні з технологією виготовлення інструменту на інших зв'язках. Недоліком керамічної зв'язки є її висока крихкість, внаслідок чого круги на цій зв'язці не можуть використовуватися при ударних навантаженнях (обдирне і силове шліфування). Відносно низька межа міцності при вигині обмежує використання таких кругів для відрізних робіт, оскільки вони тонкі (менше 3 мм) і можуть легко руйнуватися від бічного навантаження.

Вибір зв'язки круга виконують у відповідності з таблицею 8.9.

4 РЕКОМЕНДАЦІ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ ТА СКЛАДАННЯ ЗВІТУ

Після пояснення викладачем процесу вибору параметрів (елементів, характеристик) абразивного інструменту, виконати обґрунтований вибір параметрів абразивного інструменту та скласти звіт по роботі.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 5.1 Суть і призначення обробки шліфуванням.
- 5.2 Схеми круглого і плоского шліфування.
- 5.3 Характеристика шліфувального круга.
- 5.4 Види шліфувальних кругів
- 5.5 Призначення шліфувальних кругів

Таблиця 8.9

Зв'язка круга залежно від виду обробки

Позначення		Зв'язки	Вид обробки
К	(V)	Керамічна	Інструмент на керамічній зв'язці застосовують для всіх видів шліфування, окрім обдирання (через крихкість зв'язки), розрі-

			зання і прорізки вузьких пазів, плоского шліфування сегментними кругами, шліфування жолобів кілець шарикопідшипників
Б	(В)	Бакелітова	Інструмент на бакелітовій зв'язці застосовують для грубих обдирних робіт, виконуваних вручну і на підвісних верстатах, плоскому шліфуванні торцем круга, відрізу і прорізці пазів, заточуванні інструментів. при обробці тонких виробів, де небезпечний припік. Недолік бакелітової зв'язки - невисока стійкість до лужних рідин. Бакелітова зв'язка надає поліруючу дію
БУ	(ВF)	Бакелітова із зміцнюючими елементами	
Б4	(В4)	Бакелітова з графітним наповнювачем	

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 9

ПРИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ СВЕРДЛІННІ, ЗЕНКЕРУВАННІ ТА РОЗГОРТАННІ

МЕТА РОБОТИ. Вивчити методику призначення режимів різання по таблицях нормативів. Ознайомитися й придбати навички роботи з нормативами.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

– роботами, які виконуються на свердлильних та розточувальних верстатах;

Підготувати:

– глосарій (свердління, зенкерування, розгортання, глибина різання, подача, швидкість різання).

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Типи свердел. Конструкція зенкерів та розгортки.

1.2.2 Критерії вибору оптимальних режимів різання при свердлінні, зенкеруванні, розгортанні.

1.3 Рекомендована література

1. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. – 4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. М.: Машиностроение, 1974. – Части 1-3.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

Вивчити:

– методику визначення режимів різання при свердлінні, зенкеруванні, розгортанні по таблицях нормативів.

– дати визначення глибини різання, подачі, швидкості різання.

Ознайомитись та придбати навички роботи з нормативами

Виконати: розрахунок режиму різання по таблицях нормативів для обробки наскрізного отвору на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135.

Скласти звіт і захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки до лабораторних робіт.

2.2.2 Навчальна та довідкова література.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Найпоширеніший метод одержання отворів різанням – свердління.

Рух різання (головний рух) при свердлінні – обертовий, рух подачі – поступальний. У якості інструмента при свердлінні застосовуються свердла. Найпоширеніші з них – спіральні, призначені для свердління й розсвердлювання отворів, глибина яких не

перевищує 10 діаметрів свердла. Шорсткість поверхні після свердління $Ra = 12,5 \dots 6,3$ мкм, точність – по 11-14 квалітету. Градація діаметрів спіральних свердел повинна відповідати ГОСТ 885-64. Для одержання більш точних отворів (8-9 квалітет) із шорсткістю поверхні $Ra = 6,3 \dots 3,2$ мкм застосовують zenкерування. Виконавчі діаметри стандартних zenкерів відповідають ГОСТ 1677-75. Розгортання забезпечує виготовлення отворів підвищеної точності (5-7 квалітет) низької шорсткості до $Ra = 0,4$ мкм. Виконавчі розміри діаметрів розгорток із інструментальних сталей наведені в ГОСТ 11174-65, із пластинками з твердого сплаву – ГОСТ 1173-65.

Відмінною рисою призначення режиму різання при свердлінні є те, що глибина різання $t = D/2$, при розсвердлюванні, zenкеруванні й розгортанні. При розсвердлюванні отворів подача, рекомендована для свердління, може бути збільшена в 2 рази.

Порядок призначення інших елементів режиму різання аналогічний призначенню режимів різання при токарній обробці.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ ТА СКЛАДАННЯ ЗВІТУ

Після пояснення викладачем методики призначення режимів різання за таблицями нормативів, виконати розрахунок режиму різання по таблицях нормативів для обробки наскрізного отвору на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135.

Умови: Сталь 12ХН2, $\sigma_b = 800$ МПа. Діаметр отвору $D = 40$ мм, параметр шорсткості, мкм: 18Н7, $Ra = 1,6$. Довжина отвору $l = 50$ мм.

Порядок виконання роботи аналогічний розрахунку при токарній обробці.

5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

- 5.1 Що є головним рухом при свердлінні?
- 5.2 Які свердла є найпоширенішими?
- 5.3 Яка шорсткість поверхні після свердління?
- 5.4 Яка шорсткість поверхні після розгортання?
- 5.5 Що таке K_{mv} , K_{nv} ?

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 10

РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ НАРІЗАННІ ЗУБІВ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

МЕТА РОБОТИ. Вивчити методику розрахунку режиму різання при зубонарізанні. Придбати навички роботи з нормативами.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

- зі способами отримання зубчастих коліс;
- з методами нарізання зубців: копіювання, обкочування, фінішними методами обробки зубчастих коліс.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Верстати для нарізання зубців циліндричних та конічних коліс.

1.2.2 Критерії вибору оптимальних режимів різання при нарізання зубців зубчастих коліс.

1.3 Рекомендована література

1. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. – 4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. М.: Машиностроение, 1974. – Части 1-3.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

Вивчити:

– методику розрахунку режимів різання при зубонарізанні по таблицях нормативів.

Ознайомитись та придбати навички роботи з нормативами.

Виконати: розрахунок режиму різання по таблицях нормативів при зубонарізанні.

Скласти звіт і захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки до лабораторних робіт.

2.2.2 Навчальна та довідкова література.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Профіль зубів зубчастого колеса утворюється шляхом видалення матеріалу западини наступними способами обробки: фрезеруванням, струганням, довбанням, протягуванням, шевінгуванням і шліфуванням.

Розрізняють два методи нарізування зубів:

– копіювання – коли форма ріжучої кромки інструменту відповідає формі западини зубчастого колеса (дискові, пальцеві модульні фрези, зубодовбальні головки);

– обкатування – поверхня зуба виходить у результаті обробки інструментом, у якого ріжучі кромки являють собою профіль сполученої рейки або профіль зуба сполученого колеса й під час обробки інструмент із заготовкою утворюють сполучену зубчасту пару (черв'ячні фрези, довбяки, шевери та ін.).

Метод обкатування має наступні переваги в порівнянні з методом копіювання:

– тим самим інструментом даного модуля можна нарізати зубчасті колеса з будь-яким числом зубів;

– забезпечується більш висока точність і низька шорсткість поверхні зубів колеса, що нарізуються;

– досягається більш висока продуктивність обробки завдяки безперервності процесу й участі в роботі одночасно більшої кількості лез.

Дискова й пальцева модульні фрези являють собою фасонні фрези, профіль зуба яких повторює профіль западини колеса, що нарізуються. Обробка проводиться по методу копіювання. Пальцеві

модульні фрези застосовують для одержання шевронних і зубчастих коліс більшого модуля. Головним рухом (рухом різання) є обертання фрези навколо своєї осі. Рухом подачі є рух фрези уздовж осі заготовки.

При обробці черв'ячною фрезою (метод обкатування) рух різання – обертання фрези, рух подачі – поступальний рух фрези уздовж осі заготовки.

Зуборізальний довбляк виконаний у вигляді зубчастого циліндричного колеса й оснащений ріжучими кромками. Головний рух (рух різання) при зубодовбанні – зворотно-поступальний рух довбляка; рухів подачі два: рух обкатування по ділільних колах довбляка і колеса, що нарізується, та радіальне переміщення. Зубодовбання застосовують для нарізування зовнішніх і внутрішніх зубів прямих і косозубих колес.

Глибина різання при чорновому нарізанні зубів ($Ra = 12,5$ мкм), як правило, приймається рівній глибині западини $t = h = 2,2 \cdot m$, де m – модуль колеса, що нарізується, мм.

Звичайно чорнові черв'ячні фрези профілюються такими, щоб ними можна було нарізати зуби на повну глибину, але залишаючи припуск на остаточну обробку лише бічними сторонами зуба. Якщо потужності й жорсткості верстата недостатньо, припуск на чорнову обробку знімають за два проходи: перший прохід $h = 1,4m$, другий прохід – $h = 0,7m$. Чистову обробку у два проходи застосовують тільки при зубодовбанні циліндричних коліс дисковими довбляками з модулем 6 мм і вище при шорсткості вище $Ra = 1,6$ мкм.

Подачі вибирають із урахуванням якості й точності колеса, що нарізується, потужності верстата, модуля й числа зубів колеса, що нарізується.

Швидкість різання встановлюють залежно від ріжучих властивостей інструмента. Розмірів зуба, що нарізується, глибини різання, подачі й інших факторів по таблицях нормативів, або по емпіричній формулі (3).

Основний час при зубофрезеруванні черв'ячною фрезою:

$$T_0 = \frac{L \cdot z}{n \cdot S_0}, \text{ хв.} \quad (9)$$

де z – число зубів колеса, що нарізується;

n – частота обертання фрези, об/хв.;

S_0 – подача фрези за оберт заготовки, мм/об;

K – число заходів фрези.

При чистовій обробці застосовують однозахідну фрезу, при чорновій – багатозахідну. L – величина ходу фрези:

$$L = b + l_l, \quad (10)$$

де b – ширина вінця колеса, що нарізується, мм;

l_l – величина врізання й перебігу, мм.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ ТА СКЛАДАННЯ ЗВІТУ

Після пояснення викладачем методики призначення режимів різання при зубонарізанні, виконати розрахунок режиму різання для наступних умов: сталь 12ХН3А, 210 НВ. Вид обробки й шорсткість поверхні, мкм: остаточна (по суцільному металу) Ra = 3,2. Модуль – 3 мм; число зубів – 20; ширина вінця – 30; кут нахилу зубів – 0°. Число одночасно оброблюваних зубів – 6. Модель верстату – 53А50.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

5.1 Що таке глибина різання?

5.2 Що таке швидкість різання?

5.3 Що таке подача?

5.4 Що таке K_{mv} ?

5.5 Що таке K_{nv} ?

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

При виконанні підрозділу необхідно керуватися інформацією, що напрацьована на виробничій практиці, використовувати базові знання, а при відсутності конкретної інформації – навіть технічну фантазію. Приклад опису характеристики об'єкту наведено нижче.

Деталь «Вал» входить до складу кінематичного ланцюга механізму стрічкового транспортеру. Деталь розміщена в закритому корпусі й працює в умовах інтенсивного змащення при температурі 60-80 °С. Вал періодично навантажується незначним знакозмінним крутним моментом.

Виходячи з вищенаведеного, робимо висновок, що матеріалом для виготовлення даної деталі може бути конструкційна вуглецева якісна сталь, виготовлена за ГОСТ 1050-2005. Конструкторським документом передбачається сталь 45. Цей матеріал добре обробляється різанням і використовується для виготовлення

колінчастих і розподільних валів, шестерень, шпинделів та інших деталей, які вимагають підвищеної міцності.

Даний розділ являє собою вільний виклад теми у вигляді тексту, поділеного на абзаци, що містить інформацію про такі складові якісного аналізу технологічності:

- аналіз конструкції, геометрії й розмірів деталі з огляду на жорсткість і можливість призначення максимально продуктивних режимів різання та максимальної концентрації операцій;

- наявність у конструкції деталі стандартних та уніфікованих елементів і можливість їх виготовлення на стандартному обладнанні з мінімальною технологічною собівартістю (зубчасті, шліцьові, шпонкові, гвинтові поверхні (нарізки), канавки; фаски, тощо);

- можливість використання різних видів і способів виготовлення заготовок, виходячи з технічних вимог креслення й типу виробництва;

- відповідність фізико-хімічних і механічних властивостей матеріалу умовам ефективної обробки різанням, досягнення необхідної твердості та збереження форми й розташування поверхонь після термічної обробки;

- аналіз точності та якості поверхонь основних і допоміжних конструкторських баз із урахуванням економічної точності обробки;

- можливість виконання вимог до точності розташування основних поверхонь без додаткових витрат на механічну обробку й спеціальні пристрої;

- аналіз можливості поєднання технологічних, конструкторських і вимірювальних баз у процесі виготовлення й контролю деталі.

Класифікація ступінчастих валів

Найбільш поширені в машинобудуванні, у тому числі у верстатобудуванні, різноманітні ступінчасті вали середніх розмірів, серед яких мають перевагу гладкі. Більш ніж 85 % загальної кількості типорозмірів ступінчастих валів в машинобудуванні складають вали довжиною 150-1000 мм. Класифікація ступінчастих валів середніх розмірів, що використовується в машинобудуванні, наведена у таблиці КП 1.

Таблиця КП 1

Класифікація ступінчастих валів діаметром 30-80 мм,

довжиною 150-1000 мм

Тип	Група		
Найменування	Найменування	Позначення валів довжиною, мм	
		150-500	500-1000
Вал без центрального отвору	Вал без шліців та зубчастих коліс (гладкий вал)	1-1-1	1-11-1
	Вал зі шліцами	1-1-2	1-11-2
	Вал-шестерня без шліців	1-1-3	1-11-3
	Вал-шестерня циліндричний зі шліцами	1-1-4	1-11-4
	Вал-шестерня конічний зі шліцами	1-1-5	1-11-5
Вал з центральним отвором	Вал без шліців та зубчастих коліс	2-1-1	2-11-1
	Вал зі шліцами	2-1-2	2-11-2
	Вал-шестерня зі шліцами	2-1-3	-

Вибір заготовки. При виборі заготовки для проектування технологічного процесу механічної обробки заданої деталі, необхідно врахувати її призначення і конструкцію, технічні вимоги, що наведені в робочому кресленні, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення заготовки.

У курсовому проекті зазвичай розглядають два варіанти заготовки, які не викликають істотних змін у побудові й змісті процесу механічної обробки. У цьому випадку перевага надається заготовці, що характеризується кращим використанням металу й меншою вартістю витрат на підготовку до основної механічної обробки (підготовчі операції, попереднє обдирання заготовки та повернення коштів за металообробку і т. ін.). Якщо вид заготовки істотно змінює технологічний маршрут виготовлення деталі, остаточне рішення можна прийняти тільки після економічного обґрунтування з розрахунком собівартості заготовки і механічної обробки для кожного варіанта.

У даному розділі курсової роботи необхідно обґрунтувати спосіб формоутворення заготовки, установити її форму, розрахувати розміри й призначити точність їх виконання за відповідним нормативно-

технічним документом (НТД), а також розробити основний конструкторський документ (робоче креслення).

Обґрунтування способу формоутворення заготовки. Обґрунтування виду й способу формоутворення заготовки виконується у вигляді аналізу доцільності використання різних видів заготовок для механічної обробки заданої деталі. Аналіз ґрунтується на якісних показниках і остаточне рішення приймається без кількісної оцінки. Два приклади виконання цього підрозділу наведено нижче.

Приклад 1

Виходячи з вимог робочого креслення деталі, а вона має складну геометричну форму й виготовлена з ливарного алюмінієвого сплаву, єдиним видом заготовки може бути виливок. Аналізуючи можливі способи лиття, враховуємо, що першорядне значення має забезпечення необхідного параметра шорсткості й геометричної точності поверхонь, що не підлягають механічній обробці в наслідок своєї складності. Крім того, якість цих поверхонь визначає експлуатаційні властивості виробу.

Для виготовлення виливків складної конфігурації з будь-яких сплавів використовують спосіб лиття по моделях, що витоплюються. Цим способом одержують виливки масою до 10 кг із товщиною стінки до 0,5 мм, точністю розмірів 11-12-го квалітетів і параметром шорсткості поверхонь $Rz = 40-10$ мкм.

При даному способі використовують точні нерознімні форми, відтворені з разових витоплюваних моделей. Спосіб економічно доцільний при виробництві заготовок партіями понад 100 штук, але в цьому випадку визначальною є складна конфігурація деталі й вимоги до точності та якості поверхонь.

Альтернативним способом виробництва заготовки даної деталі є лиття під низьким тиском, у порівнянні з відомими способами виробництва виливків.

Цей спосіб має суттєві переваги, а саме:

– для лиття під низьким тиском можна використовувати ливарні форми різної конструкції;

– за рахунок повільного заповнення форми розплавом відбувається повне витіснення з неї газів, що виключає вибраковування виливок через газові раковини і пори;

– у процесі твердіння розплав перебуває під тиском, що підвищує його щільність і зменшує ймовірність виникнення у виливках зайвих міжфазових утворень, усадкових раковин і пор;

– досягається мінімальна витрата сплаву на елементи ливникової системи, що збільшує вихід придатного литва до 90 %;

– автоматизує весь цикл виготовлення виливок, у першу чергу складної і відповідальної операції заливання форми.

На підставі вищесказаного можна зробити висновок, що описані способи лиття практично рівнозначні, оскільки забезпечують необхідні параметри заготовки. Однак, надаємо перевагу виробу, який буде виготовлятися литтям по моделях, що витоплюються, оскільки цей спосіб забезпечує кращий коефіцієнт використання матеріалу, стабільно забезпечує високу якість поверхні, значною мірою механізований і автоматизований, тобто сприяє створенню більш комфортних умов праці робітника.

Приклад 2

Оскільки на робочому кресленні деталі не зазначений вид заготовки й відсутні вимоги до структури матеріалу, що забезпечуються виключно способом її виготовлення, розглянемо найбільш поширені в серійному виробництві види заготовок для валів, а саме: прокат і поковку.

Розміри заготовки з сортового прокату визначаються з урахуванням припуску на обробку ступеня валу найбільшого діаметра й припуску на обробку торців. Для номінального діаметра 46 мм і співвідношення довжини деталі до умовного діаметра (12), рекомендований діаметр гарячекатаного прокату звичайної точності становить 53 мм. З огляду на несиметричне розташування ступеня вала найбільшого діаметра по відношенню до торців деталі, заготовкою буде круглий гарячекатаний сталевий прокат за ГОСТ 2590 - 88 діаметром 52 мм, з точністю прокатки В. Довжина заготовки дорівнює 327 мм, з урахуванням припуску на обробку двох торців – 7 мм.

Оскільки перепади діаметрів ступенів вала перевищують 5 мм, то альтернативним варіантом заготовки для виробництва деталі може бути поковка, отримана гарячим об'ємним штампуванням. У цьому випадку форма заготовки значною мірою наближена до форми готової деталі, а її конфігурація й конструктивні елементи залежать від виду застосовуваного технологічного устаткування. Вважаємо, що для прийнятих умов виробництва заготовка буде формуватися в закритих штампах на кривошипних гарячештампвальних пресах.

Штамування на кривошипних пресах у 2-3 рази продуктивніше, ніж штампування на молотах, припуски й допуски зменшуються на 20-35 %, витрата металу знижується на 10-15 %. Заготовки для деталей типу стержня з потовщенням, кілець, втулок, деталей, що мають наскрізні й глухі отвори, доцільно виготовляти на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

Виливки застосовуються для виготовлення складних деталей, як дрібних, так і великогабаритних. Особливістю таких деталей є незначний обсяг механічної обробки в порівнянні зі складністю виготовлення й точністю просторового розташування більшої частини допоміжних поверхонь.

Найбільш універсальним методом є лиття в піщано-глиняні форми різної вологості й міцності (лиття в землю), однак виготовлення форм вимагає значних витрат часу. Так, ручне набивання одного кубічного метру формувальної суміші займає 1,5 – 2 години, а за допомогою пневматичного трамбування – 1 годину. Струшувальні машини прискорюють набивання в порівнянні з ручним у 15 разів, а пресування – в 20 разів.

Литтям у землю по металевих моделях при машинному формуванні одержують виливки масою до 10-15 т при найменшій товщині стінок 3-8 мм.

Лиття в оболонкові форми застосовують головним чином при виготовленні відповідальних фасонних виливків. При цьому одержують алюмінієві й сталеві виливки масою до 150 кг; мінімальна товщина стінок для алюмінієвих виливків – 1-1,5 мм, сталевих – 3-5 мм. Забезпечується точність виливки у межах 12-14-го квалітетів, параметр шорсткості поверхні $Rz = 40-10$ мкм. При автоматизації цього методу можна одержувати до 450 напівформ за годину.

Лиття в кокіль економічно доцільно при розмірі партії деталей не менш 300-500 шт. для дрібних виливків, і 30-50 шт. – для великих. Продуктивність способу – до 30 виливків на годину. Цим способом можна виготовляти виливки масою 0,25-7 т, що мають точність 13-15 квалітету й $Rz = 80-10$ мкм.

Лиття по моделях, що витоплюються, економічно доцільне для деталей складної конфігурації з будь-яких сплавів при партії понад 100 шт. Метод забезпечує виготовлення виливків масою до 50 кг із мінімальною товщиною стінок 0,5 мм; точністю 11-12-го квалітету, $Rz = 40-10$ мкм.

Лиття під тиском застосовується, в основному, для фасонних виливків із цинкових, алюмінієвих, магнієвих і латунних сплавів. Спосіб вважається доцільним, якщо партія становить понад 1000 деталей. Продуктивність методу – до 1000 деталей на годину. Можна виготовляти виливки масою до 100 кг із мінімальною товщиною стінок 0,5 мм; точність 11-12-го квалітету, Rz – не більше 20 мкм.

Відцентрове лиття може застосовуватися при виготовленні заготовок, які мають форму тіл обертання з концентрацією маси на периферії деталі. Продуктивність способу – до 15 виливків на годину. Маса виливків становить 0,01-3 т, мінімальна товщина стінок – 0,5 мм, точність – 13-15-го квалітет, $Rz = 160...40$ мкм.

Визначення розмірів заготовки

Якщо визначення розмірів заготовки з сортового прокату полягає в призначенні розміру перетину, точності прокатки за відповідним НТД і розрахунку довжини заготовки з урахуванням припусків на механічну обробку, то проектування інших видів заготовок вимагає виконання певного обсягу проектних процедур.

Методика проектування штампованої заготовки передбачає такі етапи:

- 1) встановлення форми штампування (поковки);
- 2) визначення розмірів заготовки з урахуванням припуску на обробку;
- 3) призначення граничних відхилень розмірів заготовки;

4) встановлення параметрів штампування, що визначають ковальські напуски (штампувальні уклони, радіуси заокруглень внутрішніх кутів і т. ін.)

Перший етап вимагає творчого підходу, оскільки форма заготовки може різною мірою наближатися до форми готової деталі (впливає на ефективність використання матеріалу і значною мірою на складність штампувального оснащення) і залежить від виду пресового обладнання, форми й розташування площини рознімання штампа. Варіант подання результатів даного етапу проектування заготовки наведений нижче.

Заготовкою для механічної обробки деталі буде поковка, виготовлена за допомогою гарячого об'ємного штампування. У цьому випадку форма заготовки значною мірою наближена до форми готової деталі в тій її частині, де перепади ступенів більше 5 мм. Вважаємо, що для умов серійного виробництва заготовка буде формуватися в закритих штампах із плоскою горизонтальною площиною рознімання на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП) і відповідати ступеню точності Т3.

Після встановлення форми заготовки визначаються ті поверхні деталі, які з урахуванням припуску на механічну обробку впливають на розміри заготовки. Виконання подальших етапів проектування відбувається з використанням нормативно-технічного документу (державного стандарту) на відповідний спосіб виготовлення заготовки, а саме:

- ГОСТ 7062–79 «Поковки з вуглецевої та легованої сталі, які виготовляються на пресах. Припуски й допуски»;
- ГОСТ 7505–89 «Поковки сталеві штамповані. Допуски, припуски й ковальські напуски»;
- ГОСТ 7829–70 «Поковки з вуглецевої та легованої сталі, які виготовляються куванням на молотах. Припуски й допуски».

Найбільш вживаним, через свою універсальність, є ГОСТ 7505–89. Тому методику визначення даних при проектуванні штампованої заготовки наводимо для цього НТД, з посиланням на відповідні таблиці.

Оформлення конструкторського документа на заготовку
Конструкторський документ на заготовку з сортового прокату не оформлюється, просто робиться позначка в основному написі робочого креслення такого виду:

Круг 25В ГОСТ 2590-88
40Х ДСТУ 7806:2015

Вочевидь, що в «чисельнику» наведено умовне позначення круглого прокату, який відповідає нормативному документу (ГОСТ 2590–88 «Прокат сталевий гарячекатаний круглий. Сортамент»), а в «знаменнику» – позначення матеріалу й НТД на технічні умови для виготовлення (ДСТУ 7806:2015 «Прокат з легованої конструкційної сталі. Технічні умови»).

Робочі кресленики штампованих заготовок й виливків виконуються за правилами машинобудівного креслення й повинні повністю відповідати вимогам ЄСКД. Єдине доповнення стосується креслення штампованих заготовок, оскільки на його оформлення є спеціальний НТД, а саме: на кресленні тонкою штрих-пунктирною із двома крапками лінією наноситься контур деталі, виконаний без дрібних елементів поверхонь. Також рекомендується вказувати площину рознімання штампа спеціальним знаком «х– · –х».

Робочий кресленик обов'язково повинен містити технічні вимоги до деталі. Обсяг вимог визначає розробник документу, але зміст і послідовність викладення регламентовані ЄСКД. Мінімальний обсяг технічних вимог на кресленнику заготовки такий:

- механічні властивості (твердість, якщо марка матеріалу допускає можливість її зміни за рахунок термічної обробки);
- вимоги до точності розмірів і відносного розташування поверхонь, що не позначені на зображенні деталі (текстом або посиланням на відповідний НТД);
- посилання на технічні умови, яким повинен відповідати даний вид заготовки.

Матеріали та способи отримання заготовок для ступінчастих валів

Вали, в основному, виготовляють з конструкційних та легованих сталей. Ці сталі повинні мати високу міцність, добру оброблюваність, малу чутливість до концентрації напруг, а для підвищення зносостійкості повинні підлягати термічній обробці. Таким вимогам найбільш повно відповідають конструкційні сталі: 35, 40, 45, 40X, 50X, 40Г2, азотовані 38ХМЮА і цементовані 12Х2Н4А, 12ХН3А та інші. Леговані сталі в порівнянні з конструкційними використовують не так часто через те, що вони більш дорогі, а також мають підвищену чутливість до концентрації напруг.

Продуктивність механічної обробки валів залежить від виду матеріалу, розмірів та конфігурації заготовки, а також характеру виробництва.

Заготовки отримують відрізанням від гарячекатаних або холоднокатаних прутків та відразу ж піддають механічній обробці. Заготовки такого типу використовують у дрібносерійному та одиничному виробництві, а також при виготовленні валів з невеликою кількістю ступенів і незначною різницею їх діаметрів. У виробництві з великою програмою випуску, а також при виготовленні валів більш складних за конфігурацією зі ступенями з великою різницею діаметрів заготовки доцільно отримувати методами пластичного деформування: куванням, штампуванням, періодичним прокатуванням, стисканням на ротаційно-кувальних машинах, електровисадкою. Ці методи дозволяють отримати заготовки за формою та розмірами найбільш близькими до готової деталі, що значно підвищує продуктивність механічної обробки, значно зменшує металомісткість.

Вибір способу отримання заготовки визначається з урахуванням техніко-економічної доцільності.

При механічній обробці валів на настроєних та автоматизованих верстатах пред'являються підвищені вимоги до точності заготовки. Для отримання таких заготовок використовують перспективний та високопродуктивний метод обробки ступінчастих валів – поперечно-гвинтова прокатка на тривалкових станах. Робота тривалкових станів легко піддається автоматизації, включаючи рух подачі заготовки, її нагрівання, прокатку, розрізання на мірні заготовки, охолодження прокату, укладання та упакування. Існує також метод радіального стискання. Отримані цим методом заготовки мають малі припуски,

високу точність ($\pm 0,02-0,2$ мм), та шорсткість поверхні $R_a = 0,63-0,32$ мкм.

Попередня обробка заготовок

У механічних цехах середнього та малого масштабу попередня обробка заготовок зазвичай відбувається в заготівельному відділенні, яке часто розташовується біля цехового складу заготовок та матеріалів. При наявності на заводі одного або декількох великих механічних цехів замість заготовчих відділень облаштовують самостійний заготовчий цех, яких обслуговує усі металообробні цехи заводу.

В заготовчому відділенні або цеху прокат у вигляді прутків піддають правці, обдирню, розрізанню, центруванню. Поковки та штамповки також проходять заготівельні операції: фрезерування та центрування торців, обдирання та попереднє розточування отворів.

Заготівельні операції для прутків зазвичай виконуються у такій послідовності: правка, безцентрове обдирання, розрізання; центрування (якщо пруток призначено для подальшої обробки на револьверному верстаті або автоматі, центрування прутка не виконують), контроль виконаних операцій.

Перед початком механічної обробки прутковий матеріал та заготовки для валів правлять у холодному стані. Заготовки у вигляді поковок та штамповок при значному їх діаметрі та довжині правлять у нагрітому стані під молотами.

Прутки і заготовки для валів можна правити на пресах – ручних гвинтових, ексцентрикових, гідравлічних, пневматичних та фрикційних. Перед правкою вали перевіряють у центрах. При цьому визначають місця, що підлягають правці. Після цього їх правлять на пресах за допомогою призм.

При великій кількості прутки та заготовки правлять на спеціальних правильних верстатах.

Для обдирки прутків використовують безцентрово-обдирні верстати, на яких можна проводити обдирання пруткового матеріалу діаметром від 15 до 80 мм, довжиною 7 м.

Прутки та вали розрізають на приводних ножівках, на пилах – дискових, стрічкових, фрикційних, електрофрикційних, та токарно-

відрізних верстатах (з одним або двома відрізними різцями), відрізних автоматах, що працюють тонким абразивним кругом (використовуються для розрізання загартованої сталі та труб). В механічних цехах розрізання інколи виконують на фрезерних верстатах прорізними фрезами. Прутковий матеріал можна розрізати також на пресах та ножицями, що використовується головним чином в заготівельних відділеннях ковальських цехів.

Крім вказаних вище способів прутки, труби і заготовки (штамповки, поковки, виливки) можна розрізати на звичайних токарних, горизонтально-фрезерних та стругальних верстатах. Всі ці способи менш продуктивні і використовуються не в спеціалізованих заготівельних цехах, відділеннях, а в невеличких механічних цехах. Розрізання на горизонтально-фрезерних верстатах відрізними фрезами використовується найбільш часто.

Центрові отвори у деталях типу валів є базою для ряду операцій: обточування, нарізання різьби, шліфування, нарізання шліців та інших, а також для правки і перевірки деталей, що виготовляються. При ремонтних роботах центровими отворами користуються, як базами для обточування зношених поверхонь або пошкоджених поверхонь шийок валів для правки, шліфування, контролю та при інших операціях.

При такому великому значенні центрових отворів центрування необхідно виконувати дуже ретельно: центрові отвори повинні бути правильно засвердленими і мати певні розміри, конусність їх повинна точно співпадати з конусністю центрів верстата. При недотриманні цих вимог центрові отвори швидко втрачають форму та розміри і ушкоджують центри верстата.

Центрування заготовок виконують на вертикально- та горизонтально-свердлильних, токарних та револьверних верстатах, а в серійному та масовому виробництвах – на спеціальних одно- або двобічних центрувальних верстатах, а також на фрезерно-центрувальних верстатах. Центрування заготовок, як правило, виконують спеціальними комбінованими центрувальними свердлами, а після термічної обробки валів центрувальні отвори виправляють на центрошліфувальних верстатах. Деякі моделі фрезерно-центрувальних верстатів дозволяють окрім фрезерування торців та

центрування отворів також обточувати крайні шийки валу з одного установу, що створює, таким чином, основні технологічні бази з мінімальними похибками. Більшість фрезерно-центрувальних верстатів можна вмонтовувати в автоматичну лінію. Двобічний фрезерно-центрувальний верстат має дві позиції для закріплення заготовки, на яких проводиться послідовно фрезерування та центрування. Фрезерно-центрувальні верстати барабанного типу одночасно фрезерують та центрують дві заготовки без знімання їх з верстату. Ці верстати продуктивні, але громіздкі і складні в налагодці. В існуючих автоматичних лініях використовують верстати для фрезерування торців і верстати для центрування.

Токарна обробка ступінчастих валів

Зовнішні поверхні ступінчастих валів обточують на токарних, токарно-копіювальних, горизонтальних багаторізцевих верстатах, на вертикальних одношпиндельних та багатшпиндельних автоматах, а також на верстатах з ЧПУ. Деталі встановлюють в центрах верстата або закріплюють у патроні чи на планшайбі. Заготовки коротких деталей, поковки, штамповки, виливки закріплюють у трьохкулачкових і менш часто – у чотирьохкулачкових патронах. Вали з відношенням довжини до діаметра більше 12 обточують з використанням рухомих та нерухомих люнетів.

Принцип концентрації операцій при токарній обробці здійснюється при обточуванні одночасно декількох поверхонь декількома інструментами на багаторізцевих верстатах. Такі верстати – напівавтомати широко використовуються у серійному та масовому виробництвах. Зазвичай на багаторізцевих верстатах є два супорти – передній та задній. Передній супорт призначений для поздовжнього обточування заготовок. Задній супорт призначений для підрізання торців, прорізання канавок, фасонного обточування. Кількість різців на багатомісцевих супортах може досягати 20. Багаторізцеві верстати з великою відстанню між центрами мають два передніх і два задніх супорти. Рухи супортів автоматизовані.

Ступінчасті вали обробляють на токарних гідрокіювальних напівавтоматах. Такі верстати легко вмонтовуються в автоматичні лінії. Обточують вали зазвичай одним різцем, який розташований у

верхньому супорті, що переміщується по копіру. Підрізні або канавкові різці розташовуються у нижньому супорті. Верстат налаштовують на розмір тільки по одній шийці вала, оскільки отримання інших розмірів забезпечується копіром та спостережною системою верстата. Обточувати вали на гідрокопіювальних верстатах можна за 1, 2, 3 та 4 проходи. Кожний прохід здійснюється по окремому копіру. Після кожного проходу супорт з різцем переміщується у початкове положення, а барабан, на якому встановлені всі копії, обертається у відповідне положення.

Сучасні токарно-копіювальні верстати на 50-100 % продуктивніші універсальних токарних, їх виготовляють в достатньо широкому діапазоні типорозмірів. На токарно-копіювальних верстатах сучасних моделей можна виконувати чорнову обробку багато-різцевим супортом, а чистове обточування – одно-різцевим копіювальним супортом, при чому, при закріпленні вала торцевим повідком, обробку можна робити з одного установа. Останні моделі деяких токарно-копіювальних верстатів мають декілька (до п'яти) копіювальних супортів, що рухаються незалежно один від одного.

Завдяки суміщенню в одній операції декількох переходів та використуванню багатоінструментальних наладок у серійному виробництві на токарно-револьверних верстатах здійснюють різноманітну багатоперехідну обробку валиків та втулок замість роздільного використання тих же переходів на токарних, свердлильних та інших верстатах.

На багатошпindelних вертикальних напівавтоматах безперервної дії при установці в центрах оброблюють деталі типу вал. На цих верстатах за одну установку заготовку обробляють тільки на одній позиції, при чому при обробці знаходиться одночасно декілька (за числом шпindelів мінус один) заготовок. Отже, декілька заготовок оброблюють якби одночасно на декількох одношпindelних автоматах, що налаштовані на одну й ту ж операцію. Багатошпindelні автомати безперервної (паралельної) дії призначені для обробки валів нескладної форми в центрах або патронах. На них обточують поверхні, розточують отвори, підрізають торці або здійснюють комбінацію цих переходів при попередній та заключній

обробці. Наладки напівавтоматів дозволяють здійснювати одно-, двох- та трициклову обробку заготовок.

В умовах серійного виробництва операції токарної обробки валів доцільно виконувати на верстатах з ЧПУ. Ці верстати забезпечують ефективне зняття стружки на чорнових та чистових переходах, допускають практично необмежену концентрацію в одному установі різних видів робіт. На верстатах з ЧПУ забезпечується максимальна автоматизація процесу обробки при мінімальному обсязі ручних робіт. Робочі та допоміжні рухи різального інструменту, зміна режимів різання, подача охолоджувальної рідини, зміна різальних інструментів та тому подібне виконується автоматично. Для скорочення часу зняття та установки верстати обладнують автоматичними патронами, механізують або автоматизують переміщення задньої бабки та пінолі. Для скорочення витрат часу на переналадку та підналадку на деяких верстатах можлива заміна інструменту без припинення автоматичного циклу. Суттєво скорочується також простій верстату, пов'язаний з замірами деталей, за рахунок використання вимірювальних щупів та введення корекцій у процес обробки.

Висока концентрація обробки на одному верстаті дозволяє довести до мінімуму число установів та переустановів заготовок, пов'язаних із участю робочого. Заготовки, деформація яких при зніманні великих припусків не виходить за межі, передбачені технічними вимогами до операції, необхідно обробляти, як правило, за один-два установи.

Заготовки для центрових робіт, що подаються на верстати з ЧПУ, повинні мати центрові отвори і хоча б один оброблений торець.

У серійному виробництві токарні верстати з ЧПУ можна ефективно використовувати не тільки для повної токарної обробки, але й в технологічному процесі поряд з токарними верстатами з ручним управлінням, револьверними верстатами, копіювальними та іншими напівавтоматами. При цьому на верстатах з ЧПУ доцільно оброблять точні та взаємозв'язані поверхні, поверхні складної форми, наприклад, конуси, сфери, канавки. На верстатах з ручним управлінням виконують попередню підготовку центральних отворів, центрових гнізд та торців валів; поверхонь під затискання та

встановлення заготовок в люнети; обробку на шліцьових та циліндричних оправках та інших спеціальних пристосуваннях без точної орієнтації вздовж осі обробки, нарізання різьби, накатку рифлень, зняття фасок напилком та полірування, а також поверхонь, що виготовляються за попередніми замірами.

Обробка шпонкових канавок на ступінчастих валах

Шпонкові канавки на валах виготовлюють для призматичних та сегментних шпонок. Шпонкові канавки для призматичних шпонок можуть бути закритими з двох сторін (глухі), закритими з однієї сторони та наскрізними.

Шпонкові канавки виготовляють різними способами в залежності від конфігурації канавки та виду використовуваного інструменту. Вони виготовляються на горизонтально-фрезерних або вертикально-фрезерних верстатах загального призначення або спеціальних.

Наскрізні та закриті з однієї сторони шпонкові канавки виготовляють фрезеруванням дисковими фрезами. Фрезерування канавки відбувається за один-два проходи. Цей спосіб найбільш продуктивний і забезпечує достатню точність ширини канавки. Використання цього способу обмежує конфігурація канавок: закриті канавки з заокругленнями на кінцях не можна виготовити цим способом. Такі канавки виготовляються кінцевими фрезами за один або декілька проходів. Фрезерування кінцевою фрезою за один прохід відбувається таким чином: спочатку фреза при вертикальній подачі проходить на повну глибину канавки, а потім вмикається поздовжня подача, на якій шпонкова канавка фрезерується на повну довжину. При цьому способі потрібен потужний верстат, місце закріплення фрези та рясне охолодження. Цей спосіб дає неточний розмір канавки за шириною внаслідок зносу діаметру фрези.

Для отримання за шириною точних канавок застосовуються спеціальні шпонково-фрезерні верстати з маятниковою подачею, що працюють кінцевими двоспіральними фрезами з лобовими різальними кромками. При цьому способі фреза врізається на 0,1-0,3 мм і фрезерує канавку на всю довжину, потім знову врізається на ту ж глибину і фрезерує канавку знову на всю довжину, але в іншому

напрямку і так далі. Цей метод є найбільш раціональним для виготовлення шпонкових канавок в серійному та масовому виробництвах. Недоліком цього способу є значно більша витрата часу на виготовлення канавки в порівнянні з фрезеруванням за один прохід і, тим паче, з фрезеруванням дисковою фрезою.

Наскрізні шпонкові канавки валів можна обробляти на стругальних верстатах. Канавки на довгих валах стругають на поздовжньо-стругальних верстатах. Канавки на коротких валах стругають на поперечно-стругальному верстаті. Ці способи поширені в індивідуальному та дрібносерійному виробництвах.

Шпонкові канавки під сегментні шпонки виготовляють фрезеруванням за допомогою кінцевих дискових фрез.

Шліці на валах виготовляють: фрезеруванням з наступним шліфуванням, шліценакатуванням, протягуванням, шліцеструганням.

У неавтоматизованому серійному виробництві зазвичай нарізують шліці на шліцефрезерних або зубофрезерних верстатах черв'ячною фрезою методом обкатування. Нарізати шліці можна за один або два робочих ходи в залежності від потрібної точності. Можна використовувати багатозахідну черв'ячну фрезу для чорнового фрезерування, яка збільшує продуктивність, але потрібної точності не дає.

Шліці валів невеликих діаметрів (до 100 мм) фрезерують за один прохід, великих діаметрів – за два проходи.

Чорнове фрезерування шліців, особливо великих діаметрів, інколи проводиться фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах, що мають поділкові механізми. Методом копіювання виготовляють шліці за допомогою шліцьової дискової фрези; розподільно за допомогою трьох фрез (спочатку двома фрезами фрезерують бокові поверхні шліців, а потім третьою фрезою – внутрішню поверхню шліців); двома дисковими фасонними фрезами. Чистове фрезерування шліців дисковими фрезами дозволяється у випадку відсутності спеціального верстату або інструменту, тому що воно не дає достатньої точності за кроком і ширині шліців. Існує метод нарізання прямобічних шліців попереднім фрезеруванням фасонними дисковими фрезами і чистовим фрезеруванням бокових поверхонь

шліців торцевими фрезами, оснащеними пластинами з твердого сплаву.

Стругання шліців на валах відбувається набором фасонних різців, зібраних у головці. Їх кількість і профіль відповідають числу шліців і профілю впадини між шліцами валу. Число подвійних ходів головки визначається глибиною різання за один робочій хід. За кожний подвійний хід різці сходяться радіально на величину подачі. Цим методом можна обробляти як наскрізні, так і нескрізні шліці. В останньому випадку передбачається канавка для виходу різців глибиною не менш 6 - 8 мм і швидке відведення різців від заготовки.

Одним із методів виготовлення шліців на поверхні валів є протягування їх на горизонтально-протяжних верстатах з використанням спеціального пристосування. Для протягування наскрізних шліців використовується спеціальна протяжка з ножами, профіль різальної частини яких відповідає формі шліца. Кожний шліц протягується почергово за допомогою подільного пристрою. Також існує шліцепротягування за допомогою двох блочних протяжок, які складаються із набору різців-зубчат, що незалежно рухаються у радіальному напрямку. Цей метод дозволяє обробляти наскрізні і нескрізні шліці одночасно діаметрально протилежних впадин на валу з наступним поворотом валу на визначений кут після кожного ходу протяжки.

Великі перспективи має холодне протягування шліців, при якому шліці утворюються пластичним деформуванням без зняття стружки. Накатка виконується роликками, рейками та багатороликковими профільними головками. Ущільнення шару металу при накатуванні підвищує міцність шліцьових валів. У ряді випадків холодне накатування дозволяє вилучити термічну обробку і подальшу механічну. Шліці евольвентного профілю з модулем до 2,5 мм отримують холодним накатуванням двома або трьома роликками. Шліці довжиною до 80-100 мм можна накатувати рейками. Для накатування шліців високої точності заготовки повинні бути попередньо оброблені по зовнішньому діаметру. Діаметр заготовки являє собою середнє арифметичне між діаметром кола виступів і діаметром кола впадин зуба.

Накатування шліців без нагрівання деталі здійснюється також багатороликowymi накатними головками. Усі шліці накатуються одночасно, без обертання деталі на спеціальних верстатах з гідроприводом, гідрозатискувачем деталі та зі змінною роликвою головкою.

Нарізання різьби на валах

У конструкціях валів зустрічаються зовнішні та внутрішні кріпильні різьби.

Внутрішні різьби на валах зазвичай нарізують машинними мітчиками та різбовими різцями на різьбонарізних, свердлильних, револьверних, агрегатних напівавтоматах та автоматах, а також токарних, фрезерних верстатах та багатоопераційних верстатах з ЧПУ. Верстати повинні мати швидкий реверс шпинделя для швидкої зміни напрямку робочого обертання на зворотне, коли різьба буде нарізана до потрібної глибини. При нарізуванні глухих різьб для точної зупинки руху подачі та обертання мітчика використовують патрони, що самі вимикаються.

Зовнішні різьби на валах нарізують плашками, різбовими фрезами, різьбонарізними головками, гребінками, різбовими різцями, а також формуються накатуванням (один із методів пластичного деформування). Різьбу накатують інструментом з плоскою (плашки, рейки) та круглою (ролики) робочою частиною.

Калібрування різьби виконують плашками з доведеними різальними кромками.

Шліфування шийок та торців валів

Найбільш відповідальними операціями, що впливають на якість валу є операції чистової обробки шийок та їх торців. Точність вказаних поверхонь досягається шліфуванням в умовах одиничного та серійного виробництва на універсальних шліфувальних верстатах та шліфувальних верстатах з ЧПУ, в умовах крупносерійного та масового виробництва – на безцентрово-шліфувальних, торцекругло-шліфувальних, багатокругових верстатах, а також верстатах з декількома шліфувальними бабками.

Існують два способи круглого шліфування: шліфування з поздовжньою подачею та шліфування з поперечною подачею (врізне);

а також три схеми круглого шліфування: з поздовжньою подачею, з поперечною подачею, шліфування торців та шийок валу.

Відповідальні поверхні валів підлягають: притиранню, суперфінішуванню, поліруванню, обкатці роликками. Притирання використовують для покращення точності форми, зменшення шорсткості та хвилястості. Суперфінішування використовують для зменшення параметрів шорсткості поверхні. Полірування виконують також з метою зменшення шорсткості обробленої поверхні та надання їй дзеркального блиску. Обкатування (пластичне деформування мікронерівностей) роликками призводить до підвищення твердості поверхневого шару, виникнення стискаючих напруг, зменшення параметрів шорсткості і, як наслідок, покращення експлуатаційних властивостей виробу.

Шліфування шліців

У випадку центрування шліцьових валів по зовнішньому діаметру шліфують тільки зовнішню циліндричну поверхню вала на звичайних шліфувальних верстатах.

У випадку центрування шліцьових валів по внутрішньому діаметру шліці шліфують за дві окремі операції. У першій операції шліфують тільки впадини по внутрішньому діаметру, а у другій операції – бокові сторони шліців. Вал дискретно обертається після кожного подвійного ходу стола верстата. Для об'єднання двох операцій в одну використовують верстати, на яких шліці шліфують одночасно двома кругами: один шліфує впадину, а два інших – бокові поверхні шліців.

Існує також спосіб шліфування внутрішньої та бокових поверхонь шліців одночасно фасонним кругом.

Технологія обробки корпусних деталей на автоматизованих верстатах

Багатоцільові верстати

Високопродуктивні металорізальні верстати типу багатоцільових, що здійснюють за програмою автоматичну зміну оброблюваних заготовок та різального інструменту, дозволяють автоматично робити з однієї установки практично повну обробку

корпусної деталі з 4-5 боків. Наявність на верстатах багатоінструментальних магазинів з широким набором різального інструменту дає можливість автоматично виконувати на одній або декількох робочих позиціях з однієї установки заготовки різні технологічні переходи з обробки плоских та фасонних поверхонь, з обробки головних та кріпильних отворів, з нарізування різьб та отриманню необхідних пазів та виточок. При цьому можна виконувати такі роботи, як фрезерування плоских поверхонь та фрезерування за контуром, координатне свердління, розточування, нарізування різьби. Управління верстатом здійснюється за програмою, що записана на перфострічці або знаходиться з ЕОМ. Зміна програми відбувається протягом 1,5-4 хв.

Базування заготовок на багатоцільових верстатах відбувається на столі верстата або у пристосуваннях простого типу без направляючих втулок для інструменту.

Для обробки заготовки з різних боків на багатоцільових верстатах застосовують точні поворотні столи, що дозволяють за програмою обертати заготовки на необхідний кут. З метою підвищення ефективності використання верстата у ряді випадків застосовують змінні столи або супутники, що дозволяє встановлювати заготовку у процесі обробки, сумістив тим самим основні та допоміжні переходи у часі.

Багатоцільові верстати мають різноманітні компоновки з одним або декількома шпинделями, багатопозиційними револьверними головками та магазинами, які містять від 30 до 100 різних різальних інструментів. Зміна інструмента у шпинделі у процесі технологічного процесу відбуваються автоматично протягом 4-6 с. Використання одного такого верстату дозволяє замінити декілька фрезерних, свердлильних та розточувальних верстатів, при цьому значно підвищується продуктивність за рахунок скорочення допоміжного часу в результаті автоматизації циклу обробки та автоматичної зміни різального інструменту та заготовки.

Агрегатні верстати

Агрегатні верстати застосовуються для забезпечення високої продуктивності в умовах масового, багатосерійного та серійного

виробництво для обробки складних і трудомістких деталей: блоків циліндрів двигунів, коробок швидкостей, корпусів насосів та ін. Їх компонується із уніфікованих вузлів відповідно до маршруту обробки. Строк окупності агрегатних верстатів складає 1-3 роки. Агрегатні верстати застосовуються для свердління, зенкерування, розточування отворів, нарізання різьби, розкочування, цекування, знімання фасок, фрезерування площин, шпонкових пазів та ін.

Підвищення продуктивності на агрегатних верстатах досягається за рахунок концентрації переходів шляхом застосування багатошпindelної та багатосторонньої обробки. Агрегатні верстати об'єднуються в автоматичні лінії із застосуванням транспортних і завантажувальних пристроїв.

Агрегатні верстати складаються зі станини, силових головок, нерухомого або поворотного столу для встановлення обладнань та закріплення на ньому оброблюваної заготовки та засобів управління.

Компоновка верстатів із нормалізованих вузлів дозволяє здійснювати швидке переналаштування при зміні об'єкта обробки.

В останні роки агрегатні верстати стали оснащувати програмованими пристроями.

Послідовність формування технологічних показників деталей при обробці заготовок на агрегатних верстатах визначається наступними принципами побудови технологічних процесів.

1. Принцип найкоротшого маршруту обробки, який полягає у тому, що обробка кожної поверхні повинна відбуватися за мінімальної кількості технологічних переходів та операцій.

2. Принцип сумісності послідовного виконання технологічних переходів при обробці однієї і тієї самої поверхні, який полягає у тому, що значення показників якості на вході кожного наступного переходу (операції) повинні дорівнювати значенням тих самих показників на виході попереднього переходу.

3. Принцип уточнення заготовки в процесі обробки полягає у тому, що кожний наступний перехід (операція) повинен бути точніше попереднього.

4. Економічний принцип побудови технологічного процесу полягає в мінімізації затрат живої та суспільної праці для заданого об'єму випуску виробів та умов виробництва.

Продуктивність обробки агрегатних верстатів порівняно з універсальним обладнанням збільшується у десятки разів. У масовому виробництві скорочення затрат на виконання технологічного процесу механічної обробки та підвищення продуктивності праці досягається об'єднанням агрегатних верстатів і автоматичних ліній в єдину транспортну систему, а також створення автоматизованих ділянок, цехів та заводів.

У серійному виробництві найбільш прогресивним є створення інтегрованих систем, що являють собою сукупність верстатів з ЧПУ (в тому числі оброблюваних центрів), які зв'язані загальною транспортною системою і мають пристрої для автоматичного контролю, міжопераційні склади – накопичувачі, пристрої для орієнтації та закріплення заготовок на верстатах і їх заміни. Весь комплекс обладнання інтегрованої системи управляється від загальної ЕОМ за заданою програмою.

Верстати з ЧПУ

Верстати з ЧПУ за своїми технологічними можливостями поділяють на три групи.

1. Верстати фрезерної групи, призначені для обробки складних контурів корпусних деталей, шаблонів, штампів та ін. Вони здійснюють комплексну обробку, включаючи операції фрезерування, розточування та свердління.

2. Верстати свердлильно-розточувальної групи виконують свердління, зенкерування, розвертання та розточування.

3. Верстати токарної групи оброблюють деталі тіл обертання з прямолінійними та криволінійними контурами, розточують складні внутрішні об'єми порожнини, нарізають зовнішні та внутрішні різьби.

Згідно з ГОСТ 21609-82Е, ГОСТ 21610-82Е, ГОСТ 21613-82Е верстатобудівною промисловістю випускаються такі типи верстатів з ЧПУ:

1. Токарної групи – токарно-гвинторізні, токарно-револьверні, лоботокарні, токарно-карусельні, одно- та двостоякові з різним числом супортів.

2. Фрезерної групи – консольно-фрезерні горизонтальні та вертикальні; вертикально-фрезерні, консольні з хрестовим столом;

поздовжньо-фрезерні вертикальні двостоякові з вертикальною бабкою, з поворотним пересувним і не пересувним столом.

3. Вертикально-розточувальної групи – вертикально-свердлильні одностоякові з хрестовим столом і револьверною головкою, двостоякові з револьверною головкою; горизонтально-розточувальні з пересувним переднім стояком і хрестовим столом, з поздовжньо-пересувним стояком і поперечно-пересувним поворотним столом, а також з поздовжньо- та поперечно-пересувним стояком.

З досвіду експлуатації верстатів з ЧПУ відомо, що при обробці одних деталей їх ефективність є достатньо високою, а при обробці інших – незначною. Таким чином, ефективність використання верстатів з ЧПУ залежить від конструктивних і технологічних особливостей.

Основна особливість фрезерних верстатів з ЧПУ – автоматизація всіх формоутворюючих та допоміжних рухів і зміна інструменту, режимів різання, корекція положення інструменту тощо.

Для високопродуктивного процесу фрезерування площини на фрезерних верстатах з ЧПУ застосовують пальцеві циліндричні, пальцеві сферичні, торцеві та дискові фрези.

При базуванні заготовок на фрезерних верстатах з ЧПУ необхідно у всіх випадках позбавляти їх усіх ступенів вільності відносно нульової точки. Базування повинно забезпечити однозначне положення заготовки на верстаті при обробці всіх її поверхонь. Бажано забезпечити принцип сполучення баз. При обробці площин, розташованих під кутом, застосовують кутові плити з постійним кутом 90° або універсальні, що допускають поворот на будь-який кут навколо однієї або двох осей. Для закріплення деталей застосовують лещата різних конструкцій: прості неповоротні, поворотні навколо однієї або двох осей та спеціальні з ручним, пневматичним, гідравлічним або пневмогідравлічним приводом.

Залежно від конфігурації отворів допустимої точності, форми та взаємного розташування осей, обробку їх на верстатах з ЧПУ свердлильно-розточувальної групи виконують за визначеним набором технологічних переходів. Кожному технологічному набору переходів відповідає певний набір інструментів. Якщо число позицій на верстаті менше числа потрібної кількості інструментів, то застосовують

комбіновані інструменти або обробку розбивають на дві операції. Під час обробки корпусних деталей з великою кількістю отворів можливі два варіанти обробки: паралельна, коли всі отвори спочатку оброблюються одним інструментом, а потім виконується його заміна і цикл повторюється, та послідовна, коли кожний отвір оброблюється потрібним набором інструментів згідно з технологічною схемою, після чого виконується позиціонування для обробки наступного отвору. Технологічні переходи обробки отворів виконуються за типовими схемами.

Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Метою виконання цього розділу є оформлення зведеного технологічного документа у вигляді маршрутної карти (МК) за ГОСТ 3.1118–84. Карта містить інформацію про послідовність технологічних операцій, устаткування, яке при цьому використовується, й відповідні трудовитрати. Щоб одержати дані для заповнення МК, необхідно виконати зазначені нижче проектні процедури.

Визначення методів обробки поверхонь

Для складання раціонального технологічного маршруту й оптимального змісту операцій, що забезпечують максимальне використання технологічних можливостей верстатів, необхідно попередньо проаналізувати технічні вимоги до кожної поверхні, яка підлягає механічній обробці (точність розмірів, форми, якість поверхні й твердість матеріалу), і визначити технологічні методи їхнього досягнення. Результати аналізу рекомендується подавати в табличній формі.

Обґрунтування маршруту виготовлення деталі часто заміняють його описом. Це нелогічно, оскільки неможливо описувати те, чого ще немає. На даному етапі необхідно встановити критерії, закономірності й обмеження, які визначають послідовність виконання операцій, маючи на увазі їх призначення, а не їх детальний опис, і тільки після цього запропонувати маршрут виготовлення у вигляді таблиці, що буде базою для розробки технологічного документа –

маршрутної карти. Приклад виконання даного етапу проектування наведено нижче.

Відповідно до типового маршруту виготовлення валів, на першій операції необхідно підготувати технологічні бази для подальшої обробки. Технологічними базами для обробки циліндричних поверхонь деталі будуть центрові отвори та один із торців. Для їх підготовки в умовах багатосерійного виробництва доцільно використати спеціалізовані й спеціальні верстати. Мінімальну трудомісткість операції при високій концентрації та продуктивності, а також незначних витратах на переналагодження, забезпечить використання фрезерно-центрувального верстата послідовної дії. Подальша обробка допускає однократне точіння всіх поверхонь.

Призначення припусків і розрахунок міжопераційних розмірів

Припуски на механічну обробку значною мірою впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску пов'язано зі збільшенням машинного часу при чорновій обробці, як у разі виконання додаткових обдирних проходів, так і за рахунок зниження режимів у випадку значної глибини різання. При цьому підвищується витрата різального інструменту й загальні витрати на експлуатацію робочого місця.

Мінімальні припуски на механічну обробку визначаються розрахунково-аналітичним методом. Однак, у даному проєкті припуски встановлюються статистичним (табличним) методом і лише на дві поверхні, які зазначені в завданні. Цей метод дає завищені значення припусків (на 50-100 % відносно мінімальних), зате він простий і зрозумілий. При цьому загальний припуск дорівнює припуску, призначеному на заготовку за НТД.

Загальноприйнята методика розрахунку припусків передбачає не тільки призначення номінального припуску на кожен технологічний перехід (операцію), але й розрахунок міжопераційних розмірів, граничних значень припуску, встановлення точності операційних розмірів. Ці дані є вихідними при виконанні таких проєктних процедур як розрахунок режимів різання, оформлення операційних

карт і карт ескізів на технологічні операції. Для зручності розрахунку й наочного подання результатів рекомендується таблична форма.

У разі застосування універсальних верстатів і верстатів-напівавтоматів, технологічний перехід характеризується постійністю оброблюваної поверхні, різального інструменту і параметрів робочого руху виконавчого органа верстата. Обладнання з ЧПУ дозволяє використовувати один інструмент для обробки декількох поверхонь з різноманітними параметрами руху (інструментальний перехід). Тому для раціонального використання технологічних можливостей устаткування необхідно знати компоувальну схему верстата; наявність виконавчих механізмів, їх робочі й допоміжні рухи, а також особливості керування; види різального інструменту, способи його закріплення і зміни; приєднувальні розміри шпинделя, робочого столу та інструментального магазину. Ці дані наводяться в паспорті верстата (найбільш повні) та каталогах металорізального обладнання.

Рекомендації для підготовки до захисту курсової роботи

Курсовий проект допускається до захисту рішенням керівника після того, як визначений ступінь його відповідності завданню; а також якщо обсяг і зміст усіх розділів пояснювальної записки, графічної частині й технологічної документації відповідає вимогам, викладеним у даних методичних рекомендаціях; дотримані вимоги стандартів ЄСКД та ЄСТД.

Для успішного виконання перерахованих вище вимог необхідно протягом 2 тижнів семестру регулярно відвідувати консультації і отримувати відмітки у графіку виконання курсового проекту.

Виконання курсового проекту самостійно, без дотримання графіка і контролю з боку керівника, юридично допускається, але робота має бути подана на рецензію не пізніше восьмого тижня семестру. Умови допуску до захисту при цьому не змінюються, тобто за час, який залишився до дати останнього засідання комісії, необхідно виправити всі недоліки й відхилення від вимог цих рекомендацій, а виконавцеві доведеться підтверджувати своє авторство в процесі захисту по розширеним колом питань.

Захист курсового проекту – це, насамперед, демонстрація можливостей і технічного інтелекту студента перед членами комісії

протягом 30 хвилин. Оцінка роботи визначається шляхом голосування простою більшістю голосів. Разом з тим, керівник роботи має найбільш повне уявлення про якість виконаної роботи й ступеню участі виконавця. Тому, в спірних ситуаціях його голос є вирішальним. Незважаючи на це, у вашому розпорядженні є два способи впливу на думку не тільки членів комісії, але й керівника роботи – це п'ятихвилинна доповідь і відповіді на питання.

Доповідь закладає фундамент оцінки вашої роботи. По-перше, тому, що оцінка керівника озвучується тільки після відповідей на питання, по-друге, доповідь є «домашньою заготовкою», і тут можна розставити акценти, які виключають проблемні питання. Тому доповідь повинна бути ретельно продумана і, в концентрованій формі, відображати повну інформацію про вихідні дані для проектування, обґрунтування технологічних рішень і результати розрахунків. У текст доповіді має органічно вписуватися й давати наочну ілюстрацію графічна частина роботи (робочі кресленики деталі й заготовки, карти технологічних налагоджувальних).

Для того, щоб дати деякі практичні поради, нижче наводиться приклад гіпотетичної доповіді як база для коментарів та аналізу.

Шановні члени комісії! Вашій увазі пропонується спроектований мною технологічний процес механічної обробки деталі «Вал-шестерня» в організаційно-технічних умовах серійного виробництва. Вихідними даними є поданий тут робочий кресленик деталі та програма випуску виробів у кількості 1200 штук на рік. Оскільки до складу виробу входять дві деталі даного найменування, то з урахуванням запасних частин, річна програма випуску деталей становить 2472 штуки. Деталь запускається у виробництво партіями по 103 штуки два рази на місяць.

Питання, що задають на захисті курсових робіт, за цілеспрямованістю можна розділити на дві групи. Питання першої групи виникають унаслідок ознайомлення членів комісії із графічною частиною і їх сприйняттям доповіді. Вони ініціюються помилками, неточностями, обмовками і т. ін. Таких питань можна уникнути, старанно підготувавши доповідь, а також грамотним виконанням графічної частини.

Питання другої групи мають на меті перевірити технічну ерудицію та професійну підготовку студента з технологічних дисциплін. Спектр таких питань дуже широкий. Підготовкою до них фактично є аналітичний підхід до вирішення всіх проектних завдань, викладених у даних рекомендаціях. Мінімально необхідну інформацію містять джерела [1, 8, 10, 13].

Відповідаючи на запитання, необхідно впевнитись, що ви правильно його зрозуміли. Якщо сумнівається, а це може бути, якщо питання поставлене некоректно або вживаються невідомі вам терміни, попросіть уточнити питання. Уточнення питання припускає зміну формулювання або повідомлення додаткової інформації про мету відповіді.

Цілком імовірно, що ви не пам'ятаєте чисельного значення, отриманого в результаті розрахунку. У цьому випадку попросіть дозволу скористатися даними з пояснювальної записки.

Нижче наведено перелік тем технологічного напрямку, які можуть бути основою для питань на захисті курсової роботи.

Технічні вимоги до робочих креслеників виробів. Види матеріалів. Позначення машинобудівних матеріалів (марки) і технічних умов.

Завдання в конструкторських документах механічних властивостей матеріалів. Способи керування механічними властивостями матеріалу в процесі виготовлення деталей.

Оброблюваність чорних і кольорових сплавів.

Позначення на кресленнях вимог до точності розмірів, геометричної точності поверхонь і їх взаємного розташування.

Технологічні методи й способи забезпечення необхідної точності.

Забезпечення експлуатаційних властивостей деталей шляхом керування технологічними характеристиками й механічними властивостями поверхонь.

Основні напрями аналізу технологічності конструкції деталей.

Види заготовок, які використовуються у машинобудуванні при проектуванні технологічних процесів механічної обробки. Особливості проектування заготовок.

Види механічної обробки поверхонь (циліндричних, плоских, зубчастих, шліцьових, різбових) та їх технологічні характеристики.

Технологічне устаткування для обробки різанням. Технологічні можливості та галузь їх використання. Верстати з ЧПУ, особливості їх використання в умовах серійного виробництва.

Способи установки заготовок на металорізальних верстатах. Види пристроїв.

Інструментальні матеріали. Їх види, позначення і властивості. Галузі застосування.

Види різального інструменту. Галузі використання. Позначення Інструментів за нормативно-технічними документами. Способи кріплення інструмента на металорізальних верстатах.

Призначення режимів різання металів. Стійкість інструменту. Визначення машинного часу на обробку для різних видів верстатних робіт.

Структурні складові технічної норми часу і особливості їх визначення за нормативами. Відображення нормованого часу в технологічній документації.

Застосування мастильно-охолоджувальної рідини (МОР) при механічній обробці металів. Види МОР в залежності від виду матеріалу та методу обробки.

Особливості технологічних процесів у різних організаційно-технічних умовах виробництва (одиничне, серійне, масове).

Технологічні маршрути виготовлення типових деталей.

Технологічна документація машинобудівного виробництва. Призначення, комплектність, правила оформлення й використання.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аршинов В.А. Резание металлов и режущий инструмент [Текст] / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. – М.: Машиностроение, 1975. – 440 с.

2. Грановский Г.И. Резание металлов [Текст] / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.

3. Кирилович В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ [Текст] / В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. – Житомир: ЖІТГ, 2001.

4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках [Текст] / М.: Машиностроение, 1974. Часть 1.

5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 2. – М. Машиностроение, 1974.

6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 3. – М. Машиностроение, 1974.

7. Конструкційні та функціональні матеріали: навч. посіб.: У 2 ч. ч.1. Основи фізики твердого тіла. Конструкційні матеріали. /В.П.Бабак, Д.Ф. Байса, В.М.Різак і ін. – К.: Техніка, 2004. – 344 с.

8. Технология конструкционных материалов: /А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.

9. Технология конструкционных материалов: /А.Г. Алексеев – СПб.: Политехника, 2005. – 597 с.

10. Шатерин М. А. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Политехника, 2005, – 354 с.

11. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение. 1974.

13. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 399 с.

14. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Вища шк. 1991. – 310 с.

15. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г. Кравченко, В.Г. Олейниченко. – Д.: НГА Украины, 2002.–15 с.

16. Справочник технолога-машиностроителя. – 4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 655 с.