

В.В. Джемелінський, О.Д. Кагляк, Д.А. Лесик

ОСНОВИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних та практичних робіт

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра лазерної техніки та фізико-технічних технологій

В.В. Джемелінський, О.Д. Кагляк, Д.А. Лесик

ОСНОВИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних та практичних робіт
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»

2017

2

Методичні вказівки до виконання лабораторних та практичних робіт з дисципліни «Основи професійної діяльності» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» (електронне видання) / Укл.: В.В. Джемелінський, О.Д. Кагляк, Д.А. Лесик – К., НТУУ «КПІ», 2017. – 63 с.

*Затверджено Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ»
(протокол № 11 від 26 червня 2017 р.)*

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання лабораторних та практичних робіт з дисципліни «Основи професійної діяльності» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка».

Укладачі: В.В. Джемелінський, кандидат технічних наук, професор
О.Д. Кагляк, кандидат технічних наук, доцент
Д.А. Лесик, кандидат технічних наук, асистент

Відповідальний редактор: Л.Ф. Головка, доктор технічних наук, професор

Рецензенти: О.В. Холявік, кандидат технічних наук, доцент
О.Я. Юрчишин, кандидат технічних наук, доцент

Комп'ютерна верстка: авторська

В.В. Джемелінський, О.Д. Кагляк, Д.А. Лесик, 2017 р.

Лабораторна робота №1

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

Мета роботи: навчитися здійснювати аналіз токарних операційних ескізів та інших вихідних даних для обробки заготовки в даній операції, а також записувати зміст операції по переходах.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки: токарні різці, пристрої; токарний верстат з числовим програмним керуванням моделі «ORAC MBC 84»; ескізи деталей згідно варіанту (додаток №1).

Короткі теоретичні відомості

Виробничий процес – сукупність всіх дій людей і методів виготовлення та засобів праці на підприємстві для виробництва або ремонту виробів.

Виробничий процес передбачає:

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

Технологічний процес – частина виробничого процесу, яка передбачає направлені дії на зміну і наступне визначення стану засобів праці (заготовки і виробів).

Засобами виконання технологічного процесу являється технологічне обладнання і оснастка та наладка. Технологічний процес складається з технологічних і допоміжних операцій.

Технологічна операція – це закінчена частина технологічного процесу виконана на одному робочому місці. Технологічна операція зв'язана зі зміною форми, розмірів, властивостей матеріалу або поверхонь заготовки.

До допоміжних операцій відносять: контроль, транспортування і інші види робіт при яких розміри, форма та якість заготовок не змінюється.

Операція є основою виробничого планування і обліку (визначають необхідне число робітників, обладнання, інструментів).

Технологічні операції механічної обробки ділять на: технологічні і допоміжні переходи робочі і допоміжні ходи.

Технологічний перехід – закінчена частина технологічної операції, яка характеризується сталістю використовуваного інструменту і поверхонь, які утворюють обробкою. Обробку кожної поверхні заготовки здійснюють за один або декілька переходів.

Допоміжний перехід – закінчена частина технологічної операції, яка складається із дій людини і обладнання, яка не супроводжується зміною форми, розмірів, параметрів шорсткості поверхні, але необхідної для виконання технологічного переходу, наприклад, установка оброблюваної заготовки, її закріплення, зміна ріжучого інструменту.

Переходи можна виконувати послідовно – один за іншим, наприклад, на верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК); паралельно оброблювати декілька поверхонь деталі декількома інструментами – на агрегатних багаторізцевих верстатах; і паралельно – послідовно – на багатошпиндельних автоматах.

Робочим ходом називають закінчену частину технологічного переходу, який складається із одноразового переміщення інструмента відносно заготовки і супроводжується змінною форми, розмірів, якості поверхні або властивості заготовки. Робочий хід здійснюється при відносному переміщенні інструменту і заготовки по заданій траєкторії. Траєкторія робочого ходу включає:

- траєкторію підходу інструменту;
- траєкторію різання;
- траєкторію перебігу (виходу) інструменту.

Для розширення технологічних можливостей верстатів частіше використовувати системи з ЧПК, які здійснюють програмування циклу, режимів обробки і шляхів переміщення робочих органів верстата (рис. 1.1).

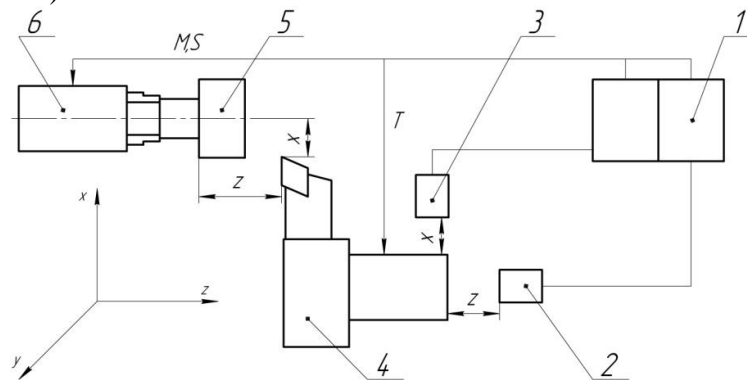


Рис. 1.1 – Схема обробки деталі на верстаті з ЧПК (1 – блок керування ЧПК, 2, 3 – крокові приводи з повздовжньою «z» та поперечною «x» подачею, 4 – різцетримач, 5 – заготовка, 6 – безступінчаста коробка швидкостей, *M,S* – допоміжна функція та команда головного руху, *T* – команда на зміну інструменту)

Допоміжний хід – представляє собою закінчену частину технологічного переходу, яка складається із одноразового переміщення інструмента відносно заготовки і не супроводжується її змінами, але необхідного для підготовки робочого ходу.

При використанні верстатів з ЧПК виникає необхідність в подальшій деталізації складових технологічної операції і процесу обробки. Технологічні і допоміжні ходи розбивають на кроки (елементарні переміщення) і технологічні команди. Кожний крок представляє собою переміщення на ділянці траєкторії з невідомими параметрами (наприклад, значення швидкості подачі, частоти обертання шпинделя). Зокрема, окремим кроком є переміщення по прямій або по колу з постійною швидкістю.

Технологічні команди – це вказівки, які реалізують виконуючими механізмами, наприклад, включення, подача мастильно-охолоджувальної речовини (МОВ) та інш. Для обробки заготовки необхідно вставити і закріпити в пристрої або за допомогою механізмів верстата.

Установом називають частину технологічної операції, яка виконується при незмінному (одноразовому) закріпленні оброблюваної заготовки. Операція може використовуватись за один або декілька установів. Наприклад, для токарної обробки вала необхідно, як правило, два установи.

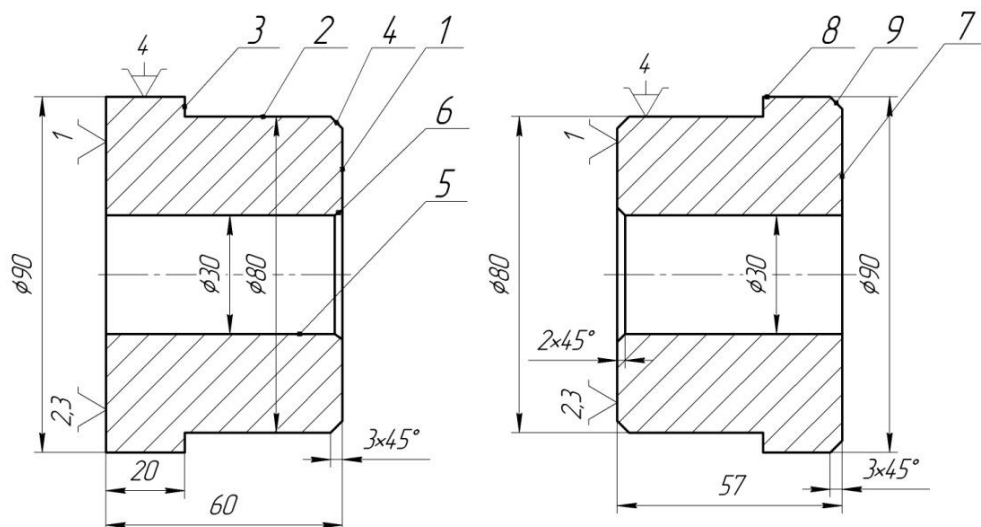


Рис. 1.2 – Схема токарної операції

Порядок визначення складових операцій:

- деталь виготовляють із гарячекатаного прокату, розрізаного на штучні заготовки циліндричної форми в умовах дрібносерійного виробництва.
- всі поверхні обробляються за один прохід.
- токарна операція виконується згідно ескізів за два установи (рис. 1.2).

Необхідно провести аналіз операційних ескізів та інших вихідних даних, встановити склад операції та визначити її найменування і склад, визначити послідовність обробки заготовки в даній операції, описати склад операції по переходам.

Порядок розв'язання:

1. В даній операції, яка складається із двох установів А і Б, проводиться обробка 9-ти поверхонь заготовки, для чого необхідно виконати послідовно дев'ять технологічних переходів.
2. Для виконання даної операції буде використаний токарний верстат з ЧПК. Найменування операції – токарна.
3. Встановлюємо раціональну послідовність виконання технологічних переходів по установам, згідно операційних ескізів.

В першому установі (А): підрізати торець 4, точити поверхню 2 з утворенням торця 1, точити фаску 3, свердлити отвір 6 і розточити фаску 5.

В другому установі (Б) – підрізати торець 9, точити поверхню 7 і фаску 8.

4. Зміст операції в технологічній документації записується по технологічним – (ПТ) – та допоміжним (ПД) переходам (табл. 1).

Табл. 1.1 – Зміст операції по переходам

№-переходу	Вид переходу	Зміст операції
1	ПД	Встановити і закріпити заготовку
2	ПТ	Підрізати торець 1
3	ПТ	Точити поверхню 2 з утворенням торця 3 (при точінні поверхні 2 здійснюють 2 робочих хода)
4	ПТ	Точити фаску 4
5	ПТ	Свердлити отвір 5
6	ПТ	Розточити фаску 6
7	ПД	Переустановити заготовку
8	ПТ	Підрізати торець 7
9	ПТ	Точити поверхню 8
10	ПТ	Точити фаску 9
11	ПД	Контроль розмірів деталі
12	ПД	Зняти деталь і покласти в тару

Порядок проведення роботи:

- вибрати інструмент та тип верстата;
- згідно з варіантом індивідуального завдання визначити конфігурацію та розміри заготовки;
- встановити схему базування;
- проставити на ескізі всі оброблювальні поверхні;
- записати в таблицю найменування та зміст операції з урахуванням переходів.

Запитання

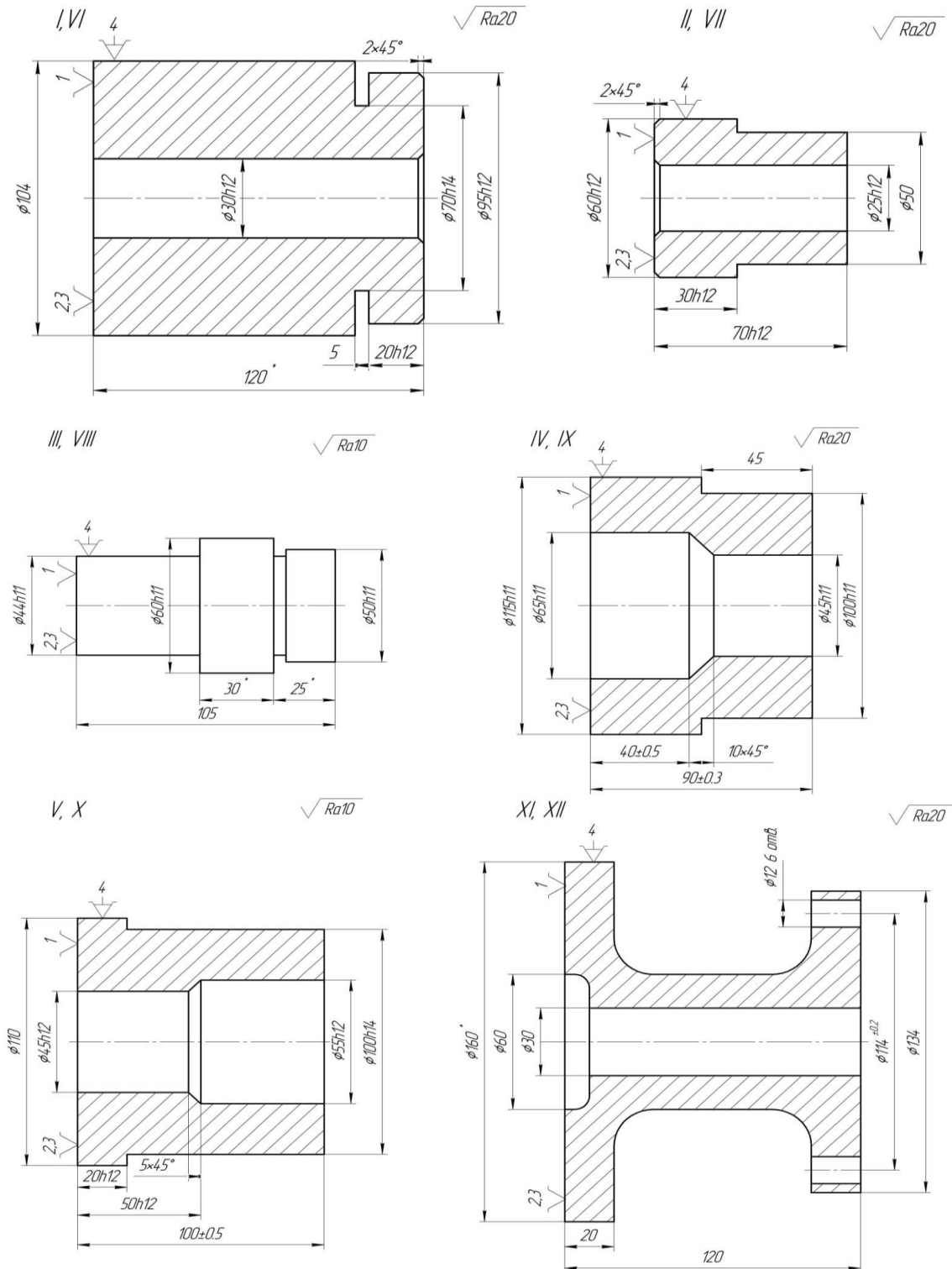
1. Що таке технологічний процес, технологічна операція, технологічний перехід та робочий хід?
2. Деталізація складових технологічної операції і процесу обробки при використанні верстатів з ЧПК?

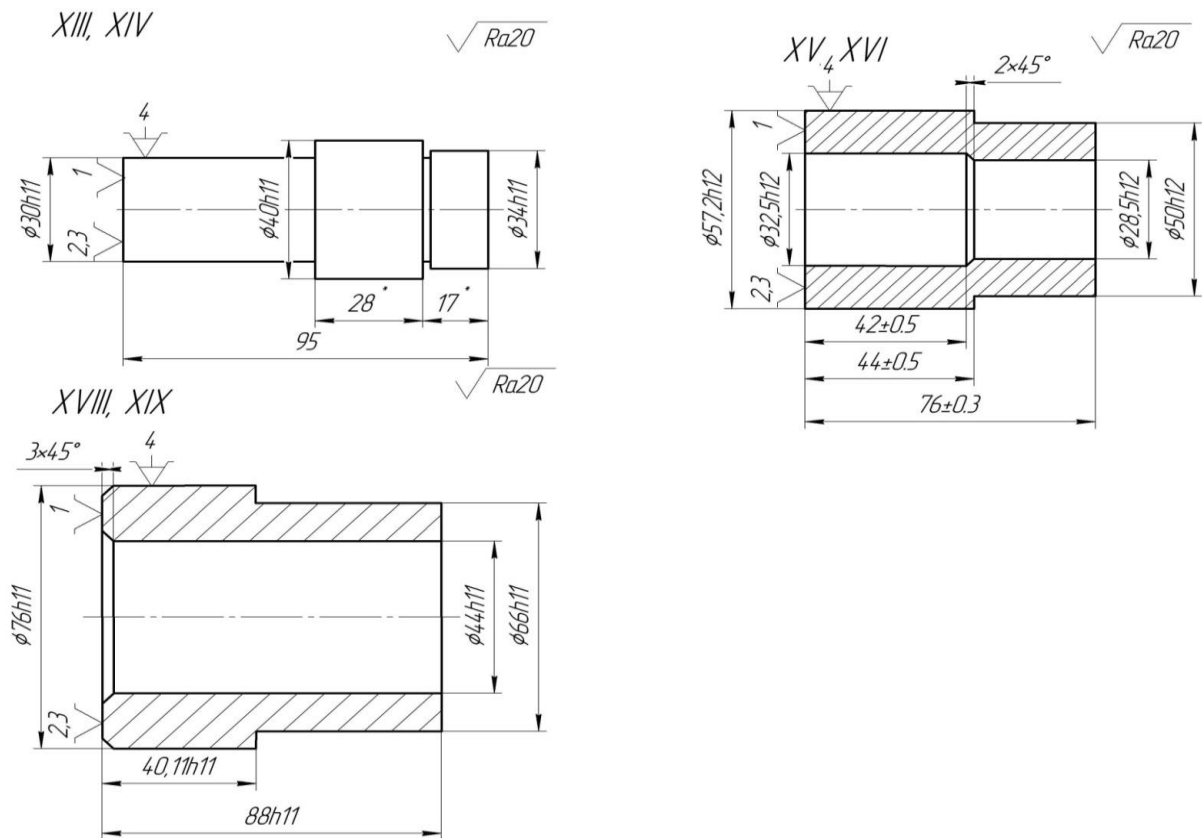
3. Який порядок визначення складових операцій?

Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, ескіз заготовки та таблицю №1, в якій провести аналіз операційних ескізів і інших вихідних даних, встановити склад операції та визначити її найменування, визначити послідовність обробки заготовки в даній операції, описати склад операції по переходам, згідно варіанту завдання, які приведені в додатку №1.

Додаток №1





Лабораторна робота №2

ПОРЯДОК ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ ВЕЛИЧИН МЕХАНІЧНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

Мета роботи: вивчити типи та призначення механічних інструментів та навчитися вимірювати лінійні розміри за допомогою штангенциркулів та мікрометричних інструментів і індикаторів.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки: штангенциркуль, штангенглибиномір, штангенрейсмус, мікрометри, індикатори; вимірювальна деталь згідно варіанта.

Короткі теоретичні відомості

1. Типи і призначення штангенінструментів

До групи штангенінструментів відносять вимірювальні інструменти, основою яких лінійка-штанга, на якій нанесена основна штрихова шкала інтервалом ділення 1 мм і допоміжна штрихова шкала-ноніус (рис. 2.1).

До групи штангенінструментів загального призначення (рис. 2.1) входять штангенциркуль (ГОСТ 166-80) (а-в), штангенглибиномір (ГОСТ 162-80) (г), штангенрейсмус (ГОСТ 164-80) (д), мають: 1- губки для внутрішніх та зовнішніх вимірів; 2 - губки для зовнішніх вимірів і розмітки; 3 - рамка; 4 - стопорний гвинт для фіксації рамки; 5 - стопорний гвинт для фіксації рамки мікрометричної подачі; 6 - рамка мікрометричної подачі; 7 - штанга; 8 - шкала штанги; 9 - гайка та гвинт мікрометричної подачі; 10 - ноніус; 11 - губки для зовнішніх вимірів і розмітка; 12 - губки для внутрішніх вимірів; 13 - лінійка глибоко міра; 14 - основа; 15 - хомутик; 16 - ніжка для вимірювання; 17 - ніжка для розмітки.

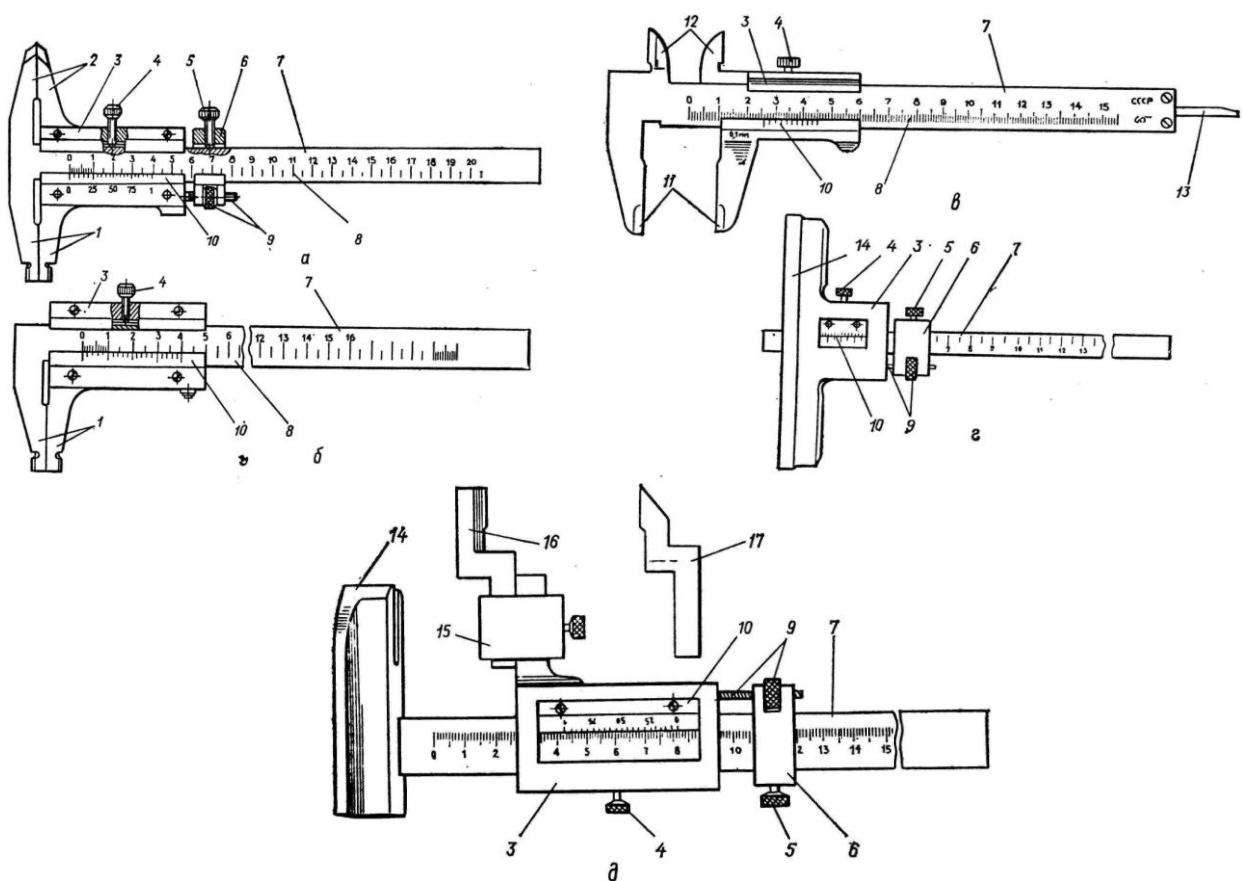


Рис. 2.1 – Штангенциркулі (а-в), штангенглибиномір (г) і штангенрейсмус (д)

Конструктивно штангенциркулі розрізняють по межах вимірювання, формі губок для вимірювання і рухомої рамки, а також по точності вимірювання. В штангенциркулях типів ШЦ-I вони мають форму у вигляді ніжки (рис. 2.1, в), в результаті чого можна отримати вимірювальний розмір. В типах ШЦ-II і ШЦ-III (рис. 2.1, а і б) виконані губки ступінчасті і мають визначений сумарний розмір, який необхідно прибавляти до підлікованого розміру. Для розмітки кінці вимірювальних губок штангенциркулів типів ШЦ-II гостро загострені. Штангенциркулі моделі ШЦ-III для цієї цілі забезпечуються роз'ємним пристроєм розмітки.

Штангенінструменти виготовляють з величиною розрахунку по ноніусу з ціною ділення ноніуса рівною 0.5 і 0.05 мм. Межі вимірювання шкали ноніуса рівна ціні ділення основної шкали.

Вимірювання штангенциркулем

При вимірюваннях по положенню нульового штриха ноніуса на шкалі штанги відліком зліва на право визначається ціле число міліметрів у вимірювальному розмірі. Дрібна частина розміру (число десятих і сотих на частку міліметра) визначається добутком величини відліку по ноніусу на порядковий номер штриха ноніуса (не рахуючи нульового), який співпадає з штрихом штанги (рис. 2.2 а).

На ноніусах з величиною відліку 0.05 мм є цифри 25, 50 і 75, якими визначається соті частки міліметра. Для прискорення відліку до цієї цифри прибавляється результат множення величини відліку на порядковий номер короткого штриха ноніуса, який співпадає з штрихом штанги, рахуючи його від попереднього довгого цифрового штриха ноніуса (рис. 2.2 б). Кінцевий результат вимірювання отримується у вигляді суми двох величин: цілої (цілих міліметрів) і дрібної (на частку міліметра) частин.

Точність вимірювання штангенінструментами залежить від величини відліку по ноніусу і від його наскільки точно знайдемо штрих шкали ноніуса, дійсно співпадаючий штрих повинен знаходитись приблизно всередині між правим і лівим оком.

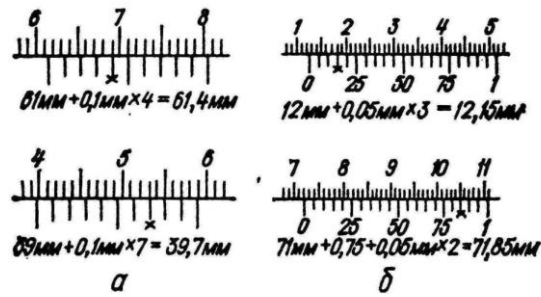


Рис. 2.2 – Приклади визначення вимірів по ноніусам штангенінструментів

При вимірюваннях не допускається перекосу губок. При вимірюванні внутрішніх розмірів до показів штангенциркуля додається товщина губок.

Потрібно слідкувати за тим, щоб губки штангенциркуля прилягали до вимірюваної поверхні по всій довжині і не перекошувалися. При правильній установці інструменту лінія зміни 1 перпендикулярна до осі деталі і проходить через її центр, а лінія виміру 2 перпендикулярна до площин (рис. 2.3 а, в). Перекіс губок і замір по хорді неприпустимі: при вимірюванні зовнішніх розмірів це призведе до збільшення, а при вимірюванні внутрішніх – до зменшення розмірів (рис. 2.3, відповідно б та г).

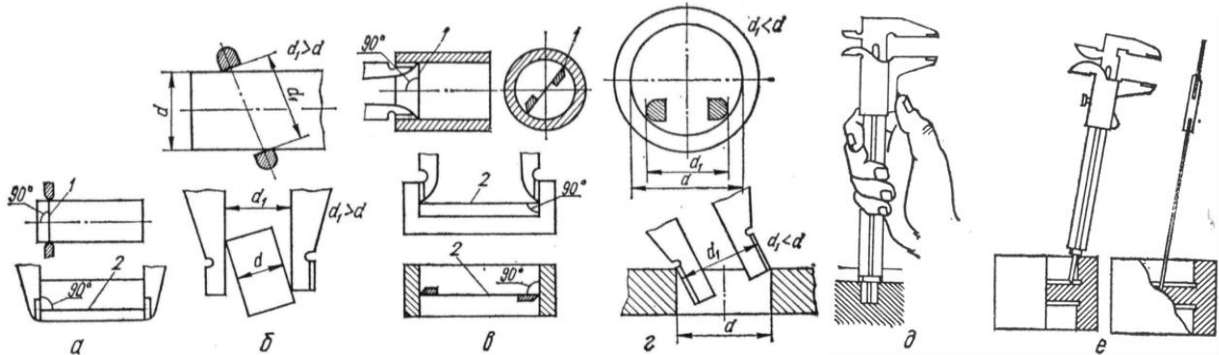


Рис. 2.3 – Правильна (а,г, д) і неправильна (б, г, е) установка штангенциркуля при вимірюванні

При вимірі незакріпленої деталі ліва рука повинна перебувати за губками і захоплювати деталь недалеко від губок (рис. 2.4); при вимірюванні закріпленої деталі ліва рука повинна злегка притискувати губку штанги до вимірюваної поверхні (рис. 2.5). Правою рукою слід тримати штангенциркуль за штангу (приблизно в горизонтальному положенні) і великим пальцем цієї руки переміщати рамку за виступ до дотику з вимірюваної поверхнею, не допускаючи перекосу губок і домагаючись нормального вимірювального зусилля.

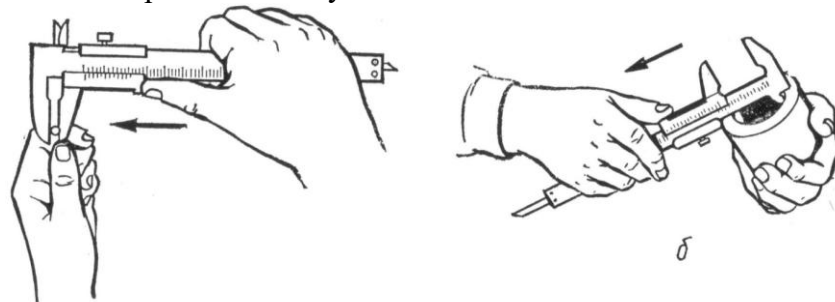


Рис. 2.4 – Вимірювання штангенциркулем зовнішніх (а) і внутрішніх (б) розмірів незакріпленої деталі

Вимірювальне зусилля визначається на дотик - вимірювальні поверхні інструменту повинні бути притиснуті до вимірюваної поверхні щільно, разом з тим має бути забезпечено їх відносне ковзання з легким тертям деталі про поверхні губок без хитання (рис. 2.6 а, б). При вимірі внутрішнього діаметра великого розміру вимірювальне зусилля перевіряється переміщенням

губок у вертикальній площині. Щоб уникнути перекосу при перевірці слід спиратися на середні пальці рук, розташувавши їх біля губок (рис. 2.6 в).

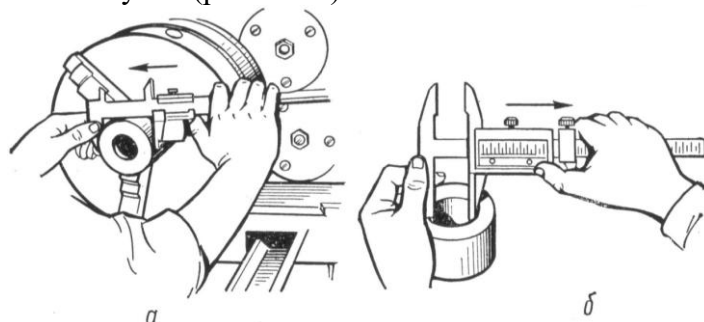


Рис. 2.5 – Вимірювання штангенциркулем зовнішніх (а) і внутрішніх (б) обсягів закріпленої деталі

Після остаточного встановлення штангенциркуля великим і вказівним пальцями правої руки закріплюється рамка (при необхідності). При цьому штанга підтримується іншими пальцями цієї руки, а губки – лівою рукою.

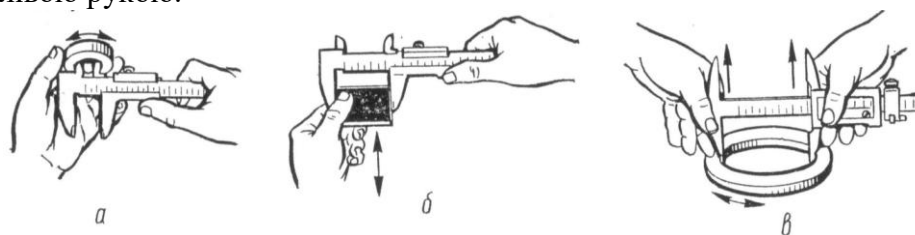


Рис. 2.6 – Перевірка вимірювального зусилля

Відлік показань проводиться за основною шкалою і ноніусом (див. рис. 2.1). При вимірах внутрішніх розмірів до показаннями штангенциркуля типів ШЦ-П і ШЦ-П додається товщина губок, зазначена на них (рис. 2.7).

При вимірюванні глибини глухих отворів, пазів, уступів штангенциркулем типу ШЦ-П штанга торцем встановлюється на площину деталі в отвір або уступ, який вимірюється. Натиском на рамку лінійка глибиноміра переміщається до упору в дно отвору або уступу. Необхідно при цьому стежити, щоб лінійка глибиноміра була перпендикулярна до поверхонь, між якими вимірюється глибина (див. рис. 2.3 д). При відхиленні глибиноміра від цього напрямку вимірний розмір буде більше дійсного (рис. 1.3 е).

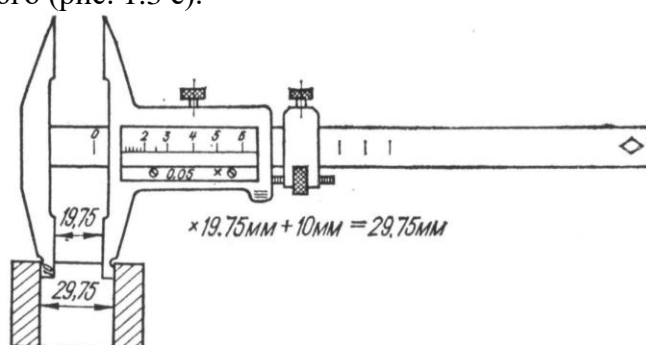


Рис. 2.7 – Відлік показань вимірювань внутрішніх розмірів

Якщо при вимірюванні конфігурація деталі не дозволяє прочитати отримані дані по інструменту, встановленому на деталі, то необхідно закріпити стопором мікрометричний гвинт у момент початку його контакту з вимірюваною деталлю, обережно зняти мікрометр і потім визначити вимірювальні дані. Мікрометр при знятті з деталі слід тримати тільки за скобу.

2. Мікрометричні інструменти

Типи конструкцій і призначення мікрометричних інструментів

Мікрометричні інструменти призначені для вимірювань абсолютним методом. У всіх мікрометричних інструментів вимірювальним інструментом являється мікрометричний гвинт, який має різьбу з точним шагом (крок різьби $t = 0.5$ мм).

Мікрометрична пара виготовляється у вигляді різьбової (мікрометричної) гайки і мікрометричного гвинта. Гвинтова пара використовується для перетворення повздовжнього переміщення гвинта в обертове переміщення шкали барабана. Вимірювальний розмір визначається по куту повороту барабана. Для відліку цілого числа обертів мікрометричного гвинта призначена повздовжня основна шкала, яка розміщена на запресованій в корпус втулці, яка називається стеблем. Стеблем є гайка для мікрометричного гвинта та одночасно забезпечує його центрування і направлення по зовнішньому діаметру. Основна шкала здвоєна, яка складається із двох шкал з інтервалом в 1 мм (для полегшення підрахунку), які зсунуті одна відносно другої на 0.5 мм і розміщені по обидві сторони від повздовжнього штриха на стеблі, тобто інтервал ділення основної шкали дорівнює шагу мікрометричного гвинта. Показником для відліку по даній шкалі являється торець барабана, який закріплений на мікрометричному гвинті (рис. 2.8).

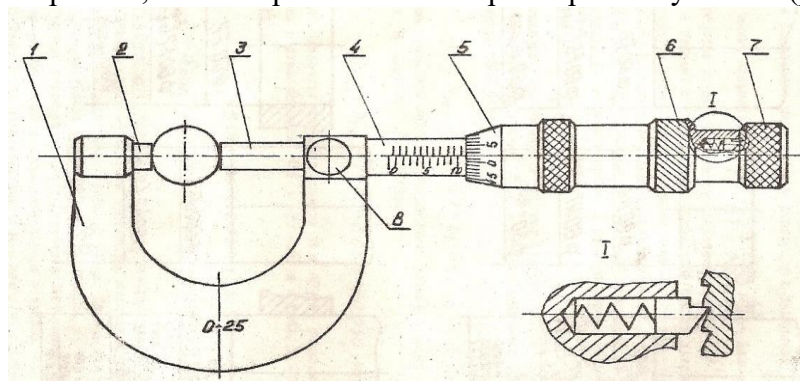


Рис. 2.8 – Пристрої мікрометричних інструментів: 1 – скоба; 2 – п'ятка; 3 – шпиндель; 4 – шкала для відліку цілих та нецілих міліметрів; 5 – допоміжна шкала для відліку (барабан з круговим ноніусом); 6 – стопорна гайка; 7 – тріскачка

Для відліку часток оберту мікрометричного гвинта призначена (служує) кругова шкала з радіальними штрихами (50 ділень), нанесеними на конусній частині барабана. Показником для визначення по даній шкалі являється повздовжній штрих нанесений на стеблі. Відлік визначається по порядковому номеру штриха барабана (на рахуючи нульового), який співпадає з повздовжнім штрихом. Рахунок проводиться завжди в бік росту номерів штриха.

Існує декілька типів мікрометричних інструментів (рис. 2.9), які відрізняються конструктивним виконанням, межами вимірювання (гладкі, ричанні мікрометри та інш..)

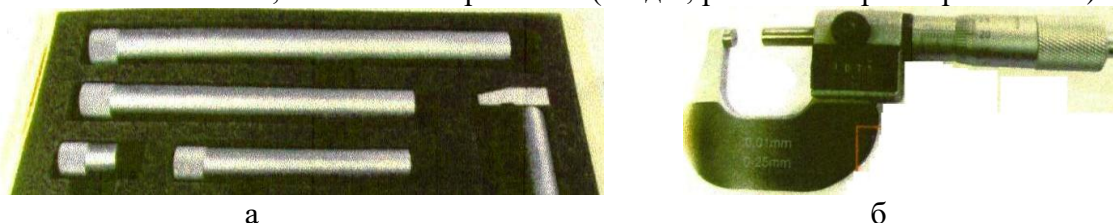


Рис. 2.9 – Типи мікрометричних інструментів для вимірювань: а – нутромір мікрометричний типу НМ 75-600; б – мікрометр гладкий з аналогово-цифровою індикацією

Нутромір мікрометричний типу НМ 75-600 використовується для вимірювання внутрішніх розмірів деталей з дискретністю 0.01 мм. Мікрометр гладкий з аналогово-цифровою індикацією є аналогом мікрометрів японського виробництва.

Порядок вимірювань мікрометром

Перед вимірюванням перевіряється плавність ходу мікрометричного гвинта (переміщення повинно бути плавним, та нульовий показник інструмента).

Перевірка нульового показника мікрометра

Для чого вимірювання поверхні мікрометричного гвинта і п'ятки необхідно з'єднати зусилля трьох щіток (3-4 рази) безпосередньо між собою (при межах вимірювання 0-25 мм), або за допомогою установчої міри (при межах вимірювання 50 мм і більше); при цьому нульовий штрих барабана повинен сповна дати з повздовжнім штрихом, а змінення барабана повинен відкривати перший штрих шкали (рис. 2.10).

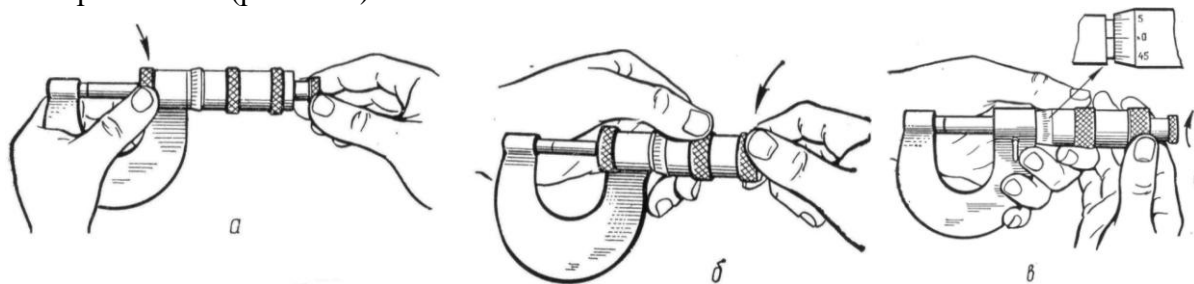


Рис. 2.10 – Установка мікрометра в нульове положення

Якщо показники мікрометра неправильні – нульовий штрих барабана не співпадає з повздовжнім штрихом – його необхідно відрегулювати: необхідно закріпити стопором мікрометричний гвинт, приведений до дотику з установчою мірою дією тріскачки та відвернути корпус тріскачки на 1/3-1/2 оберту, а у мікрометрі з конічною посадочною поверхнею для барабана відтиснути його по вісі мікрометричного гвинта; поворотом барабана нульовий штрих кругової шкали сумістити з повздовжнім штрихом, при цьому початковий штрих шкали повинен бути видимим, а відстань від торця конусної частини барабана до найближчого краю не повинен перевищувати 0.15 мм. При цьому барабан закріплюється загвинчуванням корпусу тріскачки, стопор відтискається і проводиться перевірка нульового показника.

Послідовність дій при вимірюванні

Після розведення вимірювання поверхонь мікрометра на розмір більший розміру вимірювальної деталі – помістити деталь між п'яткою скоби і торцем мікрометричного гвинта. Потім прижати п'ятку до вимірювальної поверхні і плавно обертати тріскачку по часовій стрілці довести мікрометричний гвинт до вимірювальної деталі поки не почуємо 3-4 щілка та зафіксувати положення мікрометричного гвинта стопором і прочитати показник мікрометра.

На рис. 2.11 показані правильні прийоми вимірювання мікрометром різних деталей. При вимірі деталей, закріплених у пристроях або встановлених на призмі, при горизонтальному положенні вісі мікрометра (рис. 2.11 а, б, г) лівою рукою підтримують скобу посередині, або злегка притискаючи п'яту до перевіреної поверхні.

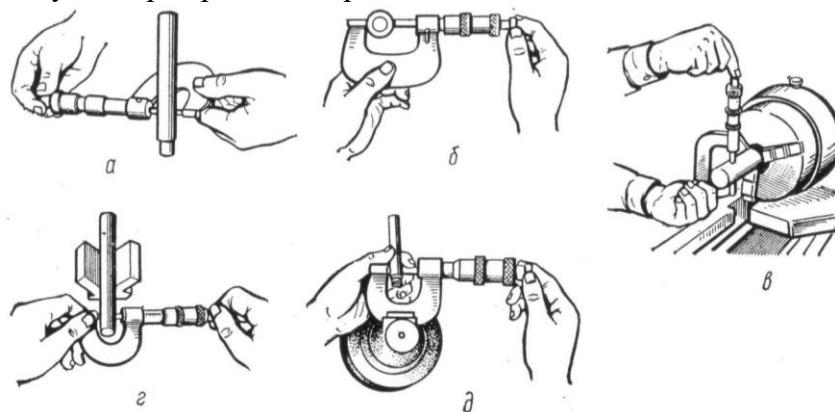


Рис. 2.11 – Прийоми правильного вимірювання мікрометром деталей

У разі вимірювання деталей при вертикальному положенні осі мікрометра (рис. 2.11 в) ліва рука повинна підтримувати скобу знизу близько п'яти, щоб маса мікрометра сприймалася цією рукою, і злегка притискувати п'яту до поверхні деталі, яка вимірюється.

При вимірі мікрометром, закріпленим у стійці (рис. 2.11 д), ліва рука повинна перебувати за скобою і захоплювати деталь недалеко від мікрометричного гвинта, злегка притискаючи деталь до п'яти. Такий прийом вимірювання рекомендується для деталей малих розмірів. Скобу мікрометра рекомендується закріплювати в стійці під кутом 40-50°, так як це положення забезпечує хорошу видимість шкали стебла і зручність відліку показань.

При вимірі незакріплених деталей їх краще всього встановлювати на будь-яке підстава. Циліндричні деталі, наприклад, рекомендується укласти на призму (рис. 2.11 г).

Для отримання більш точних результатів рекомендується проводити вимірювання в двох взаємно перпендикулярних площинах одного і того ж перетину, а також у декількох перетинах вздовж осі деталі.

Відлік показників мікрометра

При відліку показань мікрометр слід тримати прямо перед очима, щоб уникнути спотворень результатів вимірювань. Приклади відліку показань наведено на рис. 2.12.

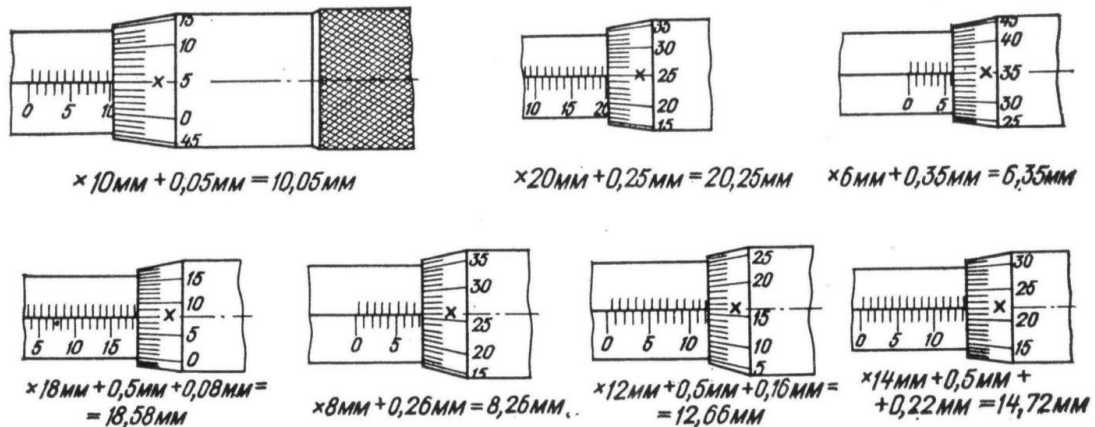


Рис. 2.12 – Приклади відліку показань на мікрометра

Число цілих і половин міліметрів відраховується по основній шкалі на стеблі краєм скоу барабана. Номер ділення шкали барабана, який розміщений проти поздовжнього штриха, визначає число сотих і десятих міліметра. Показник основної шкали і шкали барабана додаються.

Особливої уваги вимагає відлік розмірів, в яких число сотих близько до 0 або 50. У результаті неправильного відліку помилка буде в половині міліметра. Щоб уникнути подібної помилки потрібно виходити з такого. Штрих на основній шкалі (шкалі стебла) враховується у тому випадку, коли він вийшов повністю із під скоу барабана (наприклад діаметр 18 мм + 0.5 мм + 0.06 мм = 18.56 мм), а якщо на основній шкалі не вийшов із під скоу барабана то показник враховується (діаметр 18 мм + 0.06 мм = 18.06 мм).

Можна дати наступні рекомендації, що полегшує виконання відліку. Штрих на шкалі стебла враховується тоді, коли нуль шкали барабана перейде за поздовжній штрих шкали стебла при обертанні барабана на вимірює (номери штрихів шкали барабана збільшується при його обертанні на вимірює). Якщо цього переходу не буде, відповідне розподіл на основній шкалі не враховується, хоча вже цей штрих видно.

У тих випадках, коли жоден з штрихів барабана не збігається з подовжнім штрихом стебла, вважається найближчий до цього штриха штрих барабана.

Порядок проведення роботи:

- ознайомлення з будовою і принципом роботи інструментів;
- згідно з варіантом індивідуального завдання виміряти поверхні деталі та занести їх в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати вимірювань штангенциркулем і мікрометром

№ п/п	Ескіз деталі та вимірювальні розміри (d, l, b, h)	Результат вимірювання	
		Штангенциркулем	Мікрометром

Запитання

1. Які вам відомі інструменти для вимірювання лінійних величин?
2. Яка точність при вимірюванні штангенциркулем та мікрометром?
3. Яка послідовність дій при вимірюванні мікрометром деталей?

Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, ескіз деталі та таблицю №1 з результатами вимірювання, згідно варіанту завдання.

Лабораторна робота №3

ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ НА ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: вивчити основні функції та параметри програмування, навчитися складати кадри керуючої програми для обробки поверхонь деталей на верстатах з числовим програмним керуванням.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки: фрезерний верстат з числовим програмним керуванням моделі «DYNAMYTE 2800»; токарний верстат з числовим програмним керуванням моделі «ORAC MBC 84».

Короткі теоретичні відомості

Системи числового програмного керування (ЧПК) – це сукупність спеціалізованих пристроїв, методів і засобів, які необхідні для роботи верстата та призначена для видачі керуючих дій виконуючим органом верстата у відповідності з керуючою програмою. Стандартна система керування верстатом з ЧПК представлена на рис. 1.

Дизайнер деталей використовує головним чином CAD/CAM програми 1. Отриманий цими програмами результат – підпрограму 2, яка представлена у вигляді G-коду, передається у контролер верстата 3. Контролер верстата переводить підпрограму у вид, який підходить для керування ріжучим інструментом. Вісі верстата приводяться в рух від серво- або шагових двигунів. Драйвери перевіряють чи достатньо потужні і допустимі в часі сигнали, які поступають від контролера верстата (рис. 3.1).

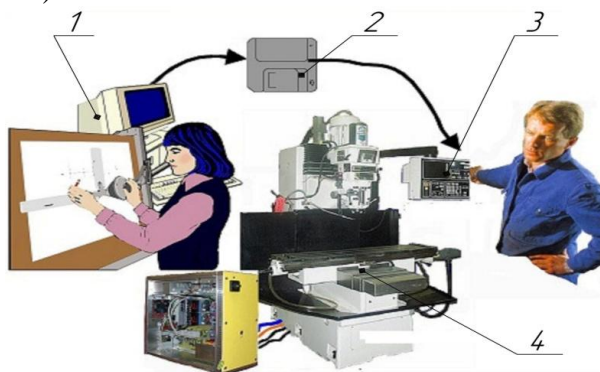


Рис. 3.1 – Стандартна система керування верстатом з ЧПК:
1 – CAD/CAM програма; 2 – підпрограма; 3 – контролер; 4 – верстат

Розробка керуючої програми

Керуюча програма (КП) має координати точок траєкторії інструменту, значення швидкості різання V або частоти обертання шпинделя S , подачі F , а також технологічні команди (змінна інструменту, включення, охолодження та інш.).

При запису кадрів під словом програми мають на увазі послідовність символів, що розглядаються в певному зв'язку як єдине ціле. Воно складається з адреси, яка позначена літерою, і числа, що відображає або величину переміщення, або швидкість подачі, або код якоїсь іншої функції. Наприклад, слово $Y+013345$ означає переміщення супорта верстата в позитивному напрямку осі Y на величину 13345 імпульсів, що при дискретності 0,01 мм/імпульс означає переміщення на 133,45 мм. Частина слова керуючої програми, яка визначає призначення наступних за ним даних, що містяться в цьому слові називають адресою. Фразу складають кілька слів, що описують обробку певної ділянки заготовки. Вона містить інформацію про геометричні та технологічні параметри, необхідних для обробки певної ділянки або для виконання допоміжних функцій (початок програми, підвід інструменту та інш.). У програмі послідовність фраз визначає послідовність обробки окремих ділянок заготовки (деталі). Програма може бути записана двома способами: за *фразами постійної і змінної довжини*. Фрази постійної довжини називають *кадрами*. Послідовність слів, які розташовані у певному порядку та несуть інформацію про технологічну операції називають *кадром програми*. Кожному слову при записі програми кадрами відведено певне число рядків.

Записи фразами зі змінною довжиною можуть виконуватися трьома способами: адресним, табуляційним та універсальним. При записі адресним способом кожне слово починається з букви, яка вказує призначення подальшої числової інформації. При цьому довжина фраз виявляється змінною; одну фразу від іншої відокремлюють буквою N (знак закінчення фрази). Якщо застосовують табуляційний спосіб запису, то всі слова фрази слідує один за одним в певній послідовності, їх поділяють буквою J (знак табуляції, умовно позначається TAB). В універсальному способі записи використовують окремі елементи адресного і табуляційного способів.

Тому основними етапами підготовки КП є:

- розробка технологічної операції (схеми установки і закріплення деталі, схеми обробки, інструмент, режими різання – 20...30% затрат праці);
- розрахунок керуючої інформації (геометричної та технологічної (40...45%));
- кодування, контроль та налагодження – 20...25%.

Для програмування руху інструменту необхідно провести розрахунок координат характерних точок траєкторії – так названих опорних точок, в яких змінюється напрямлення або/і швидкість руху інструмента або видаються технологічні команди. Розрахунок виконується на основі відомої геометрії оброблюваної поверхні з урахуванням форми інструменту – як правило, програмуються вершини фрези або центру округлення, тобто еквідистанти до перерізу деталі (рис. 3.2).

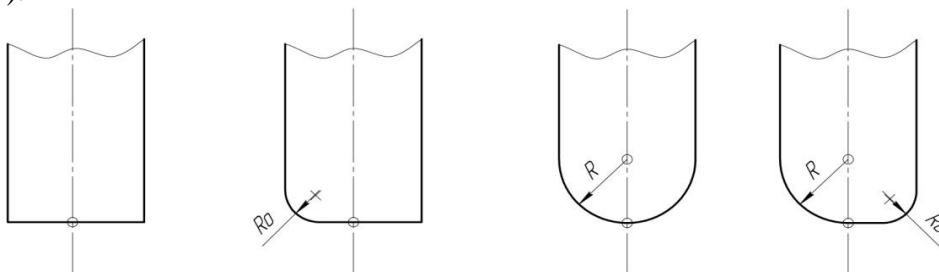


Рис. 3.2 – Геометрія оброблюваної поверхні

Для верстатів з ЧПК запис програми здійснюють на програмоносій (перфострічках, перфокартах, магнітних стрічках). Єдині для всіх видів верстатів правила кодування інформації КП на носії даних здійснюється у відповідності з ГОСТ 20999-83 та аналогічними регламентованими Міжнародними стандартами ISO.

Керуюча програма – представляє собою послідовність кадрів (кодів). Кожна стрічка програми називається кадром. Склад кадру – номер і одне або декілька інформаційних слів. Структура керуючої програми та кадру для будь-якої системи ЧПК представлена на рис. 3.3.

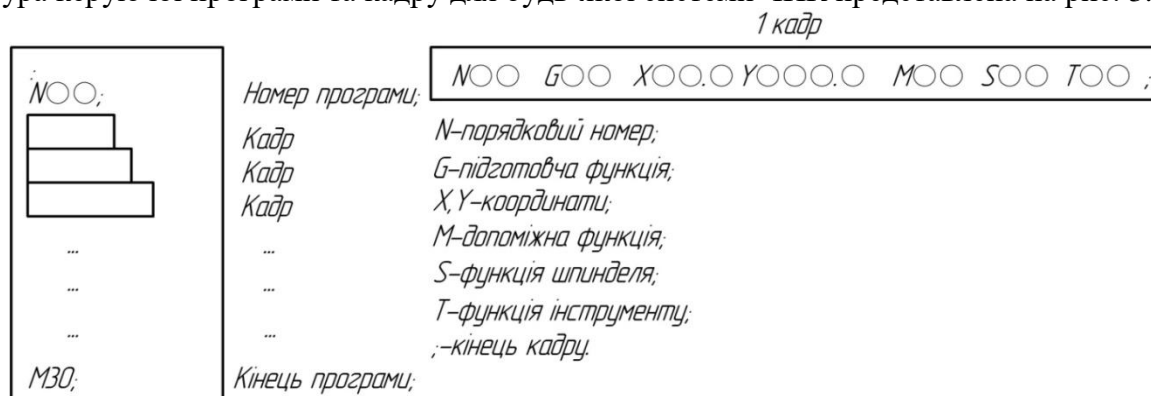


Рис. 3.3 – Структура керуючої програми та кадру

На початку та в кінці програми ставиться знак «%». По цьому символі система визначає область, де знаходиться програма. Потім йде заголовок програми, який позначається буквою «O» або «:» з наступним номером (максимум 4 цифри). Кожний кадр завжди закінчується символом «;». Закінчення програми є команди M2, M30 або M99. Умовно запис формату керуючої програми показує, як слід формувати його при конкретному програмуванні для даного верстата.

Перед кодуванням інформації виконують умовно запис кадру, використовуючи для цього літерні, графічні та цифрові символи наведені в табл. 3.1.

Табл. 3.1 – Кодові символи, які використовуються в КП

Символ	Значення
A	Кут повороту навколо вісі X
B	Кут повороту навколо вісі Y
C	Кут повороту навколо вісі Z
D	Друга функція інструменту
E	Друга функція подачі
F	Перша функція подачі
G	Підготовча функція
H	Не визначено
I	Параметр інтерполяції або крок різьби паралельно вісі X
J	Параметр інтерполяції або крок різьби паралельно вісі Y
K	Параметр інтерполяції або крок різьби паралельно вісі Z
L	Не визначено
M	Допоміжна функція
N	Номер кадру
O	Не визначено
P	Третинна довжина переміщення, що паралельне вісі X
Q	Третинна довжина переміщення, що паралельне вісі Y
R	Переміщення на швидкому ході по вісі Z або третинна довжина переміщення, що паралельне вісі Z
S	Функція головного руху
T	Перша функція інструменту
U	Вторинна довжина переміщення, що паралельне вісі X
V	Вторинна довжина переміщення, що паралельне вісі Y
W	Вторинна довжина переміщення, що паралельне вісі Z
X	Первинна довжина переміщення, що паралельне вісі X
Y	Первинна довжина переміщення, що паралельне вісі Y
Z	Первинна довжина переміщення, що паралельне вісі Z
ГТ	Табуляція
ПС	Кінець кадру
%	Початок програми

(Кругла дужка ліва
)	Кругла дужка права
+	Плюс
-	Мінус
.	Крапка
;	Пропуск кадру
:	Головний кадр

Розмірні переміщення задаються в послідовності X,Y,Z (U, V, W, P, Q, R) – лінійні; I, J, K – кругові; A, B, C(D, E) – кутові. Числа після адресів задають або абсолютні розміри, або приріст в залежності від установок підготовчих функцій. Значення I, J, K залежать від способу задання дуги. Описи містять прототипи команд, які написані іншим шрифтом. У прототипах команд, тильда (~) означає реальне значення. Як було описано раніше, реальне значення може бути (1) явним числом, наприклад 4,4, (2) виразом, наприклад [2+2,4], (3) значенням параметра, наприклад #88, або (4) значенням одиничної функції, наприклад ACOS [0].

У більшості випадків, якщо дано назву вісі (будь-який з них X~, Y~, Z~, B~, C~, U~, V~, W~), то воно позначає точку призначення. Номери вісей по відношенню до активної в даний момент координатній системі, якщо тільки не описано використання абсолютної системи координат. Там де назви осей необов'язкові, будь-які припущення осі будуть мати їх поточні значення. Будь-які предмети в прототипах команд не явно описаних як необов'язкові потрібні. Якщо потрібний предмет пропущено, то це помилка.

U, V та W це синоніми, A, B та C. Використання з U, B з V і т.д. буде помилкою (як використання A двічі на рядку). У докладному описі кодів U, V і W не явно згадуються кожен раз, але використовуються як A, B або C.

У прототипах, наступні значення за літерами часто даються як явні числа.

Якщо не вказано інше, явні числа можуть бути дійсними значеннями. Наприклад G10 L2 може бути рівнозначно замінено G[2*5] L[1+1]. Якщо значення параметра 100 дорівнює 2, то G10 L#100 буде означати те ж саме. Використання дійсних значень, які не явні числа як тільки що було показано в прикладі рідко буває корисним.

Якщо в прототипі написано L~, то найчастіше "~" буде сприйнято як "L число". Відповідно "~" в H~ можна назвати "H числом" і так далі для будь-якої іншої літери.

Якщо фактор шкали застосований до будь-якої вісі, то він буде застосований до відповідного значення X, Y, Z, A/U, B/V, C/W виразів та належати до I, J, K або R виразів, коли вони використовуються.

Опис структури кадру

Порядковий номер кадру: = Nxx, де xx – ціле десяткове число.

Підготовча функція: Gxx.

Всі підготовчі функції (G-коди) розбиті на 9 груп:

Група I: G00 – позиціонування (швидкий хід в точку);

G01 – лінійна інтерполяція;

G02, G03 – кругова інтерполяція в прямому або зворотному напрямках;

Група II: G17... G19 – вибір площини кругової інтерполяції (XY, ZX, YZ);

Група III: G40... G52 – корекція на діаметр або радіус інструменту;

Група IV: G53... G59 – корекція на довжину або положення інструменту;

Група V: G560... G62 – точне та швидке позиціонування;

Група VI: G80... G89 – стандартні цикли обробки отворів;

Група VII: G90 – відрахунок в абсолютних розмірах; G91 – відрахунок в приращеннях; G92 – установка «плаваючого нуля»;

Група VIII: G94, G95 – одиниці вимірювання подачі (мм/хв, мм/об);

Група IX: G96, G97 – одиниці вимірювання швидкості різання (м/хв, об/хв).

В кадрі може бути декілька підготовчих функцій, але із різних груп. Функція діє до тих пір, поки не буде відмінена іншою функцією із тієї ж групи. В табл. 3.2 наведені основні G-коди.

Табл. 3.2 – Підготовчі функції (G-коди)

Позначення	Опис
G00	Лінійна інтерполяція при прискореному переміщені
G01	Лінійна інтерполяція з швидкістю подачі
G02	Кругова інтерполяція по годинниковій стрілці
G03	Кругова інтерполяція проти годинникової стрілки
G04	Зупинка з витримкою часу (свердління). Точна зупинка
G05	Кругова інтерполяція з виходом на кругову траєкторію по дотичній
G06	Зменшення допустимого рівня прискорення
G07	Відміна зменшення допустимого рівня прискорення
G08	Керування швидкістю подачі в точках перегину
G09	Відміна керування швидкістю подачі в точках перегину
G10	Введення таблиць даних інструменту координатної системи і робочих відступів
G11	Лінійна інтерполяція в полярних координатах
G12	Кругова інтерполяція по годинниковій стрілці в полярних координатах
G13	Кругова інтерполяція проти годинникової стрілки в полярних координатах
G14	Можливість програмувати коефіцієнта підсилення по швидкості
G15	Вихід в полярний режим
G16	Вхід в полярний режим
G17	Вибір площини X_Y
G18	Вибір площини Z_X
G19	Вибір площини Y_Z
G20, 70	Використання дюймів
G21, 71	Використання міліметрів
G22	Активація вісь
G23	Програмування умовного переходу
G24	Програмування безумовного переходу
G28	Повернення в початкове положення
G28.1	Каліброва вісь
G30	Повернення в початкове положення
G31	Пряме дослідження
G32	Нарізання різьби без компенсуючого патрона
G34	Округлення двох лінійних ділянок
G35	Відміна округлення двох лінійних ділянок
G36	Відновлення параметрів відхилення, які установлені в машинних параметрах
G37	Програмування координат полюса дзеркального відображення
G38	Активація дзеркального відображення, повороту, масштабування
G39	Відміна функції дзеркального відображення
G40	Відміна автоматичної компенсації на радіус інструменту
G41	Компенсація радіуса інструменту
G42	Компенсація радіуса інструменту
G43	Відступ довжини інструменту
G44	Відступ довжини інструменту
G49	Відміна компенсації довжини інструменту
G50, 51	Фактори шкали
G52	Часові відступи системи координат
G53	Відміна зміщення нуля (рух в абсолютних координатах)
G54...G59	Імітація зміщення нуля (вибір робочих відступів координатної системи)
G60	Зміщення контуру в межах координатної системи керуючої програми
G61	Введення режиму керування
G62	Відміна точного позиціонування
G63	Увімкнення 100% від запрограмованого значення швидкості
G64	Введення режиму керування
G65	Прив'язка швидкості подачі до центру фрези
G66	Активація значення швидкості, яка задана потенціометром
G67	Відміна зміщення контуру в координатній системі керуючої програми
G68, 69	Обертання координатної системи
G73	Свердління з високою швидкістю

G74	Вихід в початок координат
G75	Робота з датчиком дотику
G76	Переміщення в точку з абсолютними координатами в системі координат станка
G78	Активация свердильної вісі
G79	Деактивация однієї свердильної вісі або всіх відразу
G80	Відміна роботи стандартних циклів (відміна модального руху)
G81	Цикл свердління і чистового розточування центра отвору
G82	Цикл свердління і чистового розточування
G83	Стандартний цикл глибокого свердління з періодичним виводом свердла із отвору
G84	Цикл нарізання різьби (з компенсуючим патроном (для правого обертання)) мітчиком
G85	Цикл свердління та розсвердлення
G86	Цикл свердління (розточування)
G87	Цикл для оберненого (реверсного) свердління
G88, 89	Цикл свердління (розточування)
G90	Програмування в абсолютних координатах
G91	Програмування в відносних координатах
G92	Зміщення даної системи координат або обмеження максимальної частоти обертання шпинделя
G93	Програмування часу обробки кадру
G94	Програмування подачі в мм/хв
G95	Програмування подачі в мм/об
G96	Функція постійної швидкості різання
G97	Функція постійної частоти обертання шпинделя
G98	Повернення до початкової точки в постійному циклі
G99	Повернення до точки R в постійному циклі

Подача: = Fxxx може задаватися числовим значенням або кодом, розмірність у відповідності з установкою G94 або G95. Можливе задання як результуючої швидкості подачі, так і її складових по вісям координат (в останньому випадку використовуються адреса F, E, D).

Швидкість головного робочого руху: = Sxxx також може бути задана числовим значенням або кодом, розмірність у відповідності G96, G97.

Функція інструмента: = Txxx служить для вказівки номера інструменту та його коректора. Звичайно перші два знака – № інструменту, другі два знака – № коректора.

Допоміжна функція: = Mxx визначає команди для виконуючих органів верстата (табл. 3.3).

Табл. 3.3 – Допоміжні функції (M-коди)

Позначення	Опис
M0	Програмуюча зупинка
M1	Зупинка за вимогою програми
M2	Зупинка КП, повернення робочих органів в вихідне положення
M3/4	Контроль шпинделя (рух шпинделя за годін. стрілкою/проти годін. стрілки)
M5	Зупинка шпинделя
M6	Зміна інструменту
M7	Увімкнення охолодження (рідина)
M8	Увімкнення охолодження (повітря)
M9	Вимкнення охолодження
M10, M11	Затиснення /розтиснення стола або шпинделя
M30	Закінчення програми
M36, M38	Вибір діапазону подачі або швидкості і інш.
M47	Запущений повторно від першої лінії
M48	Відкинути контроль подачі та швидкості
M49	Перевизначити або відкинути контроль подачі та швидкості
M98	Введення підпрограми
M99	Вихід із підпрограми

Порядок проведення роботи:

- пояснення викладачем основних положень програмування в системі Mach3;
- демонстрація інженером інтерфейсу системи Mach3 та особливості роботи в ній;

- розшифрувати кадр керуючої програми, згідно з варіантом завдання.

Запитання

- Які складові стандартної системи керування обладнанням з ЧПК?
- Які основні етапи підготовки керуючої програми? Які складові кадру керуючої програми?

Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, опис кадру керуючої програми, згідно варіанту завдання, які приведені в додатку №1.

Додаток №1

№ вар.	Завдання
1	N01G90G94G21G17G01X40Y20 F100S800T1M1
2	N02G91G94G20G17G01X1Y2Z-1 F300S1200T2M30
3	N03G90G95G21G17G01X55Y15Z-10 F0.1S500T1M4
4	N04G91G95G20G17G01X4Y3Z-2 F0.05S1000T1M3
5	N05G90G94G71G17G02X10Y15R20Z5 F200S800T3M5
6	N06G91G95G70G17G02X1Y2R3Z1 F0.05S1400T1M8
7	N07G90G94G21G17G00X0Y20Z-30 F300S800T2M7
8	N08G91G95G20G17G03X2Y3R2Z-1.5 F0.2S600T1M4
9	N09G90G94G21G17G01X50A60 F100S700T1M7
10	N10G91G95G70G17G01X3Z-3 F0.05S650T3M7
11	N11G90G94G21G17G00X15Y45 F250S900T2M9
12	N12G91G94G21G17G02X100Y80I50J-15 F100S1000T1M1
13	N13G90G94G21G17G03X100Y80I-15J50 F500S600T1M30
14	N14G91G94G21G17G02X50Y50J-50 F500S1100T1M3
15	N15G90G94G21G17G03X40A100 F500S700T2M6
16	N16G90G95G20G17G02X2Y3R2 F0.1S850T3M5
17	N17G91G95G20G17G03X1Y0Z-0.2I-1 F0.05S550T1M3
18	N18G90G94G21G17G01X0Y50Z-40 F100S900T2M8

Лабораторна робота №4

ВИВЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОГРАМУВАННЯ КОЛА ТА СКЛАДАННЯ ПРОГРАМИ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ КАНАВОК НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: вивчити параметри програмування кола, півкола, чверті кола та навчитися складати програми для фрезерування канавки.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки: фрезерний верстат з числовим програмним керуванням моделі «DYNAMYTE 2800» та фрезерно-свердлильний верстат «Syil X3»; різні типи фрез та пристроїв.

Короткі теоретичні відомості

Деталі, які обробляються на верстаті з числовим програмним керуванням (ЧПК) можна розглядати, як геометричні об'єкти. Під час обробки заготовка і інструмент, який обертається, переміщаються відносно один одного по деякій траєкторії (рис. 4.1а). Керуюча програма (КП) описує рух визначеної точки інструменту - його центру. Траєкторію інструменту представляють складовою із окремих перехідних один в одну ділянок. Ці ділянки можуть бути прямими лініями,

колами, дугами кіл, криві другого і вищих порядків. Точки перетину цих ділянок називаються опорними або вузловими точками. Як правило, в КП містяться координати саме опорних точок.

Будь-яку деталь можна представити у виді сукупності геометричних елементів. Для створення програми обробки необхідно визначити координати опорних точок (рис. 4.1б).

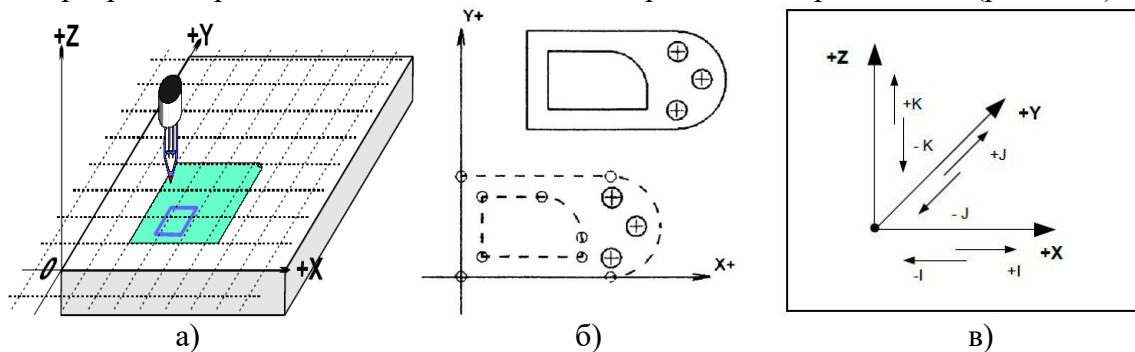


Рис. 4.1 – Схема координатної системи верстата (а), схема координат опорних точок (б) та параметри для програмування (в)

Кругова інтерполяція - G02 та G03

Коди G02 та G03 призначені для виконання кругової інтерполяції. Код G02 використовується для переміщення по дузі за часовою стрілкою, а G03 - проти годинникової стрілки.

Є два способи для формування кадру кругової інтерполяції. Порівняйте структуру наступних кадрів:

G02 X__ Y__ Z__ I__ J__ K__ F__ G02 X__ Y__ Z__ R__ F__

У першому варіанті для виконання кругової інтерполяції переміщення вказують: код G02 (G03); координати кінцевої точки дуги; I, J, K - слова даних (параметри інтерполяції) і швидкість робочої подачі F. А в другому варіанті замість I, J, K вказують R. Вибір варіанту запису кадру кругового переміщення залежить від можливостей ЧПК і звички програміста. Більшість сучасних верстатів з ЧПК підтримують обидва варіанти.

В кадрі з кодом кругової інтерполяції необхідно вказувати координати кінцевої точки переміщення (дуги). Якщо крім X і Y в кадрі є Z слово даних, то це означає, що виконується гвинтова інтерполяція. Гвинтова інтерполяція, яка підтримується не всіма системами ЧПК, дозволяє виконувати фрезерування різьби і забезпечує плавне гвинтове врізання інструмента в матеріал заготовки.

Програмування кола за допомогою координат її центра I (X), J (Y), K (Z)

Коло, яке задане координатами центра, проходить через початкову A і кінцеву E його точку. Координатні вісі, які використовуються в процесі кругової інтерполяції, мають параметри I, J і K, що відповідають відповідним осям. Параметри встановлюють відстань між початковою точкою і центром M дуги кола в напрямку, який паралельний осям. Знак визначається в напрямку вектора від A до M (рис. 4.1в). Стандартне визначення параметрів зображено на рис. 4.1б.

На рис. 4.1в: $I = M(X) - A(X)$; $J = M(Y) - A(Y)$; $K = M(Z) - A(Z)$ – параметри інтерполяції; X, Y, Z – координатні вісі, яким задані відповідні параметри I, J, K; M – центр кола, який заданий відносно початкової точки дуги кола.

Розглянемо різні приклади програмування кругової інтерполяції.

Кадр для прикладу (рис. 4.3 а) N...G90G17G2X350Y250I200J-50F...S...M...;

де P – нульова точка координатної системи (PCS – координатна система керуючої програми); W – нульова точка координатної системи деталі (PCS – координатна система деталі); N – порядковий номер; G90 – програмування в абсолютних координатах; G17 – програмування в площині X_Y; G2 – кругова інтерполяція за годинниковою стрілкою; X350Y250 – координати по вісі від 0 (P/ W) до 350 по вісі X і відповідно 250 по вісі Y; I200 – параметр, який відповідає вісі X і дорівнює 200 мм; J-50 – параметр, який відповідає вісі Y і дорівнює -50 мм; F...S...M... - відповідно функція подачі, шпинделя і допоміжна функція.

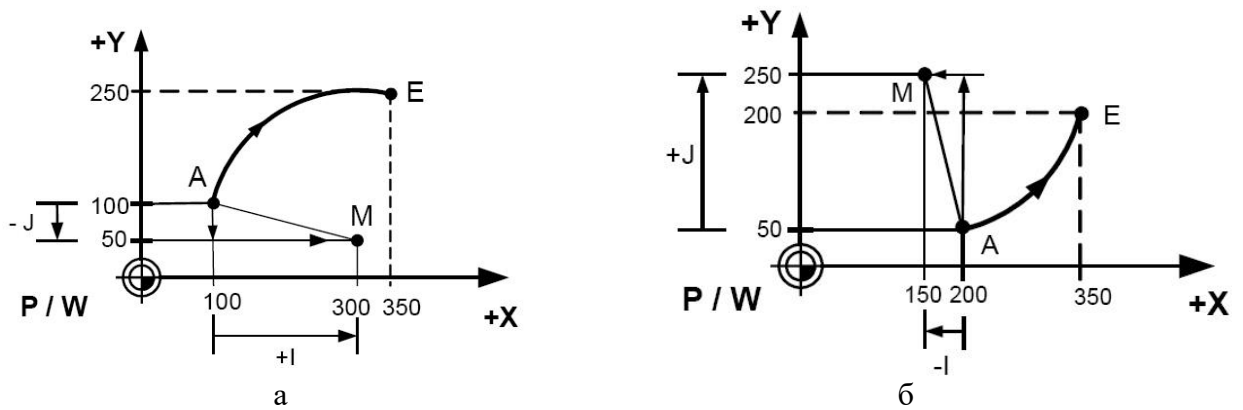


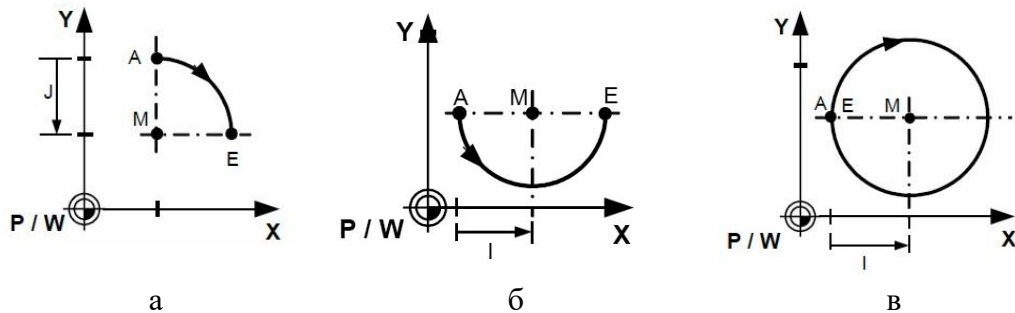
Рис. 4.3 – Програмування дуги кола за годин. (а) і проти годин. стрілки (б)

Кадр для прикладу (рис. 4.3 б) N...G90G17G3X350Y200I-50J200F...S...M...;

G3 – кругова інтерполяція проти годинникової стрілки;

Кадр для прикладу (рис. 4.4 а) N...G17G2X...Y...J-...F...S...M...;

Особливість: Один із параметрів інтерполяції завжди дорівнює нулю, і немає потреби записувати його в програмі. Тут цей параметр I.



```

%
N0 (ML-52/LesykD.A/07);
N1G94G21G17F300S1200; D
N2G1X10Y10Z0;
N3G1X10Y10Z-5;
N4G1X30Y10Z-5;
N5G3X30Y30Z-5R10;
N6G1X10Y30Z-5;
N7G1X10Y10Z-5;
N8G1X10Y10Z-0;
N9G1X0Y0Z0;
N10M30;
%
  
```

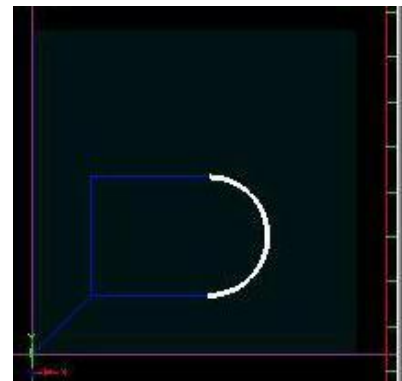


Рис. 4.4 – Приклади програмування чверті кола (а), півкола (б), повного кола (в) параметрами інтерполяції та керуюча програма в системі Mach3 (г) для програмування півкола радіусом R (д)

Кадр для прикладу (рис. 4.4 б) N...G17G3X...I...F...S...M...;

Особливість: По вісі Y координати початкової і кінцевої точок співпадають. Переміщення по цій координаті в кадрі не вказують, як і параметр інтерполяції J.

Кадр для прикладу (рис. 4.4 в) N...G17G2I...F...S...M...;

Особливість: Координат початкової і кінцевої точок співпадають. Приріст по обом координатам вказувати в кадрі не потрібно. Якщо початкова і кінцева точки лежать на границі квадратів, то один із параметрів інтерполяції буде дорівнювати нулю, і його можна не вказувати. Так і в приведеному прикладі можуть бути опущені функції X, Y і J.

Програмування кола за допомогою радіуса

Більш простий спосіб задання центру дуги є застосування адреси R (радіуса) (рис. 4.4 г,д). Якщо ваша стійка підтримує такий формат для кругової інтерполяції, система числового програмного керування (СЧПК) самостійно проведе необхідні розрахунки для визначення координат центра дуги. Більшість СЧПК при роботі з R потребують, щоб коло було розбито на декілька сегментів.

Радіус завжди задають у відносних координатах; у відмінності від кінцевої дуги точки, яка може бути задана як у відносних координатах, так і в абсолютних координатах.

Використовуючи положення початкової A і кінцевої E точок, а також значення радіуса, система ЧПК перш за все визначає координати центра кола. Результатом розрахунку можуть бути координати двох точок, ML MR (рис. 4.5), розташованих відповідно зліва та справа від прямої, яка з'єднує початкову та кінцеву точки.

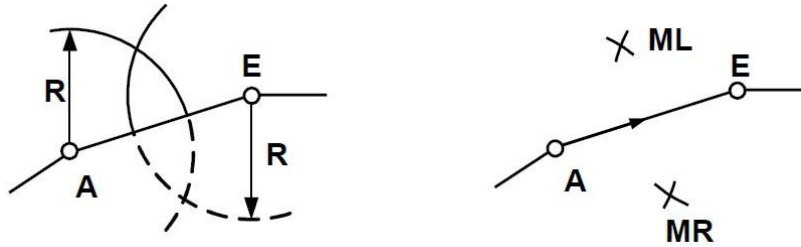


Рис. 4.5 – Координати двох точок: A - початкова точка, E - кінцева точка, R - радіус, ML - лівий центр, MR - правий центр

Розташування центру кола залежить від знака радіуса; при позитивному радіусі центр буде знаходитись зліва, а при негативному радіусі - справа. Розташування центру визначається також адресою G02 та G03 (рис. 4.6).

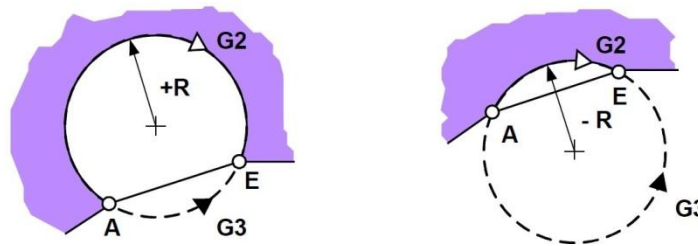


Рис. 4.6 – Розташування центру кола

Як бачимо на рис. 4.6, величина радіуса має бути, по крайній мірі, вдвічі більшою, чим довжина відрізка, яка з'єднує початкову та кінцеву точки дуги кола. Особливим випадком є рівність відрізка подвійному значенню радіуса. Це випадок відповідає, коли задаємо півкола. Знак радіуса при цьому немає значення. Програмування повного кола через задання радіуса неприпустимо.

Спробуємо написати невелику програму для обробки канавки (паза) глибиною 1 мм (рис. 4.7). Знаючи координати опорних точок, зробити це буде не важко. Ми не будемо детально розглядати код всієї КП, а звернемо особливо увагу на написання строк (кадрів КП), які безпосередньо відповідають за переміщення через опорні точки канавки. Для обробки канавки спочатку потрібно перемістити фрезу в точку T1 і опустити її на відповідну глибину. Далі необхідно переміщати фрезу послідовно через всі опорні точки і вивести інструмент у верх із матеріалу заготовки. Знайдемо координати всіх опорних точок канавки і для зручності помістимо в таблицю.

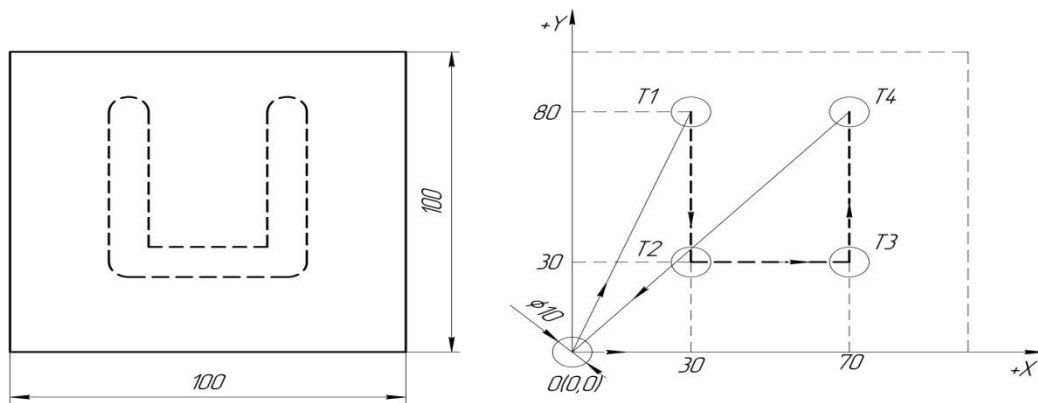


Рис. 4.7 – Ескіз заготовки та розташування її в прямокутній системі координат

Таблиця 4.1. Координати опорних точок канавки.

Точка	Координати по вісі X	Координати по вісі Y
T1	30	80
T2	30	30
T3	70	30
T4	70	80

Підведемо ріжучий інструмент до першої опорної точки:

N05G00X30Y80

Наступні два кадра змушують інструмент опуститися на необхідну глибину в матеріал заготовки.

N06G00Z0.5

N07G1Z-1F250

Як тільки інструмент опиниться на необхідній глибині (1 мм) можна переміщати його через всі опорні точки для обробки канавки:

N08G01X30Y30

N09G01X70Y30

N010G01X70Y80

Тепер слід вивести інструмент із матеріалу заготовки – підняти на невелику висоту:

N011G01Z5

Відводимо інструмент в нульову точку O:

N012G00X0Y0Z0

Зберемо всі кадри разом, додавши декілька допоміжних команд і отримаємо кінцевий варіант програми:

Кадри КП	Пояснення
%	Символ початку програми
N00 (Група/Фамілія/Варіант);	Номер програми (00) і її назва (...), ; - пропуск кадру
N01G17G21G40G49G54G80G90 G94;	Стрічка безпеки (G17 – площина X_Y, G21 – в мм, G40 – відміна автоматичної компенсації на радіус інструмента, G49 – відміна компенсації довжини інструмента, G54 – активація робочої координатної системи), G80 - відміна роботи стандартних циклів (наприклад, цикли свердління) (відміна модального руху), G90 – в абсолютних координатах, G94 - в мм/хв)
N02M6T1;	Виклик інструменту №1 (Фреза D1)
N03G43H1;	Компенсація довжини інструменту №1
N04M3S800;	Увімкнення обертів шпинделя (800 об/хв)

N05G00X30Y80;	Прискорене переміщення в опорну точка T1
N06G00Z-1;	Прискорене переміщення інструмента в Z0-1 T1
N07G01Z-6F200;	Переміщення на глибину -6 мм при подачі 200 мм/хв
N08G01X30Y30;	Переміщення інструменту в упорну точку T2 (200 мм/хв)
N09G01X70Y30;	Переміщення інструменту в упорну точку T3 (200 мм/хв)
N10G01X70Y80;	Переміщення інструменту в упорну точку T4 (200 мм/хв)
N11G01Z-1;	Виведення інструменту у верх на Z-1 (200 мм/хв)
N12G00X0Y0Z0;	Прискорене переміщення в нульову точку O
N12M5;	Виключення обертів шпинделя
N13M30;	Завершення програми
%	Символ завершення програми

Приклади програмування фрезерування канавки

Для фрезерування канавки вибираємо абсолютну систему координат станка, а деталь розміщуємо в межах робочого поля фрези відносно цієї системи. Для визначення координат позначаємо на деталі контактні точки фрези. Деталь необхідно розмістити на робочому столі, так щоб координати бажано мали цілі числа. У вихідному положенні фреза знаходиться в точці O з координатами $(0 - \text{по вісі } X, 0 - \text{по вісі } Y)$. Потім фреза переміщається в точку $A(40, 25)$ (рис. 4.8 а). Точка яка найближча до точки O і буде точкою A . Всі наступні точки позначаються з відповідністю геометрії канавки і напрямку руху фрези, яку необхідно нам отримати.

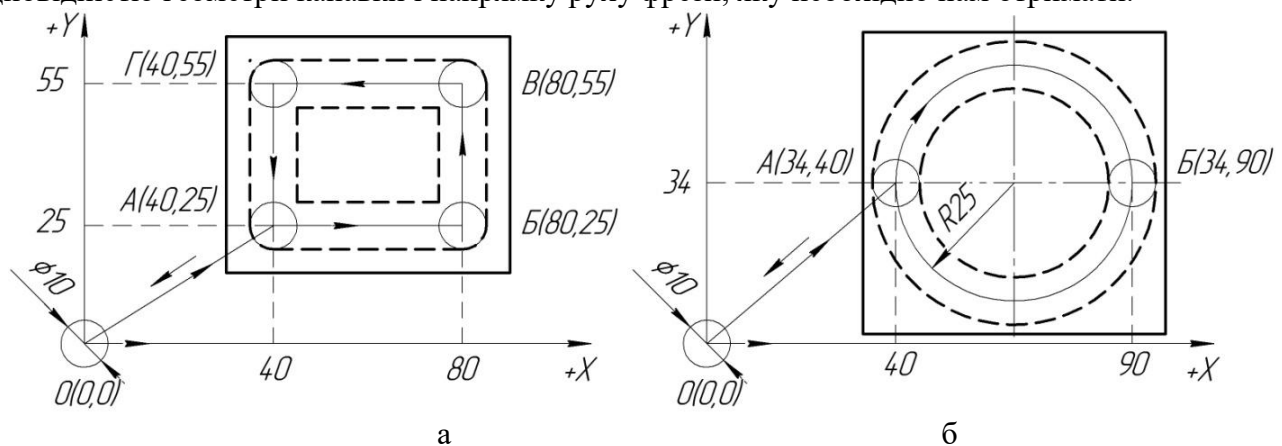


Рис. 4.8 Фрезерування канавки по прямій (а) і по колу (б)

Програма для фрезерування канавки (рис. 4.8 а):

```

% (Символ початку програми)
N00; (Група/Фамілія/Варіант)
N01G17G21G40G49G54G80G90G94; (Розшифровується, як перший програмі)
N02M6T1(Фреза D1); (Виклик інструменту №1)
N03G43H1; (Компенсація довжини інструменту №1)
N04M3S800; (Увімкнення обертів шпинделя (800 об/хв))
N05G00X40Y25Z0; (Переміщення фрези із точки  $O(0.0)$  в точку  $A(40.25)$ )
N06G01X40Y25Z-5 F100; (Заглиблення фрези по вісі  $Z = -5$  мм в точці  $A(40.25)$  при подачі 100 мм/хв)
N07G01X80Y25Z-5; (Переміщення фрези із точки  $A(40.25)$  в точку  $B(80.25)$  (100 мм/хв))
N08G01X80Y55Z-5; (Переміщення фрези із точки  $B(80.25)$  в точку  $B(80.55)$  (100 мм/хв))
N09G01X40Y55Z-5; (Переміщення фрези із точки  $B(80.55)$  в точку  $\Gamma(40.55)$  (100 мм/хв))
N10G01X40Y25Z-5; (Переміщення фрези із точки  $\Gamma(40.55)$  в точку  $A(40.25)$  (100 мм/хв))
N11G01X40Y25Z0; (Переміщення фрези по вісі  $Z = 0$  мм в точці  $A(40.25)$ , тобто відведення фрези у верх на  $Z3$  (100 мм/хв));
N12G00X0Y0Z0; (Переміщення фрези із точки  $A(40.25)$  в точку  $O(0.0)$ );

```

N10M30; (Закінчення програми і переміщення на початок програми);
 % (Символ завершення програми)

Програма для фрезерування канавки по колу (без допоміжних кадрів) (рис. 4.8 б):

...;
N05G00X40Y34Z0; (Переміщення фрези із точки O(0.0) в точку A(34.40))
N06G01X40Y34Z-5 F100; (Заглиблення фрези по вісі Z = -5 мм в точці A(34.40) при подачі 100 мм/хв))
N07G02X90Y34R25Z-5; (Переміщення фрези із точки A(34.40) в точку Б(34.90) за годинниковою стрілкою, R=25 - радіус дуги (100 мм/хв))
N08G02X40Y34R25Z-5; (Переміщення фрези із точки Б(34.90) в точку A(34.40) за годинниковою стрілкою, R=25 - радіус дуги (100 мм/хв))
N09G01X40Y34Z3; (Переміщення фрези по вісі Z = 0 мм в точці A(34.40), тобто відведення фрези у верх на Z3 (100 мм/хв));
N10G00X0Y0Z0; (Переміщення фрези із точки A(34.40) в точку O(0.0))
 ...;

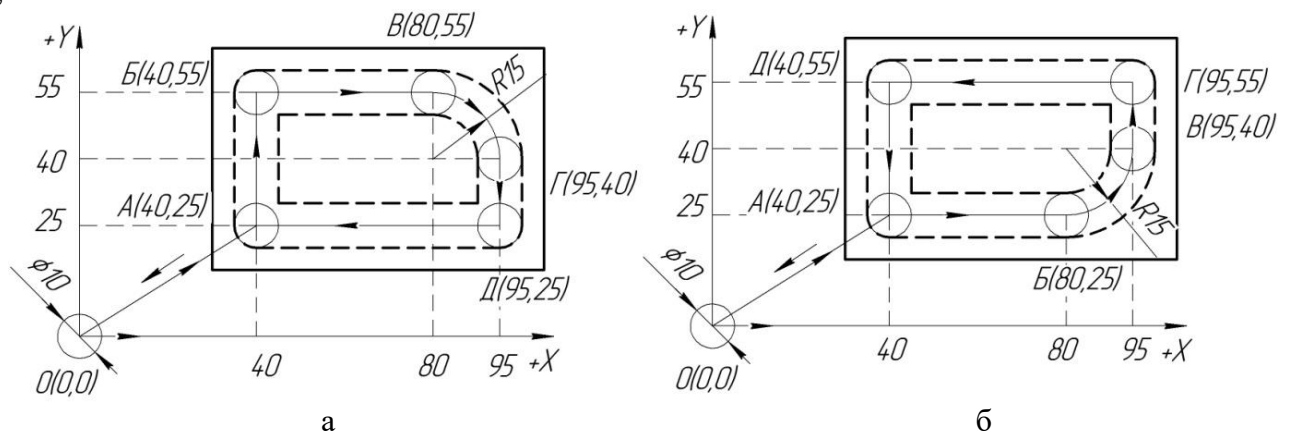


Рис.4.9 Фрезерування канавки по прямій і чверті кола за годинниковою (а) і проти годинникової стрілки (б)

Програма для фрезерування канавки (без допоміжних кадрів) (рис. 4.9 а):

...;
N05G00X40Y25Z0; (Переміщення фрези із точки O(0.0) в точку A(40.25))
N06G01X40Y55Z-5F100; (Заглиблення фрези по вісі Z = -5 мм в точці A(40.25) при подачі 100 мм/хв))
N07G01X40Y55Z-5; (Переміщення фрези із точки A(40.25) в точку Б(40.55) (100 мм/хв))
N08G01X80Y55Z-5; (Переміщення фрези із точки Б(40.55) в точку В(80.55) (100 мм/хв))
N09G02X95Y40R15Z-5; (Переміщення фрези із точки В(80.55) в точку Г(95.40) за годинниковою стрілкою, R=25 - радіус дуги (100 мм/хв))
N10G01X95Y25Z-5; (Переміщення фрези із точки Г(95.40) в точку Д(95.25) (100 мм/хв))
N11G01X40Y25Z-5; (Переміщення фрези із точки Д(95.25) в точку A(40.25) (100 мм/хв))
N12G01X40Y25Z3; (Переміщення фрези по вісі Z = 0 мм в точці A(40.25), тобто відведення фрези у верх на Z3 (100 мм/хв))
N13G00X0Y0Z0; (Переміщення фрези із точки A(40.25) в точку O(0.0));
 ...;

Програма для фрезерування канавки (без допоміжних кадрів) (рис. 4.9 б):

...;
N05G00X40Y25Z0F100; (Переміщення фрези із точки O(0.0) в точку A(40.25) при подачі 100 мм/хв);

N06G01X40Y25Z-5; (Заглиблення фрези по вісі $Z = -5$ мм в точці $A(40.25)$ (100 мм/хв));
N07G01X80Y25Z-5; (Переміщення фрези із точки $A(40.25)$ в точку $B(80.25)$ (100 мм/хв));
N08G03X95Y40R15Z-5; (Переміщення фрези із точки $B(80.25)$ в точку $B(95.40)$ проти
 годинникової стрілки, $R=25$ - радіус дуги (100 мм/хв));
N09G01X95Y55Z-5; (Переміщення фрези із точки $B(95.40)$ в точку $\Gamma(95.55)$ (100 мм/хв));
N10G01X40Y55Z-5; (Переміщення фрези із точки $\Gamma(95.55)$ в точку $\Delta(40.55)$ (100 мм/хв));
N11G01X40Y25Z-5; (Переміщення фрези із точки $\Delta(40.55)$ в точку $A(40.25)$ (100 мм/хв));
N12G01X40Y25Z3; (Переміщення фрези по вісі $Z = 0$ мм в точці $A(40.25)$, тобто відведення фрези
 у верх на $Z3$ (100 мм/хв));
N13G00X0Y0Z0; (Переміщення фрези із точки $A(40.25)$ в точку $O(0.0)$);
 ...;

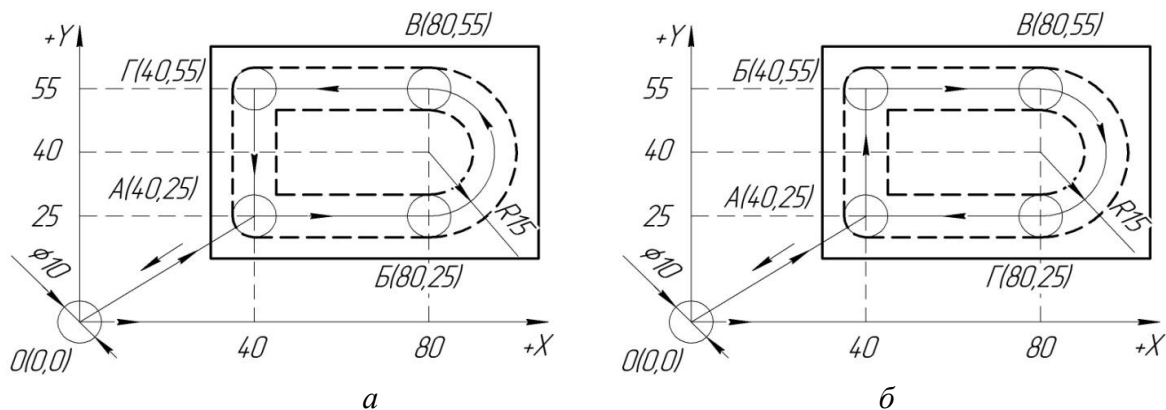


Рис. 4.10 – Фрезерування канавки по прямій і півкола проти годинникової (а) і за годинниковою стрілкою (б)

Програма для фрезерування канавки (без допоміжних кадрів) (рис. 4.10 а):

...;
N05G00X40Y25Z0; (Переміщення фрези із точки $O(0.0)$ в точку $A(40.25)$);
N06G01X40Y25Z-5F100; (Заглиблення фрези по вісі $Z = -5$ мм в точці $A(40.25)$ при подачі 100
 мм/хв);
N07G01X80Y25Z-5; (Переміщення фрези із точки $A(40.25)$ в точку $B(80.25)$ (100 мм/хв));
N08G03Y55R15Z-5; (Переміщення фрези із точки $B(80.25)$ в точку $B(80.55)$ проти годинникової
 стрілки, $R=25$ - радіус дуги (100 мм/хв));
N09G01X40Y55Z-5; (Переміщення фрези із точки $B(80.55)$ в точку $\Gamma(40.55)$ (100 мм/хв));
N10G01X40Y25Z-5; (Переміщення фрези із точки $\Gamma(40.55)$ в точку $A(40.25)$ (100 мм/хв));
N11G01X40Y25Z3; (Переміщення фрези по вісі $Z = 0$ мм в точці $A(40.25)$, тобто відведення фрези
 у верх на $Z3$ (100 мм/хв));
N12G00X0Y0Z0; (Переміщення фрези із точки $A(40.25)$ в точку $O(0.0)$);
 ...;

Програма для фрезерування канавки (рис. 4.10 б) складається подібно до рис. 4.10 а. В цьому прикладі фреза переміщується за годинниковою стрілкою $G2$.

Порядок проведення роботи:

- пояснення викладачем основних положень параметрів програмування кола, півкола, чверті кола та інших фрезерних операцій для фрезерування канавки на фрезерних верстатах з ЧПК;
- демонстрація інженером рухів інструмента та оброблювальної заготовки при фрезеруванні канавки за відповідною керуючою програмою;
- скласти програму для фрезерування канавки, згідно з варіантом індивідуального завдання.

Запитання

1. Які необхідні параметри для програмування кола?
2. Які особливості координат початкової і кінцевої точок якщо вони співпадають?

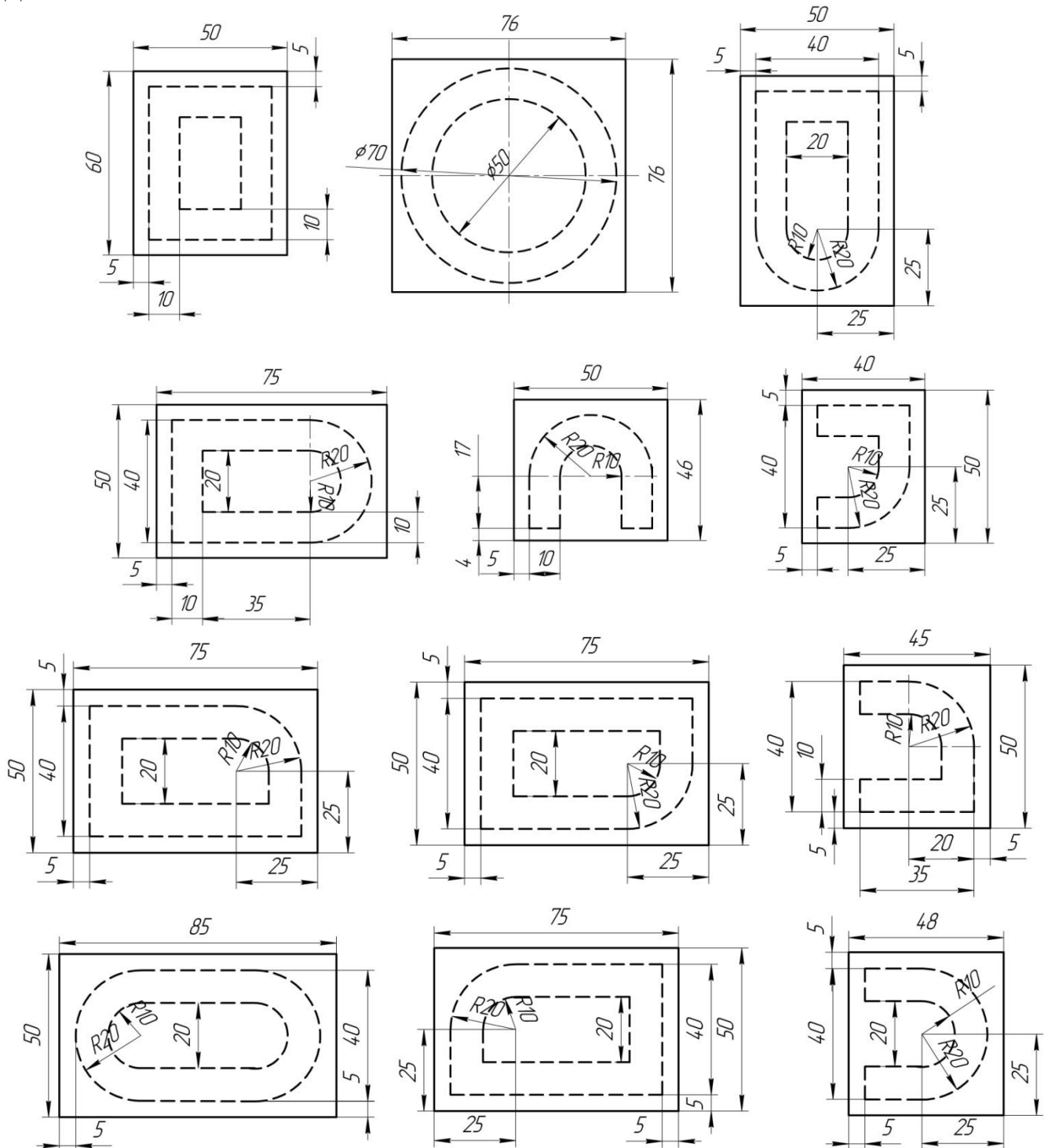
Зміст звіту

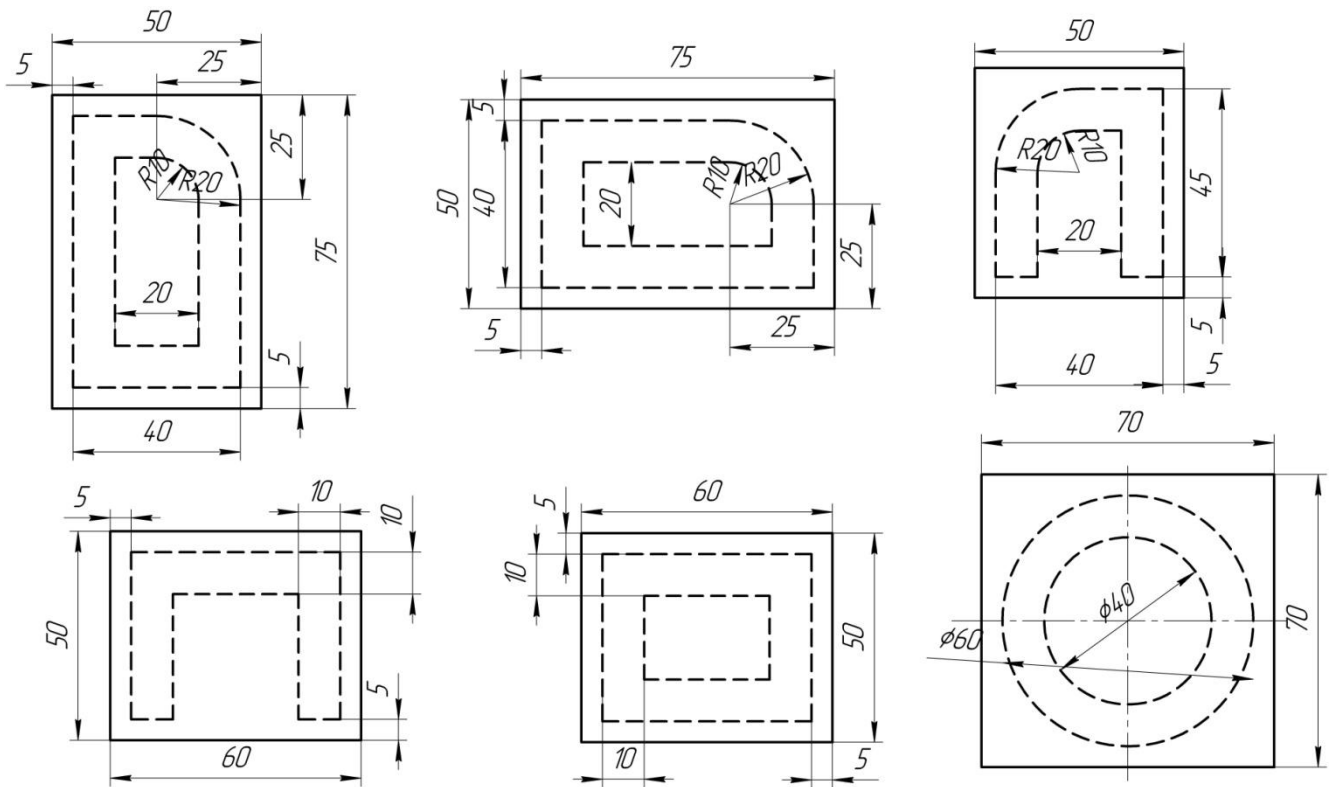
Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, ескіз деталі, програму для фрезерування канавки згідно варіанту завдання, які приведені в додатку №1.

Завдання

Профрезерувати канавку глибиною 5 мм з робочою подачею $F=150$ мм/хв. Діаметр фрези 10 мм. Деталь доцільно розміщувати, так щоб точка $O(0.0)$ системи координат і початкова точка A (найближча крайня нижня точка зліва контакту фрези на деталі) мали цілі значення в системі координат. Наприклад, координати точки A (по $X=40$, по $Y=25; 40.30; \dots$). Тобто нульова точка координатної системи і нульова точка деталі не співпадали.

Додаток 1





Лабораторна робота №5

СКЛАДАННЯ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗОВНІШНЬОГО КОНТУРА ДЕТАЛІ НА ФРЕЗЕРНОМУ ВЕРСТАТІ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: вивчити основи програмування, навчитися складати програми для обробки заготовок на фрезерному верстаті.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки: фрезерний верстат з числовим програмним керуванням моделі «DYNAMYTE 2800»; різні типи фрез та пристрої для закріплення деталі.

Короткі теоретичні відомості

1. Складання програми для контурної обробки

Наприклад для обробки зовнішнього контуру деталі (рис. 5.1 а) використовуємо фрезу діаметром 10 мм. Так як різання відбувається боковою (циліндричною) поверхнею фрези, то центр фрези буде зміщений на відстань, яка дорівнює радіусу (5 мм) вліво відносно оброблюваного контуру. Фреза переміщується послідовно через точки 1, 2, 3 та 4 (рис. 5.1 б).

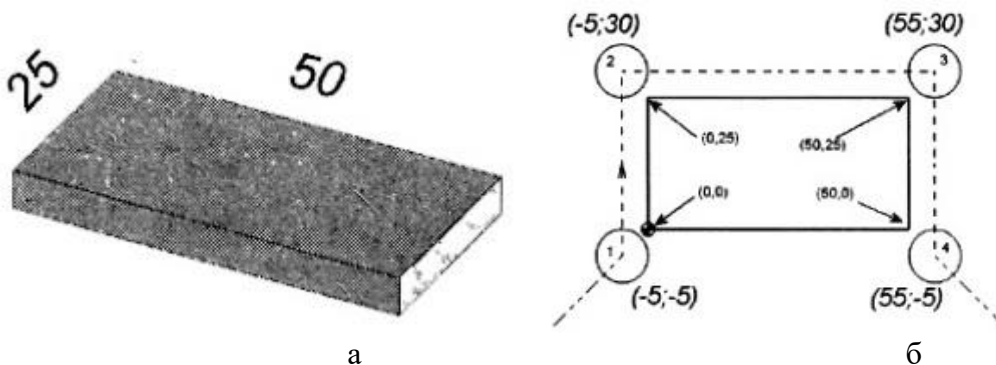


Рис. 5.1 – Зовнішній вигляд деталі (а) і схема обробки деталі по евідистантній траєкторії (б)

Так як в програмі обробки вказуються координати центра інструменту, то її можна представити в спрощеному вигляді:

...;
G01X-5Y-5 (переміщення фрези в позицію 1);
G01X-5Y30 (переміщення фрези в позицію 2);
G01X55Y30 (переміщення фрези в позицію 3);
G01X55Y-5 (переміщення фрези в позицію 4);
...;

Тепер складемо програму обробки нашого контуру, де фреза переміщатиметься прямо по контуру (рис. 5.2) без будь-яких зміщень відносно деталі. Тоді керуюча програма буде виглядати так:

...;
G01X0Y0 (переміщення фрези в позицію 1);
G01Y0 (переміщення фрези в позицію 2);
G01X50 (переміщення фрези в позицію 3);
G01Y0 (переміщення фрези в позицію 4);
...;

Очевидно, що така програма не забезпечить правильної обробки. Необхідно, щоб траєкторія руху центра інструмента була зміщена відносно контуру на величину радіуса. Система з числовим програмуванням (ЧПК) здатна самостійно розраховувати і виконувати таке зміщення – корекцію на радіус інструменту. Для здійснення автоматичної корекції на радіус інструменту потрібно повідомити системі величину радіуса інструменту і в керуючій програмі вказати відповідний G код. Код G41 використовується для корекції інструменту зліва, а код G42 – для корекції справа. Відміна корекції – G40.

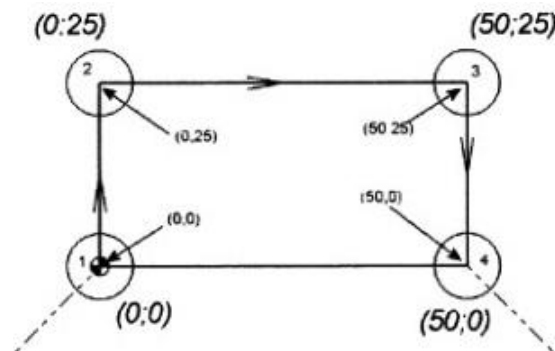


Рис. 5.2 – Опорні точки траєкторії співпадають з опорними точками контуру деталі

2. Складання керуючої програми для свердління

Код G81 призначений для виклику стандартного циклу свердління. Наступний кадр демонструє типовий формат цього циклу:

G81X10Y15Z-3R0.5F50.

де, адреса X і Y визначає координати оброблюваних отворів. Адрес Z вказує кінцеву глибину свердління, а R використовується для установки площини відводу. Площина відводу – це координати по вісі Z, де розпочинаються свердління на робочій подачі і в яку повертається інструмент, після того, як він доставе дно оброблюваного отвору. Площина відводу встановлюється трохи вище поверхні деталі, тому значення R завжди позитивне. Не потрібно встановлювати площину відводу дуже високо, тому що свердло на робочій подачі буде переміщатися занадто довго. Робоча подача для циклу встановлюється за допомогою F слова даних.

При свердлінні отворів необхідно розрізняти площину відводу і вихідну площину. Ці дві площини використовуються для керування переміщеннями по вісі Z між отворами. Вихідна площина – це координата (рівень) по вісі Z в якій розміщується інструмент перед викликом

постійного циклу. Код G98 використовується для роботи з вихідною площиною, а код G99 – з площиною відводу (рис. 5.3).

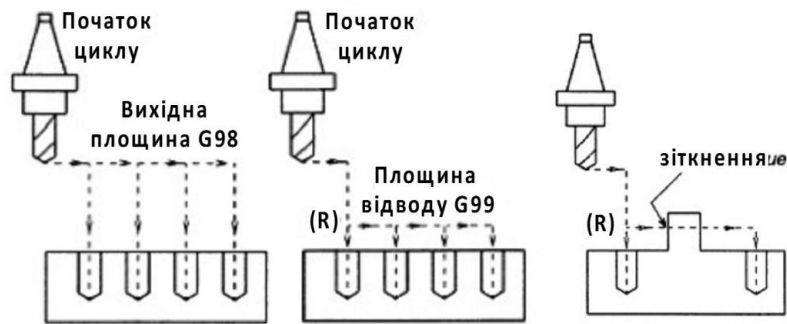


Рис. 5.3 – Використання G98 та G99

Наприклад, інструмент знаходиться в координаті Z20 в момент виклику циклу свердління. Тоді вихідна площина буде розміщуватися на відстані 20 мм і вище нульової точки по вісі Z. Тобто, для встановлення вихідної площини не потрібно вказувати будь-які спеціальні адреса. Але для встановлення площини відводу необхідно використовувати адрес R. Формат кадру для свердління виглядає наступним чином:

G98G81X10Y15Z-3R0.5F50 або G99G81X10Y15Z-3R0.5F50.

Якщо цикл свердління працює спільно з кодом G98, то інструмент повертається до вихідної площини в кінці кожного циклу і між всіма оброблюваними отворами. Код G98 використовується, коли потрібно збільшити відстань відводу для того, щоб уникнути зіткнення інструменту з деталлю. Коли немає небезпеки зіткнення інструмента з деталлю, то зазвичай використовують код G99, який дозволяє зменшити час при обробці багатьох отворів. В цьому випадку інструмент переміщається між отворами і виводиться вгору в кінці циклу до координати по Z, встановленою R словом даних.

Зазвичай системи з ЧПК дозволяють переключатися між G98 і G99 прямо в постійному циклі між оброблюваними отворами:

```
...;
G99G81X10Y15Z-3R0.5F50;
X20Y20;
G98X30Y30;
X40Y40;
...;
```

3. Приклади керуючих програм

Приклад 1: Свердління отворів за допомогою постійних циклів.

Необхідно скласти програму для свердління 7 отворів діаметром 3 мм і глибиною 6.5 мм (рис. 5.4 а).

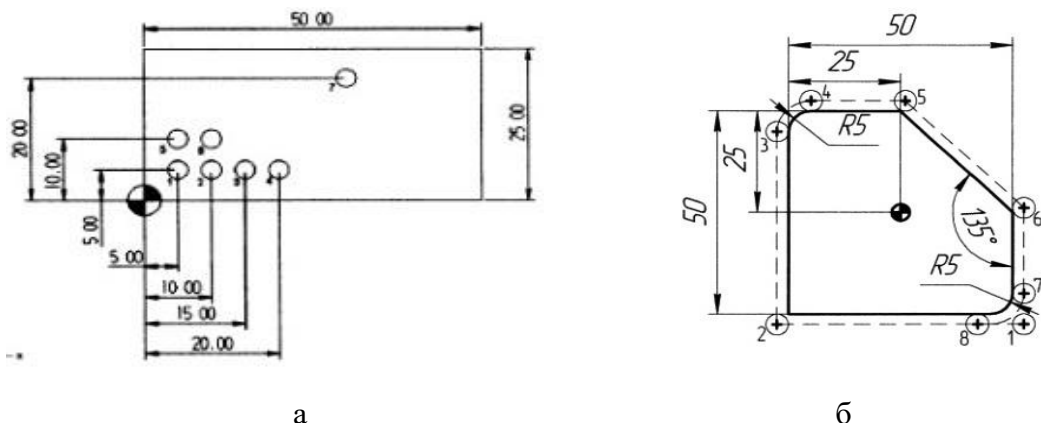


Рис. 5.4 – Схема обробки свердління отворів (а) та контурна обробка (б)

N1G0G17G21G90T1 (G90 – програмування в абсолютних координатах, T1 – виклик свердла діаметром 3 мм);
 N2G0G54X5Y5S1000M3 (переміщення в початкову точку 1, G54 – зміщення нуля, M3 – увімкнення шпинделя);
 N3G43H1Z10 (G43 – компенсація довжини інструменту, H1 – довжина інструменту);
 N4Z10 (прискорене переміщення по координаті на Z на відстань 10 мм);
 N5G99G81Z-6.5R1F45 (G81 – стандартний цикл свердління, G99 – повернення до точки R в постійному циклі);
 N6X10 (свердління отвору 2);
 N7X15 (свердління отвору 3);
 N8X20 (свердління отвору 4);
 N9X5Y10 (свердління отвору 5);
 N10X10 (свердління отвору 6);
 N11X30Y20 (свердління отвору 7);
 N12G80 (G80 – відміна постійного циклу);
 N13Z100 (переміщення к Z100);
 N14M5 (зупинка шпинделя);
 N15G91G28Z0 (повернення до вихідної позиції по Z, G91 – програмування у відносних координатах, G28 – повернення в початкове положення);
 N16G28X0Y0 (повернення до вихідної позиції по X і Y);
 N17M30 (кінець програми).

Приклад 2: Контурна обробка.

Необхідно скласти програму для обробки зовнішнього контуру деталі (рис. 5.4 б) фрезою діаметром 5 мм. Глибина фрезерування – 4 мм. Підвід до контуру здійснюється по прямолінійній ділянці.

N1G0G17G21G90T1 (G90 – програмування в абсолютних координатах, T1 – виклик фрези діаметром 5 мм);
 N2G0G54X25Y-27.5S2000M3 (переміщення в початкову точку 1, G54 – зміщення нуля, M3 – увімкнення шпинделя);
 N3G43H1Z100 (G43 – компенсація довжини інструменту, H1 – довжина інструменту);
 N4Z10 (прискорене переміщення по координаті на Z на відстань 10 мм);
 N5G1Z-4F100 (фреза опускається на Z-4 мм при робочій подачі 100 мм/хв);
 N6G1X-27.5 (лінійне переміщення в точку 2);
 N7G1Y20 (лінійне переміщення в точку 3);
 N8G2X-20Y27.5R7.5 (переміщення по дузі за годин. стрілкою в точку 4);
 N9G1X1.036 (лінійне переміщення в точку 5);
 N10G10X27.5Y1.036 (лінійне переміщення в точку 6);
 N11G1Y-20 (лінійне переміщення в точку 7);
 N12G2X20Y-27.5R7.5 (переміщення по дузі за годин. стрілкою в точку 8);
 N13G1Z6 (фреза підіймається до Z6);
 N14G0Z100 (фреза підіймається на прискореній подачі до Z100);
 N15M5 (зупинка шпинделя);
 N16G91G28Z0 (повернення до вихідної позиції по Z, G91 – програмування у відносних координатах, G28 – повернення в початкове положення);
 N17G28X0Y0 (повернення до вихідної позиції по X і Y);
 N18M30 (кінець програми).

Приклад 3: Контурна обробка кармана.

Необхідно скласти програму для обробки кармана (рис. 5.5 а) фрезою діаметром 5 мм. Глибина фрезерування – 2 мм. Підвід до контуру здійснюється по дотичній.

N1G0G17G21G90 T1 (G90 – програмування в абсолютних координатах, T1 – виклик фрези діаметром 5 мм);

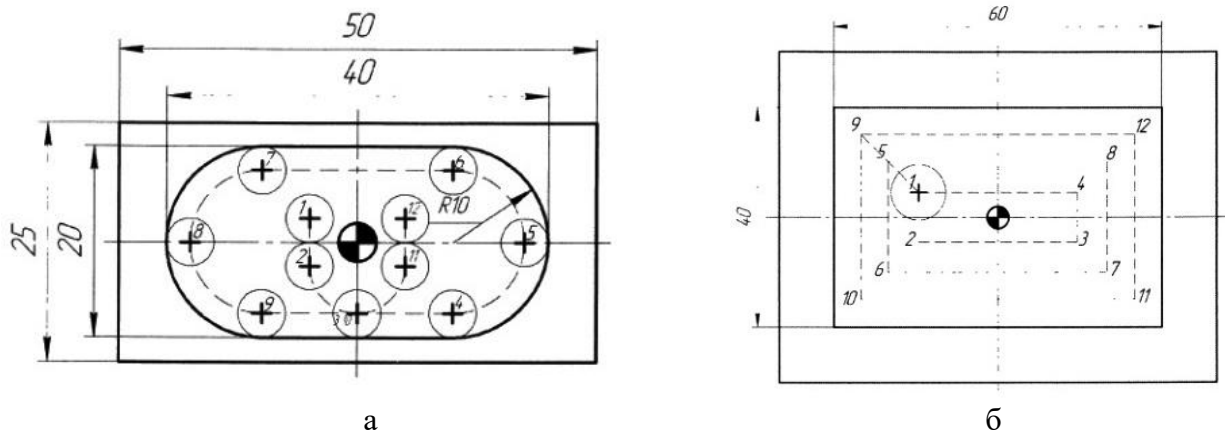


Рис. 5.5 – Чистова обробка кармана (а) та чорнова обробка прямокутного кармана (б)

N2G0G54X-2.5Y-2.5S1000M3 (переміщення в початкову точку 1, G54 – зміщення нуля, M3 – увімкнення шпинделя);

N3G43H1Z100 (G43 – компенсація довжини інструменту, H1 – довжина інструменту);

N4Z10 (прискорене переміщення по координаті на Z на відстань 10 мм);

N5G1Z-2F100 (фреза опускається на Z-2 мм при робочій подачі 100 мм/хв);

N6G1Y-5 (лінійне переміщення в точку 2);

N7G3X17.5Y0R7.5 (переміщення по дузі в точку 3);

N8G1X10 (лінійне переміщення в точку 4);

N9G3X17.5Y0R7.5 (переміщення по дузі проти годин. стрілки в точку 5);

N10G3X10Y7.5R7.5 (переміщення дузі в точку 6);

N11G1X-10 (лінійне переміщення в точку 7);

N12G3X-17.5Y0R7.5 (переміщення по дузі в точку 8);

N13G3X-10Y-7.5R-7.5 (переміщення по дузі в точку 9);

N14G1X0 (лінійне переміщення в точку 10);

N15G3X2.5Y-5R2.5 (відвід інструмента по дотичній в точку 11);

N16G1Y-2.5 (лінійне переміщення в точку 12);

N17Z8 (фреза підіймається до Z8);

N18G0Z100 (фреза підіймається на прискореній подачі до Z100);

N19M5 (зупинка шпинделя);

N20M30 (кінець програми).

Приклад 4: Контурна обробка прямокутного кармана.

Необхідно скласти програму для обробки прямокутного кармана (рис. 5.5 б) фрезою діаметром 10 мм. Глибина фрезерування – 1 мм.

N1G0G17G21G90 T1 (G90 – програмування в абсолютних координатах, T1 – виклик фрези діаметром 10 мм);

N2G0G54X-13.75Y-3.75S1000M3 (переміщення в початкову точку 1, G54 – зміщення нуля, M3 – увімкнення шпинделя);

N3G43H1Z100 (G43 – компенсація довжини інструменту, H1 – довжина інструменту);

N4Z10 (прискорене переміщення по координаті на Z на відстань 10 мм);

N5G1Z-1F100 (фреза опускається на Z-1 мм при робочій подачі 100 мм/хв);

N6G1Y-3.75 (лінійне переміщення в точку 2);

N7G1X13.75 (лінійне переміщення в точку 1);

N8G1Y3.75 (лінійне переміщення в точку 4);

N9G1X-13.75 (лінійне переміщення в точку 1);

N10G1X-17.5Y7.5 (лінійне переміщення в точку 5);

N11G1Y-7.5 (лінійне переміщення в точку 6);
 N12G1X17.5 (лінійне переміщення в точку 7);
 N13G1Y7.5 (лінійне переміщення в точку 8);
 N14G1X-17.5 (лінійне переміщення в точку 5);
 N15G1X-25Y15 (лінійне переміщення в точку 9);
 N16G1Y-15 (лінійне переміщення в точку 10);
 N17G1X25 (лінійне переміщення в точку 11);
 N18G1Y15 (лінійне переміщення в точку 12);
 N19G1X-25 (лінійне переміщення в точку 9);
 N20Z9 (фреза підіймається до Z9);
 N21G0Z100 (фреза підіймається на прискореній подачі до Z100);
 N22M5 (зупинка шпинделя);
 N23M30 (кінець програми).

Приклад 5: Фрезерування круглого кармана.

Необхідно скласти програму для обробки круглого кармана (рис. 5.6) фрезою діаметром 10 мм. Глибина фрезерування – 0.5 мм.

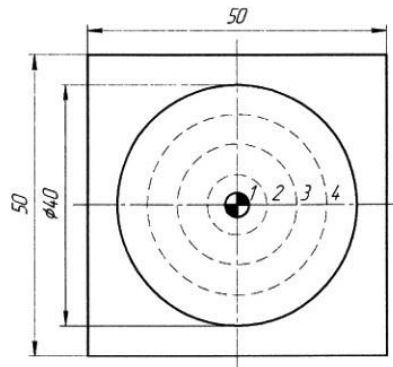


Рис. 5.6 – Чорнове фрезерування круглого кармана

N1G0G17G21G90 T1 (G90 – програмування в абсолютних координатах, T1 – виклик фрези діаметром 10 мм);
 N2G0G54X-13.75Y-3.75S1000M3 (переміщення в початкову точку 1, G54 – зміщення нуля, M3 – увімкнення шпинделя);
 N3G43H1Z100 (G43 – компенсація довжини інструменту, H1 – довжина інструменту);
 N4Z10 (прискорене переміщення по координаті на Z на відстань 10 мм);
 N5G1Z-0.5F100 (фреза опускається на Z-0.5 мм при робочій подачі 100 мм/хв);
 N6G1X5F200 (лінійне переміщення в точку 1);
 N7G3X-5R5 (кругове переміщення по 1 «орбіті»);
 N8G3X5R5 (кругове переміщення по 1 «орбіті»);
 N9G1X10F200 (лінійне переміщення в точку 2);
 N10G3X-10R10 (кругове переміщення по 2 «орбіті»);
 N11G3X10R10 (кругове переміщення по 2 «орбіті»);
 N12G1X15F200 (лінійне переміщення в точку 3);
 N13G3X-15R15 (кругове переміщення по 3 «орбіті»);
 N14G3X15R15 (кругове переміщення по 3 «орбіті»);
 N15G1Z10F300 (фреза підіймається до Z10);
 N21G0Z100 (фреза підіймається на прискореній подачі до Z100);
 N22M5 (зупинка шпинделя);
 N23M30 (кінець програми).

Порядок проведення роботи:

- пояснення викладачем основних положень програмування різних операцій на фрезерному верстаті з ЧПК;
- демонстрація інженером обробки заготовки за відповідною керуючою програмою;
- скласти керуючу програму для 2-х переходів обробки деталі на фрезерному верстаті з ЧПК, згідно з варіантом індивідуального завдання.
-

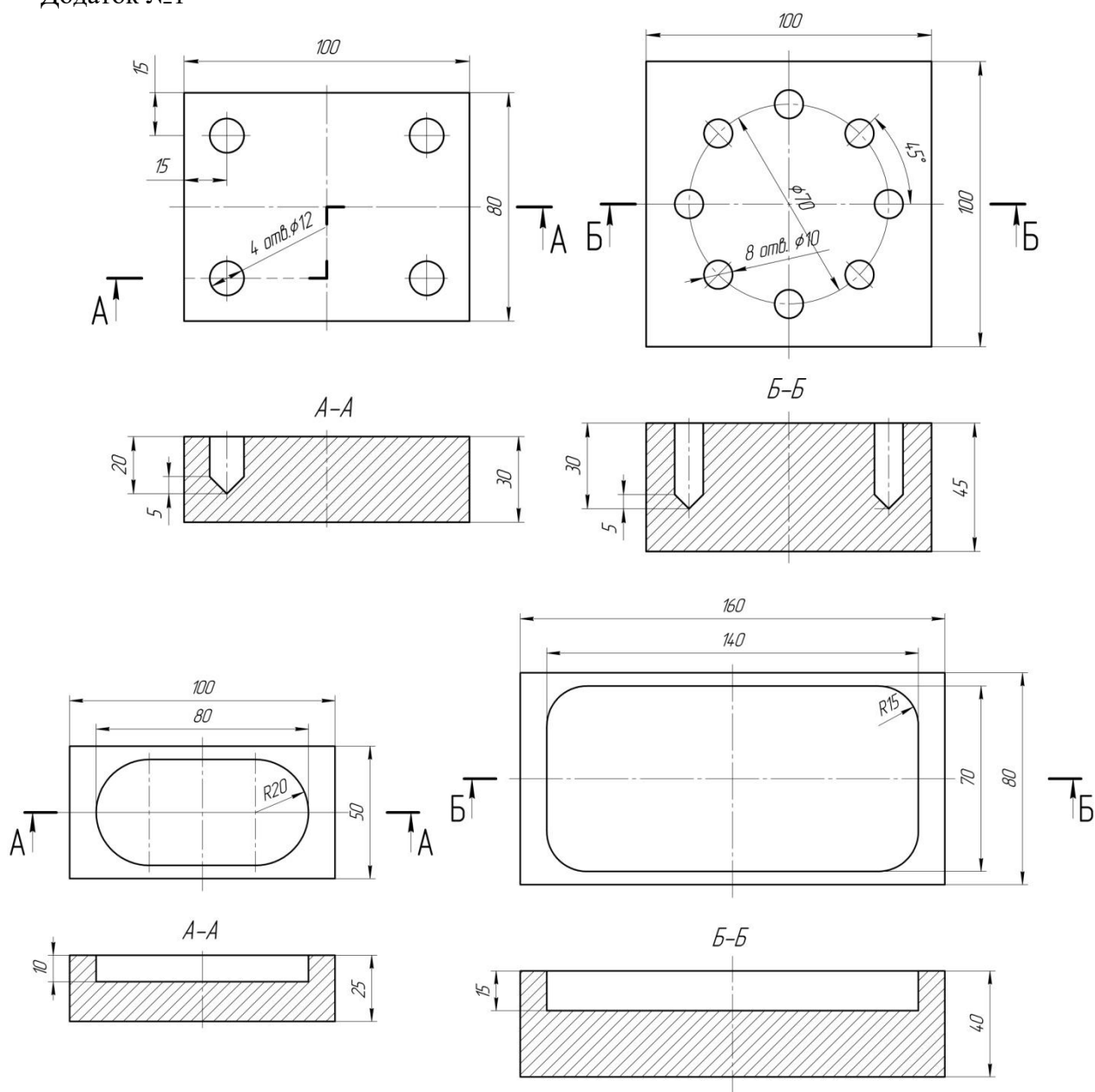
Запитання

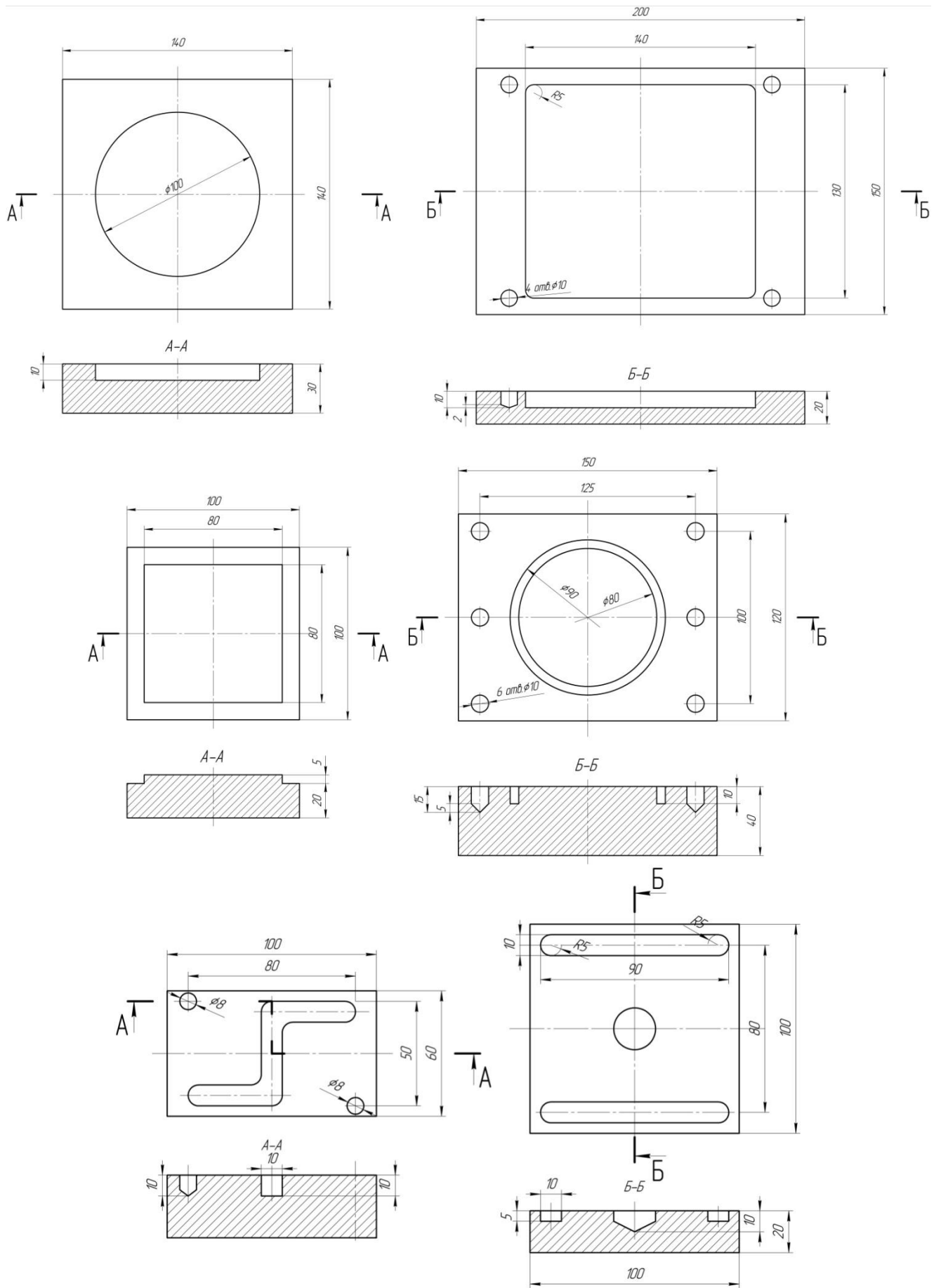
1. Які вказати координати центра інструмента в спрощеному вигляді?
2. Які адреси використовуються для визначення координат оброблюваних отворів?

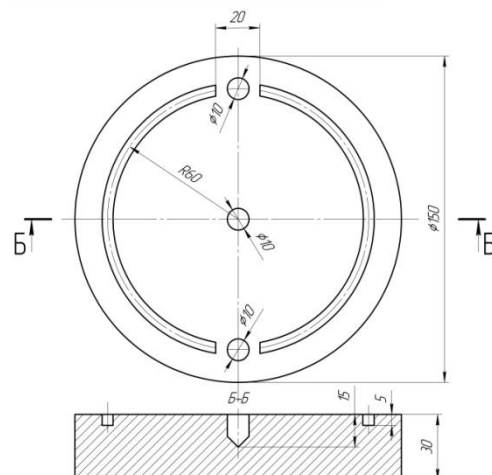
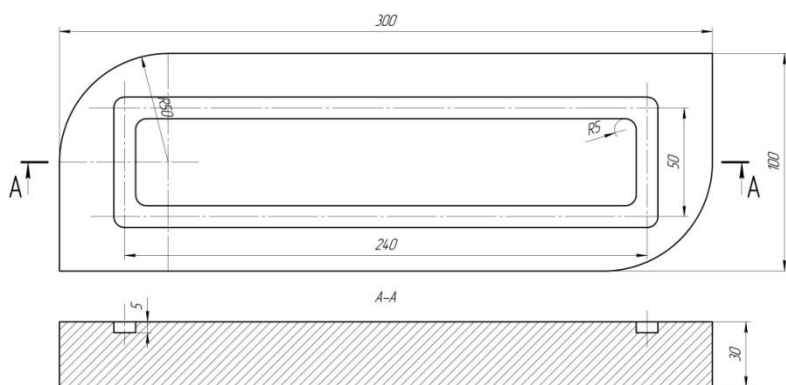
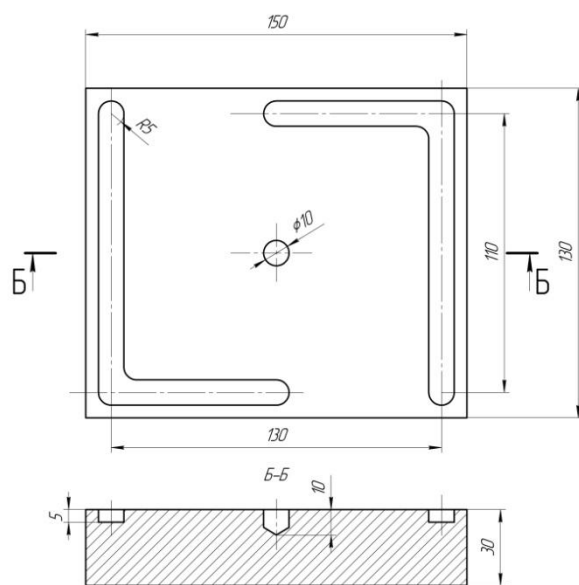
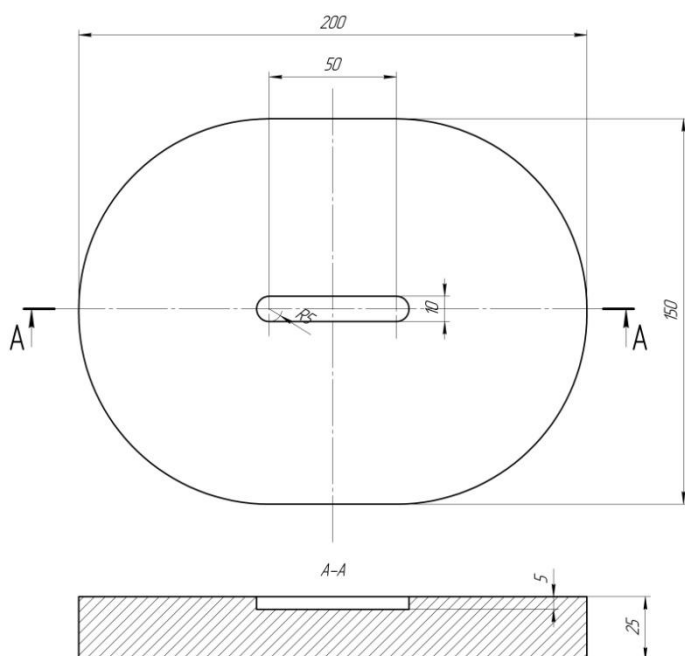
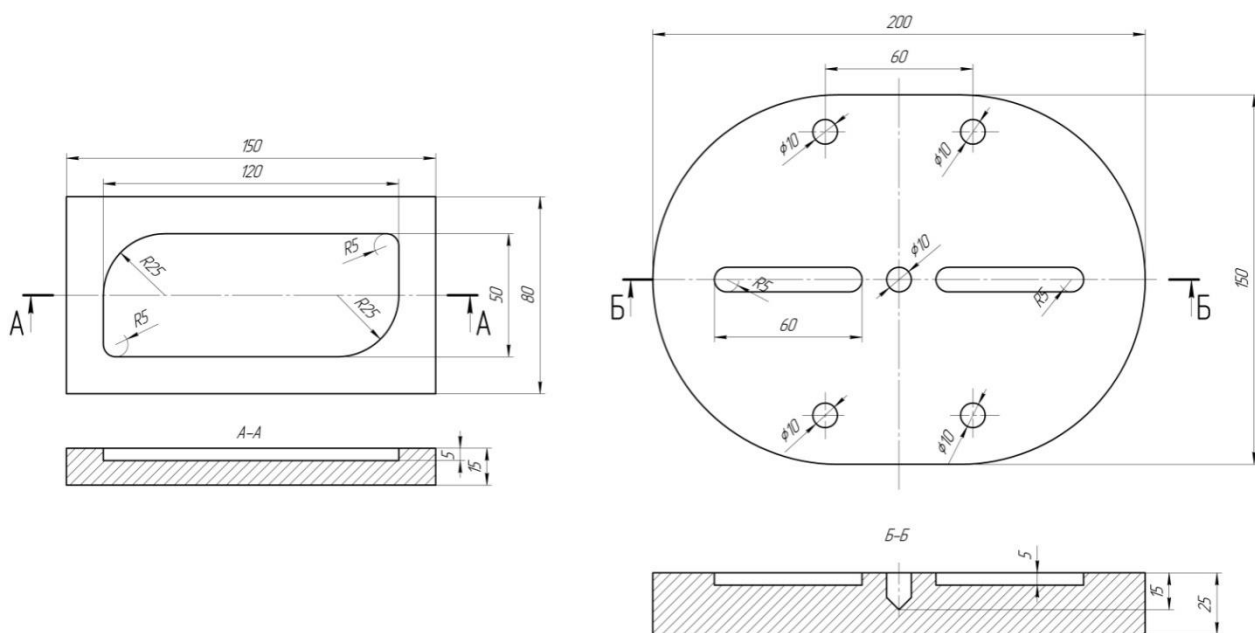
Зміст звіту

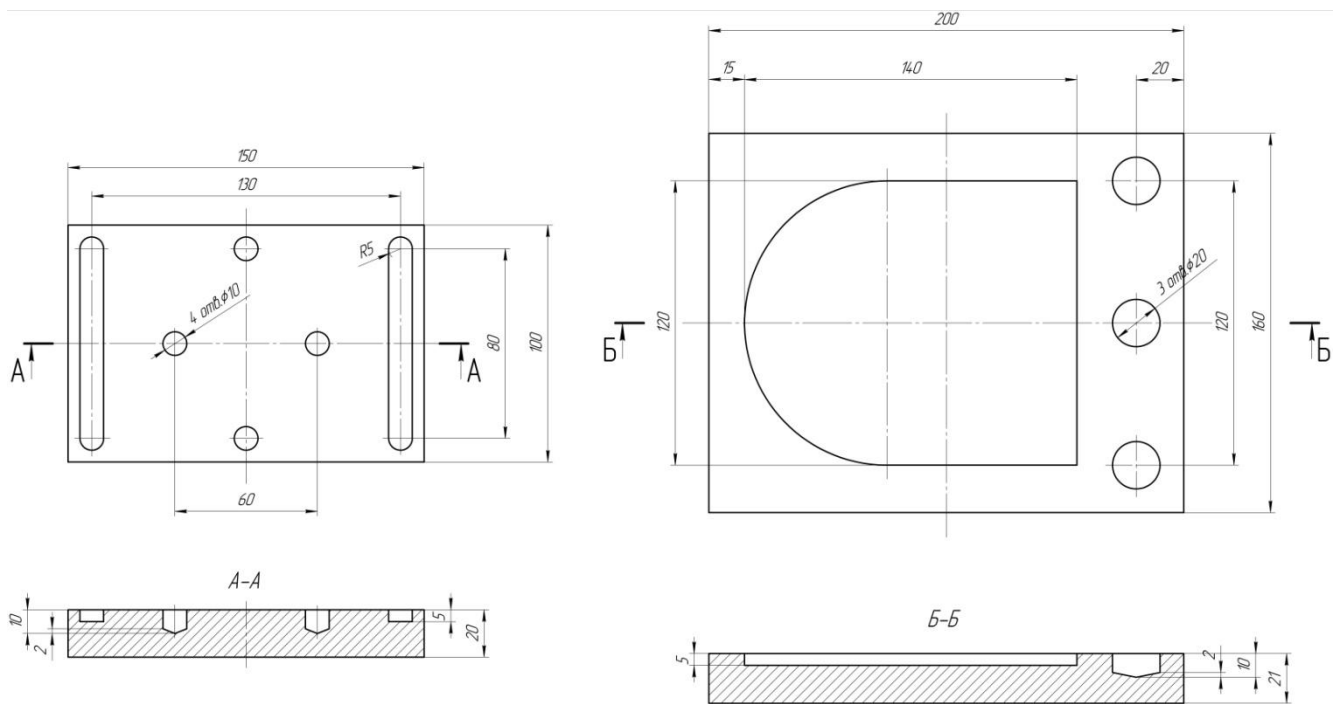
Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, ескіз деталі, програму для 2-х переходів обробки деталі на фрезерному верстаті з ЧПК згідно варіанту завдання, які приведені в додатку №1.

Додаток №1









Практична робота №1

БУДОВА ТА ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: вивчити основні вузли і принципи керування фрезерного верстата з числовим програмним керуванням.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки: фрезерний верстат з числовим програмним керуванням моделі «DYNAMYTE 2800» та фрезерно-свердильний верстат «Syil X3»; різні типи фрез та пристроїв.

Короткі теоретичні відомості

Фрезерні верстати призначені для обробки плоских і фасонних поверхонь заготовок складної форми. Конструкції верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) подібні до конструкції традиційних фрезерних верстатів, а відрізняються від останніх автоматизацією переміщення за допомогою керуючої програми при формоутворенні.

Фрезерні верстати по розміщенню шпинделя – вертикальні і горизонтальні, по кількості керуючих осей 1...5 (керуючі координати); по типу стола з нерухомим і рухомим столом. Програмно керуючий привід головного руху може мати пристрої для автоматизованого закріплення заготовок, а мініфрезерні верстати пристрої для сканування. Роботи мають три або чотири ступені переміщення і можуть функціонувати автономно або в системі ГВС (гнучка виробнича система) і збірних стендів, а також оснащуватись системами технічного зору.

Фрезерний верстат з ЧПК має наступні вузли (рис. 1.1):

1. Станина. Буває 2-х видів – лита або зварна. Перший вид має переваги із за великої жорсткості і кращої демпферувальної здатності. В той же час зварюванням можливо отримати більш складні конфігурації, що подекуди необхідно.

2. Направляючі. Існують лінійні направляючі (рис. 1.2) та направляючі ковзання. Другий вид використовується завжди в універсальному обладнанні. Має велику жорсткість, що обумовлює їх використання на верстатах для чорнової обробки, але даний тип направляючих має тертя ковзання, яке являється причиною низької швидкості переміщення робочих вузлів верстата (до 10 м/хв) та

меншу точність інтерполяції. Лінійні направляючі працюють в умовах тертя кочення та забезпечують високі швидкості переміщення (до 100 м/хв) та більш високу точність, чим направляючі ковзання. Недоліком даного типу є низька жорсткість, але їх можна нівелювати, збільшуючи кількість встановлених направляючих.

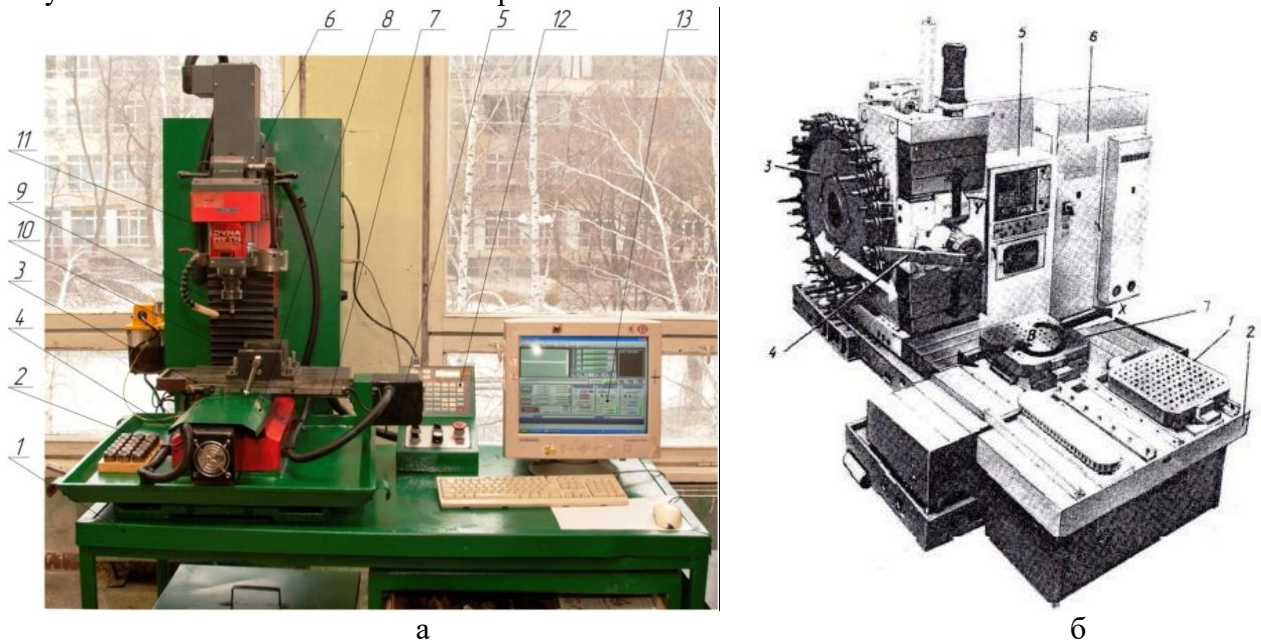


Рис. 1.1 – Основні вузли вертикально-фрезерного верстата з ЧПК моделі DYNAMYTE 2800 (а):
 1 – стіл; 2 – станина; 3 – робочий стіл; 4,5,6 – крокові електродвигуни; 7,8,9 – полозки для повздовжнього, поперечного і вертикального переміщення; 10 – лещата; 11 – спеціальний пристрій; 12 – пульт керування; 13 – ЕОМ; а також компоновка ГВС для обробки корпусних деталей: 1 – палетка; 2 – двомісний накопичувач палетт; 3 – інструментальний магазин; 4 – маніпулятор для установки інструменту в шпиндель; 5 – шафа пристрою ЧПК; 6 – шафа електрообладнання; 7 – робочий стіл.

3. Шпиндель – це один із самих головних вузлів верстатів, що забезпечує головний рух різання. Перший вид – шпиндель установлено окремо від приводу і обертання передається за допомогою пасової передачі або напряму через муфту. Шпиндель може мати як підшипники кочення, так і аеродинамічні або гідростатичні підшипники. Другий вид – шпиндель представляє собою електродвигун до якого закріплюється інструмент. Перша різновидність найбільш розповсюджена і значно дешевша у виготовленні. Її головним недоліком являється невисока частота обертання (до 15000 об/хв). Для багатьох операцій цей недолік не являється суттєвим, проте при обробці складних поверхонь штампів або прес-форм необхідна висока частота обертання. Другий тип шпинделів може розвивати більше 100000 об/хв.

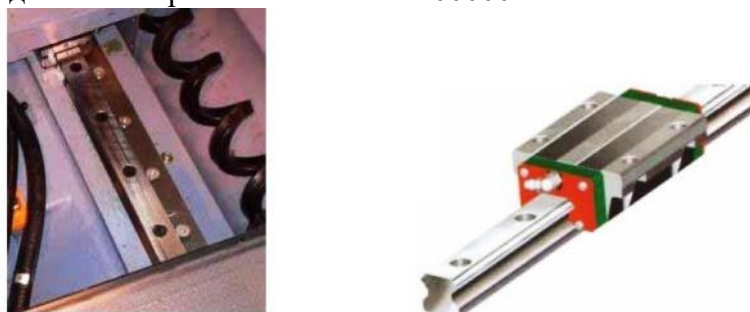


Рис. 1.2 – Лінійні направляючі

4. Приводи подач. Високомоментні електродвигуни, обертальний рух ротора яких перетворюється в лінійні переміщення робочих вузлів верстата за допомогою кульково-гвинтових

пар (КГП) (рис. 1.3). Плинне положення визначається або за допомогою кругових датчиків на приводі, або за допомогою лінійних датчиків (лінійок), розміщених повздовж направляючих. Лінійні двигуни – особливий вид двигунів, у яких ротор і статор розміщені повздовж направляючих, а плинне положення визначається тільки за допомогою лінійок. Останні мають значно більш високу точність, за рахунок виключення КГП – ланцюга, який вносить похибки особливо при змінні напрямку руху. Проте лінійні двигуни ще досить дорогі і складні в виготовленні. Але майбутнє за ними.

5. Система ЧПК. Існує велика кількість різних систем ЧПК, які мають свої переваги і недоліки. Самими розповсюдженими – це Fanuc (рис. 1.4) і Siemens, для високоточних малогабаритних деталей Mach3.

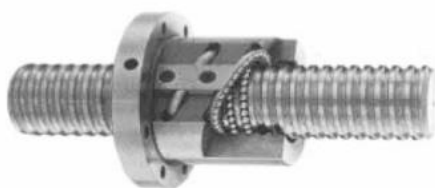


Рис. 1.3 – Кульково-гвинтовий механізм Рис. 1.4 – система ЧПК Fanuc

6. Магазин для інструментів. Тип «Зонтик» (рис. 1.5) – інструменти розміщені вертикально. За кожним карманом жорстко закріплено свій номер. Недорогий, але повільний час зміни (8-15 с). Тип «Рука» (рис. 1.6) – інструменти розміщені горизонтально. Маніпулятор встановлює інструмент в найближчу чарунку. Можливий «попередній вибір», коли магазин обертається одночасно з роботою верстата. Це в декілька разів зменшує час зміни інструмента (2-5 с). Також існує цілий ряд інших систем зміни інструмента.



Рис. 1.5 – Тип «Зонтик»

Рис. 1.6 – Тип «Рука»

У верстатах з ЧПК керування здійснюється від програмоносія, на який в числовому виді занесена геометрична і технологічна інформація.

Системи ЧПК – це сукупність спеціалізованих пристроїв методів і засобів, необхідних для роботи верстата, яка призначена для видачі керуючих дій виконуючим органом верстата у відповідності з керуючою програмою. Структурна схема системи ЧПК представлена на рис. 1.7.

Креслення деталі (КД) одночасно вводиться в систему підготовки програми (СПП) і систему технологічної підготовки (СТП). СТП забезпечує СПП даними про розроблюваний технологічний процес, режими різання та інш. На основі цих даних розробляється керуюча програма (КП). Наладчики встановлюють на верстат пристрої, ріжучі інструменти у відповідності з документацією СТП. А установку заготовки та зняття головної деталі здійснює оператор.

Зчитуючий пристрій (ЗП) зчитує інформацію з програмоносія. Інформація поступає в пристрій ЧПК, який видає керуючі команди на цільові механізми (ЦМ) верстата, здійснюючі основні та допоміжні рухи циклу обробки. ДОСи на основі інформації (фактичне положення, швидкість переміщення виконуючих вузлів, фактичний розмір оброблюваної поверхні, теплові і

силові параметри технологічної системи та інш.) контролюють величину переміщення цільових механізмів (ЦМ).

Верстат має декілька цільових механізмів, кожний з яких включає в себе двигун, який являється джерелом енергії, передача якого служить для перетворення енергії і її передачу від двигуна до виконуючого органа (стіл, салазки, супорт, шпиндель та інш.), а також координатні переміщення.

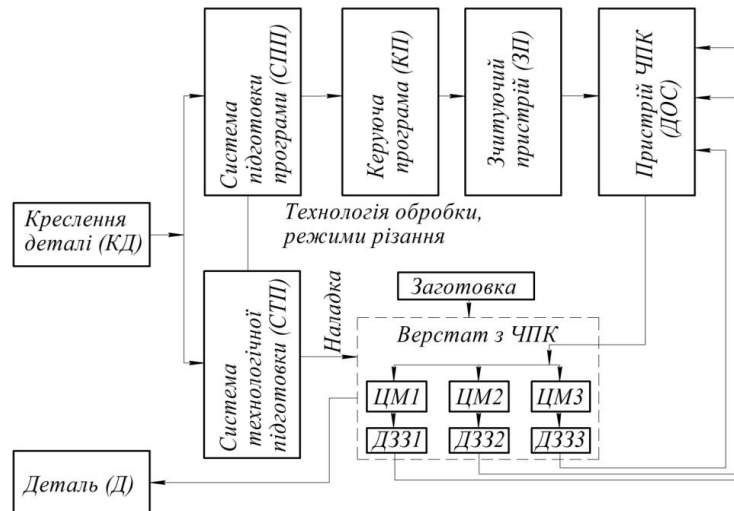


Рис. 1.7 – Структурна схема системи ЧПК

Система ЧПК може видозмінюватись в залежності від виду програмоносія, способу кодування інформації в керуючій програмі (КП) та метода її передачі в систему ЧПК. Пристрій ЧПК розміщують рядом з верстатом або безпосередньо на верстаті. Двигуни приводів подач верстатів з ЧПК мають спеціальну конструкцію, працюючи з конкретним пристроєм і являються складовою частиною ЧПК.

Всі дані необхідні для обробки заготовки на верстаті ЧПК отримує від КП, яка має два види інформації – геометричну і технологічну. Геометрична інформація: координати опорних точок траєкторії руху інструмента. Технологічні інформації: дані про швидкість, подачу, номер інструмента. КП записують на програмоносій.

Важливою технічною характеристикою систем ЧПК є її дозвольна властивість або дискретність, тобто мінімально можлива величина лінійного і кутового ходу виконуючого механізму верстата, яка відповідає одному управляючому імпульсу, тобто контрольована в процесі управління. Більшість сучасних систем ЧПК мають дискретність 0.01 мм/імпульс. Впроваджується у виробництво системи з дискретністю 0.001 мм/імпульс.

Класифікація систем ЧПК

Системи ЧПК класифікуються по таким ознакам:

- по рівню технічних можливостей;
- по технологічному призначенню;
- по числу потоків інформації (незамкнуті, замкнуті, адаптивні);
- по принципу задання програм (в абсолютних координатах або в прирощених від ЕОМ);
- по принципу привода (ступінчастий, корегувальний, відслідковувально-кроковий);
- по числу одночасно керуваних координат;
- по способу підготовки та вводу керуючої програми.

Порядок проведення роботи:

- пояснення викладачем будови, особливостей керування фрезерним верстатом з ЧПК;
- демонстрація інженером роботи фрезерного верстата з ЧПК.

Запитання

1. Які вузли фрезерного верстата з ЧПК?
2. Які типи магазинів використовуються на верстатах з ЧПК?
3. Які складові структурної схеми системи ЧПК?

Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, описати структурну схему системи числового програмного керування фрезерного верстату, привести введений кадр керуючої програми, згідно варіанту завдання, які приведені в додатку №1.

Додаток №1

№ вар.	Завдання
1	N01G94G21G01X40Y20F100S500
2	N02G94G20G01X1Y2Z-1F300S1200
3	N03G94G21G01X55Y15Z-10F100S800
4	N04G95G20G01X4Y3Z-2F0.05S1000
5	N05G94G71G02X10Y15R20Z5F200S400
6	N06G95G70G02X1Y2R3Z1F0.05S600
7	N07G94G21G00X0Y20Z-30F200S800
8	N08G95G20G17G03X2Y3R2Z-1.5F0.2S1000
9	N09G94G21G01X50Y60M7F300S800
10	N10G95G70G01X3Z-3F0.05S500
11	N11G94G21G00X15Y45T2F150S750
12	N12G94G21G17G02X100Y80R40F100S550
13	N13G94G21G17G03X100Y80R25F100S600
14	N14G94G21G02X50Y50R20S1100
15	N15G94G21G03X40I20F200S700M6
16	N16G95G20G02I3F0.1F0.1S250
17	N17G95G20G17G03X1Y0Z-0.2R0.5F0.05S450
18	N18G94G21G01X0Y50Z-40F100S900

Практична робота №2

БУДОВА ТА ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: вивчити основні вузли та принципи керування токарного верстата з числовим програмним керуванням.

Обладнання, матеріали, інструменти та заготовки: токарний верстат з числовим програмним керуванням моделі «ORAC MBC 84»; різні типи інструментів (різці, свердла, зенкери, розвертки); пристрої (патрони – 3-х, 4-х кулачкові, поводкові патрони, центри, люнети); пристрої для охолодження.

Короткі теоретичні відомості

Токарні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) призначені для зовнішньої та внутрішньої обробки складних заготовок деталей типу тіл обертання. Токарні верстати складають найзначнішу групу по номенклатурі в парку верстатів з ЧПК. На токарних верстатах з ЧПК виконують традиційний комплекс технологічних операцій: точіння, відрізування, свердління, нарізування різьби та ін.

У дрібносерійному та середньосерійному виробництві з частою зміною виготовлених виробів найбільшого поширення набули автоматизовані верстати з ЧПК. Верстат з ЧПК дозволяє здійснювати взаємне переміщення деталі та інструменту по командам без застосування матеріального аналогу оброблюваної деталі (кулачків, шаблонів, копіїв).

Основні переваги верстатів з ЧПК наступні: простота модифікації технологічного процесу шляхом внесення коригувальних програм у запам'ятовуючий мікропристрій електронно-обчислювальна машина (ЕОМ); високі режими обробки з використанням максимальних можливостей верстата; виключення попередніх ручних розмічальних і пригонювальних робіт; підвищення продуктивності праці за рахунок скорочення допоміжного та машинного часу обробки; підвищення точності та ідентичності деталей; скорочення числа переустановлень деталей при обробці та термінів підготовки виробництва.

В основі класифікації токарних верстатів з ЧПК лежать такі ознаки:

- розміщення вісі шпинделя (горизонтальні або вертикальні верстати);
- число використовуваних в роботі інструментів (одно - або багатоінструментальні верстати);
- способи їх закріплення (на супорті, в револьверній головці, у магазині інструментів);
- вид виконуваних робіт (центрові, патронні, патроно-центрові, карусельні, пруткові верстати);
- ступінь автоматизації (напівавтомати або автомати).

Токарні верстати з ЧПК (рис. 2.1) представляють собою органічне сполучення технологічної машини для розмірної обробки з керуючою обчислювальною машиною.

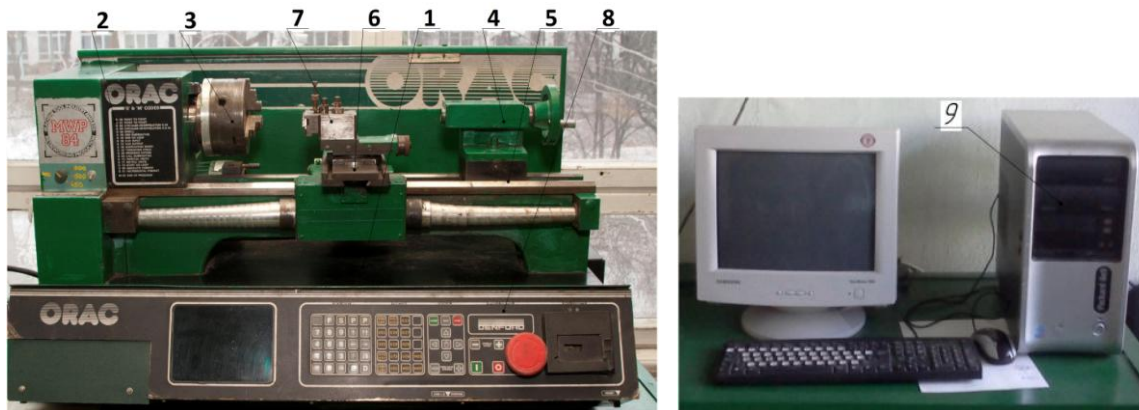


Рис. 2.1 – Токарний верстат з ЧПК моделі ORAC МВС 84:

1 – станина; 2 – передня бабка; 3 – трьохкулачковий патрон; 4 – задня бабка; 5 – полозки повздовжні; 6 – полозки поперечні; 7 – різцеутримувач; 8 – панель керування; 9 – ЕОМ

Заміна ручного керування виробничими процесами у дрібносерійному та одиничному виробництві може бути здійснена з використанням верстатів ЧПК, робота яких в автоматичному режимі здійснюється від керуючої системи на основі ЕОМ. Це дає можливість швидко здійснювати переналагодження на виготовлення різноманітними деталями.

Суть системи програмного керування металорізальними верстатами полягає в тому, що механічні системи керування рухомими вузлами верстата замінюють електромеханічними. Керують цими системами дистанційно за допомогою команд у вигляді електричних сигналів. За конструкцією системи керування верстата з програмним керуванням поділяють на верстати з цикловим (ЦПК) та числовим (ЧПК) керуванням.

Програма ЦПК задається певним набором комутаційних елементів (штекерів, перемикачів на панелі упорів), які відключають подачу супорта, стола, повзунів. Вони прості й відносно дешеві, але налагодження верстата з ЧПК досить тривале.

Конструкції верстатів з ЧПК та їх різновиди визначають видом виробництва, типом оброблюваних деталей, точністю виготовлення. Токарні верстати з ЧПК призначені для обробки зовнішніх та внутрішніх поверхонь заготовок типу тіл обертання. Токарний верстат з ЧПК має такі вузли та механізми (рис. 1): станина 1, передня бабка 2, де розмішена коробка швидкостей з

безступінчастим регулюванням частоти обертання шпинделя. На кінці шпинделя встановлюються пристрої для закріплення заготовок; задня бабка 4 – для підтримання другого кінця заготовки, якщо вона довга, а також для встановлення інструментів – свердла, зенкера, розвертки для обробки отворів; супорт (різцеутримувач) 7 для закріплення різців і надання їм поперечної подачі (вісь x) від окремого джерела енергії; ходовий гвинт – для надання ріжучим інструментом – різцям повздовжньої подачі (вісь z); система змащування, електронні пристрої для керування. Керування верстата здійснюється від ЕОМ 9, або від електронного пристрою розміщеного у верстаті.

Таким чином, *центрові верстати з ЧПК* призначенні для обробки деталей типу валів з прямолінійними і криволінійними контурами, а також для нарізання різьби різцем по програмі. А *патронні верстати* призначенні для обточування, свердлування, розвертування, зенкерування, цинкування, нарізання різьби мітчиками у вістових отворах деталей типу фланець, зубчастих коліс, кришок. Можливе нарізання різцем внутрішньої і зовнішньої різьби різцем по програмі. Крім того, *патронно-центрові верстати з ЧПК* призначенні для зовнішньої і внутрішньої обробки різних складних деталей типу тіл обертання, що мають технологічні можливості токарних центрових і патронних верстатів. А *карусельні верстати* призначенні для обробки заготовок складних корпусів.

Токарні верстати з ЧПК мають револьверні головки або магазини інструментів. Револьверні головки бувають 4-х, 6-ти і 12-ти - позиційні, причому на кожній позиції можна встановлювати по 2 інструменти для зовнішньої та внутрішньої обробки. Вісь обертання головки може розміщуватися паралельно вісі шпинделя, перпендикулярно до неї або під кутом.

При установці та верстаті 2-х револьверних головок – в одній із них закріплюють інструменти для зовнішньої обробки, а в другій – для внутрішньої обробки. Такі головки можуть розміщуватися співвісно одна відносно іншої, або мати різне розміщення осей. Для індексування використовуються плоско зубчасті торцеві муфти, які забезпечують високу точність і жорсткість. В пази револьверних головок встановлюють взаємозамінні інструментальні блоки, які налагоджують на розмір поза верстатом.

Подача мастильно-охолоджувальної рідини (МОР) в зону різання здійснюється через канал в корпусі різьбових блоків.

Для токарної обробки однієї заготовки необхідно не більше 10 інструментів. Для важко оброблювальних матеріалів інструменти мають малу стійкість, використовують менше 10 інструментів.

За кількістю потоків інформації системи ЧПК поділяють на розімкнуті, замкнуті та самонастроювальні (адаптивні). В розімкнених системах один потік інформації від програми до робочого органа, переміщення якого не контролюється, тобто немає зворотного зв'язку. У замкнених системах крім інформації від програми керування є ще потік інформації від давачів зворотного зв'язку, що забезпечує вищу точність обробки.

Одним із основних вузлів, які визначають продуктивність та точність верстатів є приводи подач, які поділяються на крокові та слідкуючі. Найпростішим варіантом привода в розімкнутих системах з ЧПК є кроковий привід. Особливість електродвигуна цього привода полягає в тому, що якщо на обмотку його статора попадає один імпульс електричного струму, то якір повернеться на невеликий кут визначеної величини. У такому приводі імпульси програми подаються на вхід електронного комутатора. Кількість імпульсів підведених до привода, визначає величину переміщення, а їх частота швидкість руху. У верстатах з ЧПК привід приводить у рух робочі органи верстата через передачу гвинт-гайка кочення, пасова передача гвинт-гайка кочення. У цих передачах профіль ходового гвинта і гайки напівкруглий, кілька витків канавок гвинта і гайки щільно заповнені кульками. В процесі роботи такої пари здійснюється тертя кочення, а не ковзання, як у звичайних гвинтових парах.

Загальні відомості про систему керування верстатів з ЧПК

По технологічному призначенню і функціональним можливостям системи ЧПК поділяють на 4 групи:

- *позиційні*, в яких задають тільки координати кінцевих точок положення виконуючих органів після виконання ними визначених елементів робочого циклу;
- *контурні або безперервні*, керуючих рухами виконуючого органа по заданій криволінійній траєкторії;
- *універсальні (комбіновані)*, в яких здійснюється програмування як переміщень при позиціонуванні, так і рух виконуючих органів по траєкторії, а також зміни інструментів і завантаження – вивантаження заготовок;
- *багатоконтурні системи*, забезпечуючи одночасне або послідовне керування функціонуванням ряду вузлів і механізмів верстата.

Прикладом використання систем ЧПК першої групи являються свердлильні, розточні і координатно-розточні верстати. До другої групи слугують системи ЧПК різних токарних, фрезерних і круглошліфувальних верстатів. До третьої групи відносяться системи ЧПК різних багатоцільових токарних і свердлильно-розточних верстатів. До четвертої групи належать безцентрові круглошліфувальні верстати, в яких від системи ЧПК керують різними механізмами правки, подачі бабок та інш. Існують також позиційні, контурні, комбіновані і багатоконтурні цикли керування.

В моделях верстатів з ЧПК для призначення ступеня автоматизації додається буква Ф з цифрою:

- Ф1 – верстати з цифровою індексацією і попереднім набором координат;
- Ф2 – верстати з позиційними і прямокутними системами ЧПК;
- Ф3 – верстати з контурними системами ЧПК;
- Ф4 – верстати з універсальною системою ЧПК для позиційної і контурної обробки.

Для верстатів з цикловими системами ЧПК в позначенні моделі введемо індекс «Ц», а з оперативними системами індекс – «Т».

Використання конкретного виду обладнання з ЧПК залежить від складності виготовлюваної деталі та серійності виробництва. Чим менша серійність, тим більшу технологічну гнучкість повинен мати верстат.

В сучасних верстатах з ЧПК, як правило, необхідно застосовувати інструмент зі змінними пластинами. Основні переваги:

- Суттєво скорочується час налаштування інструмента за рахунок виключення його прив'язки і виставлення по висоті центрів;
- Можливість швидкого підбору режимів різання шляхом заміни пластин з іншою геометрією;
- Стабільне отримання шорсткості і точності при інших умовах;
- Надійне дрібнення стружки;
- Відкидається необхідність в заточці інструмента.

Принцип розробки керуючої програми

Розробка керуючої програми зводиться до визначення технологічної послідовності стандартних блоків обробки. Блок обробки – це фрагмент керуючої програми, яка виконується одним інструментом на одній або декількох поверхнях. Наприклад:

- Підрізка торця;
- Зовнішня чорнова обробка;
- Зовнішня чистова обробка;
- Центрування;
- Свердління;
- Нарізання різьби мітчиком;
- Нарізання зовнішньої різьби різцем;
- Відрізка і інш..

Кожний блок складається з:

- Координати точки зміни інструменту;

- Підхід до контрольної точки;
- Обробки;
- Обхід в точку зміни інструменту.

Всі блоки записані у вигляді окремих файлів і зберігаються в будь-якій зручній папці. Якщо важко розробити керуючу програму з листа креслення, то можна спочатку записати послідовність блоків обробки у вигляді таблиці з вказаним в ній режимів різання у відповідності з вибраним інструментом.

Конструктивні особливості верстатів з ЧПК:

- Мають розширені технологічні можливості при збереженні високої надійності в роботі.
- Висока точність обробки досягається за рахунок більш високої точності виготовлення і жорсткості порівняно з звичайною.
- Підвищенню точності сприяє вилученню зазорів в передаточних механізмах приводів, зниження тертя в направляючих та теплових деформацій верстата.
- Цифрові приводи представляють собою електродвигуни, які працюють на постійному або змінному струмі. Конструктивно перетворювачі частоти, сервоприводи і пристрої головного пуску і реверса являється окремими електронними блоками керування.
- Шпинделі верстатів з ЧПК виготовляють точними, жорсткими з підвищеною зносостійкістю шийок, посадочних і базових поверхонь. Конструкція шпинделя ускладнюється із-за вбудованих в нього пристроїв автоматичного розтиснення і затиснення інструменту, датчиків.
- Розширенню технологічних можливостей токарних верстатів можливе при стиранні відмінностей між токарними і фрезерними верстатами, добавці відцентрового свердління, та фрезерування контуру з рахунок програмованого повороту шпинделя, а в деяких випадках можливе різьба нарізання не співвісних елементів заготовок.

Приклад складання програми деталі на токарному верстаті з ЧПК з використанням системи Mach3 приведений в додатку №1.

Додаток №1

Деталь, яку необхідно отримати зображено на рис. 2.2, б.

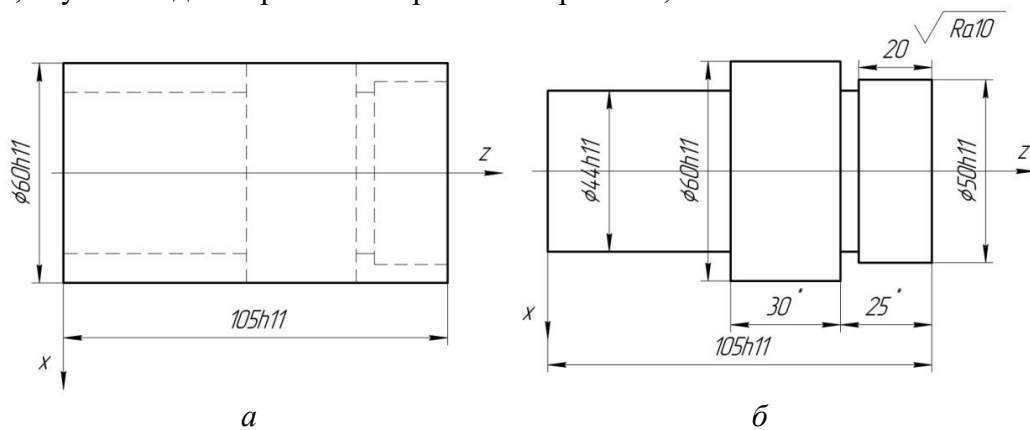


Рис. 2.2 – Ескіз заготовки (а) та деталі (б)

Таблиця 1. Координати опорних точок канавки.

Точка	Координати по вісі X	Координати по вісі Z
Установ А		
T1	30	105
T2	0	105
T3	30	105
T4	30	50

T5	45	50
T6	25	105
T7	25	80
T8	30	80
T9	45	80
T10	30	90
T11	22	90
T12	45	90
Установ Б		
T13	30	105
T14	0	105
T15	22	105
T16	22	55
T17	30	55
T18	45	55

Нами буде використовуватись наступний інструмент:

T1 – підрізний відігнутий різець для станка з ЧПУ;

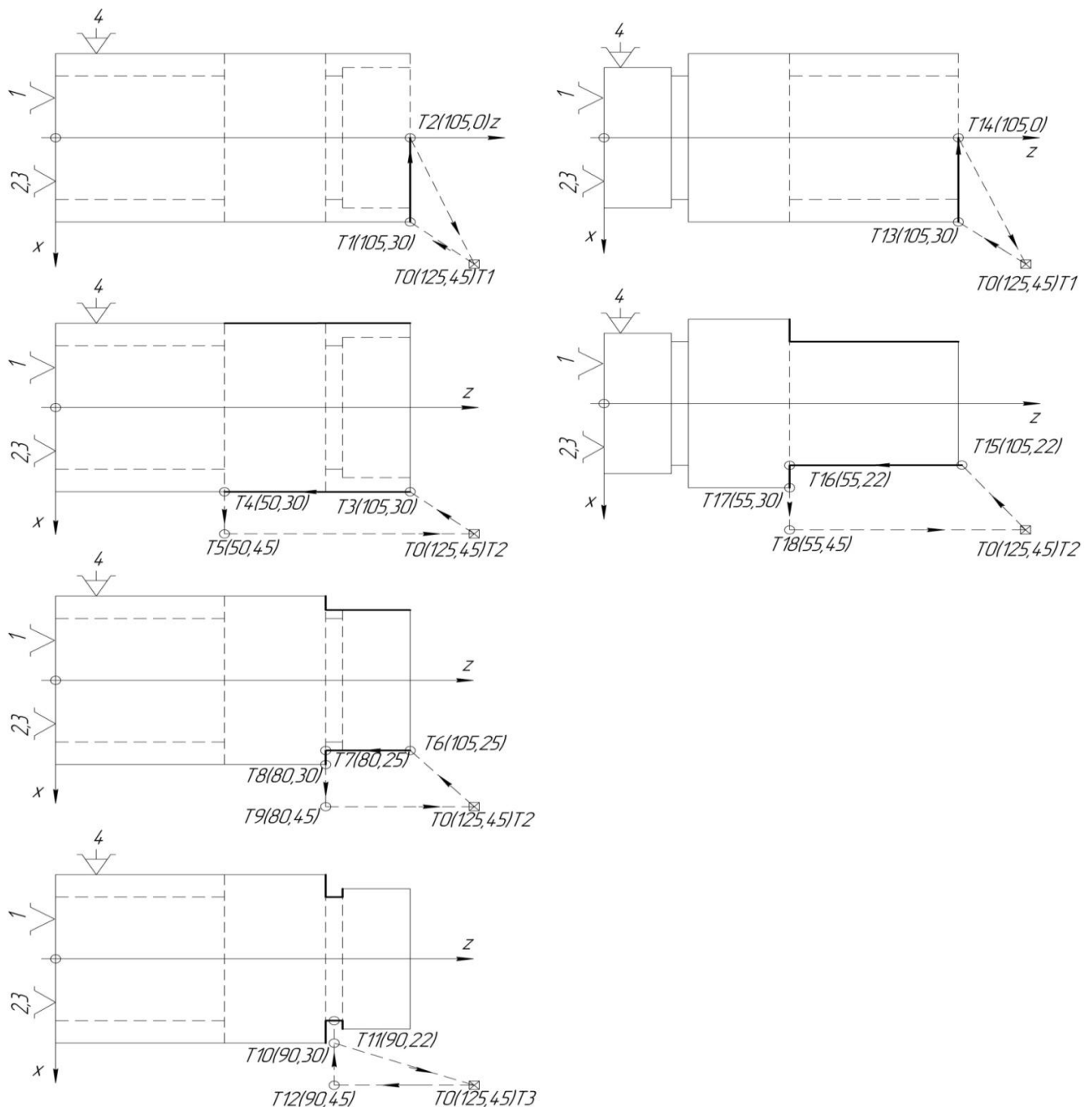
T2 – прохідний відігнутий різець для станка з ЧПУ;

T3 – канавковий різець для станка з ЧПУ.

Програма точіння

Кадри КП	Пояснення
Установ А	
%	Символ початку програми
N00 (Група/Фамілія/Варіант);	Номер програми (00) і її назва (...), ; - пропуск кадру
N01G18G21G54G80G90G94 G95G96;	Стрічка безпеки (G18 – площина X Z, G21 - в мм, G54 - активація робочої координатної системи), G80 - відміна роботи стандартних циклів (наприклад, цикли свердління) (відміна модального руху), G90 - в абсолютних координатах, G94 - в мм/об., G96 – з постійною швидкістю різання
N02M6T1;	Виклик інструменту №1 (підрізний відігнутий різець T1)
N03M3S185;	Увімкнення обертів шпинделя (185 об/хв..)
N04G00X45Z125;	Прискорене переміщення в T0
N05G00X30Z105;	Прискорене переміщення в T1
N06G01X0Z105F0.45;	Переміщення в точку T2 при подачі 0.45 мм/об.
N07G00X45Z125;	Прискорене переміщення в T0
N08M5;	Виключення обертів шпинделя
N09M6T2;	Виклик інструменту №2 (прохідний відігнутий різець T2)
N10M3S185;	Увімкнення обертів шпинделя (185 об/хв..)
N11G00X30Z105;	Прискорене переміщення в T3
N12G01X30Z50;	Переміщення в точку T4 при подачі 0.45 мм/об.
N13G00X45Z50;	Прискорене переміщення в точку T5
N14G00X45Z125;	Прискорене переміщення в T0
N15G00X25Z105;	Прискорене переміщення в T6
N16G01X25Z80;	Переміщення в точку T7 при подачі 0.45 мм/об.
N17G01X30Z80;	Переміщення в точку T8 при подачі 0.45 мм/об.
N18G00X45Z80;	Прискорене переміщення в T9
N19G00X45Z125;	Прискорене переміщення в T0
N20M5;	Виключення обертів шпинделя
N21M6T3;	Виклик інструменту №3 (канавковий різець T3)
N22M3S185;	Увімкнення обертів шпинделя (185 об/хв..)
N23G00X30Z90;	Прискорене переміщення в T10
N24G01X22Z90;	Переміщення в точку T11 при подачі 0.45 мм/об.
N25G00X45Z90;	Прискорене переміщення в T12
N26G00X45Z125;	Прискорене переміщення в T0

Установ Б	
N27M6T1;	Виклик інструменту №1 (підрізний відігнутий різець T1)
N28M3S185;	Увімкнення обертів шпинделя (185 об/хв..)
N29G00X30Z105;	Прискорене переміщення в T13
N30G01X0Z105F0.45;	Переміщення в точку T14 при подачі 0.45 мм/об.
N31G00X45Z125;	Прискорене переміщення в T0
N32M5;	Виключення обертів шпинделя
N33M6T2;	Виклик інструменту №2 (прохідний відігнутий різець T2)
N34M3S185;	Увімкнення обертів шпинделя (185 об/хв..)
N35G00X22Z105;	Прискорене переміщення в T15
N36G01X22Z55;	Переміщення в точку T16 при подачі 0.45 мм/об.
N37G01X30Z55;	Переміщення в точку T17 при подачі 0.45 мм/об.
N38G00X45Z55;	Прискорене переміщення в точку T18
N39G00X45Z125;	Прискорене переміщення в T0
N12M5;	Виключення обертів шпинделя
N13M30;	Завершення програми
%	Символ завершення програми



Порядок проведення роботи:

- пояснення викладачем будови, особливостей керування токарним верстатом з ЧПК;
- демонстрація інженером роботи токарного верстата з ЧПК.

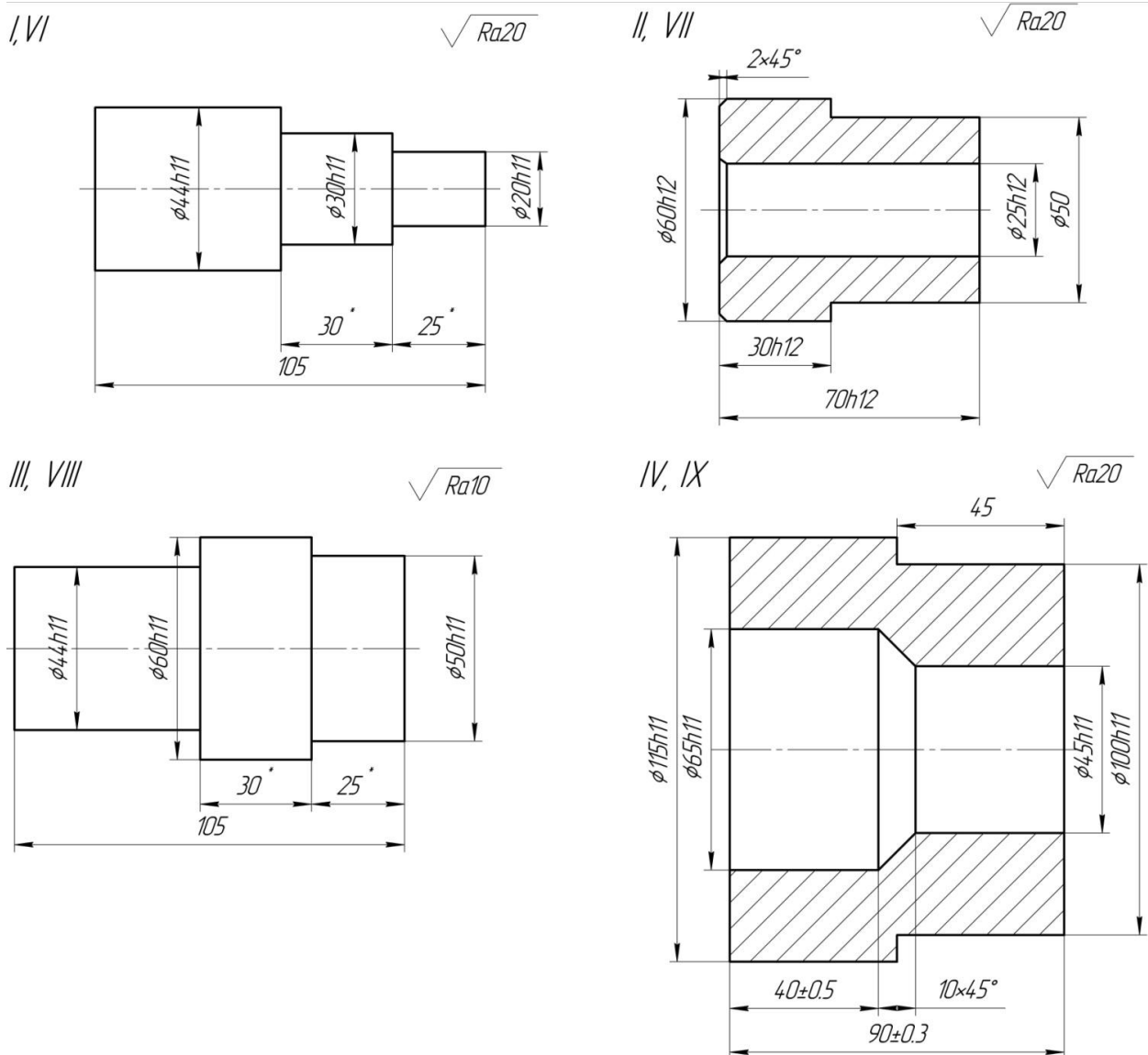
Запитання

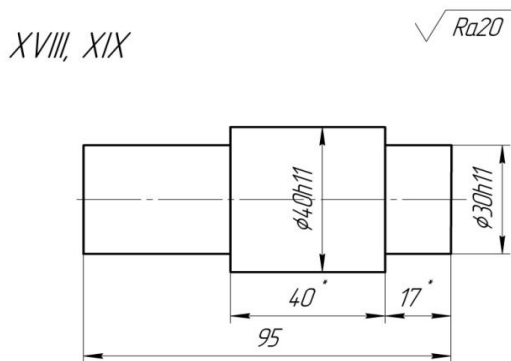
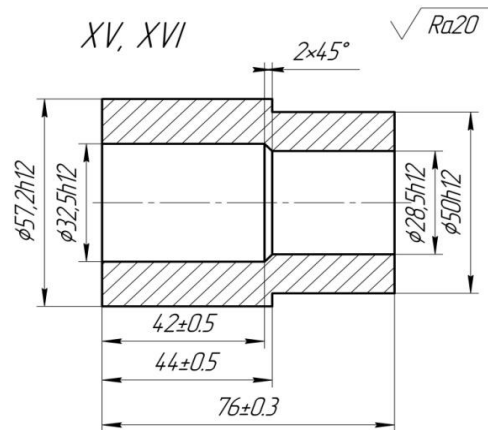
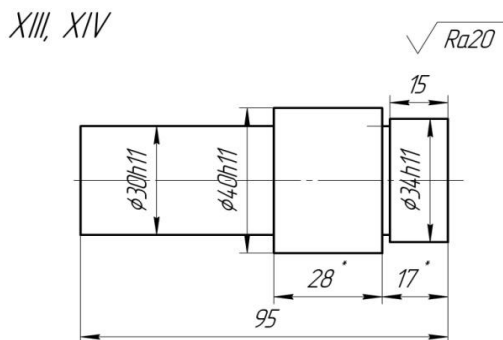
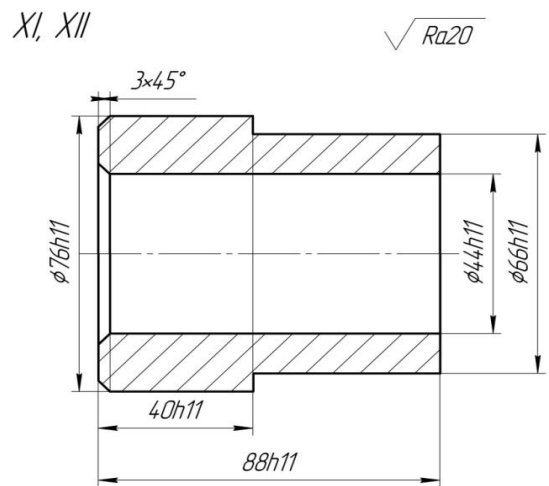
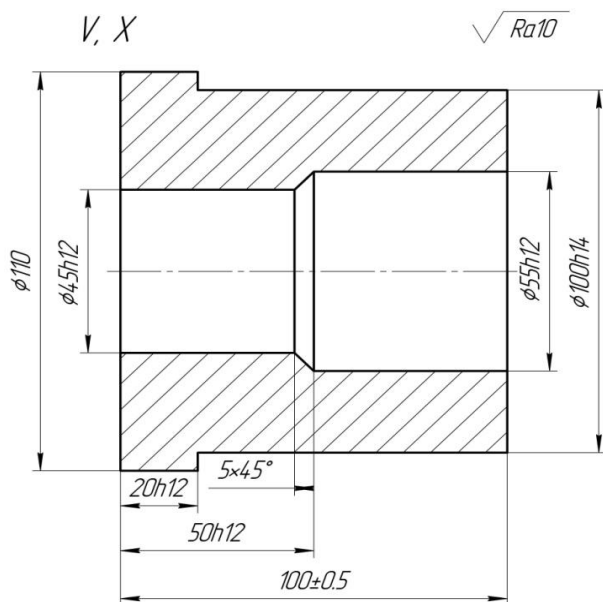
1. Які основні вузли токарного верстата з ЧПК?
2. Що таке стандартизований блок обробки при розробці керуючої програми?
3. Як обмежити рухи по вісям X і Z на токарному верстаті з ЧПК?

Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, привести програму для 2-х переходів точіння на токарному верстаті з ЧПК згідно варіанту завдання, які приведені в додатку №2.

Додаток №2





Практична робота №3

ІНСТРУМЕНТИ ТА ПРИСТРОЇ ДЛЯ ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: розглянути основні інструменти та пристрої для фрезерних верстатів з числовим програмним керуванням.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки: фрезерний верстат з числовим програмним керуванням моделі «DYNAMITE 2800»; токарні різці, фрези, свердла, зенкери, розвертки; 3-х і 4-х кулачкові патрони, поводкові патрони, центри, люнети, цанги та інш..

1. Різальні інструменти

Сьогодні на світовому ринку працює велика кількість фірм, які виготовляють ріжучий інструмент. Лідерами являються: концерн Sandvik (до складу якого крім даної фірми, входять Walter, SEKO, Titech, Prototyp, Doerger та інш.); Kannametal, ISCAR, Mitsubishi.

Всю гаму ріжучого інструменту можна розділити на дві великі групи: інструмент із змінними пластинами (або вставками) і монолітний інструмент. В більшості випадків рекомендується використовувати інструмент з пластинами. Це є більш економічно ефективно, тому що відпадає необхідність в переточці. Крім цього, замінивши пластини, оператор завжди може бути упевнений в стабільності умов обробки, тобто немає потреби змінювати режими різання, а в деяких випадках регулювати інструмент.

Для обробки плоских поверхонь і уступів Sandvik випускає цілий ряд фрез з різними формами пластин і кутами в плані. Наприклад, фрези CoroMill 245 (рис. 3.1. а) і 290 (рис. 3.1. б) – кут в плані 45° і 90°, які призначені для зняття великого об'єму матеріалу по площині, для обробки фасок. Забезпечують високу чистоту поверхні.

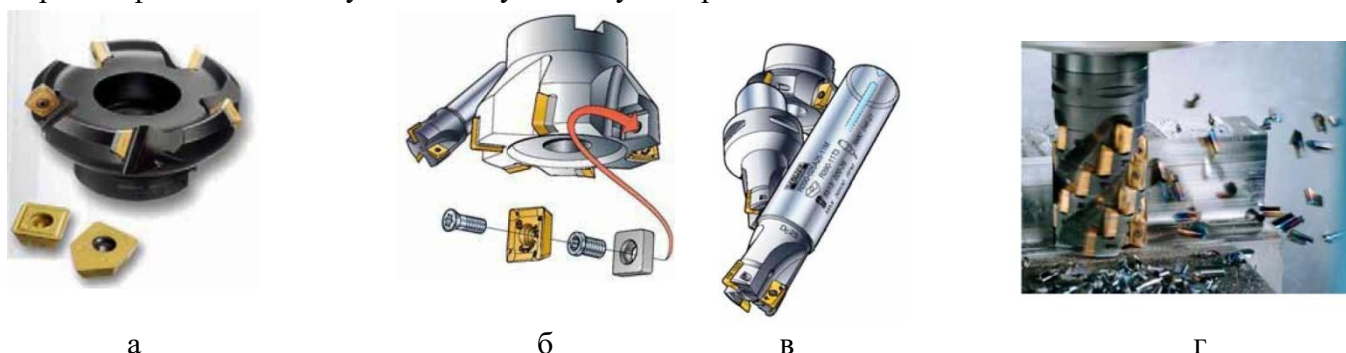


Рис. 3.1 – Фрези CoroMill 245 (а); CoroMill 290 (б); CoroMill 390 (в) і двокромочні (г)

CoroMill 245 (рис. 3.1 в) – більш універсальна фреза. Пластини якої мають спіральну ріжучу кромку, що сприяє більш плавному різанню. Призначена для обробки плоских поверхонь, уступів, гвинтової інтерполяції. Існують «довголезові» виконання цих фрез (рис. 1.1 г), тобто інструменти з декількома рядами пластин по довжині. Вони використовуються для обробки глибоких уступів і стінок деталі за один прохід.

Для обробки складних поверхонь штампів і пресформ призначена гама фрез з круглими пластинами. CoroMill 200 (рис. 3.2 а) – фреза для чорнкової обробки. CoroMill 300 – фрези невеликого діаметра для напівчистої обробки. CoroMill R216 і CoroMill R216F (рис. 3.2 б) – сферичні фрези для напівчистої та чистої обробки. Остання може оброблювати загартовані сталі з твердістю до HRC63.

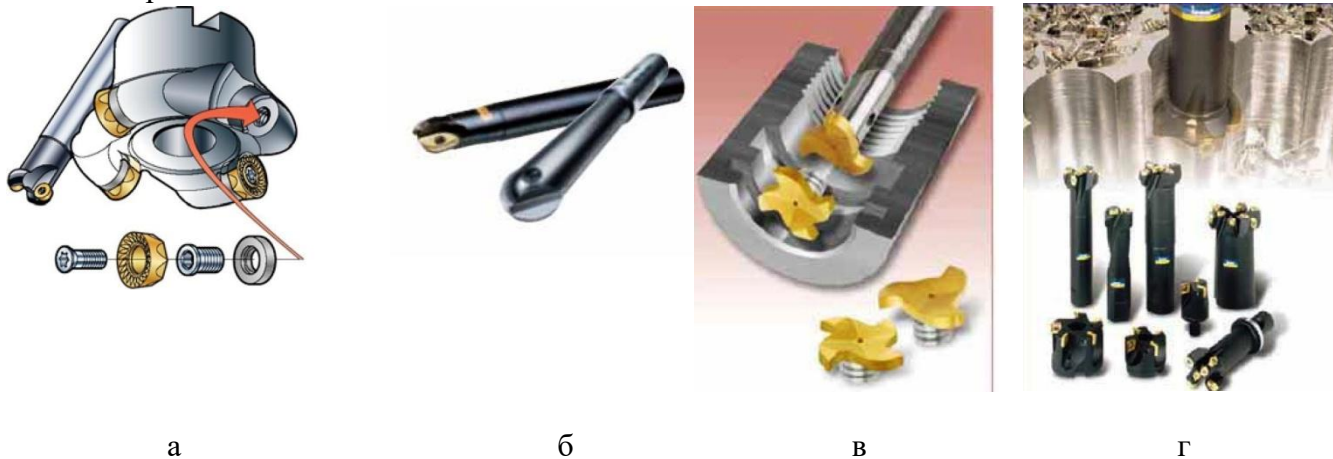


Рис. 3.2– Фрези CoroMill 200 (а); CoroMill R216 і CoroMill R216F (б); закріплення інструментів невеликих діаметрів (в); плунжерні фрези (г)

Інструмент невеликих діаметрів, який не можливо оснастити пластинами із конструктивних можливостей виконуються з змінними вставками, які закріплені або на різьбі або за допомогою сил пружності (рис. 3.2 в).

Найбільш ефективним для зняття великого об'єму матеріалу можна досягти, використовуючи «плунжерні» фрези (рис. 3.2 г). Ці фрези працюють з осьовою силою, а не радіальною подачею. За рахунок цього вони менш піддаються вібраціям і можна більш повно використовувати всі можливості верстата на великих подачах.

Необхідно звернути увагу на модульний інструмент. Він з конструйований так, що в одному і тому ж корпусі можна закріпити вставки різної форми від сферичної і кінцевої, до дискової і грибоквої. Це дозволяє зекономити на інструменті, отримати більшу універсальність. Недолік: зниження жорсткості, яка негативно впливає на процес різання.

Тіла обертання і складні циліндричні поверхні типу кулачків можна отримати фрезеруванням. Дану обробку можна виконати, як на токарно-фрезерних оброблювальних центрах, так і на фрезерних верстатах з 4-ю віссю. Інструментом може бути торцеві (рис. 3.3 а), кінцеві (рис. 3.3 б, в) і дискові фрези (рис. 3.3 г).

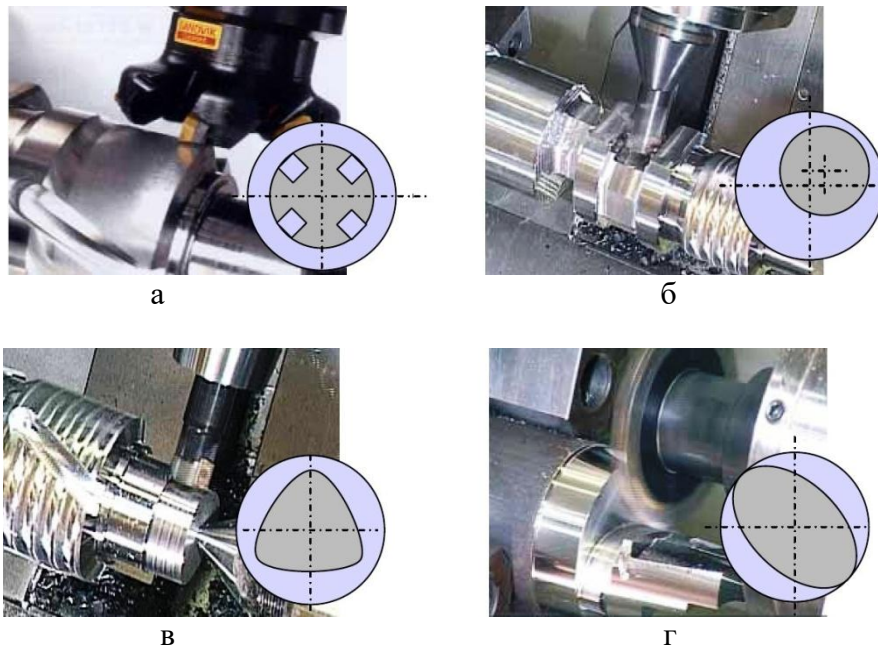


Рис. 3.3 – Фрези торцеві (а); кінцеві (б і в) і дискові (д)

Фірма Sandvik Coromant запропонувала нові ріжучі пластини wiper для фрези CoroMill 365, яка забезпечила надійну роботу фрез з 8-у ефективними різальними лезами, які встановлюються за допомогою гвинта і клинового «зажиму» (діаметри фрез від 45 до 250 мм) для торцевого фрезерування деталей із чавуну і сталей. Продуктивність до 67%, а стійкість до 100%.

Використання ріжучих пластин з кераміки при точінні

Використовують:

- 1) Кераміку на основі оксиду алюмінія;
- 2) Кераміку на основі нітриду кремнія.

Кераміка на основі Al_2O_3 використовується двох груп: 1) білий – чистий оксид алюмінія; 2) Чорнову – з добавками карбиду – SiC, карбиду – титану TiC – для підвищення міцності.

Ріжучі пластини з кераміки на основі Al_2O_3 використовують для напівчистої і чистої обробки загартованих сталей і сірого чавуну.

Кераміка на основі SiN (нітриду кремнія) з добавками оксиду спеціально підбраного металу. Використовується для напівчистої і чорнкової обробки жароміцних сплавів, а також високоміцних чавунів.

Пластини із кераміки рекомендуються для використання при чистовому точінні на великих швидкостях різання. Для підвищення міцності рекомендується:

а) використовувати ріжуче лезо виготовляти із захисною фаскою шириною 0.15...0.2 мм і кут нахилу 8...30°;

б) захисним радіусом 0.05...0.15 мм.

Пластини із кераміки доцільно використовувати при виготовленні деталей невеликої партії. Для крупносерійного і масового виробництва доцільно використовувати пластини із BN – кубічного нітриду бору, але вони в 6 разів дорожчі, ніж пластини із кераміки. Нітрид кремнію має високу теплопровідність, а тому його пластини при переривистому різанні з МОР.

2. Інструментальні пристрої

Основними елементами будь-якої фрезерної оправки являється: конус, кільця, закріплююча частина (рис. 2.1).

Основні типи конусів – 7:24, конус Морзе, HSK. Частіше використовується перший варіант. В верстатах оснащених високою швидкісними шпинделями (більше 15000 об/хв), частіше використовується останній тип – HSK.

Кільця необхідні для захвату інструмента маніпулятором магазину. На рівних існує багато стандартів (MAS 403 BT, DIN 69871-1, Yamazaki...).

Закріплююча частина призначена для закріплення інструмента і може мати сотні різних форм.

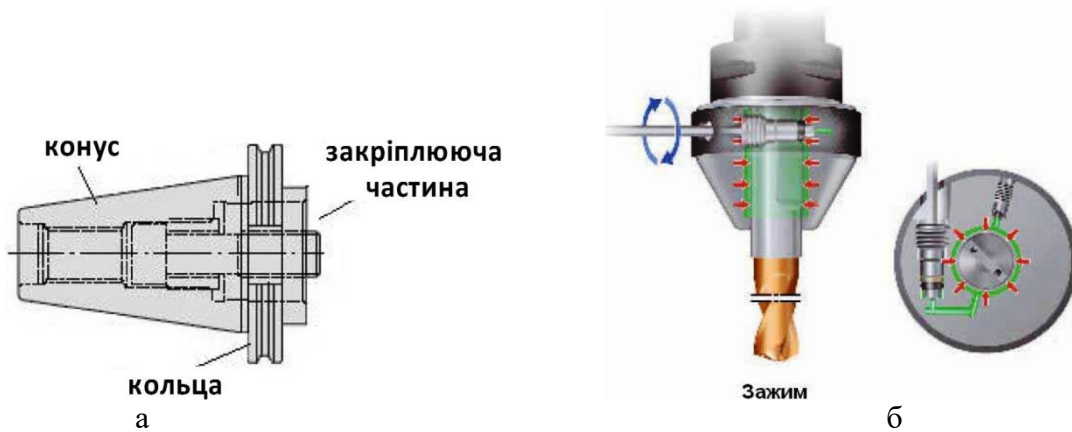


Рис. 3.4 – Фрезерна оправка (а) та оправка з гідропластом (б)

Для закріплення кінцевого інструмента невеликого діаметра (до 200 мм) широко використовуються цангові патрони (рис. 3.5 а). Вони забезпечують достатньою шорсткістю закріплення для легких і середніх операцій. Биття усталеного інструмента залежить в основному від точності цанги і складає 0.02...0.005 мм. Більш частіше зустрічаються цанги типу ER, які мають 2 конуса (рис. 3.5 б).

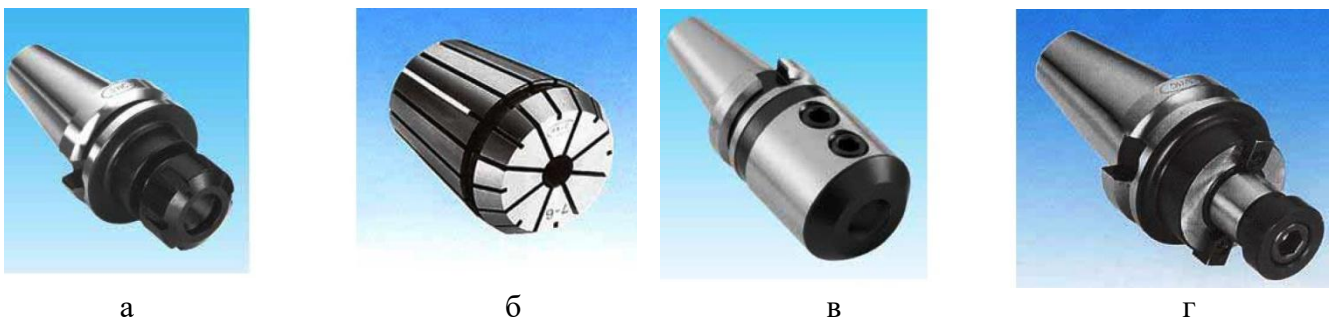


Рис. 3.5 – Цанговий патрон (а), цанга типу ER (б) та цангові патрони з двома шпонками (в, г)

Інструменти з діаметром більше 20 мм або інструменти, які працюють на великих режимах різання, рекомендується використовувати з двома шпонками (рис. 3.5 в, г).

При роботі із значними частотами обертання шпинделя (більше 10000 об/хв), одним із основних вимог до оправки являється високі і стабільні зусилля закріплення і мінімальне биття інструмента. Цим вимогам відповідають гідропластом (рис. 3.6 б), гідромеханічним затискачем (рис. 3.6 а) і термічним затискачем.

В оправках першого типу тиск затискання створює малостискувана речовина гідропласт при закручуванні гвинта в корпус.

Принцип роботи гідромеханічних оправок подібний з попереднім, тільки тиск створюється не гвинтом, а спеціальним насосом (рис. 3.6 б). При цьому рідина, яка знаходиться в корпусі, діє на клиновий механізм, який затискає інструмент.

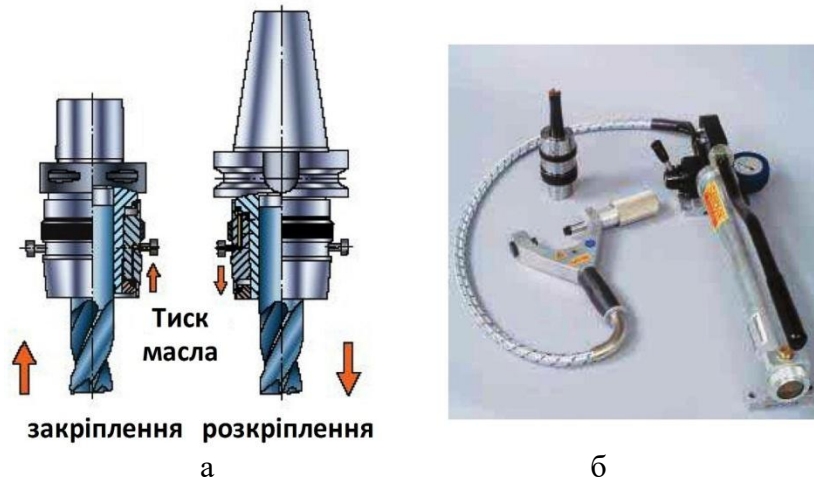


Рис. 3.6 – Оправка гідромеханічним зажимом (а) та гідромеханічним зажимом із спеціальним насосом (б)

Останній тип оправок засновано на властивості металів розширюватись при нагріванні. Корпус розміщують в спеціальному пристрої індукційного нагріву, і в нього розміщується інструмент. Після охолодження посадочний діаметр зменшується і інструмент закріплюється силами пружності. Необхідно пам'ятати, що в ці оправки можна вставляти тільки твердосплавний інструмент, тому що його коефіцієнт теплового розширення нижчий, чим у сталі.

У вертикальному обробляючому центрі VDL-1000 отвір конуса шпинделя (рис. 2.4) №40 (7:24) в оправку інструмента закручується хвостовик інструмента ВТ40-45^с, який використовується за зажиму інструмента за допомогою тарілчастих пружин. Інструмент може бути розжатым пневмо-гідрравлічним циліндром. Під час зміни інструменту відбувається обдування конуса шпинделя сухим повітрям для очистки. Шпиндель приводиться в дію за допомогою паса з високим обертальним моментом, тому не відбувається проковзування, зменшується інерційність і рівень шуму.

Приводний інструмент

Сучасний приводний інструмент для фрезерних верстатів (рис. 3.7) значно розширює можливості обладнання. Приводний інструмент включає: осьові, кутові і поворотні регулюємі головки, багатошпиндельні головки, прискорювальні головки.

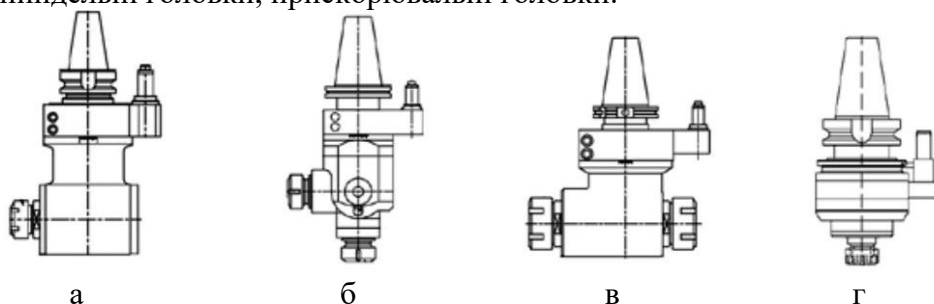




Рис. 3.7 – Приводний інструмент для верстатів фрезерної групи з числовим програмним керуванням: державний цанговий держак (а); поворотний цанговий держак (б); радіальний цанговий мультиплікаторний держак (в); прискорювальна головка (г)

Порядок проведення роботи:

- пояснення викладачем основних інструментів та пристроїв для фрезерних верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК);
- демонстрація інженером різних типів інструментів та пристроїв, які використовуються на фрезерних верстатах з ЧПК.

Запитання

1. Які основні типи інструментів використовують на фрезерних верстатах з ЧПК?
2. Які основні види пристроїв використовують на фрезерних верстатах з ЧПК?
3. Які металокерамічні та керамічні матеріали використовують для фрез?

Зміст звіту

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

Практична робота №4

ІНСТРУМЕНТИ ТА ПРИСТРОЇ ДЛЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: розглянути основні інструменти та пристрої для токарних верстатів з числовим програмним керуванням.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки: фрезерний верстат з числовим програмним керуванням моделі «DYNAMITE 2800»; токарні різці, фрези, свердла, зенкери, розвертки; 3-х і 4-х кулачкові патрони, поводкові патрони, центри, люнети, цанги та інш..

Короткі теоретичні відомості

Різальні інструменти

В результаті аналізу експлуатації токарних верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) виявлені напрямлення підвищення продуктивності:

- скорочення основного та допоміжного часу за рахунок широко застосування комбінованих ріжучих інструментів;
- використання складних траєкторій переміщення простих інструментів;

Будь-який різець складається з ріжучої частини і стрижня, за який здійснюється його закріплення у верстаті. Залежно від форми головки різця, її положення щодо стрижня і розташування головної ріжучої крайки, різці підрозділяються на праві і ліві, прямі, відігнуті і різці з відтягнутою головкою (Рис. 4.2).

За призначенням різці підрозділяються на прохідні і прохідні упорні, застосовувані при обробці зовнішніх поверхонь тіл обертання, підрізні, використовувані при обробці торцевих поверхонь, відрізні, призначені для розрізування заготовок або відрізання готової деталі від заготовки. Якщо відрізний різець при своєму переміщенні не доведений до осі, то на деталі буде утворена канавка. Розточувальні різці застосовуються для розточування в заготовці відповідно наскрізних і глухих отворів.

Фасонні різці мають спеціально спрофільовану ріжучу крайку, профіль якої копіюється на оброблюваній заготовці. У якості однієї з різновидів фасонних різців можна назвати різьбові різці для нарізування зовнішнього і внутрішнього різьб.

Залежно від необхідної шорсткості обробленої поверхні застосовують чорнові і чистові різці. Чистові різці можуть мати великий радіус закруглення вершини різця, чистову ріжучу крайку або широке ріжуче лезо.

В теперішній час 80-85% всіх різців оснащені пластинами із твердих сплавів. Конструктивно ці різці виконуються по-різному: із пластинами, напаяними на державку; з механічним кріпленням пластинок, з механічним кріпленням ріжучих вставок з напаяними пластинками і т. д.

Велике поширення одержали різці з багатограничними не переточувальними пластинами. Після затуплення чергової крайки пластина повертається наступною гранню, а після затуплення всіх крайок повертається в переробку.

Також в якості інструментів для обробки на верстатах токарної групи використовують осьовий різальний інструмент - свердла, зенкери, розгортки, якими проводять обробку внутрішніх циліндричних поверхонь і отворів.

На токарних верстатах застосовують різноманітний різальний інструмент. Кожен різальний інструмент працює в важчих умовах, ніж будь-яка деталь машини, тому до матеріалу інструмента пред'являються особливі вимоги:

- Перша вимога — висока твердість. Якщо твердість інструмента нижче твердості заготовки, то він буде м'яти, а не різати. Твердість інструмента HRC 60...65, а заготовки HRC 15...20. Меншу твердість мають свердла, зенкера і мітчики.
- Друга вимога — висока зносостійкість, тому що інструмент зазнає велике тертя і піддається зношуванню.
- Третя вимога — висока теплостійкість, тобто здатність зберігати ріжучі властивості при високій температурі. Твердість вуглецевої інструментальної і швидкорізальної сталі приблизно однакова, але теплостійкість вуглецевої сталі 200 °С, швидкорізальної 600 °С.
- Четверта вимога — висока механічна міцність, тому що інструмент при роботі сприймає значні сили різання. Матеріал інструмента повинен добре працювати на вигин і стиск. Крім цього матеріал інструмента повинен мати гарну теплопровідність, добре шліфуватися і прожарюватися.

Використають такі матеріали для виготовлення інструментів: вуглецеві інструментальні і леговані інструментальні сталі; швидкорізальні сталі; тверді сплави; мінералокераміку; надтверді матеріали і алмази.

Інструментальні пристрої

Пристрої для токарних верстатів за призначенням можна поділити на три групи:

- пристрої для закріплення оброблюваних заготовок;
- допоміжний інструмент для закріплення різального інструменту;
- пристрої, що розширюють технологічні можливості верстатів, тобто, дозволяють робити не властиві цим верстатам роботи (фрезування, одночасне свердління декількох отворів і т. д.).

Пристрої та різальний інструмент становлять технологічне оснащення верстата. За ступенем спеціалізації пристрої поділяються на універсальні, спеціалізовані і спеціальні.

Універсальні пристрої застосовують для закріплення заготовок, розміри яких значною мірою відрізняються між собою (наприклад, універсальний трикулачковий патрон (рис. 2)).

Спеціалізовані пристрої (цангові і мембранні патрони, оправки та ін.) застосовуються при обробці групи деталей, подібних за розмірами, конфігурацією і технологією виготовлення.

Спеціальні пристрої застосовуються при обробці певних деталей або при виконанні певної операції.

Універсальні пристрої використовуються в одиничному і малосерійному виробництві, а спеціалізовані і спеціальні — у великосерійному і масовому.

Для закріплення заготовок на токарних верстатах і надання їм обертального руху використовують: 3-х кулачкові, 4-х кулачкові, свердлильні патрони (рис. 4.2), планшайби, повідкові і цангові патрони.

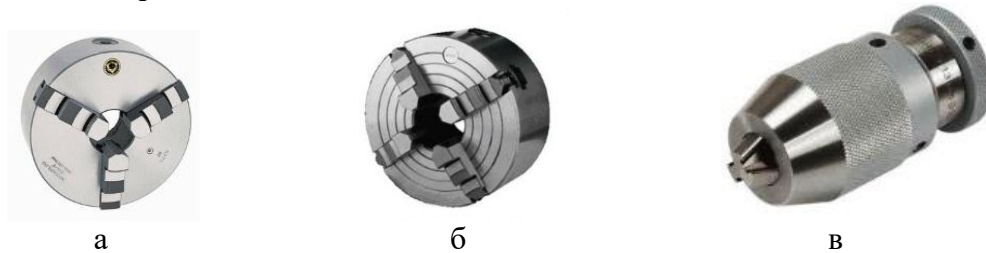


Рис. 4.2 – Патрони 3-х кулачкові (а), 4-х кулачкові (б) та свердлильні патрони (в)

Центри – для установки довгих заготовок. В торцях заготовки попередньо свердлять центрові заглиблення. Типи центрів: звичайні – використовують при обробці зовнішніх заготовок; зрізальні – для підрізки торців заготовок; кулькові – для обробки конічних поверхонь методом зміцнення задньої бабки; зворотні – для обробки заготовок малого діаметра.

Люнети – допоміжні опори – для зменшення прогину і вібрацій при обробці. Довжини рахують заготовки, у яких $l > d > 12$ раз. Рухомі люнети закріплюють до супорта верстата. Нерухомі люнети закріплюють до станини.

Приводний інструмент

Сучасний приводний інструмент для токарних верстатів (рис. 4.3) значно розширює можливості обладнання. Приводний інструмент включає: осьові, кутові і поворотні регулюємі головки, багатошпindelні головки, прискорювальні головки.

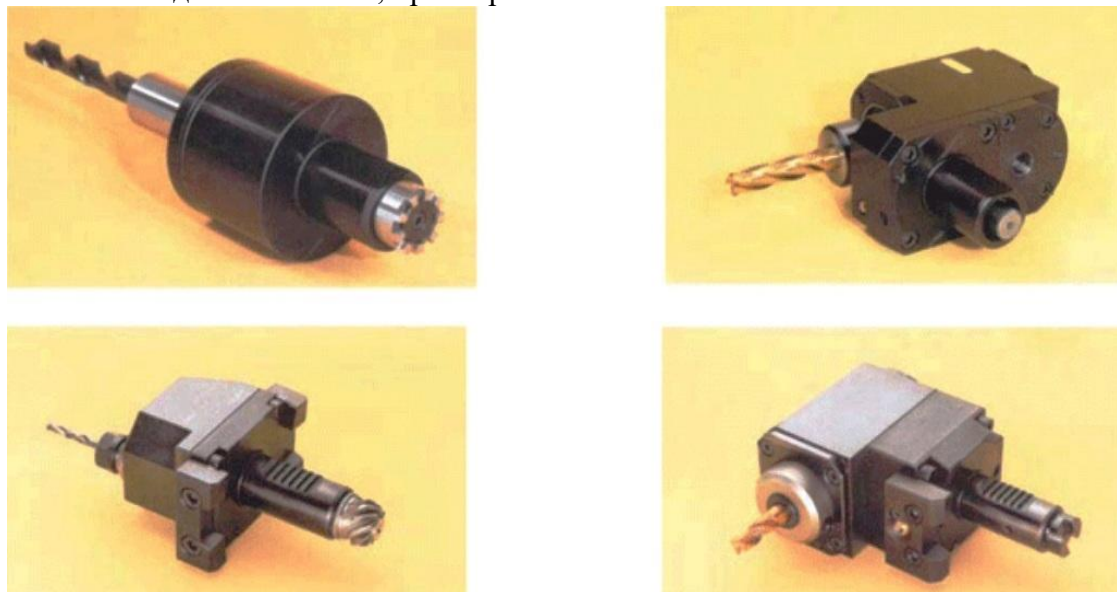


Рис. 4.3 – Приводний інструмент для верстатів токарної групи з ЧПК

Порядок проведення роботи:

- пояснення викладачем основних інструментів та пристроїв для токарних верстатів з ЧПК;
- демонстрація інженером різних типів інструментів та пристроїв, які використовуються на токарних верстатах з ЧПК.

Запитання

1. Які основні типи різців та їх призначення, які використовуються на токарних верстатах з ЧПК?
2. Які основні види пристроїв, які використовуються на токарних верстатах з ЧПК?

Зміст звіту

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

Література

1. М.О. Сологуб, І.О. Рожнецький та інш.. «Технологія конструкційних матеріалів». – К.: Вища школа, – 2002. 369 с.
2. А.Л. Дерябин, М.А. Эстерзон. «Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ и ГПС». Уч. Пособие. – М.: Машиностроение, – 1989. 228 с.
3. А.Ф. Горбачев, В.А. Шкред. Курсовые проектирование по курсу технология машиностроения. – М.: Высшая школа, – 1983. 159 с.
4. Ю.И. Гельфгат. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. – М.: Высшая школа, – 1988. 110 с.
5. Ю.И. Головин. Введение в нанотехнологию. – М.: Машиностроение, 2003. 115 с.
6. Ю.И. Иванов, К.В. Малышев, В.А. Шелаев и др. ч. 1. – М.: Изд. МГУ им. Н.Э. Баумана, – 2003. 235 с.
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт і практичних занять дисципліни «Основи професійної діяльності». Укл. Джемелінський В.В., Кагляк О.Д., Лесик Д.А., (електронний варіант). НТУУ «КПІ», – 2012. 56 с.
8. Инструкция Mach3 для станков с ЧПК.