

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра "Матеріалознавство та ливарне виробництво"

ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

Методичні вказівки

до лабораторних робіт для студентів
напряму спеціальності 132 – "Матеріалознавство"

Кіровоград – 2017

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Технологія обробки матеріалів" для студентів напряму спеціальності 132 – "Матеріалознавство" / Розроб. О.В. Кузик, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, Л.А. Молокост – Кропивницький: КНТУ, 2017. – 59 с.

Рецензент: Кириченко А.М. – д.т.н., проф. каф. "МЛВ";

Автори: Кузик О.В. – к.т.н., доц. каф. МЛВ;
Кропівний В.М. – к.т.н., проф. каф. МЛВ;
Кропівна А.В. – к.т.н., доц. каф. МЛВ;
Молокост Л.А. – ст. викл. каф. МЛВ.

Відповідальний за випуск: О.В. Кузик

Затверджено на засіданні
кафедри матеріалознавства та
ливарного виробництва КНТУ
Протокол № 7 від 06.07.2017р.

© Технологія обробки матеріалів.

© О.В. Кузик, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, Л.А. Молокост

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1	Обробка деталей на верстатах токарної групи.....
Лабораторна робота № 2	Інструмент, що використовуються при роботі на токарних верстатах. Геометрія токарних різців.....
Лабораторна робота № 3	Обробка отворів на свердлильних верстатах.....
Лабораторна робота № 4	Інструмент для свердління і обробки отворів.
Лабораторна робота № 5	Обробка заготовок на фрезерних верстатах.....
Лабораторна робота № 6	Інструмент для фрезерування.....
Рекомендована література

Лабораторна робота №1

ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТАХ ТОКАРНОЇ ГРУПИ

Мета роботи: ознайомитися з облаштуванням токарно-гвинторізного верстата моделі 1К62; основними видами робіт, що виконуються на верстаті; пристосуваннями, що використовуються на токарних операціях.

Устаткування, прилади та інструмент: токарно-гвинторізний верстат моделі 1К62; токарні різці; пристосування для закріплення заготовок: патрони, центри, люнети; креслення деталі індивідуального завдання; плакати.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Верстати токарної групи призначені для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання (циліндричних, конічних і фасонних), підрізування торців, нарізування різьби і інших робіт. Основним видом різального інструменту для токарних верстатів є різці. Для обробки отворів використовують також свердла, зенкери, розгортки та ін. Для нарізування різьби застосовують мітчики і плашки.

Токарно-гвинторізні верстати мають однотипне компонування і відрізняються від токарних наявністю ходового гвинта, що дозволяє нарізувати різьбу різцем.

Металорізальні верстати вітчизняного виробництва мають буквено-цифрове позначення моделей. Перша цифра означає групу верстата, друга - тип верстата в цій групі, третя або третя і четверта - типорозмір верстата в межах цього типу. Буква в середині марки вказує на модернізацію верстата, буква у кінці марки - на модифікацію.

Модель 1К62 розшифровується таким чином: цифра 1 означає, що верстат відноситься до першої групи - токарний; буква К - модернізований; цифра 6 вказує на приналежність верстата до шостого типу - токарно-гвинторізний; цифра 2 - технічний параметр верстата - висота центрів над станиною (200 мм). Верстат 1К62 є універсальним. Він застосовується для

виконання різних видів токарних робіт на деталях багатьох найменувань, нарізування різьби і спіральних канавок на торцевих площинах заготовки.

Основні вузли верстата і їх призначення

Верстат моделі 1К62 (рис. 1.1) складається з наступних вузлів.

Станина 29 встановлена на тумбах, служить для монтажу усіх основних вузлів верстата і є його основою. На станині монтується передня і задня бабки, супорт і коробка подач.

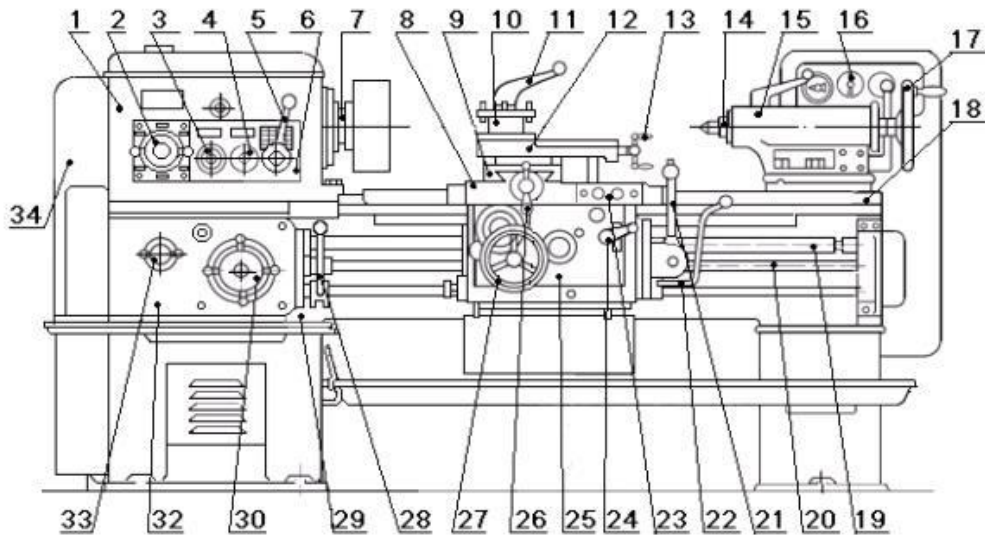
Передня (шпиндельна) бабка 1 з коробкою швидкостей кріпиться на лівому кінці станини. У ній розміщена коробка швидкостей і шпиндель, які задають заготовці головний рух, а інструменту – рух подачі при вибраній глибині різання.

Шпиндель 7 служить для кріплення заготовки за допомогою пристосувань і надання їй обертального руху. Вал шпинделя виконується порожнистим для розміщення в нім оброблюваного прутка. Передній кінець шпинделя має конусний отвір, в який при необхідності встановлюється центр. До торця шпинделя кріпиться на різьбі або болтами кулачковий або повідковий патрон для закріплення оброблюваних заготовок.

Коробка швидкостей 6 забезпечує 24 різні числа обертів шпинделя на хвилину. На передній панелі коробки швидкостей розташована рукоятка 2, 5 для установки числа обертів шпинделя, рукоятка 3 установки числа заходів різьби і рукоятка 4 установки правої і лівої різьби.

Коробка подач 32 розташована на передній стороні станини під передньою бабкою. Вона забезпечує отримання необхідної величини подач інструменту або кроку нарізуваної різьби за допомогою рукоятки 30, 33. Передача до коробки подач здійснюється від шпинделя через гітару 34 зі змінними зубчастими колесами. Далі рух через ходовий вал 20 (при точінні) або ходовий гвинт 19 (при нарізуванні різьби) передається на супорт.

Супорт служить для повідомлення різця руху подання. Нижня частина супорта називається подовжніми полозками або кареткою 8 і рухається по напрямних станин 18 при подовжній подачі.



1 – передня (шпиндельна) бабка; 2,3,4,5,13,21,22,24,28,30,33 – рукоятка;
 6 – коробка швидкостей; 7 – шпиндель; 8 – подовжні полозки (каретка);
 9 - поперечні полозки; 10 – різцетримач; 11 - рукоятка; 12 - поворотний супорт;
 14 - піноль; 15 - задня бабка; 16 - перемикач; 17,26,27 - маховик; 18 - напрямні станини;
 19 - ходовий гвинт; 20 - ходовий вал; 23 - кнопки; 25 - фартух;
 29 - станина; 32 - коробка подач; 34 - гітара

Рисунок 1.1 – Токарно-гвинторізний верстат моделі 1К62

При поперечній подач, поперечні полозки 9 переміщуються по напрямним подовжніх полозках.

На поперечних полозках розташований верхній поворотний супорт 12 з різцетримачем 10. Верхній супорт використовується при обточуванні конічних поверхонь. Для цього його повертають на необхідний кут. Подача супорта здійснюють рукояткою 13.

Різцетримач 10 служить для установки і кріплення різців. Він має чотири позиції, що дозволяє встановити одночасно чотири інструменти і міняти їх, повертаючи різцетримач рукояткою 11.

Фартух 25 кріпиться до каретки супорта. В ньому розташований механізм, за допомогою якого обертальний рух ходового валу 20 або ходового гвинта 19 перетворюється в поступальний прямолінійний (подовжній або поперечний) рух супорта. Рукоятку 24 використовують для включення маточної гайки (при нарізуванні різьби).

Задню бабку 15 використовують для підтримки оброблюваної заготовки при роботі в центрах, а також для закріплення свердел і інших інструментів при обробці осьових отворів. Корпус задньої бабки встановлений на напрямних станини і може по них переміщатися. У отворі корпусу є піноль 14, яка висувається за допомогою маховика 17. Корпус задньої бабки зміщується відносно її основи в поперечному напрямі, що необхідно при обточуванні зовнішніх конічних поверхонь.

Органи управління верстатом

Увімкнення (вимкнення) загального живлення верстата здійснюється перемикачем 16. Кнопки 23 служать для увімкнення (вимкнення) головного двигуна верстата. Рукоятками 22, 28 включають пряме і реверсивне обертання шпинделя.

Ручне переміщення подовжніх і поперечних полозок виконують маховиками (з лімбами) 27, 26 відповідно до подовжньої і поперечної подачі. Автоматичне робоче подовжня і поперечна подача інструменту здійснюється рукояткою 21. Кнопкою на цій рукоятці користуються для прискореного підведення (відведення) різця до деталі.

Наладка і налаштування верстата

Наладка верстата – це підготовка технологічного устаткування і оснащення до виконання певної технологічної операції. Вона включає: визначення способу закріплення заготовки на верстаті; установку пристосування на верстаті; вибір і установку різального інструменту.

Осьовий інструмент встановлюють в піноль задньої бабки, різці – в різцетримач. При цьому виліт різця не повинен перевищувати 1...1,5 висот його державки, а його вершина повинна знаходитися на рівні осі центрів. Для цього під державку різця підкладають металеві прокладення, поєднуючи його вершину з рискою на пінолі або корпусі задньої бабки.

Після наладки верстата для забезпечення необхідних режимів різання роблять його налаштування.

Налаштування верстата – це підготовка кінематичної частини верстата до виконання заданої обробки по встановлених режимах різання. Перед налаштуванням верстата на задані частоту обертання шпинделя і подачу рукоятку увімкнення обертання шпинделя (28) встановлюють в нейтральне (середнє) положення, рукоятку увімкнення подовжніх і поперечних подач (21) – в неробоче положення, а супорт переміщують до задньої бабці.

Спочатку настроюють окремі кінематичні ланцюги верстата (головного руху і подач), а потім встановлюють в певне положення рукоятку коробки швидкостей і коробки подач для отримання потрібних швидкості різання і подач.

Налаштування верстата на розмір виконують в наступній послідовності: рукояткою 22 включають обертання шпинделя; різець підводять до торкання з деталлю; супорт відводять в крайнє праве положення і встановлюють глибину різання по лімбу рукояткою 27.

Рухи у верстаті:

Рух різання (головний рух) – обертання шпинделя з оброблюваною заготовкою.

Рух подач – переміщення супорта в подовжньому і поперечному напрямках. Усі рухи подач є прямолінійною поступальною подачею.

Допоміжні рухи – швидкі переміщення супорта в подовжньому і поперечному напрямках від окремого приводу, ручні настановні переміщення супорта в подовжньому і поперечному напрямках, а у верхній частині супорта під будь-яким кутом до осі обертання деталі.

Основні види робіт, що виконуються на токарно-гвинторізних верстатах

Обточування зовнішніх циліндричних поверхонь виконують токарним прохідним різцем з подовжньою подачею. При відношенні довжини заготовки до діаметру $L_3/D_3 \leq 4$, заготовку закріплюють в кулачковому патроні (рис. 1.2 а), при $4 \leq L_3/D_3 < 10$ – заготовку встановлюють в центрах і використовують

повідковий патрон і хомутик (рис. 1.2 б), при $L_3/D_3 > 10$ заготовку встановлюють в центрах і використовують люнети.

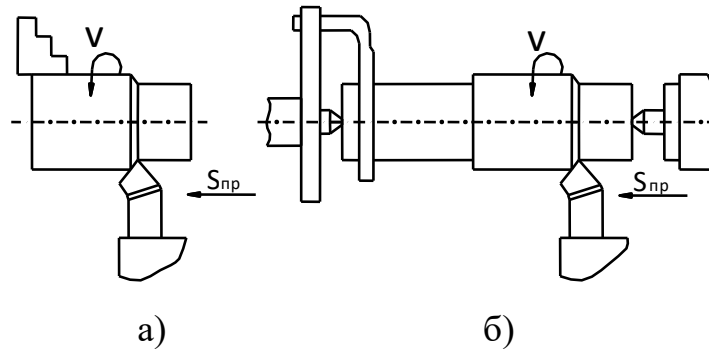


Рисунок 1.2 – Схеми обточування циліндричних поверхонь

Обточування конічних поверхонь виконують прохідними різцями.

Існує декілька способів обточування конічних поверхонь:

- зміщення корпусу задньої бабки відносно її основи в поперечному напрямі. При такій установці заготовки твірна оброблюваній поверхні стає паралельній лінії центрів верстата, і обробку ведуть подовжньою подачею. Цим способом обточують довгі конічні поверхні з невеликим кутом конуса ($2\alpha \leq 10$);
- за допомогою копіювальної конусної лінійки. Цим способом обточують довгі конуса з кутом при вершині $30^0 \dots 40^0$;
- поворотом каретки верхнього супорта на кут, рівний половині кута обточуваного конуса. Цим способом обточують конічні поверхні невеликої довжини з будь-яким кутом конуса;
- широким токарним різцем, що має головний кут в плані, рівний половині обточуваного конуса. Довжина головного різального леза має бути більше довжини що утворює конуса. Цим способом обточують короткі конічні поверхні з довжиною такою, що утворює $25 \dots 30$ мм.

Обточування фасонних поверхонь. Короткі фасонні поверхні (завдовжки $20 \dots 30$ мм) обточують фасонними різцями з поперечною подачею. Для цього використовують круглі і призматичні різці (рис.1.3 б), що встановлюються по лінії центрів верстату.

Довгі фасонні поверхні обробляють прохідним різцем з подовжньою подачею за допомогою фасонного копіру, що встановлюється замість конусної лінійки.

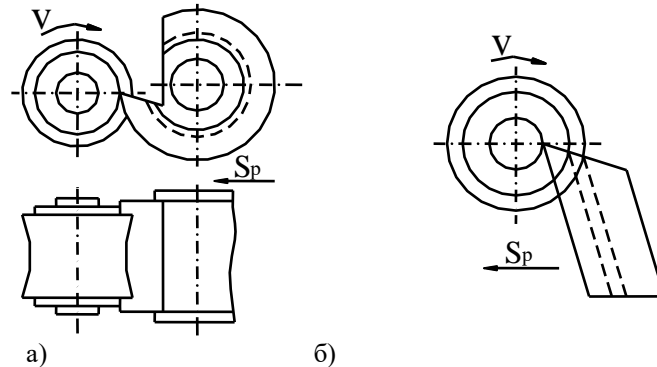


Рисунок 1.3. Схеми обточування фасонних поверхнь

Обробка торцевих поверхнь виконують підрізним різцем з поперечною подачею до центру або від центру (рис.1.4 а).

Проточування канавок виконується різцем відповідної форми з поперечною подачею (рис.1.4 б). Широкі канавки проточують тим же різцем спочатку з поперечною, а потім з подовжньою подачею.

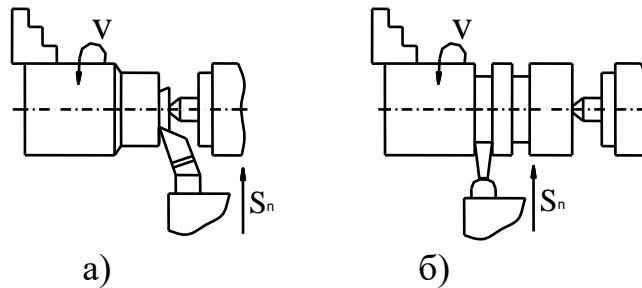


Рисунок 1.4 – Схеми обробок торцевих поверхнь

Обточування галтель виконують звичайними різцями, що мають закруглення різального леза по відповідному радіусу або спеціальними галтельними різцями (рис.1.5).

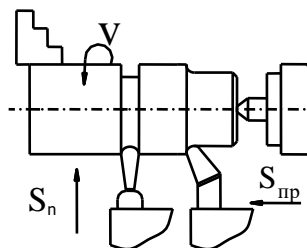


Рисунок 1.5. Схема обточування галтель

Відрізання деталей виконують відрізними різцями з поперечною подачею. Відрізні різці можуть бути з прямим (рис.1.6 а) або похилим (рис.1.6 б) різальним лезом. При використанні відрізнних різців з похилим різальним лезом торець відрізуваної деталі виходить чистим. Після відрізання різцем з прямим лезом необхідно робити додаткове підрізування торця відрізуваної деталі.

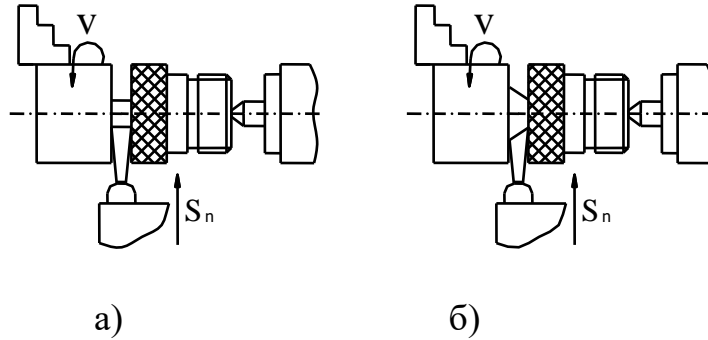


Рисунок 1.6 – Схеми відрізання деталей

Свердління (рис.1.7 а), **зенкерування** (рис.6.7 б), **зенкування** (рис.1.7 в) і **розгортання** (рис.1.7 г) отворів виконують відповідним інструментом, закріпленим в пінолі задньої бабки.

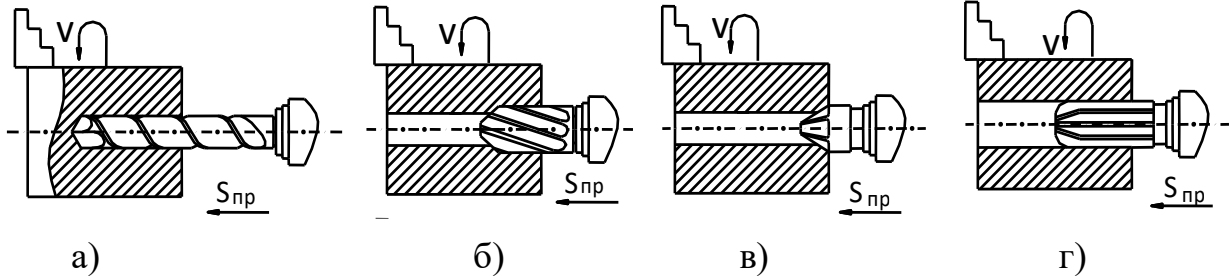


Рисунок 1.7. Схеми обробок отворів

Розточування внутрішніх поверхонь виконують розточувальними різцями, закріпленими в різцетримачі верстата, при використанні подовжньої подачі аналогічно обточуванню зовнішніх поверхонь.

Нарізування різьби. Нарізування внутрішніх і зовнішніх різьб виконують різцями, профіль яких точно співпадає з профілем різьблення. За профілем різьби бувають трикутні, прямокутні (стрічкові), упорні, напівкруглі і трапецеїдальні. По кроку - метричні, дюймові і модульні.

Пристосування, що використовується на токарних верстатах

Для закріплення заготовок при виконанні різних токарних робіт застосовуються пристосування: патрони, центри, люнети, оправки та ін.

Патрони бувають:

- трикулачкові самоцентрувальні (рис. 1.8 а), мають найбільше застосування;
- чотирьохкулачкові не самоцентрувальні (рис. 1.8 б), застосовуються для закріплення несиметричних деталей; повідкові (рис.1.8 в), застосовуються при обробці деталей в центрах;
- цангові (рис.1.8 г), застосовуються в основному на токарних напівавтоматах і автоматах для закріплення заготовок з пруткового матеріалу;
- планшайби (рис.1.8 д), застосовуються при обробці несиметричних деталей і деталей коробчастої форми.

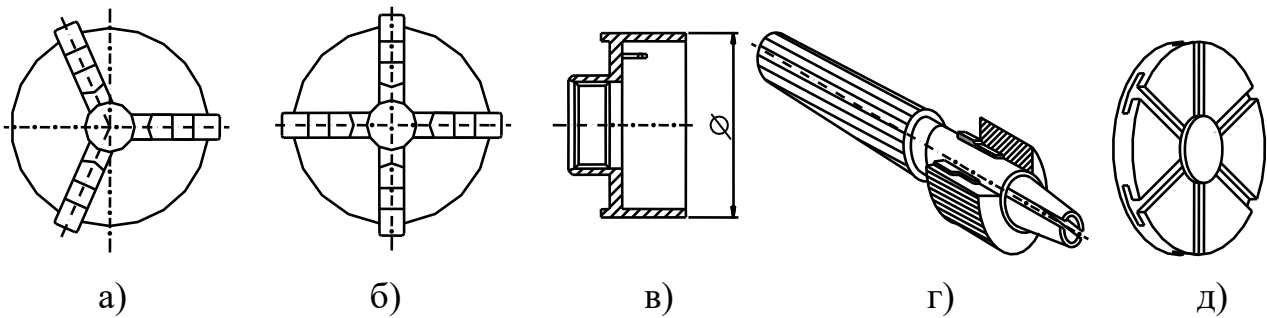


Рисунок 1.8. Патрони

Центри бувають: прості (рис.1.9 а), зрізані (рис.1.9 б), кулькові (рис.1.9 в), зворотні (рис.1.9 г), обертаючі (рис. 1.9 д), рифлені (рис.1.9 е), грибкові (рис.1.9 ж).

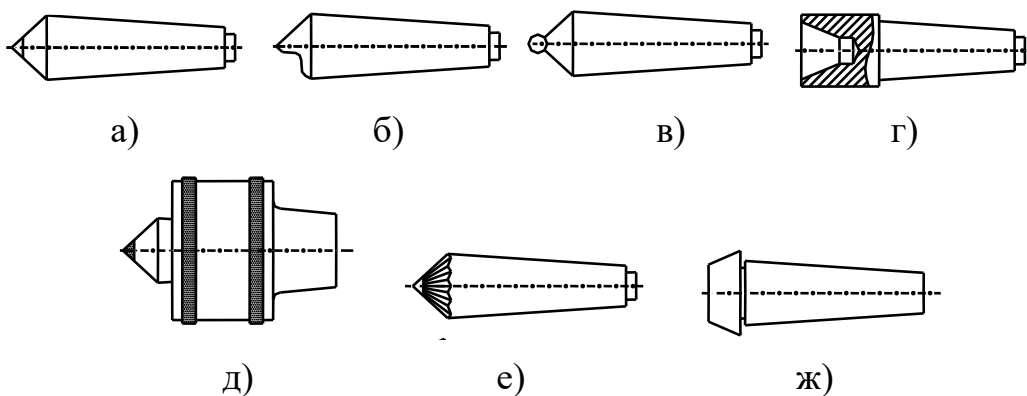


Рисунок 1.9 – Центри

Люнети бувають рухомі і нерухомі. Рухомий люнет кріплять на подовжньому супорті, а нерухомий - до станини верстата.

У випадках, коли необхідно витримати строгу концентричність зовнішньої поверхні відносно внутрішньої, застосовують різні оправки.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити інструкцію по техніці безпеки.
2. Ознайомитися з конструкцією і органами управління токарно-гвинторізного верстата. Вивчити основні види робіт, що виконуються на нім. Виконати схеми точіння.
3. Отримати індивідуальне завдання.
4. Призначити тип пристосування для закріплення деталі індивідуального завдання на верстаті.

Контрольні питання

1. Основне призначення верстата моделі 1К62.
2. Класифікація рухів у верстаті.
3. Основні види робіт, що виконуються на токарно-гвинторізному верстаті.
4. Основні пристосування, вживані при виконанні робіт на токарних верстатах.

Лабораторна робота №2

ІНСТРУМЕНТ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ РОБОТІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ. ГЕОМЕТРІЯ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ

Мета роботи: вивчення класифікації і призначення токарних різців; геометричних параметрів різальної частини токарних різців; ознайомлення з методикою і устаткуванням для визначення значення геометричних елементів і кутів токарних різців; визначення геометричних параметрів різальної частини у прохідного і підрізного токарних різців.

Устаткування, прилади та інструмент: токарні різці; креслення деталі індивідуального завдання; плакати.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Необхідність вивчення геометрії різального інструменту при точінні обумовлена її особливим значенням в процесі формування поверхневого шару деталей і отримання якості поверхні, що забезпечує необхідну надійність і довговічність деталей. Для виконання робіт на токарних верстатах застосовуються різці різного призначення і різних конструкцій (рис. 2.1), які класифікуються за наступними основними ознаками:

– за розташуванням головної різальної кромки: праві і ліві. При точінні правими різцями супорт переміщається справа наліво, ліві різці працюють при поданні зліва направо.

– за конструкцією головки: прямі, відігнуті і відтягнуті.

– по технологічному призначенню: прохідні, підрізні, відрізні, різьбові, канавочні, фасонні, розточувальні та ін. (рис. 2.2).

Прохідні різці 1, 2, 3 призначені для обточування зовнішніх поверхонь і мають при цьому подовжню подачу $S_{пр}$. Прохідний відігнутий різець 1 більше універсальний, він використовується як для обробки циліндричної поверхні, так і для підрізування торця і зняття фасок. Прохідний прямий різець 2

використовують для обточування зовнішніх циліндричних поверхонь і для зняття фасок.

Торцеві поверхні обробляють *підрізними* 4 і *прохідними відігнутими* 1 різцями, які при цьому мають поперечну подачу *Snop*.

Прохідний упорний різець 3 застосовують для отримання невеликих уступів і при обробці ступінчастих валів (головний кут в плані = 90°).

Прорізні 9, *відрізні* 10, *галтельні* 11 і *фасонні* різці працюють з поперечною подачею *Snop*. Прорізними різцями 9, 12 обробляють кільцеві канавки на циліндричних і торцевих поверхнях (головний кут в плані = 90°).

Відрізні різці 10 призначені для відрізання частини заготовки. Довжина головки відрізного різця має бути більше радіусу заготовки.

Галтельні різці 11 призначені для обробки галтелів. Фасонними різцями обробляють фасонні поверхні. Профіль різальної кромки фасонного різця повинен відповідати профілю оброблюваної поверхні.

Різьбові різці 7, 8 застосовують для нарізування відповідно до зовнішнього і внутрішнього різьблення. Форма різальної частини різця повинна відповідати профілю нарізованого різьблення.

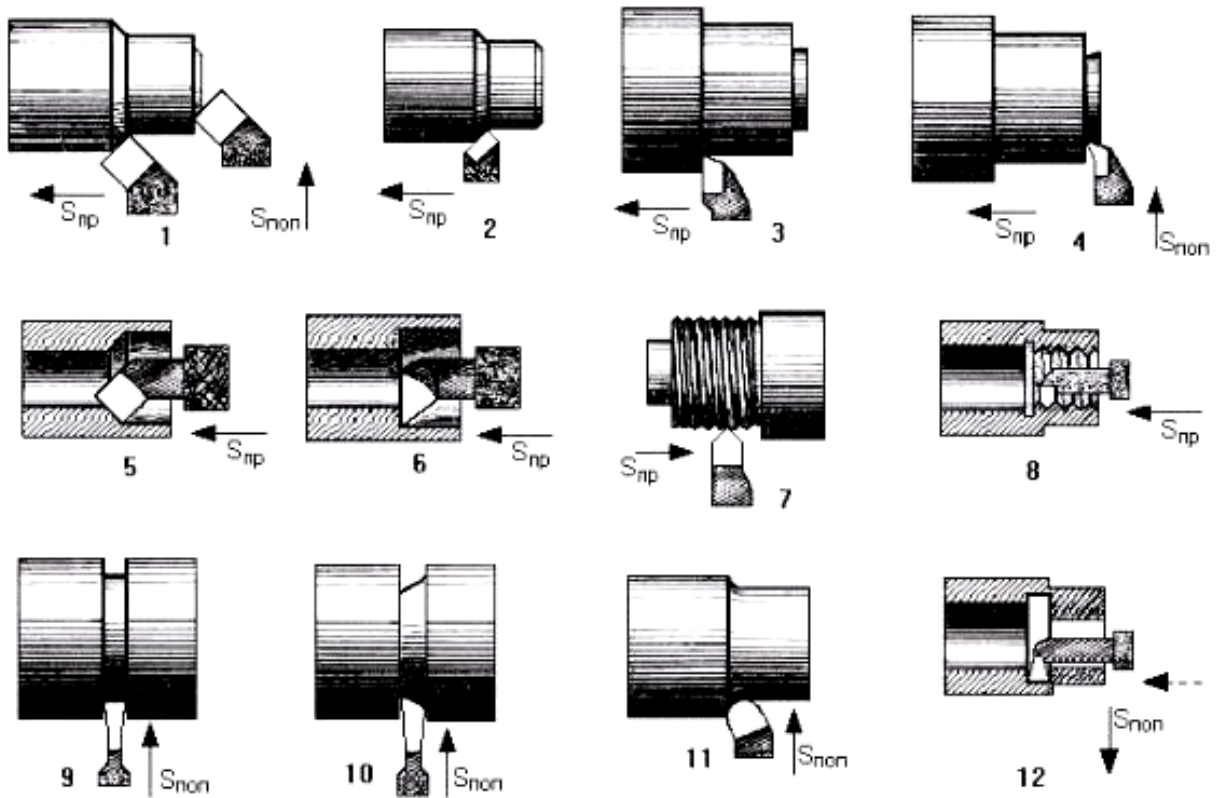
Розточувальні різці призначені для обробки отворів : розточувальною відігнутий 5 - для розточування наскрізного отвору, розточувальною наполегливий 6 - для розточування глухого отвору.

за характером обробки: чорнові, чистові (3,4) - для тонкого точіння;

за способом виготовлення : цілісні(16,17) і збірні(18);

по перерізу стержня : прямокутні, квадратні, круглі;

за матеріалом робочої частини різця : інструментальна сталь, швидкорізальна сталь, твердий сплав або мінералокераміка.



1 - прохідної відігнутий; 2 - прохідній прямої; 3 – прохідній напологливий; 4 - підрізний; 5 - розточувальною відігнутий; 6 – розточувальною підрізною; 7, 8 - різьбові; 9 – прорізний (канавочний); 10 – відрізний; 11 - галтельний; 12 - розточувально упорний

Рисунок 2.4 – Типи токарних різців

Частини і елементи токарного різця

У загальному випадку токарний різець складається з двох частин (рис. 20):

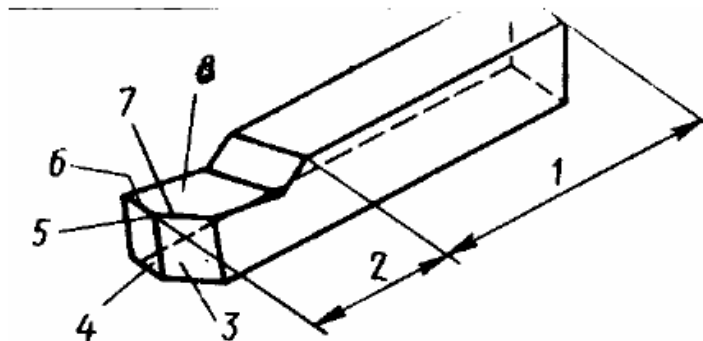


Рисунок 2.1 – Елементи різця.

1 - корпус(стержень, тіло) - служить для закріплення різця в різцетримач верстата. 2 - робоча частина - має різальні кромки і безпосередньо здійснює роботу різання;

На робочій частині токарного різця розрізняють наступні елементи:

3 - Головна задня поверхня - поверхня різця, звернена до оброблюваної поверхні деталі.

4 - Допоміжна задня поверхня - поверхня різця, звернена до обробленої поверхні.

5 - Вершина різця - місце сполучення головної і допоміжних різальних кромок. Може бути закругленою, гострою або у вигляді прямої лінії.

6 - Допоміжна різальна кромка - утворюється перетином передньої і допоміжної задньої поверхнями.

7 - Головна різальна кромка - утворюється перетином передньої і головної задньої поверхнями.

8 - Передня поверхня - поверхня різця, по якій сходять стружка.

Координатні площини для визначення геометричних параметрів різального клину різця

Щоб різець міг виконувати роботу різання, його робочій частині необхідно надати форми клину. Для цього різець заточують по передній і задній поверхням. Для визначення кутів різця користуються координатними площинами (рис.6.12) :

1 - площина різання - площина, що проходить через головну різальну кромку по дотичній до поверхні різання;

2 - основна площина - площина, паралельна напрямкам подовжньої і поперечної поданням і перпендикулярна до площини різання(у різців з призматичним стержем за основну площину може бути прийнята нижня опорна поверхня різця);

3 - головна січна площина - площина, перпендикулярна до проекції головної різальної кромки на основну площину;

4 - допоміжна січна площина - площина, перпендикулярна до проекції допоміжної різальної кромки на основну площину.

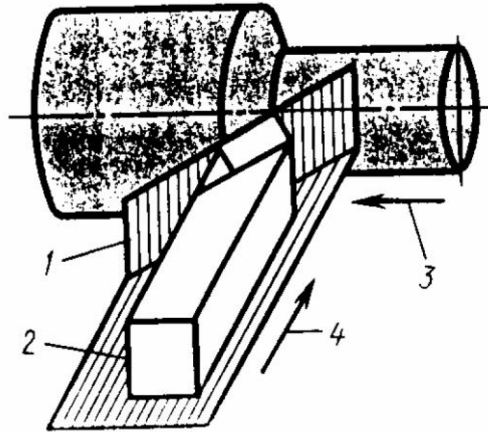


Рисунок 2.3 – Умовні площини різця.

Геометричні елементи різальної частини різця

а) кути в головній січній площині (рис. 2.3) :

Головний задній кут α - кут між головною задньою поверхнею і площиною різання. Служить для зменшення тертя між задньою поверхнею різця і поверхнею різання. Для різних умов обробки величина заднього кута лежить в межах 6-120, для в'язких матеріалів і малих глибинах різання рекомендуються різці з великими кутами α , для обробки твердих і крихких матеріалів і великих глибинах різання - менші кути α .

Кут загострення β - кут між передньою і головною задньою поверхнями. Впливає на стійкість різця.

Головний передній кут γ - кут між передньою поверхнею різця і площиною, перпендикулярній площині різання і проведеною через головне різальне лезо.

Робить вплив на процес утворення стружки. Зі збільшенням переднього кута полегшується урізування різця в метал, полегшується схід стружки, зменшується потужність і так далі

Передній кут може бути позитивним, коли передня поверхня розташована нижче площини різання; рівним 0, коли передня поверхня перпендикулярна площині різання; негативним - коли передня поверхня розташована вище за

площину, перпендикулярну площину різання. Для різних умов обробки величина переднього кута лежить в межах від - 10 до +150.

Кут різання δ - кут між передньою поверхнею і площиною різання.

Ці кути пов'язані наступними залежностями:

$$\alpha + \beta + \gamma = 900; \delta + \gamma = 900. (1)$$

Значення кутів α , γ і δ змінюватимуться в процесі різання при підйомі і опусканні точок різальної кромки відносно осі центрів. Так, при зовнішньому обточуванні у разі установки різальної кромки різця вище за лінію центрів верстата змінюється положення площини різання(мал. 23, а), передній кут γ при цьому збільшується, а задній кут α зменшується; при установці нижче лінії центрів вказані кути змінюються навпаки(мал. 23).

б) кути в допоміжній січній площині(мал. 23)

Допоміжний задній кут α_1 - кут між допоміжною задньою поверхнею і площиною, що проходить через допоміжну різальну кромку перпендикулярно основній площині. Значення допоміжного заднього кута α_1 знаходиться в межах від 6-120.

Допоміжний передній кут γ_1 - кут між слідом передньої поверхні різця і слідом площини, що проходить через допоміжну різальну кромку паралельно основній площині.

в) кути в основній площині (рис. 2.3)

Кути, вимірювані в основній площині, носять назви кутів в плані.

Головний кут в плані ϕ - кут між проекцією головної різальної кромки на основну площину і напрямом подання. Головний кут в плані ϕ робить істотний вплив на стійкість різального інструменту, на шорсткість обробленої поверхні. Кут ϕ вибирають в межах від 30 до 900 залежно від виду обробки, типу різця, жорсткості заготівлі і різця і способу їх кріплення.

Допоміжний кут в плані ϕ_1 - кут між проекцією допоміжної різальної кромки на основну площину і напрямом подання. Служить для зменшення тертя допоміжної задньої поверхні об оброблену поверхню. Для прохідних

різців, призначених для обробки жорстких деталей, кут $\phi_1 = 5 - 100$, для обробки нежорстких деталей $\phi_1 = 30 - 450$.

Кут при вершині в плані ε - кут між проекціями головної і допоміжної різальних кромки на основну площину.

Кути в плані пов'язані між собою наступним співвідношенням:

$$\phi + \phi_1 + \varepsilon = 1800(32)$$

2) кут нахилу головної різальної кромки (рис. 2.3)

Кут нахилу головної різальної кромки λ - кут, ув'язнений між головною різальною кромкою і площиною, проведеною через вершину різця, паралельно основній площині. Вимірюється в площині, що проходить через головну різальну кромку, перпендикулярно основній площині. Кут нахилу головної різальної кромки λ може бути позитивним, якщо вершина різця розташована нижче будь-якої точки на різальній кромці; негативним, якщо вершина різця розташована вище за будь-яку точку на різальній кромці; дорівнює нулю, якщо головна різальна кромка паралельна основній площині. Кут нахилу головної різальної кромки λ служить для відведення стружки в певному напрямі: при $+\lambda$ - стружка сходиться до обробленої поверхні; при $-\lambda$ - до оброблюваної поверхні; при $\lambda = 00$ - перпендикулярно різальній кромки.

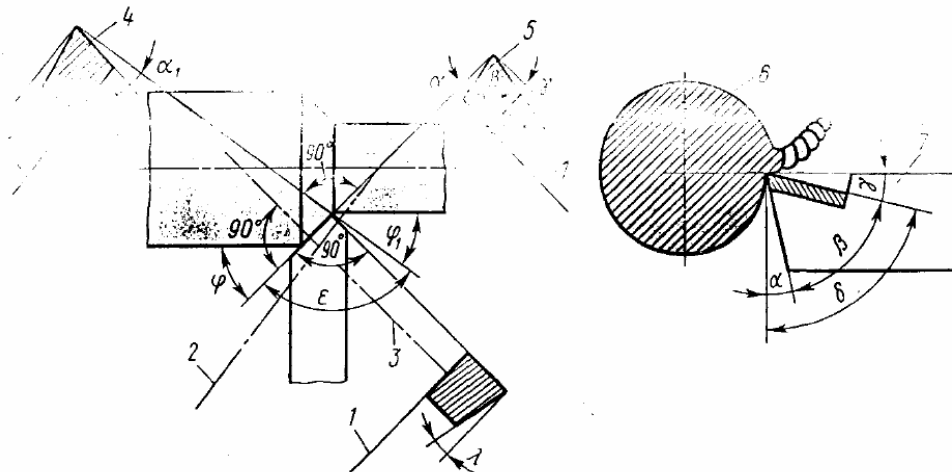


Рисунок 2.3 – Геометрія різця

Будова універсального кутоміра ЛМТ

Універсальний кутомір ЛТМ (рис. 2.4) є плитою, на якій на стійці закріплені три шкали. Вертикальна шкала з двома вимірювальними лезами і

сектором з рискою призначений для виміру кутів в головній і допоміжній січних площинах; вертикальна горизонтальна шкала з однією лінійкою - для виміру кута нахилу головної різальної кромки; горизонтальна шкала - для виміру кутів в плані. На плиті є планка напрямної, використовується при вимірі кутів в плані для забезпечення перпендикулярності подовжньої осі стержня різця нульовій відмітці на горизонтальній шкалі.

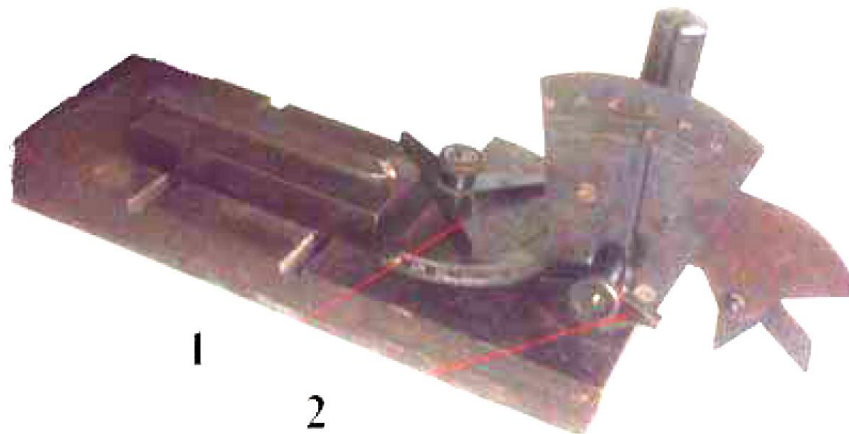


Рисунок 2.4 – Універсальний кутомір.

Вимір кутів в головній і допоміжній січній площині

Вимірювання виконують в наступній послідовності:

1. Визначити на робочій частині різця положення головної січної площини.
2. Встановити різець опорною поверхнею на плиту.
3. Поєднати лезо лінійки 1 без проміжку з передньою поверхнею різця, розташовуючи лінійку в площині, перпендикулярній головній різальній кромці.
4. За шкалою визначити значення і знак головного переднього кута.
5. Поєднати лезо лінійки 2 без проміжку з головною задньою поверхнею, розташовуючи лінійку в площині, перпендикулярній головній різальній кромці.
6. За шкалою визначити значення головного заднього кута.
7. Розрахувати значення кута різання і кута загострення.
8. Аналогічно визначити значення допоміжного переднього і допоміжного заднього кута. При цьому лінійка повинна розташовуватися в площині, перпендикулярно допоміжній різальній кромці.

Вимір кутів в основній площині здійснюється в наступній послідовності:

1. Поєднати мітку на горизонтальній шкалі з міткою на стійці і закріпити шкалу за допомогою гвинта.
2. Притиснути різець до направляючої планки і підвести до шкали.
3. Повернути лінійку до поєднання її з головною різальною кромкою і за шкалою визначити значення головного кута в плані.
4. Повернути лінійку до поєднання її з допоміжною різальною кромкою і за шкалою визначити значення допоміжного кута в плані.
5. Розрахувати по формулі(32) величину кута при вершині в плані.

Вимір кута нахилу головної різальної кромки

1. Встановити різець опорною поверхнею на плиту.
2. Розташувати вертикальну шкалу з однією лінійкою над головною різальною кромкою.
3. Поєднати лінійку з головною різальною кромкою різця.
4. За шкалою визначити значення кута нахилу головної різальної кромки.
5. Визначити знак кута нахилу головної різальної кромки.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити інструкцію з техніки безпеки.
2. Отримати індивідуальне завдання.
3. Призначити різці для обробки усіх поверхонь деталі індивідуального завдання, обґрунтувавши доцільність їх застосування.
4. Розробити ескізи наладок.
5. Вивчити конструктивні елементи і геометричні параметри токарного прохідного різця.
6. Виконати ескіз токарного прохідного різця і вказати його частини, елементи і кути.

Контрольні питання

1. Як класифікуються різці, і за якими ознаками.
2. Геометричні елементи різальної частини токарних різців
3. Координатні площини для визначення кутів різця
4. Визначення кутів різця.
5. Правила побудови схем розташування кутів різця.
6. Методика виміру кутів різця.
7. Класифікація різців за окремими ознаками.

Лабораторна робота № 3

ОБРОБКА ОТВОРІВ НА СВЕРДЛИЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

Мета роботи: вивчити призначення і розташування основних вузлів і органів управління свердлильного верстата; способи обробки отворів.

Устаткування, прилади та інструменти: свердлильний верстат моделі 2Н135; набір інструменту, що використовується при обробці на свердлильних верстатах; штангенциркуль, мікрометр; допоміжний інструмент.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Свердлильні верстати призначені: для отримання наскрізних і глухих отворів в суцільному матеріалі, для чистової обробки (зенкерування, розгортання) отворів, утворених в заготовці яким-небудь іншим способом, для нарізування внутрішніх різьб, для зенкування торцевих поверхонь.

Застосовуючи спеціальні інструменти і пристосування, на свердлильних верстатах можна розточувати отвори, вирізувати отвори великого діаметру в листовому матеріалі, притирати точні отвори і т. д.

На свердлильних верстатах обробка отворів здійснюється свердлами, зенкерами, розгортками, зенкуваннями і іншими інструментами, нарізування різьби – мітчиками.

Існують наступні типи універсальних свердлильних верстатів: 1) настільно-свердлильні верстати (одношпиндельні); 2) вертикально-свердлильні одношпиндельні верстати; 3) радіально-свердлильні верстати; 4) багатошпиндельні свердлильні верстати; 5) верстатів для глибокого свердління.

Найбільш поширеними в загальному машинобудуванні є вертикально- і радіально-свердлильні верстати.

Основні розміри свердлильних верстатів — найбільший діаметр свердління, номер конуса шпинделя, виліт шпинделя, найменші і найбільші відстані від торця шпинделя до столу і до фундаментної плити.

Вертикально-свердлильні верстати

Універсальний вертикально-свердлувальний верстат 2A125 призначений для свердління, зенкерування, розгортання отворів і нарізування різьби мітчиками в умовах дрібносерійного виробництва. Короткі технічні характеристики свердлильних верстатів приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики свердлильних верстатів

Характеристика	Моделі верстатів				
	2118	2A125	2A135	2A150	2170
Найбільший умовний діаметр свердління	18	25	35	50	75
Частоти обертання шпинделя, об/хв	310...2975	97...1360	68...1100	32...1400	22...1018
Потужність електродвигуна, кВт	1,0	2,8	4,5	7,0	10,0

У вертикально-свердлильних верстатах головним рухом v є обертання шпинделя із закріпленим в нім інструментом, а рухом подачі — вертикальне переміщення шпинделя (рис. 3.1.).

Оброблювану заготовку встановлюють на столі або безпосередньо на фундаментній плиті, причому співвісність отвору заготовки і шпинделя досягається переміщенням заготовки.

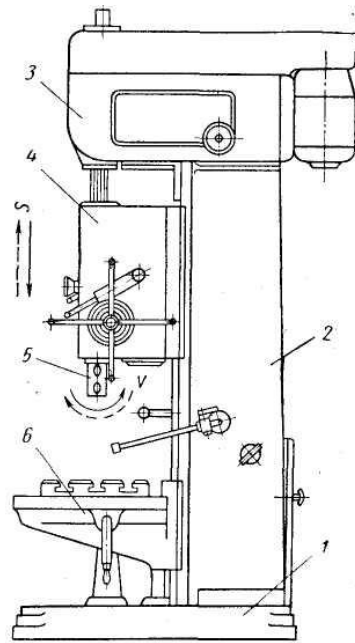


Рисунок 3.1 – Вертикально-свердильний верстат

Основними вузлами вертикально-свердлувального верстата є станина 2, фундаментна плита 1, привід головного руху 3, шпиндель 5, коробка подач і механізм подач 4, стіл 6.

На станині, яка являє собою порожнисте відливання коробчастої форми, розміщені основні вузли верстата. Станина має вертикальні направляючі на яких встановлюється несучий кронштейн шпинделя. У порожнині станини розміщуються електроапаратура управління і противага шпинделя.

Фундаментна плита служить опорою верстата. У середніх і важких верстатах її верхня площина використовується для установки заготовок великих розмірів. Внутрішні порожнини фундаментної плити служать резервуарами для мастильно-охолоджувальної рідини.

Коробка швидкостей свердильних верстатів містить зубчасті передачі, перемиканням яких отримують різні швидкості шпинделя. Шпиндель сучасних вертикально-свердильних верстатів має 6...12 швидкостей, що забезпечуються поєднанням приводу головного руху з одно- або двошвидкісним електродвигуном. Деякі моделі вертикально-свердильних верстатів мають замість приводу головного руху безступінчастий варіатор. На рис. 3.2. показаний привід головного руху вертикально-свердлувального верстата.

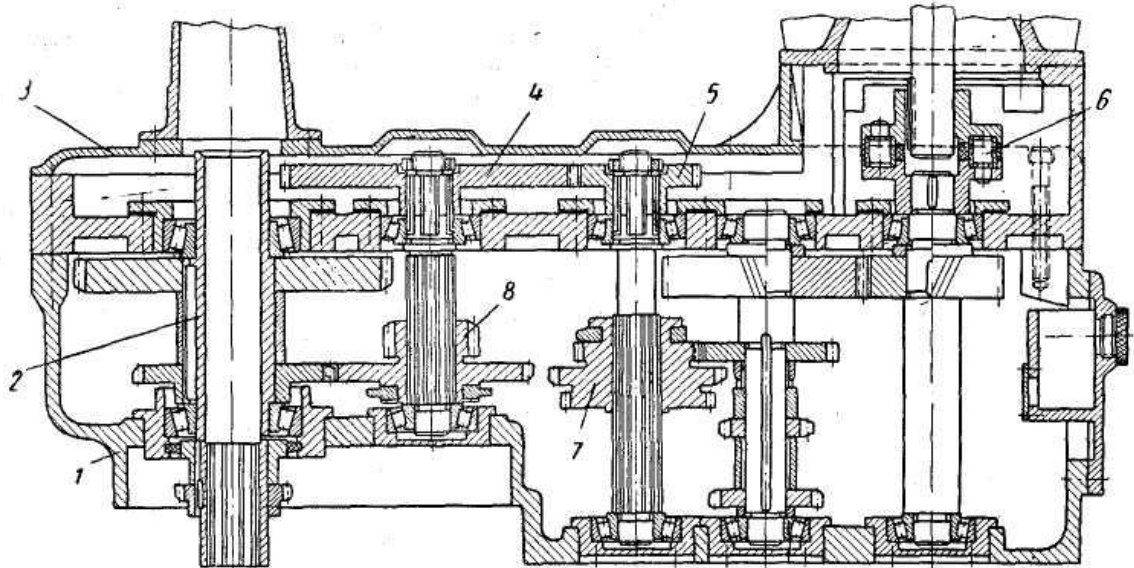


Рисунок 3.2 – Конструкція приводу головного руху вертикально-свердлувального верстата

Корпус приводу прикріплений до верхнього торця станини. На кришці 3 корпуси встановлений електродвигун, сполучений з першим валом коробки муфтою 6. За допомогою двох пересувних блоків 7 і 8 гільзі 2 повідомляється шість (при одношвидкісному двигуні) різних швидкостей. Гільза має внутрішні шліци, за допомогою яких обертання передається шпинделю. Змінні шестерні 4-5 дозволяють отримати більш високий ряд швидкостей шпинделя, наприклад, при переході на обробку заготовель з кольорових металів.

Шпиндель своєю зубчастою (шліцьовий) частиною входить в гільзу коробки швидкостей і, обертаючись разом з нею, має в той же час можливість переміщатися в ній в осьовому напрямі. У передньому кінці шпинделя кріплять різальний інструмент або безпосередньо в конічному отворі, або за допомогою перехідних втулок або інших пристосувань. Значні осьові навантаження, що виникають при свердлінні, сприймаються в легких верстатах радіально-упорними підшипниками, а в середньо і важких верстатах – кульковими або роликовими упорними підшипниками, змонтованими у шпиндельній гільзі, яка передає шпинделю поступальну подачу через рейкову передачу, зв'язану з механізмом осьового переміщення шпинделя. Залежно від розміру верстата

шпиндель має 4-12 величин швидкостей подач. Коробка подач отримує обертання або безпосередньо від шпинделя, або від одного з валів коробки швидкостей, пов'язаного з шпинделем постійними передачами.

Стіл верстата служить для закріплення оброблюваної заготовки. Він може бути нерухомим або поворотним (відкидним). Стіл або монтується на напрямних станини, або виконується у формі тумби, що встановлюється на фундаментній плиті. Існують столи з програмним управлінням, де послідовна координатна установка заготовки здійснюється відповідно до технологічного процесу автоматично.

При обробці на вертикально-свердлильних верстатах значна доля допоміжного часу витрачається на зміну різального інструменту. Застосування швидкозмінних патронів, що дозволяють змінити інструмент без зупинки шпинделя, сприяє скороченню допоміжного часу. Оснащення вертикально-свердлувального верстата спеціальною револьверною голівкою з автоматичним поворотом і фіксацією підвищує ступінь автоматизації верстата і в той же час вимагає наявності автоматичного управління зміною чисел оборотів і величини подачі шпинделя.

Радіально-свердлильні верстати

Радіально-свердлильні верстати призначені для багатоінструментальної обробки отворів в заготовках великих деталей при одиничному і серійному виробництві. На відміну від вертикально-свердлильних в радіально-свердлильних верстатах поєднання осі отвору заготовки з віссю шпинделя досягається переміщенням шпинделя відносно нерухомої заготовки. Компонування верстата рис. 3.4 дозволяє встановити шпиндель з інструментом у будь-якій точці робочої зони верстата за рахунок переміщення шпиндельної голівки (бабки) 5 по направляючих траверси (рукави) 4 і повороту траверси навколо колони 2.

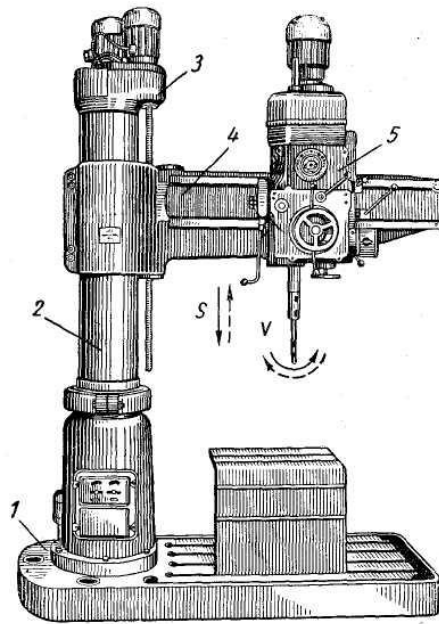
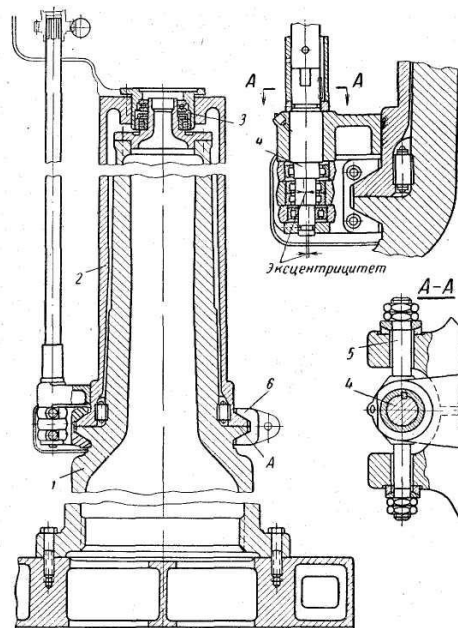


Рисунок 3.4 – Радіально-свердильний верстат мод. 2А53.

До допоміжних рухів відносяться: поворот траверси і закріплення її на колоні, вертикальне переміщення і закріплення траверси на потрібній висоті, переміщення і закріплення шпindelної голівки на траверсі, перемикання швидкостей і подача шпинделя і т. д.

Основними вузлами радіально-свердильних верстатів є колона 2, фундаментна плита 1, траверси (рукав) 4, механізм переміщення і затиску рукава 3, шпindelна голівка 5. Колона (рис. 3.5) складається з двох частин: нерухомої внутрішньої колони 1, закріпленою на фундаментній плиті, і поворотної зовнішньої колони 2.



Рисуно 3.5 – Розріз колони радіально-свердлильного верстата

Зовнішня колона закріплюється в потрібному положенні хомутом 6, що охоплює конусні поверхні фланців обох колон. Затиск і розтиск хомута виконано болтами 5, надітими на валик 4 з ексцентриковими шийками; поворот валика викликає переміщення болтів 5 в потрібному напрямі. При звільненій зовнішній колоні, під дією тарілчастих пружин 3 відбувається розвантаження стику А від сили ваги вузлів, що повертаються, що значно полегшує поворот. На рис. 3.6 показаний розріз головного приводу радіально-свердлувального верстата.

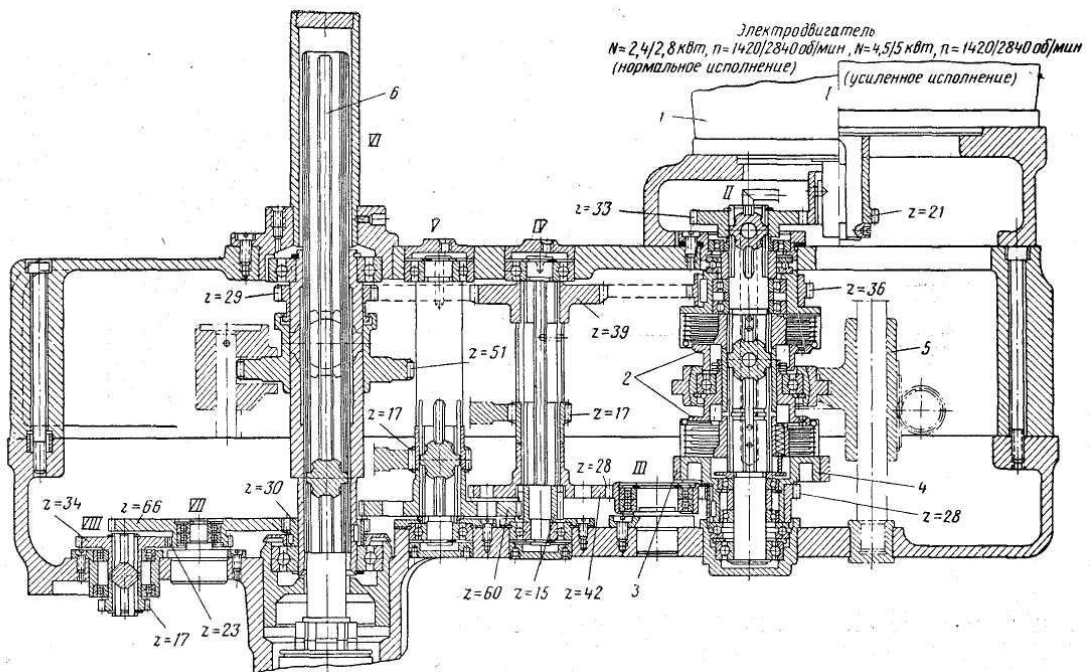


Рисунок 3.6 – Головний привід радіально-свердлувального верстата 2А53

Основні види робіт, що виконуються на свердлильних верстатах

На свердлильних верстатах проводять наступні технологічні операції (рис. 3.7): свердління (рис.3.7а), розсвердлювання (рис. 3.7б), зенкерування (рис. 3.7в), розгортання (рис. 3.7 г д), цекування (рис 3.7е), зенкування (рис. 3.7 ж, з), нарізування різьби (рис 3.7і), отримання отворів складного профілю (рис. 3.7 к), свердління глибоких отворів.

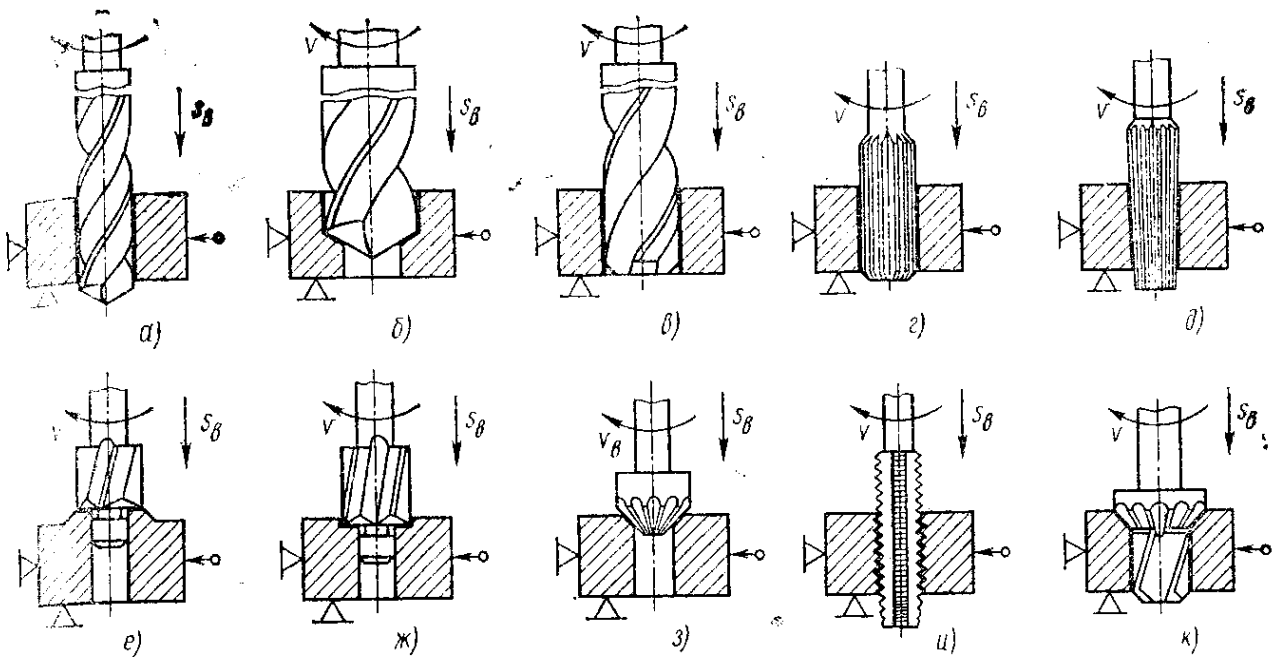


Рисунок 3.7 - Технологічні операції виконувани на свердильних верстатах

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитися з призначенням основних вузлів, механізмів і органів управління верстата 2Н135.
2. По заданому кресленню деталі вибрати послідовність обробки поверхонь.
3. Вивчити методику налаштування верстата.
4. Підібрати інструмент для обробки і призначити режими різання по таблицях 1 і 2.

Контрольні питання

1. Сфера застосування свердильних верстатів?
2. Типи універсальних свердильних верстатів?
3. Основні вузли вертикально-свердильного верстата?
4. Особливості конструкції головного приводу вертикально-свердильного верстата?
5. Особливості конструкції шпинделя вертикально-свердильного верстата?
6. Основні вузли радіально-свердлувального верстата?
7. Особливості конструкції головного приводу радіально-свердильного верстата?
8. Особливості конструкції колони радіально-свердлувального верстата?

Лабораторна робота №4

ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВЕРДЛІННЯ І ОБРОБКИ ОТВОРІВ

Мета роботи: Вивчити конструктивні елементи, геометричні параметри свердлильного інструменту; вимірювальні прилади і опанувати методику виміру; ознайомитися з типовими конструкціями свердла, зенкерів, розгорток способами закріплення різального інструменту при обробці на верстатах свердлувальної групи;

Устаткування, прилади та інструменти: набір спіральних свердел, зенкерів, розгорток з циліндричними і конічними хвостовиками; лінійка металева, транспортер, штангенциркуль; універсальний кутомір Семенова; копіювальний папір; таблиця для визначення конуса Морзе, плакати.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Свердління - поширений метод отримання отворів в суцільному матеріалі. Свердлінням отримують наскрізні і глухі отвори і обробляють заздалегідь отримані отвори в цілях збільшення їх розмірів, підвищення точності і зниження шорсткості поверхні.

Свердління здійснюють при поєднанні обертального руху інструменту навколо осі - головного руху і поступального його переміщення уздовж осі - рух подання, обидва рухи на свердлувальних верстатах повідомляють інструмент.

Процес різання при свердлінні протікає в складніших умовах, ніж при точінні, оскільки ускладнено відведення стружки і підвід охолоджуваної рідини до різальних кромки інструменту для їх охолодження. При відведенні стружки відбувається її тертя об поверхню канавок свердла і свердла об поверхню отвору, що підвищує деформацію стружки і тепловиділення.

Різальним інструментом при свердлінні є свердла різної конструкції. Швидкістю різання при свердлінні називають окружну швидкість точки різальної кромки, найбільш віддаленої від осі свердла.

$$V = 3,14 \cdot D \cdot n / 1000$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні заготовки, мм; n - число оборотів свердла, хв.

Вибір величини швидкості різання визначається багатьма чинниками: механічні властивості матеріалу оброблюваної заготовки і матеріал різальної частини свердла, величини подання, діаметру свердла, стійкості інструменту, глибини свердління і т.п.

Наприклад: при роботі свердла, оснащеного пластиною твердого сплаву ВК8, швидкість різання сталі складає 47...50 м/хв, а чавуну 5095 м/хв.

Подання S дорівнює величині переміщення свердла уздовж осі за один оборот, глибина різання при свердлінні в суцільному матеріалі складає половину діаметру свердла.

Найбільш поширений інструмент при свердлінні - спіральні свердла (рис. 4.1). Спіральне свердло складається з робочої частини, шийки і хвостовика. У робочій частині розрізняють різальну і направляючу або центруючі частини. Геометричні параметри спірального свердла зображені на рис. 4.2.

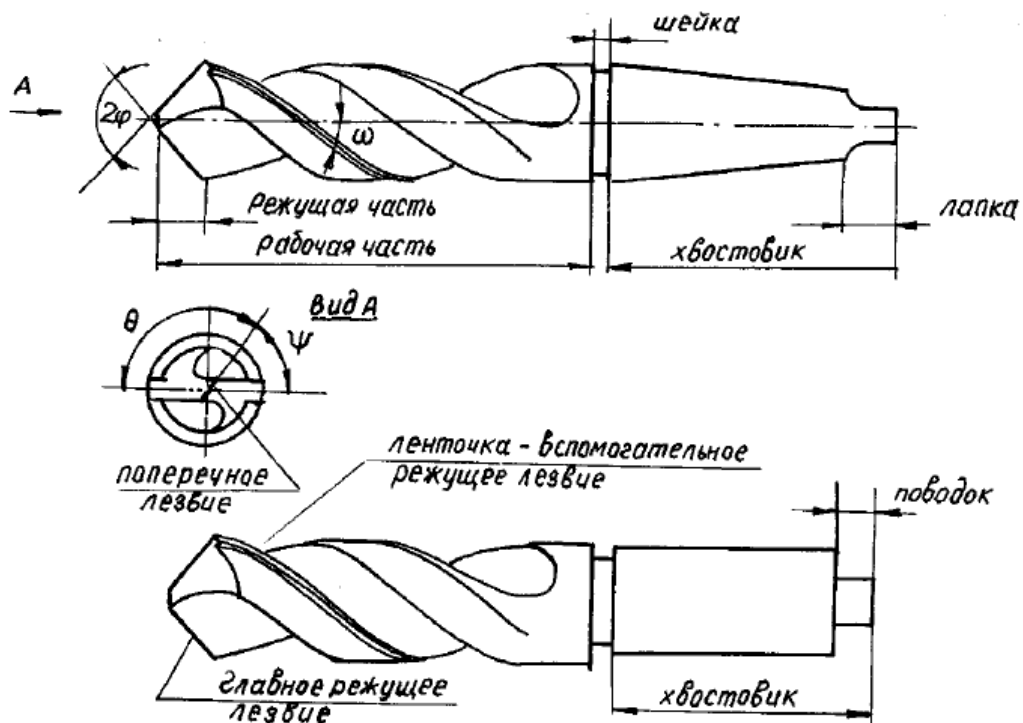


Рисунок 4.1 – Спіральне свердло

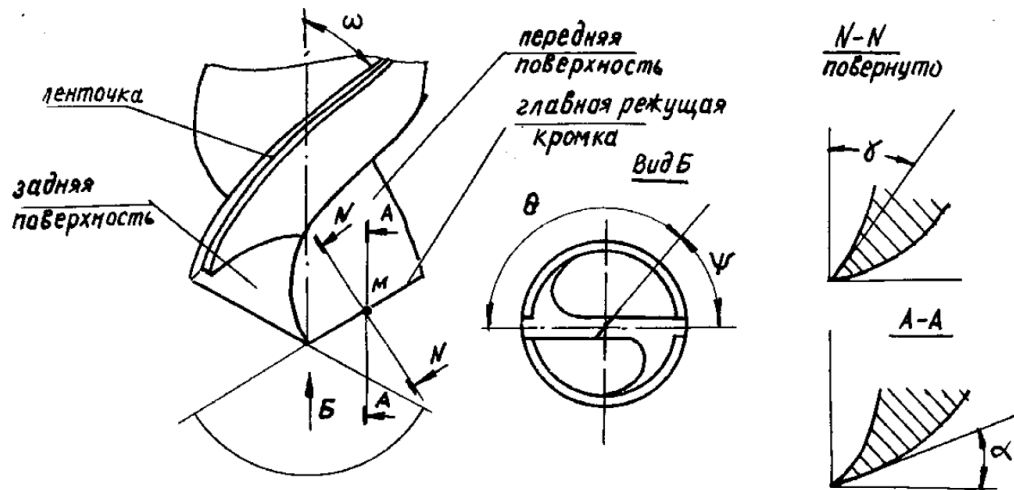


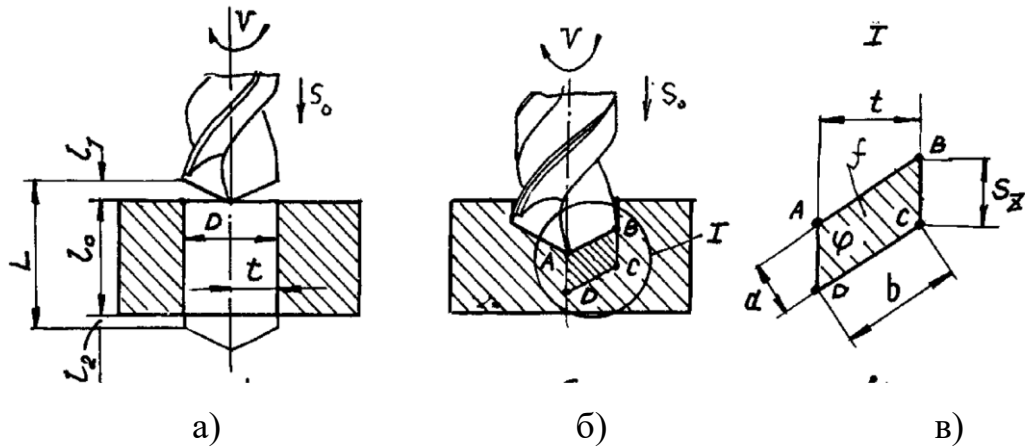
Рисунок 4.2 – Геометричних параметрів спірального свердла

Спіральні свердла мають п'ять різальних кромок (лез): дві головні, дві допоміжні (уподовж стрічок) і поперечну, яка не ріже, а вдавлюється в метал. Основними геометричними параметрами спірального свердла є:

1. Кут при вершині:
 - 2 $\phi = 116.118^\circ$ при обробці сталі, чавуну, твердої бронзи.
 - 2 $\phi = 130^\circ$ для обробки латуні, м'якої бронзи.
 - 2 $\phi = 125^\circ$ при обробці червоної міді.
 - 2 $\phi = 140^\circ$ при обробці алюмінію, дюралюмінію, бабіту.
 - 2 $\phi = 80.90^\circ$ для обробки скла, мармуру.
 - 2 Кут нахилу гвинтових канавок $\omega = 24.38^\circ$.
 3. Кут нахилу поперечної кромки ψ коливається від $47 \dots 50$ (при діаметрі свердла ≤ 12 мм) до 50.52° (при діаметрі свердла більше 12 мм).
 4. Передній кут γ є змінною величиною:

$\gamma = 0^\circ$ у перемички свердла і $\gamma = 25.30^\circ$ на периферійній точці свердла.
 5. Задній кут α також змінна величина:

$\alpha = 7.15^\circ$ у периферійної точки свердла і $\alpha = 20.26^\circ$ у перемички свердла.
 6. Допоміжний кут ϕ_1 .
- Елементи режиму різання при свердлінні показані на рис. 4.3.



D – діаметр свердла (отвори); t - глибина різання; S_0 - подача, мм/об; s_z - подача, мм/зуб; f - площа поперечного перерізу зрізуваного шару; L - приведена довжина; l_0 - глибина свердління; l_1 - шлях урізування; l_2 - перебігання свердла

Рисунок 4.2 – Елементи режиму різання при свердлінні

Допустиму швидкість різання v (м/хв) при заданій стійкості осевого інструменту (свердла, зенкера розгортки і так далі) найчастіше вибирають з довідкових таблиць (табл. 11). Значення подач (мм/об) наведені в таблиці. 10.

Закріплення інструменту в шпинделі свердлильного верстата показано на рис. 4.3.

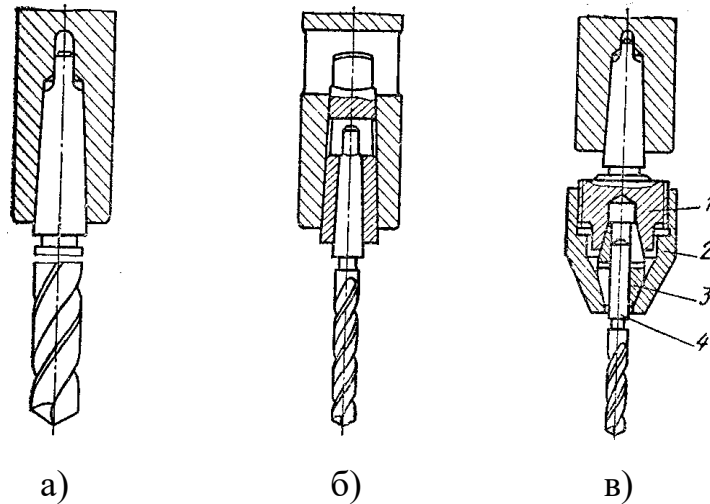


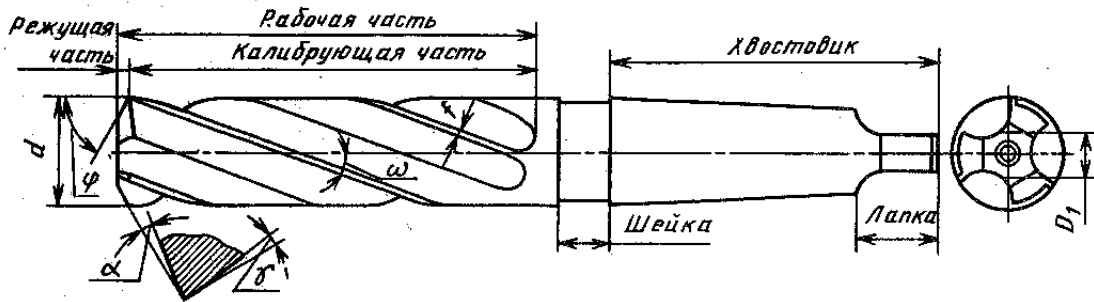
Рисунок 4.3 – Схеми закріплення інструменту в шпинделі верстату

Для подальшої обробки отворів, що отримуються при свердлінні, литво або штампування, застосовують зенкерування і розгортання.

Нижче представлені параметри якості при обробці на свердлувальних верстатах.

Операція	Квалітет точності обробки	Якість обробки
Свердління-розточування	10 – 11	Rz 80 - 20 мкм
Зенкування	9 – 10	До Ra 2,5 мкм
Розгортання	6 – 8	Ra 2,5 - 0,32 мкм

Різальним інструментом при зенкуванні і розгортанні є зенкери і розгортки.



Элементы рабочей части зенкера

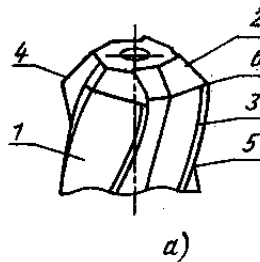


Рисунок 4.3 - Зенкер

Зенкер (рис 4.3) складається з робочої частини, шийки, конічного хвостовика і лапки. У робочій частині розрізняють різальну і калібруючу (направляючу) частини.

Різальна частина зенкера складається із зрізаної торцевої частини - серцевини і трьох або чотирьох різальних зубів.

Головний кут в плані $\varphi = 45 \dots 60$

Калібруюча ділянка зенкера має три або чотири гвинтові канавки і стрічки, які забезпечують напрям інструменту.

По виду оброблюваних отворів зенкери розділяють на циліндричні, конічні і комбіновані (багатоступінчасті), а також цілісні - діаметром до 80мм, насадні, зі вставними ножами або пластинками, що напаяли, з твердого сплаву.

Робоча частина зенкера складається із задньої поверхні 1, головній задній поверхні 2, допоміжній задній поверхні 3, головної різальної кромки 4, допоміжної різальної кромки 5 і вершини 6 зуба зенкера (рис. 4.3а).

Розгортка (рис. 4.4) має робочу частину, шийку і хвостовик. У робочу частину входить направляючий конус або огорожна частина, різальна частина, калібруючу ділянку і зворотний конус.

Основну роботу виконує різальна частина, кожен зуб якої має головну різальну кромку 1, передню і задню 3 поверхні рис. 4.4б, в і кутовий крок.

Розгортки бувають циліндричні, конічні, ручні, машинні. У машинних розгортках – робоча частина значно коротша, ніж у інших.

Конструктивно розгортки ділять на хвостові і насадні, цілісні і зі вставними ножами, оснащені пластинками з твердого сплаву.

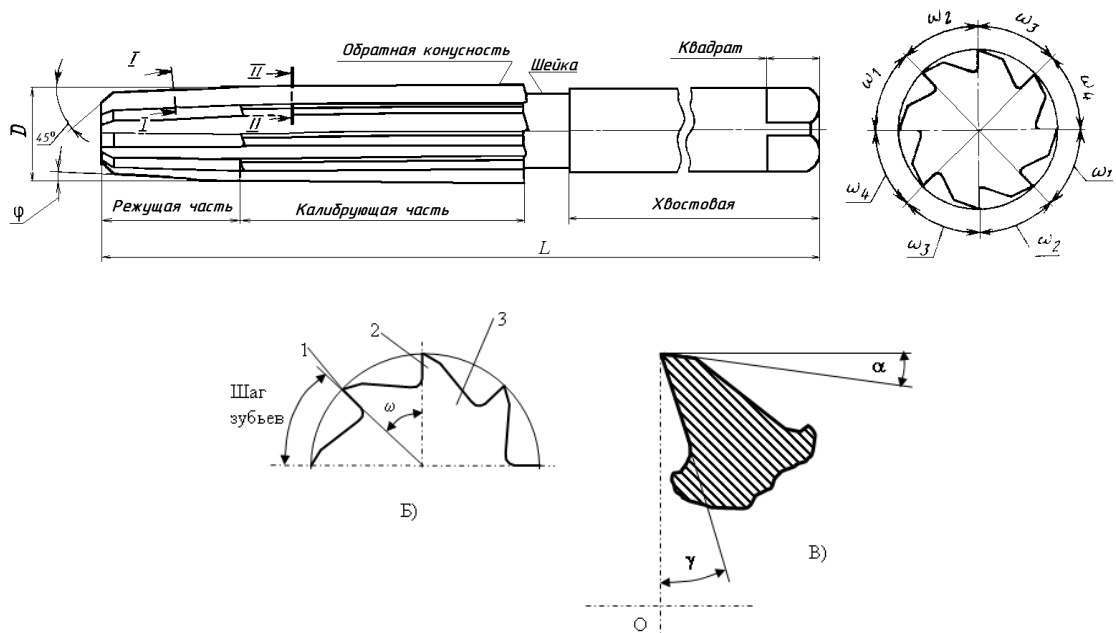


Рисунок 4.4 – Розгортка

У масовому виробництві для підвищення продуктивності обробки застосовують комбіновані різальні інструменти рис. 4.5.

Для утворення різьби в штучних отворах застосовують мітчики. Мітчик є гвинтом з нарізаними канавками, що утворюють різальні кромки.

Профіль різьблення мітчика повинен відповідати профілю нарізаного різьблення. Мітчик закріплюють в спеціальному патроні.

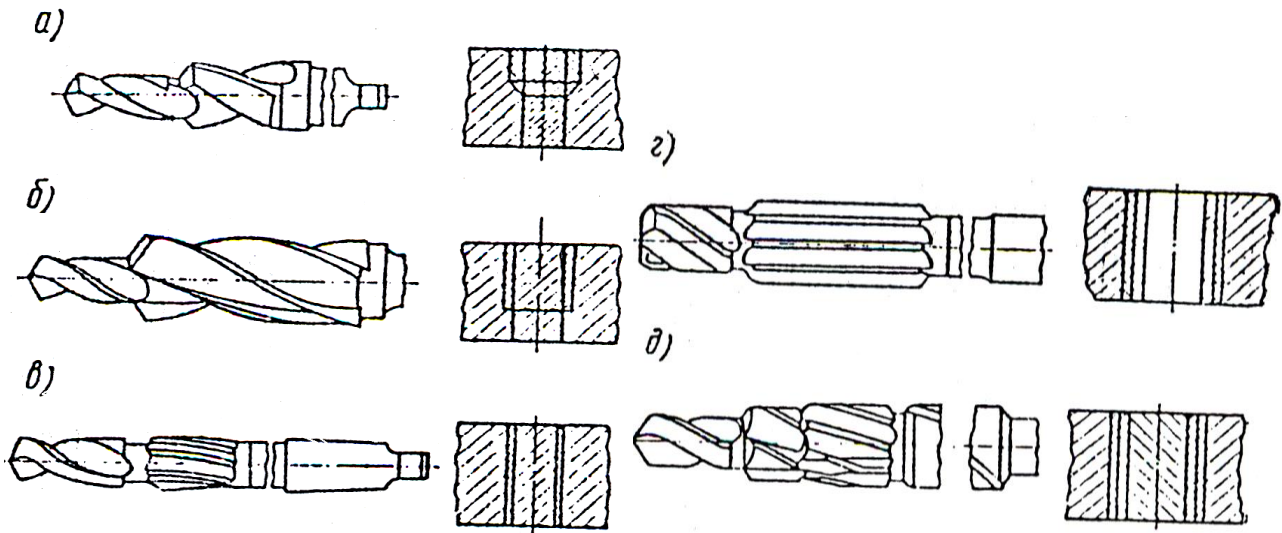


Рисунок 4.5 - Комбіновані різальні інструменти

При обробці на свердлувальних верстатах застосовують різні пристосування для установки і закріплення заготівель на столах верстатів. Заготівлі закріплюють притискними планками або в лещатах, трьох і чотирьох кулачкових патронах і т.п.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити пристрої і призначення інструменту для обробки отворів.
2. Вивчити пристрій і призначення вузлів верстата 2A150.
3. За завданням викладача настроїти верстат по числу оборотів і подань.
4. Зробити ескіз інструмент для обробки отворів і схему обробки.

Контрольні питання

1. Призначення різального інструменту для обробки отворів.
2. Які особливості процесу різання при свердлінні в порівнянні з методом точіння?
3. Технологічні операції - розсвердлювання, зенкерування і розгортання отворів?
4. Способи закріплення заготівлі при обробці на верстатах свердлувальної групи.
5. Способи закріплення різального інструменту при обробці на верстатах свердлувальної групи.

Лабораторна робота №5

ОБРОБКА ЗАГОТОВОК НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ

Мета роботи: вивчити пристрій і принцип роботи фрезерних верстатів; способи закріплення заготовок при обробці на верстатах фрезерної групи; способи закріплення різального інструменту при обробці на фрезерних верстатах; основні технологічні операції виконувани при обробці на верстатах фрезерної групи.

Устаткування, прилади та інструменти: фрезерних верстатів; фрези; установка для закріплення фрез; креслення деталі індивідуального завдання; плакати.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Фрезерування - вид обробки заготовки різанням багатолезовим різальним інструментом - фрезою. Суть процесу фрезерування полягає в знятті з поверхні заготівлі шару металу у вигляді стружки, причому головним рухом є обертання інструменту, рухом подання - переміщення заготівлі відносно фрези.

При фрезеруванні обробляють горизонтальні, вертикальні і похилі площини, фасонні поверхні, уступи і пази різного профілю. Особливістю процесу фрезерування є уривчастість різання кожним зубом фрези (рис. 5.1, а).

Урізування зуба фрези в заготівлю супроводжується ударами. Це призводить до нерівномірності процесу різання, вібрацій і підвищеного зносу зубів, що негативно позначається на точності і шорсткості обробленої поверхні.

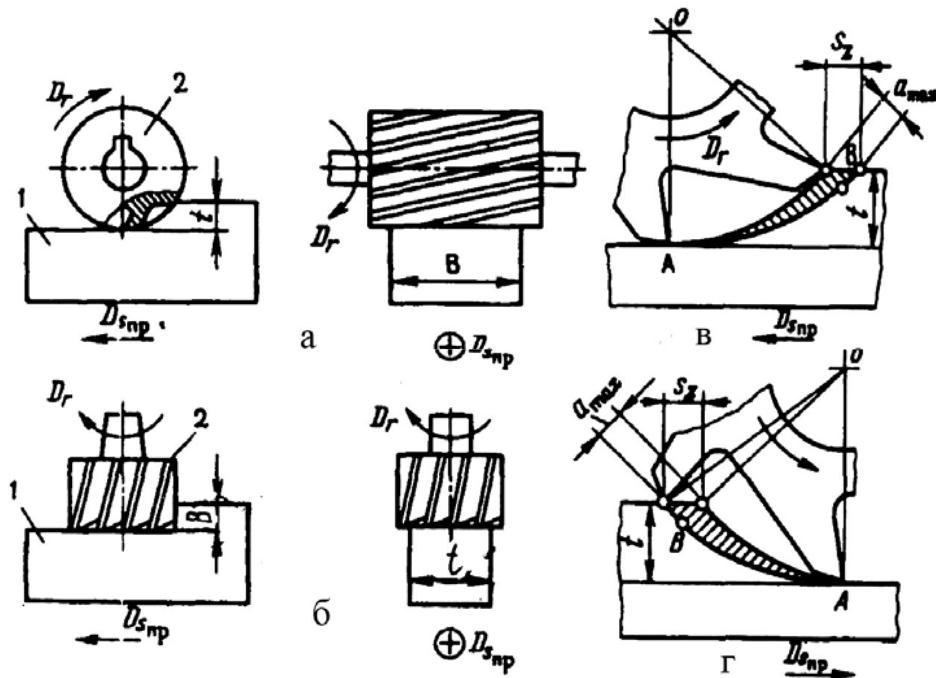
Особливість процесу фрезерування - переривчаста різання кожним зубом. Різальне лезо фрези є у контакті із заготівлею і виконує роботу різання тільки на деякій частині обороту, а потім продовжує рух, не торкаючись заготівлі, до наступного урізування, що у меншій мірі сприяє перегріванню різальних кромки і подовжує термін служби інструменту.

Основними, найбільш поширеними являються циліндричні і торцеве фрезерування.

При *циліндричному фрезеруванні* (рис. 5.1, а) зрізування припусків виконується зубами фрези, розташованими по тій, що утворює тіла обертання. Зуб фрези знімає шар металу змінної величини від 0 до S_z (подача на зуб).

При *торцевому фрезеруванні* зуб (рис. 5.1, б) фрези знімає шар металу практично постійної величини S_z . Залежно від співвідношення векторів швидкості $V_{фр}$, і вектору подання $S_{пр}$ в точці різання розрізняють зустрічне і попутне фрезерування.

Зустрічне фрезерування. Це фрезерування при якому в місці контакту інструменту і заготовлі вектори швидкості головного руху різання і руху подання заготовлі відносно інструменту спрямовані в протилежні сторони(рис.1, в).



а - циліндричною фрезою; б - торцевою фрезою; у - зустрічне фрезерування; г - попутне фрезерування

Рисунок 5.1 – Схема фрезерування

Навантаження на кожен зуб фрези збільшується поступово, оскільки товщина зрізаного шару збільшується від 0 до максимальної величини S_z .

Зрізування металу йде з під кірки і вірогідність підривання заготовлі і зриву зуба відсутні, тобто цим способом можна обробляти заготовлі, що

отримані литвом, зварюванням, штампуванням, мають тверду кірку металу на поверхні.

Проте зростання навантаження на зуб викликає прагнення відриву заготовки, викликаючи вібрацію верстата і інструменту і погіршуючи якість поверхні. При цьому істотно збільшується знос задньої поверхні зуба фрези із-за прослизання, що веде до неточності обробки і зростання сил різання.

Попутне фрезерування. Фрезерування при якому в місці контакту інструменту і заготівлі вектори швидкостей головного руху різання і рухи подання заготівлі відносно інструменту спрямовані в один бік (рис.1, г). Зуб фрези починає знімати стружку відразу ж з максимальною товщиною і піддається найбільшому навантаженню. Сили різання притискають заготівлю до столу, виключаючи вібрації системи стінка-інструмент, що веде до більше рівномірного зняття припуску. Початкове ковзання зуба відсутнє, що збільшує в 3 рази стійкість зуба при його зношуванні.

При попутному фрезеруванні різко зростає можливість "підривання" заготівлі, коли метал не зрізується, а виривається із заготівлі, утворюючи на поверхні мікрораковини, що різко знижує якість шорсткості поверхні. При обробці відливаних і зварювальних швів можлива поломка зуба фрези, оскільки поверхневий шар металу твердий із-за наявності цементита, оксидів, неметалічних включень, залишків шлаку.

При торцевому фрезеруванні одночасно є присутніми і зустрічне і попутне фрезерування.

1. Зустрічне фрезерування(проти подання) – напрям обертання фрези і переміщення заготівлі не співпадають (рис. 5.1, в);

2. Попутне фрезерування - напрям обертання фрези співпадає з напрямом переміщення заготівлі (рис. 5.1.г).

Фрезерні верстати

Фрезерні верстати складають приблизно 20 % від усього верстатного парку. По класифікації вони відносяться до 6 групи, яка складається з 8 типів.

Тип 1. Вертикально-фрезерних верстатів мають шпиндель з вертикальною віссю обертання, в якому закріплюється фреза. Стіл верстата встановлений на консолі(кронштейні) і має 3 напрями подання: подовжню, поперечну і вертикальну.

Тип 2. Фрезерні верстати безперервної дії, у яких стіл із заготівлями має кругове подання. До них відносяться карусельно-фрезерні, у яких стіл обертається навколо вертикальної осі, і барабанно-фрезерні, такі, що мають облаштування для закріплення заготовки типу барабана з горизонтальною віссю обертання. Верстати застосовуються у великосерійному і масовому виробництвах.

Тип 3. Копіювально-фрезерні верстати. Вони мають копіювальний пристрій, за допомогою якого верстат переносить форму еталону або копіру на заготівлю, і застосовуються для обробки фасонних поверхонь.

Тип 4. Вертикально-фрезерних безконсольних верстатів відрізняються від верстатів 1 -го типу тим, що у них стіл встановлений на підставі станини (консоль відсутня), що підвищує жорсткість верстата.

Тип 5. Подовжньо-фрезерних верстатів мають стіл великої довжини (до 12 м), що здійснює подовжнє подання і 2...4 фрезерних голівки. Використовуються для обробки важких корпусних заготовки.

Тип.6. Широкоуніверсальні верстати - це горизонтально-фрезерні верстати, що мають додаткову змінну фрезерну голівку з вертикальною віссю обертання шпинделя. Верстати використовуються як горизонтальні, так і вертикально-фрезерні.

Тип 7. Горизонтально-фрезерних верстатів з горизонтальною віссю обертання шпинделя.

Тип 8. Різні фрезерні верстати.

Найбільше поширення для різноманітних фрезерних робіт отримали горизонтальні і вертикальні фрезерні верстати.

Обробка поверхонь заготовки на горизонтально-фрезерних і вертикально-фрезерних верстатах

Горизонтально-фрезерні верстати. На рис. 5.3 приведений загальний вид горизонтально-фрезерного верстата.

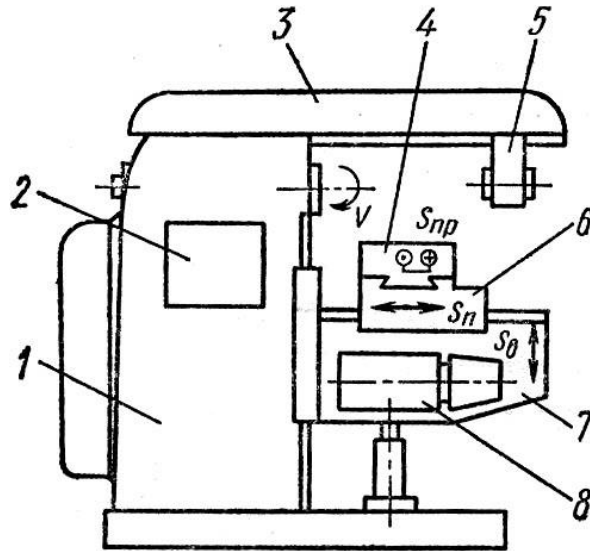


Рисунок 5.3 – Загальний вигляд горизонтально-фрезерного верстату

У станині 1 розміщена коробка швидкостей 2. По тих, що вертикальним, що направляють станиці переміщається консоль 7. Заготовку, яку встановлюють на столі 4 в лещатах або пристосуванні, отримує подання в трьох напрямках: подовжньому (переміщення столу по тих, що направляють санчат б), поперечному (переміщення санчат по тих, що направляють консолі) і вертикальному (переміщення консолі по направляючих станини).

Головним рухом є обертання шпинделя. Коробка подань 8 розміщена усередині консолі. У верхній частині станини розташований хобот 3. По тих, що його, що направляють переміщається підвіска 5 з підшипником для підтримки другого кінця довгого оправляння з фрезою.

Горизонтально-фрезерні верстати, що мають поворотну плиту, яка дозволяє повертати робочий стіл в горизонтальній площині і встановлювати його на необхідний кут, називаються універсальними.

Вертикально-фрезерні верстати (рис. 5.4). Ці верстати мають багато загальних уніфікованих деталей і вузлів з горизонтально-фрезерними верстатами. У станині 1 розміщена коробка швидкостей 2. Шпиндельна голівка 3 змонтована у верхній частині станини і може обертатися у вертикальній

плоскості. При цьому вісь шпинделя 4 можна повертати під кутом до площини робочого столу 5.

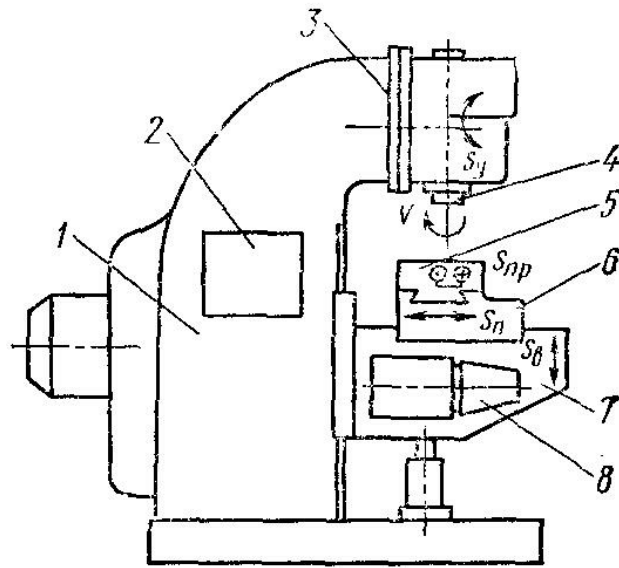


Рисунок 5.4 – Загальний вигляд вертикально-фрезерного верстата

Головним рухом є обертання шпинделя. Стіл, на якому закріплюють заготовку, має подовжнє переміщення по тих, що направляють санчат 6. Санчата поперечне переміщення по тих, що направляють консолі 7, яка переміщається по тих, що вертикальним, що направляють станини.

Таким чином, заготівля, встановлена на столі 5, може отримувати подання в трьох напрямках. У консолі змонтована коробка подань 8.

На рис. 5.5 - показані схеми фрезерування поверхонь заготовки на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах:

горизонтальних поверхонь: а – циліндричними фрезами, би - торцевими фрезами вертикальних поверхонь, в – торцевими фрезами, г – кінцевими фрезами похилих поверхонь і скосів, д – торцевими фрезами, е – кінцевими фрезами, же – однокутовою фрезою;

комбінованих поверхонь: з – набором фрез;

уступів «прямокутних» пазів : і – дисковими фрезами; к – кінцевими фрезами; фасонних пазів: л – фасонною дисковою фрезою; м – двокутною фрезою;

назив типу «ластівчин хвіст»: н — кінцевою однокутовою фрезою; про — фрезою для Т-образних пазів;

відкритих, закритих і сегментних пазів шпон: п — кінцевими фрезами; р — фрезами шпон; з — дисковими фрезами; фасонних поверхонь: т — фасонними фрезами.

Рухи різання, що бере участь у формоутворенні поверхонь заготовки в процесі різання, на схемах вказані стрілками.

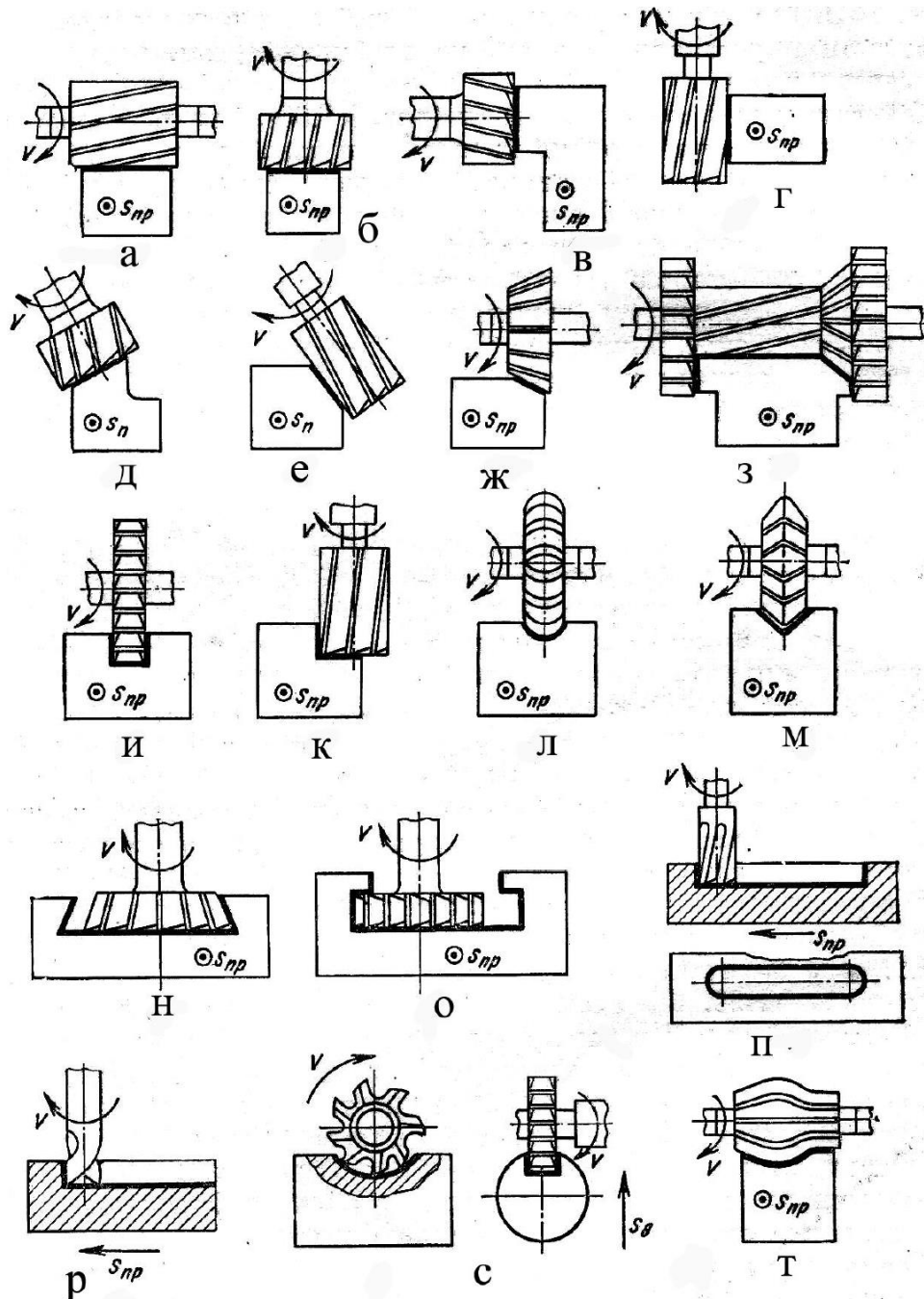


Рисунок 5.5 – Схема обробки поверхонь заготовки на горизонтальних і вертикально-фрезерних верстатах

Режими різання при фрезеруванні

До режимів різання при фрезеруванні відносяться: швидкість головного руху різання V , подання S , глибина різання t .

1. *Швидкість головного руху різання V* - окружна швидкість точки різальної кромки, що знаходиться на найбільшому діаметрі фрези, в головному русі різання, м/хв. Величина V задається залежно від умов обробки.

При напівчистової обробки фрезами з швидкоріжучих сталей з охолодженням $V = 35 \dots 40$ м/хв. Вибравши інструмент для обробки і швидкість головного руху різання, визначивши діаметр фрези d , розраховується частота обертання шпинделя верстата, про/мін:

Значення n , закруглене до найближчого, вказаного на коробці швидкостей верстата. Число оборотів шпинделя верстата 6Н81, регульоване коробкою швидкостей, складає: 65,80,100,125,160,210,255,3000, ..., 1800.

2. *Поданням S* називається переміщення заготівлі у напрямі руху подання за час повороту фрези на зуб (S_z) або за час повного оберту фрези ($S_{об}$), або за одну хвилину (СМНН).

Як правило задається величина подання на зуб S_z . Знаючи число зубів фрези z і частоту її обертання n , визначають хвилинне подання S хв (мм/хв), яке встановлюється на верстаті;

Величина подання на зуб S_z при напівчистовій ($R_a = 5 \dots 10$ мкм) обробці сталевих заготовки дисковими, фасонними або циліндричними фрезами зі швидкорізальної сталі $S_z = 0,04 \dots 0,08$ мм/зуб.

Розраховане хвилинне подання СМНН округлюють до найближчого значення, вказаного на коробці подань верстата. Величина подовжніх подань верстата 6Н81 складає 35, 45, 55, 65, 85, 115, 135, 170, 210, 270...1020 мм/хв.

3. *Глибина різання t* - відстань від необробленої до обробленої поверхні, виміряне перпендикулярно до останньої, яке зрізується за один робочий хід заготівлі.

Установка і закріплення фрез

Після того, як вибраний оптимальний для умов обробки типорозмір фрези, її встановлюють і закріплюють. Відповідно до діаметром отвору фрези вибирають необхідний діаметр оправляння. На вітчизняних заводах застосовують оправляння стандартних розмірів : 16, 22, 27, 32, 40, 50 і 60 мм. На рисунку 5.6 показано фрезерне оправляння 3 для кріплення циліндричної або дискової фрези або набору фрез з настановними кільцями 5.

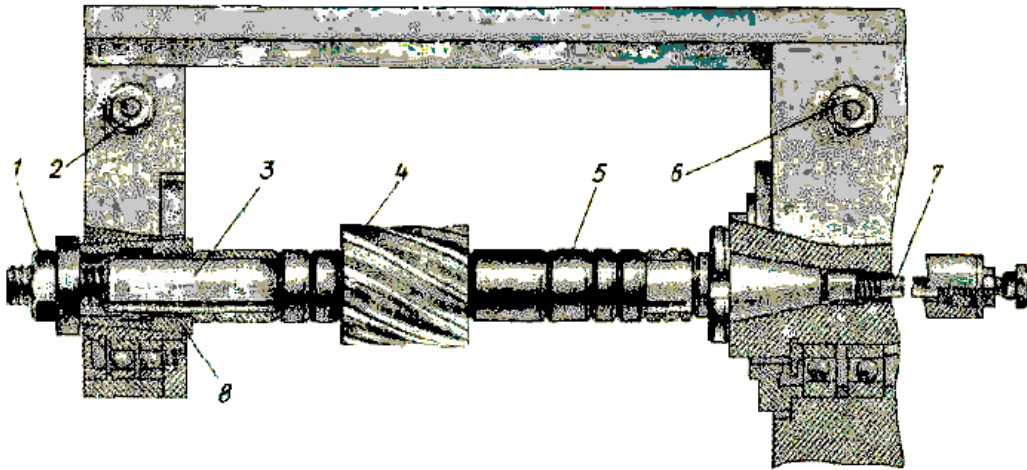


Рисунок 5.6 - Оправка для закріплення фрез

Фрезерне оправляння ставиться в корпус шпинделя і затягується шомполом Т. На оправку надівають настановні кільця і на необхідній відстані від торця шпинделя - фрезу 4. Потім знову надівається ряд кілець і конусна втулка 8 під сережку з урахуванням бажаного видалення сережки від фрези. Набір кілець з фрезою (чи набором фрез) і конусною втулкою затягується на оправлянні гайкою 1. Після цього сережка посувається на конусну втулку оправляння повністю і кріпиться на хоботі гайкою 2. Хобот також має бути закріплений на станині гайками 6. При важких роботах встановлюється друга сережка, для чого в набір включається і друга конусна втулка.

Для установки однієї або декількох фрез на оправці користуються настановними кільцями двох типів різної ширини. В процесі фрезерування оправляння працює на розтягування і вигин, а настановні кільця - на стискування. Коли на оправлянні встановлюють одну фрезу, її бажано розташовувати ближче до шпинделя верстата, оскільки в цьому положенні

прогин оправляння буде мінімальним. Необхідне розташування фрези відносно оброблюваної заготовлі при цьому досягається відповідною установкою столу в поперечному напрямі. Якщо неможливо встановити фрези поблизу шпинделя, рекомендується застосовувати додаткову підвісну сережку. Якщо на оправлянні має бути встановлені декілька фрез, що не мають торцевого контакту, то правильність зі взаємного розташування досягається набором проміжних кілець 2, які встановлюють між ними.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитися з методами фрезерування, інструментом і устаткуванням.
- 2 Вивчити призначення вузлів і органів управління верстата 6Н12.
- 3 За завданням викладача встановити вказані режими роботи верстата (обороту, подання).
- 4 Зробити ескіз схеми фрезерування.

Контрольні питання

- 1 Яка особливість процесу фрезерування і чому у більшості випадків площини зручніше обробляти торцевими фрезами?
- 2 Які переваги обробки фасонних поверхонь незамкнутого криволінійного і прямолінійного контуру, що утворюється на фрезерних верстатах з ЧПУ в порівнянні з обробкою їх на універсальні фрезерних верстатах?
- 3 Пристрій і принцип роботи фрезерних верстатів.
- 4 Способи закріплення заготовки при обробці на верстатах фрезерної групи.
- 5 Способи закріплення різального інструменту при обробці на фрезерних верстатах.
- 6 Основні технологічні операції виконувани при обробці на верстатах фрезерної групи.

Лабораторна робота №6

ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ

Мета роботи: ознайомлення з різальним інструментом і пристосуваннями. Вибір режимів різання.

Устаткування, прилади та інструменти: набір фрез; лінійка металева, транспортир, штангенциркуль; плакати.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При роботі на фрезерних верстатах застосовується спеціалізований різальний інструмент, що називається фрезою. Так само можуть застосовуватися звичайні токарні різці, закріплені в спеціальній оправці.

Фрезами називають багатолезовий різальний інструмент, кожна чуприна якого є окремим різцем. Велика кількість зубів фрези забезпечує невелику кількість часу роботи кожного зуба окремо, що забезпечує високу стійкість інструменту і продуктивність фрезерування.

Фрезерування є одним з високопродуктивних механічних методів обробки різанням. Обробка здійснюється на верстатах фрезерної групи спеціальним інструментом - фрезами.

Фрези (рис 6.1) розділяють на циліндричні і торцеві для обробки плоских поверхонь; дискові, кінцеві і кутові для обробки фасонних поверхонь; модульні для нарізування зубів; черв'ячні для нарізування зубів циліндричних і черв'ячних коліс.

Фреза з прямими зубами врізається в оброблювану поверхню відразу по усій довжині зуба, що призводить до змінного навантаження на верстат і дещо погіршує поверхню обробки.

Фрези з гвинтовими зубами працюють плавніше верстат працює більше рівномірно, оскільки зуби фрези врізаються в деталь поступово.

В якості матеріалу при виготовленні фрез використовують вуглецеві інструментальні сталі У12А для обробки сталей легкої і середньої твердості

або застосовують з легованих сталей 9ХС, ХВ5 і ХВГ або швидкорізальні сталі Р9, Р18. При чорновому фрезеруванні застосовують пластинки з твердого сплаву марок ВК і ТК, при чистовому - марок ТК.

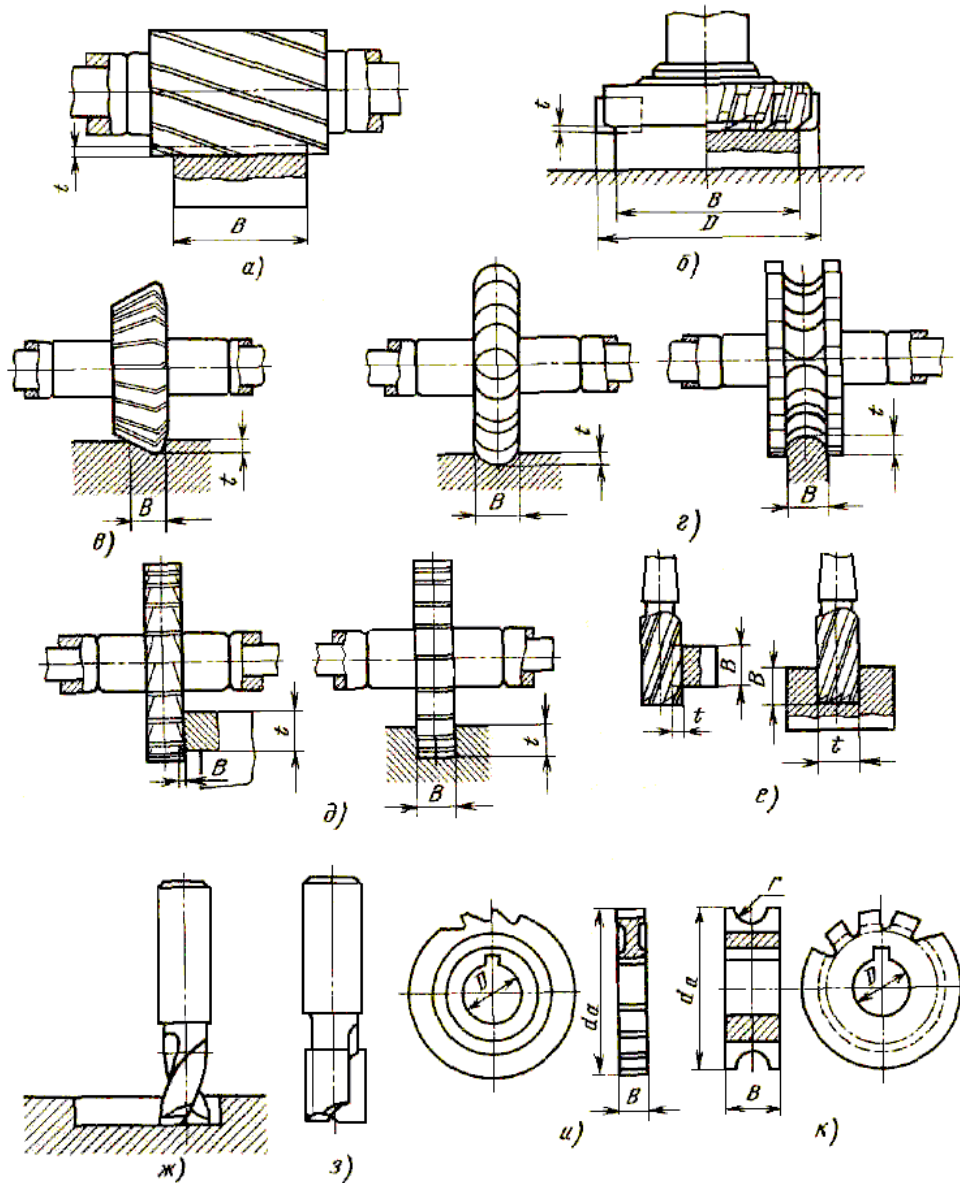


Рисунок 6.1 - Типи фрез і оброблюваних поверхонь

Фрези відрізняються великою різноманітністю типів, форм і призначення як стандартизованих, використовуваних на універсальних фрезерних верстатах, так і спеціальних, проєктованих для обробки конкретних виробів.

Класифікацію фрез проводять за наступними показниками.

По розташуванню зубів відносно осі розрізняють: фрези циліндричні із зубами, розташованими на поверхні циліндра (рис. 6.1а); фрези торцеві із зубами, розташованими на торці циліндра (рис. 6.1б); фрези кутові із зубами,

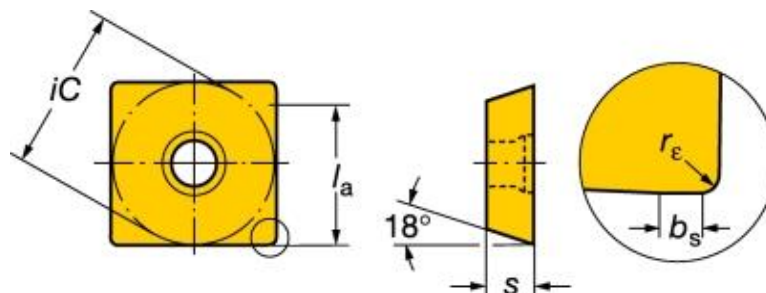
розташованими на конусі (рис. 6.1е); фрези фасонні із зубами, розташованими на поверхні з тією, що фасонною, що утворює (рис. 6.1г) (з опуклим і увігнутим профілем). Деякі типи фрез мають зуби, як на циліндричній, так і на торцевій поверхні, наприклад дискові двох- і трибічні (рис. 6.1д), кінцеві (рис. 6.1е), шпони (рис. 6.1ж, з).

По напрямку зубів фрези можуть бути: прямозубими (рис. 6.1д), в яких лінія напрямної передньої поверхні леза прямолінійна і перпендикулярна напрямку швидкості головного руху різання(під направляючою лінією передньої поверхні розуміють лінію, по якій рухається точка прямої, що описує цю поверхню); косозубі (рис. 6.1г), у яких лінія напрямної передньої поверхні леза прямолінійна і нахилена під кутом до напрямку швидкості головного руху різання; з гвинтовим зубом (рис. 6.1а), в яких лінія напрямної передньої поверхні є гвинтовою.

По конструкції фрези можуть бути: цілісними; складеними, наприклад з припаяними або приклеєними різальними елементами; збірними, наприклад оснащеними багатограними пластинами з твердого сплаву; набірними, такими, що складаються з декількох окремих стандартних або спеціальних фрез і призначені для одночасної обробки декількох поверхонь рис. 6.2 – 6..



Рисунок 6.2 - Фрези фірми SANDVIK COROMAND



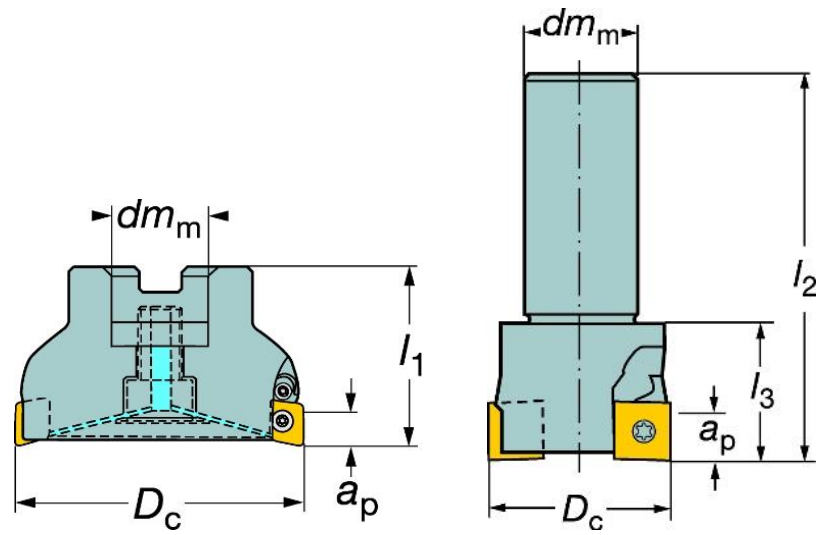


Рисунок 6.3 - Фрези фірми SANDVIK COROMAND

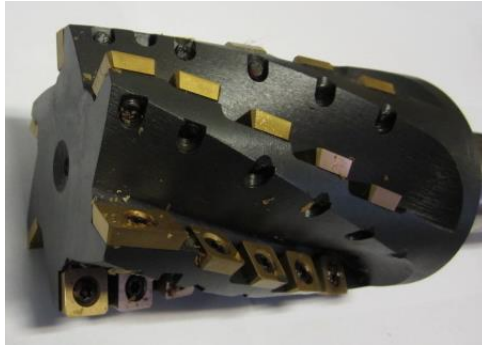


Рисунок 6.9 - Кінцева фреза з багатограними пластинками

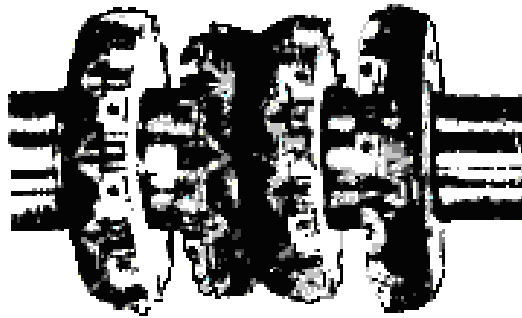
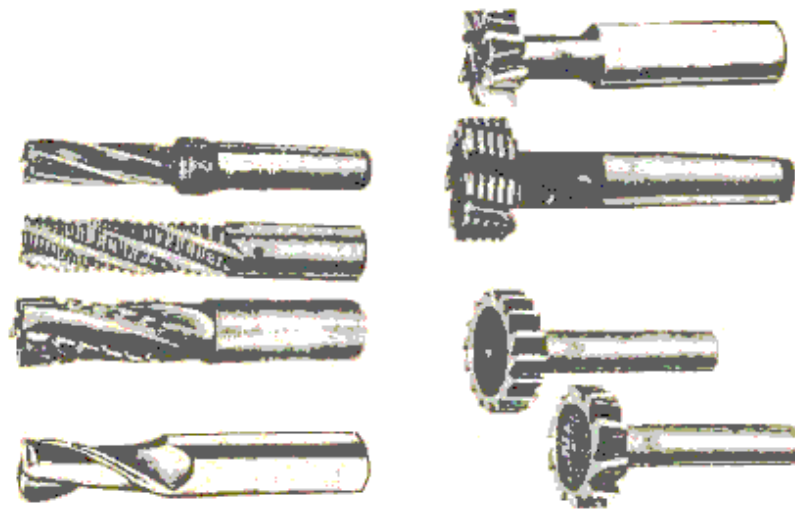


Рисунок 6.10 - Набір фрез



а) кінцева циліндрична; б) кінцева шпона; в) для Т-подібних пазів; г) для пазів під сегментні шпонки

Рисунок 6.11 - Фрези

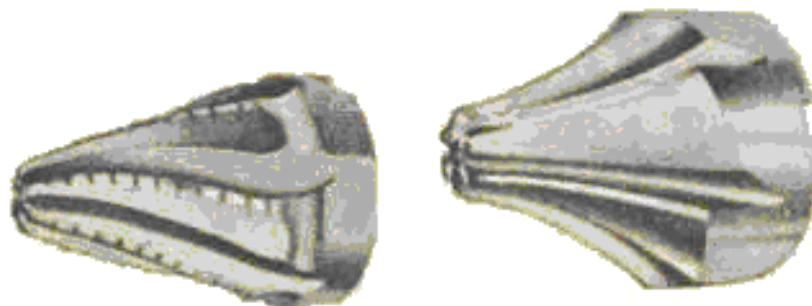


Рисунок 6.12 - Фреза пальцева модульна

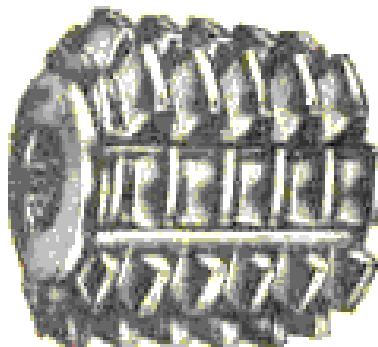


Рисунок 13 - Червячномодульна фреза



Рисунок 14 - фреза напівкругла увігнута складена

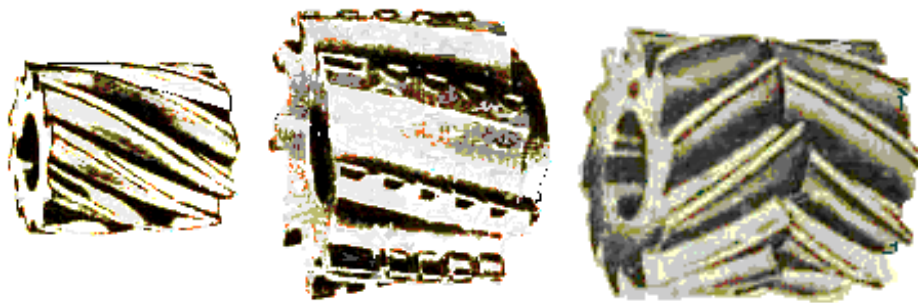


Рисунок 15 - Фреза циліндрична (а), циліндрична складена (б)

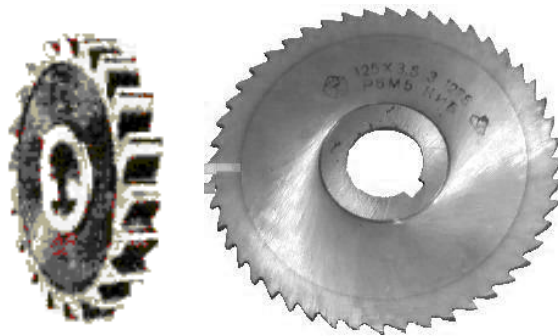


Рисунок 17 - Фреза дискова двостороння з прямими зубами, відрізна

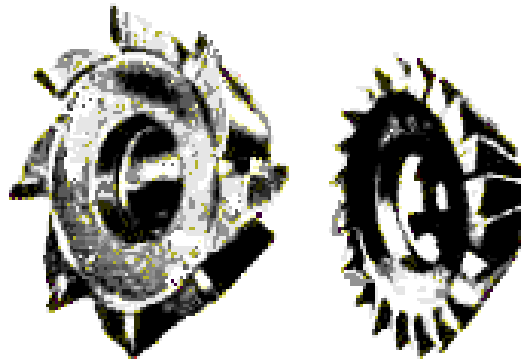


Рисунок 19 - Фреза однокутова для пазів



Рисунок 6.21 - Фреза напівкругла опукла, фасонна

Матеріали для фрез

За матеріалом різальної частини фрези діляться на вуглецеві, швидкорізальні і твердосплавні.

З вуглецевих сталей(в основному У12А) виготовляють фрези невеликих розмірів і модулів (до $m=1$ мм), вживані для зуборізних робіт з малими швидкостями різання.

Леговані сталі (9ХС, ХГ, ХВГ) йдуть на виготовлення фасонних фрез. Ці сталі не забезпечують високу продуктивність фрезам, але добре зберігають гостроту різальних кромek при нормальних швидкостях різання і невеликих розмірах інструменту.

Основна маса фрез виготовляється зі швидкорізальних сталей (Р18, Р12, Р6М5, Р14Ф5, Р9Ф5), які забезпечують підвищену продуктивність, як пластмаси, сталі, титанові і інші важкооброблювані сплави.

Для забезпечення високої продуктивності і збереження різальних властивостей при великих швидкостях різання застосовують для виготовлення різальної частини фрез тверді сплави. Твердосплавним інструментом можна обробляти вибілений чавун, загартовану сталь, скло, мармур і інші матеріали.

Параметри режиму різання при фрезеруванні

Призначення раціонального режиму різання полягає у виборі вигідного поєднання глибини різання, подання і швидкості різання з урахуванням

доцільного використання різальних властивостей фрези для забезпечення найбільшої продуктивності і економічності процесу обробки.

Тип фрези вибирається залежно від характеру роботи (рис. 2 і табл. 3). Діаметр фрези підбирають залежно від глибини і ширини фрезерування, від розмірів деталі, жорсткості системи (табл. 6.1). Бажано вибирати фрези меншого розміру, оскільки вони мають вище продуктивність, дозволяючи працювати з товщими стружками і зменшують величину урізування і перебігання фрези.

Глибина різання - t , мм. Глибиною різання називає шар металу, який необхідно зняти із заготівлі за один прохід.

Припуск - h , мм. Припуск - це шар металу, що знімається із заготівлі для отримання деталі із заданою формою, розмірами і шорсткістю поверхні.

Число проходів - i . Видалення загального припуску при вибраній глибині різання може здійснюватися за декілька чорнових проходів. При фрезеруванні слід прагнути зняти увесь припуск за один прохід, тоді $t = h$.

Якщо потужність верстата не дозволяє зняти увесь припуск за один прохід або потрібна підвищена точність обробки, частину припуску залишають на напівчистову і чистову обробку.

Напівчистове і чистове фрезерування за один прохід здійснюється з глибини різання, рівною 0,5-2мм. Число проходів визначається по формулі.

Довжина робочого ходу - $P \cdot X \cdot L$, мм(мал. 6 і таблиця. 4) Величина ця визначається по формулі

де *рез. l* - довжина різання, тобто довжина оброблюваної поверхні по кресленню; *подв. l* - довжина підведення інструменту. Приймається рівною 1,0.1,5 мм.; *вр. l* - довжина урізування інструменту.

При роботі циліндричними, дисковими, відрізними фрезами ця величина визначається по формулі

де D - діаметр фрези; t - глибина фрезерування; *пер. l* - довжина перебігання фрези, необхідна для її виходи за межі оброблюваної поверхні. Вона вибирається залежно від діаметру фрези в межах 2.5 мм.

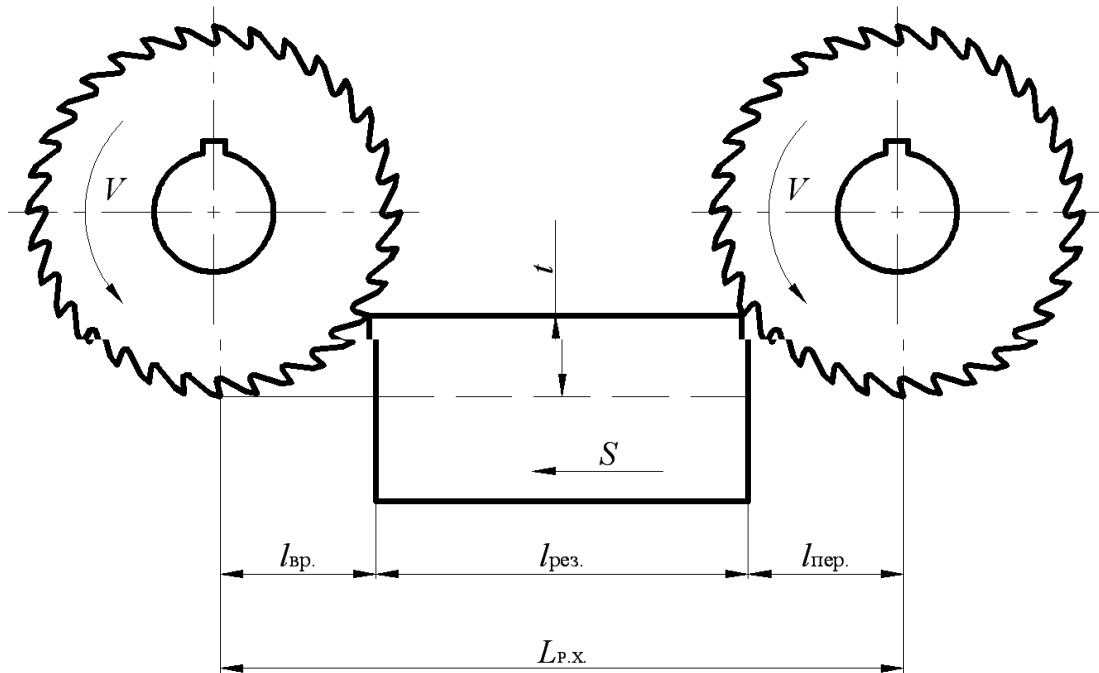


Рисунок 6.6 Довжина робочого ходу інструменту при фрезеруванні

Стійкість інструменту - $P T$, в хвилини різання. Вибирається залежно від типу фрези, її діаметру, матеріалу і коефіцієнта часу урізування l . Визначається по формулі:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

де $M T$ - стійкість фрези в хвилини машинної роботи; l - коефіцієнт часу різання; у разі, якщо $l < 0,7$, приймаємо $P M T = T$ (таблиця. 7).

Швидкість різання V , м/хв. Швидкістю різання називається лінійна швидкість обертання різальних лез фрези. Визначаються по формулі (табл. 8);

$$V = V_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

де 1 K - коефіцієнт, залежний від розмірів обробки; 2 K - коефіцієнт, залежний від стану оброблюваної поверхні і її твердості; K - коефіцієнт, залежний від стійкості матеріалу інструменту.

Розрахунок числа оборотів шпинделя, різання, що відповідає вибраним швидкостям. Визначається по формулі

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

де V - швидкість різання, м/мін; D - діаметр фрези, мм.

Вибір подання на зуб фрези SZ. Вибір подання на зуб здійснюється залежно від типу фрези, матеріалу її різальної частини, від оброблюваного матеріалу і так далі. У таблиці 5 приведені подання, рекомендовані для обробки площин і пазів фрезами зі швидко різальної сталі P18 і твердого сплаву.

Хвилинне подання (S_M , мм/мін), визначає продуктивність фрезерування. Вона пов'язана з поданням на зуб фрези наступною залежністю S_M , мм/мін,

де z - число зубів фрези, n - число оборотів шпинделя, про/мін, SZ - подання на зуб фрези.

Основний час виконання переходу - T_E . Основним часом виконання переходу є час роботи верстата, впродовж якого відбувається зняття стружки.

$$T_o = \frac{L_{P.X.} \cdot i}{S_M},$$

де $P.X.L$ - довжина робочого ходу, мм; i - число проходів; M - хвилинне подання, мм/хв.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитися з основними положеннями виконуваної роботи, підготувати короткий конспект.
2. Розрахувати деякі параметри режиму обробки деталі згідно зі своїм варіанту і занести дані в технологічну карту фрезерної обробки деталі.
3. Заповнити технологічну карту і оформити виконану роботу.
4. Під керівництвом викладача вивчити фрезерний верстат і технологічний процес обробки деталі на цьому верстаті.

Контрольні питання

1. Який інструмент застосовується при фрезеруванні?
2. Назвіть основні типи фрез.
3. Перерахуйте основні елементи зубів фрези.
4. Для обробки яких матеріалів застосовується фреза з вуглецевої сталі? З легованою? Зі швидкокорізальної?
5. Який матеріал можна обробляти твердосплавним інструментом?
6. Назвіть параметри режиму при фрезеруванні. Як вони визначаються

Список рекомендованої літератури

1. Сологуб М.А. Технологія конструкційних матеріалів. Вища школа, 1993 р.
2. Технология конструкционных материалов. /Под ред. А.М. Дальского/.М. Машиностроение, 1985 г.
3. Некрасов, С.С. Технология материалов. Обработка конструкционных материалов резанием / С.С. Некрасов, Г.М. Зильберман. – М.: "Машиностроение", 1974.
- 3 Краткий справочник металлиста / под общ. ред. д-ра техн. наук П.Н. Орлова. – М. : "Машиностроение", 1987.
- 4 Грановский, Г.И. Резание металлов: учебник для вузов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М. : Высшая школа, 1985.
- 5 Режимы резания металлов : справочник / под ред. Ю.В. Барановского и др. – М. : Машиностроение, 1974.
- 6 Барбашов, Ф.А. Фрезерные работы : учебное пособие / Ф.А. Барбашов. – М. : Высшая школа, 1986.
- 7 Денежный, П.М. Токарное дело : учебник / П.М. Денежный и др. – М. : Высшая школа, 1986.

Навчально-методичне видання

Технологія обробки матеріалів

Методичні вказівки

до лабораторних робіт для студентів
напряму спеціальності 132 – "Матеріалознавство"

О.В. Кузик,
В.М. Кропівний,
А.В. Кропівна,
Л.А. Молокост

Здано до тиражування _____. Підписано до друку _____.

Формат 60x84 1/16(A5). Папір газетний. Ум. друк. арк. 4,0. Тираж 50 прим.

Зам. № ____/2017 р.

КНТУ, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8.

Тел.: 39-04-55