

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

Механіко-технологічний факультет

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

**«АВТОМАТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ
ПРОЦЕСАМИ
ОБРОБКИ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ»**

Методичний посібник з виконання лабораторних робіт

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування
«Конструювання та технології машинобудування»
(на основі молодшого спеціаліста)

Мелітополь, 2020

УДК 378.147
(076)

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

Рекомендовано рішенням Вченої ради механіко-технологічного факультету
Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра
Моторного
(протокол № від _____ 2020р.

Рецензенти:

Дідур В.А. – д.т.н., професор кафедри «Технічний сервіс та системи в АПК» Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Бакарджієв Р.О. – к.т.н., доцент кафедри «Технологія конструкційних матеріалів» Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

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

«Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»:
Методичний посібник з виконання лабораторних робіт / О.С. Колодій, С.В., Кюрчев, О.В.Сушко, О.О. Ковальов. – Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. – 136 с.

Методичний посібник з виконання лабораторних робіт складено з метою найбільш повного забезпечення самостійної роботи студентів при вивченні дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство». Темі лабораторних робіт відповідають навчальній програмі.

УДК 378.147(076)

© Колодій О.С., Кюрчев С.В.,
Сушко О.В., Ковальов О.О., 2020

ЗМІСТ

1. Лабораторна робота № 1. Програмування токарно-гвинторізного верстату з ЧПУ.....	5
2. Лабораторна робота № 2. Основи програмування на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ).....	30
3. Лабораторна робота № 3. Будова та особливості керування фрезерного верстата з числовим програмним управлінням (ЧПУ).....	43
4. Лабораторна робота № 4. Будова та особливості керування токарного верстата з числовим програмним управлінням (ЧПУ).....	51
5. Лабораторна робота № 5. Інструменти та пристрої для фрезерних верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПУ).....	64
6. Лабораторна робота № 6. Інструменти та пристрої для токарних верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПУ).....	72
7. Лабораторна робота № 7. Визначення основних елементів технологічного процесу обробки деталей.....	78
8. Лабораторна робота № 8. Вивчення параметрів програмування кола та складання програми для фрезерування канавок на фрезерних верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ).....	85
9. Лабораторна робота № 9. Складання програми для обробки зовнішнього контуру деталі на фрезерному верстаті з числовим програмним управлінням (ЧПУ).....	95
10. Лабораторна робота №10. Числове програмне управління технологічним обладнанням.....	109
11. Лабораторна робота №11. Ознайомлення з програмою Esprit для складання програми для обробки деталей на верстатах з ЧПУ.....	119
ЛІТЕРАТУРА.....	135

ПЕРЕДМОВА

Мета. Оволодіння студентами методами досягнення високої продуктивності та якості виготовлення деталей машин без посередньої участі робітників. Оволодіння теорією та засобами автоматизації виробничих процесів в машинобудуванні.

Завдання дисципліни. Завданням дисципліни є навчитися вирішувати такі задачі:

- оцінити рівень автоматизації виробництва;
- вибрати систему автоматизації;
- підібрати елементи автоматики до відповідної системи керування та регулювання;
- побудувати автоматичний цикл роботи автоматичного обладнання або системи;
- автоматизувати окремі операції технологічного процесу (орієнтація заготовок, закріплення, контроль ходу обробки, складання);
- комплексно автоматизувати виробничий процес;
- енергозбереження та екологічна безпека.

Вміти: виконувати технічні розрахунки в проектах і проводити техніко-економічний аналіз; вміти розробляти ескізні, технічні та робочі проекти виробів середньої складності, використовуючи елементи САПР-ТП.

Знати: системи керування автоматичними верстатами та виробничими системами; автоматичні цикли роботи верстатів і збирального обладнання; шляхи побудови комплексного автоматизованого виробництва; методи аналізу технічного рівня автоматизованого виробництва та його технології й передовий вітчизняний та закордонний досвід; вміти виконувати патентні дослідження і визначати показники технічного рівня технологій та конструкцій.

Лабораторна робота № 1

ПРОГРАМУВАННЯ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТУ З ЧПУ

1 МЕТА РОБОТИ. Ознайомитись з принципами кодування оперативної системи (ОС) верстату з ЧПУ; вивчити технологічні можливості токарно-гвинторізних верстатів з ЧПУ; отримати навички розробки управляючої програми (УП) та налагодження токарно-гвинторізного верстату з ЧПУ для обробки заданої деталі.

2 Теоретичні відомості

Призначення оперативної системи (ОС) ЧПУ 2P22

Пристрій ЧПУ 2P22, призначений для видачі УП на виконавчі органи токарних верстатів, виконує наступні функції:

– введення управляючої програми з клавіатури пульта управління або програмоносія; її відпрацювання і редагування безпосередньо на верстаті;

– укладання управляючої програми за зразком, коли обробка першої деталі ведеться в ручному, а обробка наступних деталей – в автоматичному режимі;

– введення постійних циклів в діалоговому режимі;

– використання складних циклів багатопрохідної обробки;

– висновок УП на програмоносій і виконання ряду інших функцій.

Більш розвинене у порівнянні з ОПУ "Електроніка НЦ-31" функціональне програмне забезпечення, що зберігається в постійній пам'яті пристрою, включення в нього складних циклів багатопрохідної обробки дозволяють зменшити обсяг інформації, що вводиться в ОПУ і спростити укладання УП.

2.1 Програмування частоти обертання шпинделя, подачі та позицій інструменту

Частота обертання шпинделя задається за адресою S, після якої записують діапазон (1-3), знак напрямку обертання шпинде-

ля і частоту обертання.

Знак "мінус" – обертання шпинделя за годинниковою стрілкою. Запис S3 1500 показує, що шпиндель обертається з частотою 1500 об/хв. за годинниковою стрілкою.

Величину подачі робочого органу задають за адресою F.

Наприклад, запис F0,25 показує, що подача складає 0,25 мм/об, запис F1 – подача 1 мм/об.

Поворот різцетримача багаторізевої автоматичної головки для встановлення інструменту в робочу позицію задають за адресою T, після якої записують номер позиції.

Наприклад, запис T6 показує, що на робочу позицію необхідно встановити інструмент, що знаходиться в гнізді поворотного різцетримача, якому присвоєний номер шість.

2.2 Програмування лінійних переміщень

В залежності від нанесення розмірів на кресленні деталі і послідовності обробки лінійні переміщення можуть бути задані в абсолютній або відносній системах. Переміщення по осі X в абсолютній системі задається адресою X та координатою кінцевої точки шляху відносно нульової точки (нуля деталі – W). Координати в абсолютній системі по осі X задаються в діаметрах.

Запис кадру при лінійному переміщенні різця по координаті X в абсолютній системі для проточування зовнішньої кільцевої канавки до 20 мм (рис. 1.1, а) має вигляд: N005 X20*, а при проточуванні внутрішньої канавки (рис. 1.1, б): N005 X26*.

Без завдання робочої подачі лінійне переміщення не реалізується, тому в одному з попередніх кадрів повинна бути задана подача.

У відносній системі переміщення по осі X задається адресою U і числовим значенням переміщення, що являє собою різницю координат кінцевої і початкової точок відносно нульової точки ($X_2 - X_1$). Якщо різець переміщується від оператора до шпинделя верстату, перед числовим значенням

переміщення ставлять знак "мінус". Знак "плюс" завжди опускають.

При проточуванні зовнішньої канавки (рис. 1.1,б) переміщення різця дорівнює $18 \text{ мм} (2 \text{ мм} + 7 \text{ мм}) \cdot 2 = 18 \text{ мм}$. Запис кадру у відносній системі має вигляд: N005 U - 18*.

Аналогічно для проточування внутрішньої канавки (рис. 1.1, г) запис кадру можна представити наступним чином: N005 U 18*.

Переміщення по осі Z в абсолютній системі задаються адресою Z і координатою кінцевої токи шляху з її знаком відносно нульової точки. Переміщення по осі Z у відносній системі задається за адресою W. Числове значення переміщення дорівнює приросту координат сусідніх опорних точок ($Z_2 - Z_1$).

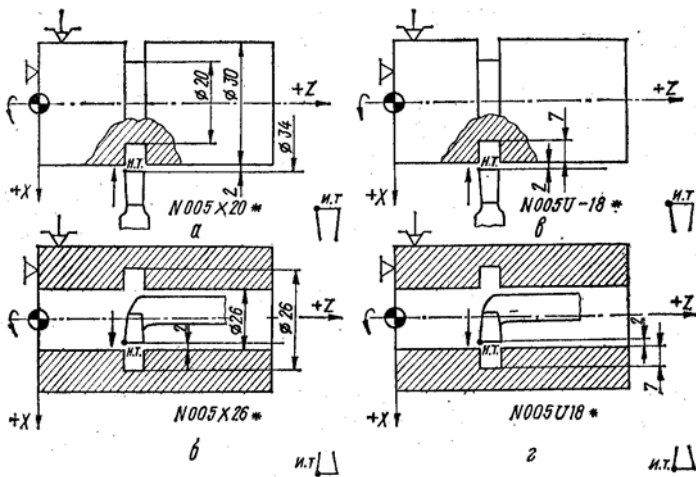


Рис. 1.1. Приклад програмування лінійних переміщень по осі X:
а, б – в абсолютній системі ; в, г – в відносній системі

Напрямок руху в обох системах визначається відповідним знаком. В абсолютній системі ставиться знак координати, в яку відбувається переміщення; у відносній системі перед числовим значенням переміщення ставиться знак "мінус", якщо

переміщення відбувається в сторону, протилежну позитивному напрямку осі.

Наприклад, переміщення різця до точки з координатами 40 мм, $Z = 30$ мм (рис. 1.2) в абсолютній системі записується кадром N008 Z30*, у відносній системі – кадром N008 W-51*.

Управляюча програма з лінійними переміщеннями, що записані в абсолютній системі для заготовки з прокату $\text{Ø}58$ мм при $s = 0,3$ мм/об, $n = 500$ об/м (рис. 1.3), приведена нижче:

N001 S2 500 F0.3 T1 Другий діапазон, $n = 500$ об/хв., $s = 0,3$ мм/об; різцетримач встановлюється в першу позицію:

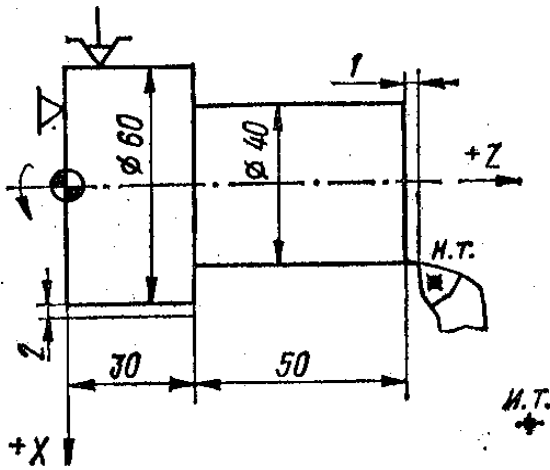


Рис. 1.2. Ескіз валика для ілюстрації програмування лінійних переміщень по осі Z в абсолютній і відносній системах

N002 X46.2 Z1E* – Підхід різця до н. т. X46,2 на швидкому ході (1 ступінь). N003 Z-102* – Точіння $\text{Ø}46,2$ мм на довжину 102 мм.

N004 X60* – Відведення різця по осі X на робочій подачі до $\text{Ø}60$ мм. N005 Z1E – Відведення різця по осі Z на швидкому ході.

N006 X39 E* – Підведення різця до точки X39 на швидкому ході (1-ий робочий хід по 2-му ступеню).

N007 Z-50* – Точіння $\varnothing 39$ мм на довжину 50 мм.

N009 Z1E* – Відведення різця по осі Z на швидкому ході.

N010 X35E* – Підведення різця до точки X35 (2-ий робочий хід на 2-му ступеню).

N011 Z-50* – Точіння $\varnothing 35$ мм на довжину 50 мм.

N012 X48* – Відведення різця до $\varnothing 48$ мм.

N013 Z1E* – Відведення різця по осі Z на швидкому ході.

N014 X25E* – Підведення різця до $\varnothing 25$ мм на швидкому ході (3-й ступінь). N015 Z-29.5* – Точіння $\varnothing 25$ мм на довжину 29,5 мм.

N016 X37* – Відведення різця до $\varnothing 37$ мм.

N017 M02* – Кінець програми (зупинка обертання, відведення різця на швидкому ході в початкове положення спочатку по осі X, потім по осі Z).

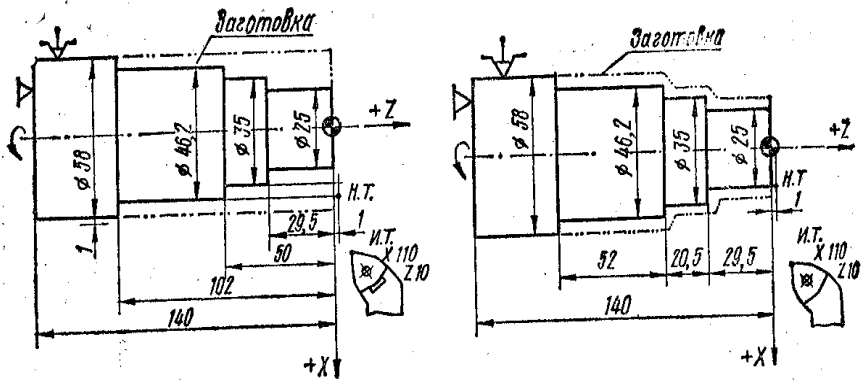


Рис. 1.3. Ескіз валика з нанесенням розмірів для програмування в абсолютній та відносній системах

Керуюча програма для обробки заготовки з штамповки при $s = 0,3$ мм/об , $n = 500$ об/хв.(рис. 1.3) у відносній системі має такий вигляд:

N001 S2 500 F0.3 T1*

N002 X25 Z1E*
N003 W-30.5*
N004 U10* (Ø35)
N005 W-20.5*
N006 U11.2 * (Ø46.2)
N007 W-52*
N008 U13.8* (Ø60) N009 M02*.

2.3 Програмування обробки конічних поверхонь і зняття фасок під кутом 45°

При програмуванні обробки конічних поверхонь лінійні переміщення по осям X і Z задають в одному кадрі. КП для обробки деталі, що має прямий і зворотний конус, наведена нижче:

N001 S3 600 F0. 25TI* – Третій діапазон, частота обертання шпинделя 600 хв⁻¹; робоча подача 0,25 мм/об, різець № 1.

N002 Z5 X40 E* – Підхід різця до точки 1 з координатами Z = 5, X = 40 швидкому ході.

N003 ZO* – Переміщення різця на робочій подачі в точку координатами X = 40, Z = 0.

N004 X52 Z – 30* – Рух вершини різця по контуру прямого конусу робочій подачі.

N005 X40 W - 30* – Рух вершини різця по контуру зворотного конусу на робочій подачі, переміщення по координаті Z задано відносній системі.

N006 M02* – Кінець програми; повернення різця в п. т.

Якщо вершина різця має заокруглення, то при переході від циліндричної поверхні до конічної по осям X і Z виконується корекція на координати кінцевої опорної точки.

Операцію зняття фаски під кутом 45° задають кадром, в якому вказують наступні дані: координату, по якій виконується обробка деталі (X або Z); числове значення координати кінцевої точки переміщення зі знаком, що вказують напрямок переміщення; адреса C і число, що визначає величину фаски. Знак перед числом під адресою C відповідає знаку обробки на

координаті X. Напрямок по координаті Z задають тільки зі знаком "мінус". Приклади програмування зняття фасок наведені на рис. 1.4 та 1.5.

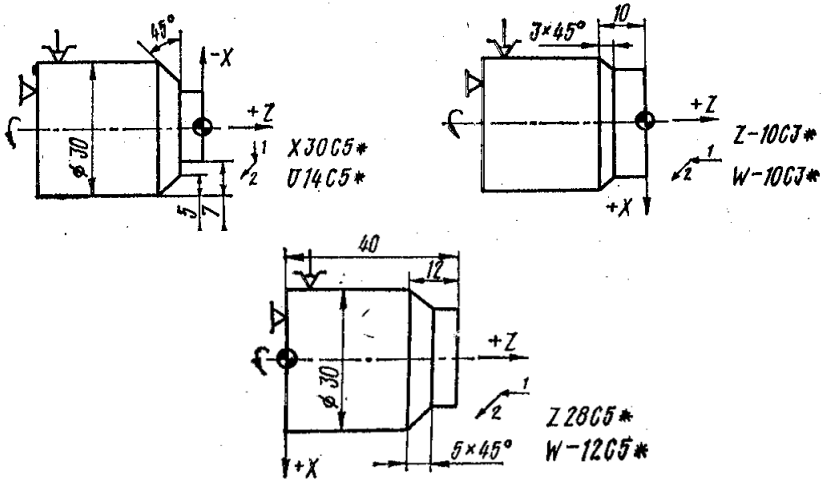


Рис. 1.4. Приклад запису в кадрах УП обробки фасок при зовнішньому точінні : 1 – рух, що передує обробці фасок; 2 – напрямок руху по осі X при обробці фаски

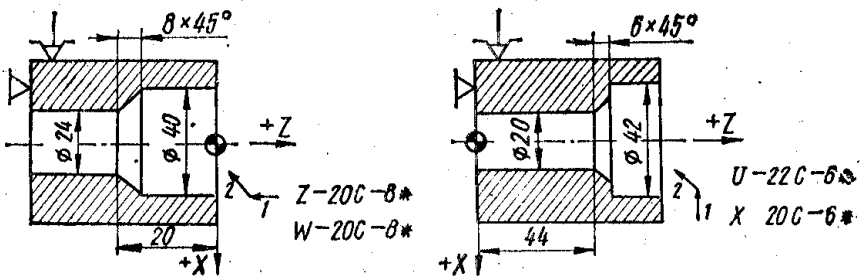


Рис. 1.5. Приклади запису в кадрах УП розточування фасок: 1 – напрямок руху, що передує обробці фаски; 2 – напрямок руху по осі X при обробці фаски

2.4 Програмування обробки по дузі кола

Кадр УП, за яким програмують обробку галтелі і округлення, містить наступні дані: позначку координати, по якій проходить обробка деталі перед галтеллю або округленням (X або Z)', числове значення координати кінцевої точки переміщення зі знаком, що вказують напрямок переміщення; адреса Q і числове значення радіусу галтелі або округлення. Знак перед числовим значенням під адресою Q повинен співпадати зі знаком обробки по координаті X. Напрямок по координаті Z задають тільки зі знаком "мінус".

Приклади запису обробки галтелей і округлень в кадрах в абсолютній і відносній системах наведені на рис. 1.6.

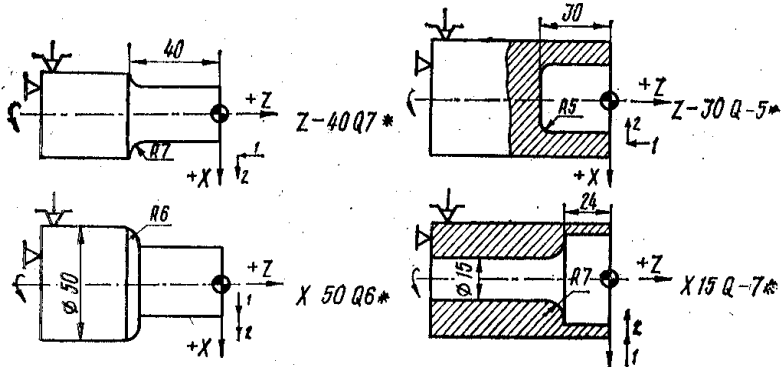


Рис. 1.6. Приклади запису в кадрах УП обробки галтелей і округлення: 1 – напрямок руху до галтелі або округлення; 2 – напрямок галтелі або округлення по осі X

Кадр УП, яким програмують обробку дуг, містить позначку координат кінцевої точки дуги (X і Z), числові значення координат кінцевої точки дуги в абсолютній або у відносній системах, адреса R і числове значення радіусу дуги зі

знаком "плюс" при обробці по годинниковій, "мінус" – проти годинникової стрілки.

Приклади запису обробки дуг в кадрах наведені на рис. 1.7 та 1.8.

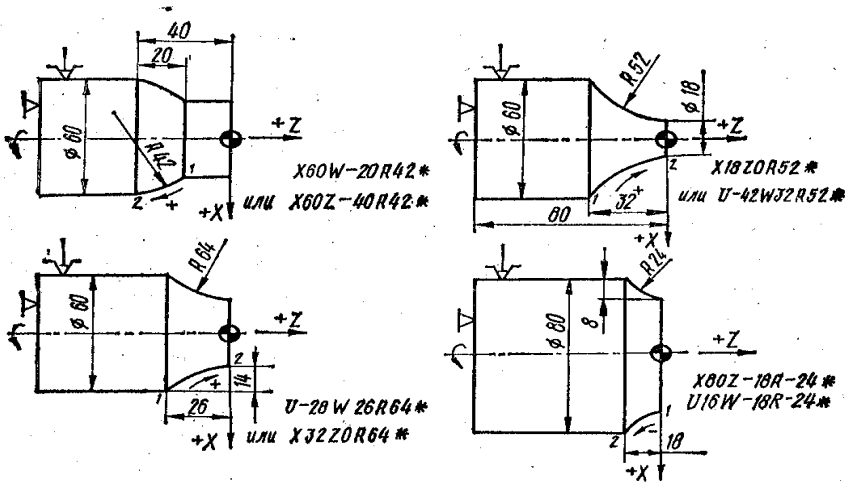


Рис. 1.7. Приклади запису в кадрах УП обробки зовнішніх поверхонь по дузі кола (в межах кута менше 90°)

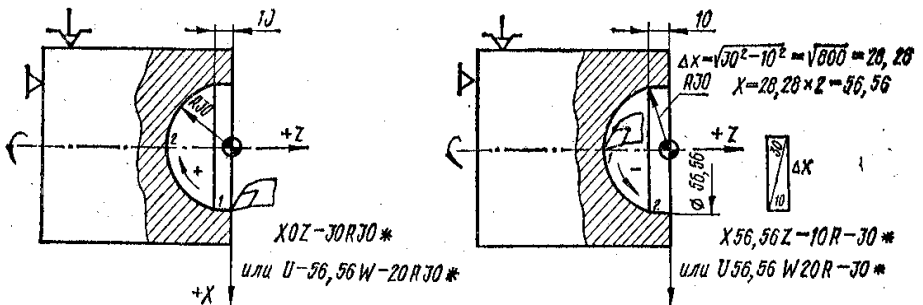


Рис. 1.8. Приклади запису в кадрах УП обробки внутрішніх поверхонь по дузі кола (в межах кута менше 90°)

УП чистової обробки фасонної поверхні деталі (рис. 1.9) контурним різцем наведена в абсолютній системі. Частота обертання шпинделя складає 372 об/хв, подача – 0,53 мм/об. Вхідна точка з координатами $Z = 150$ мм; $X = 120$ мм. Відрізок $OA = 80 - 20 = 60$ мм, $A3 = A5 = 80^2 - 60^2 = 52,9$ мм.

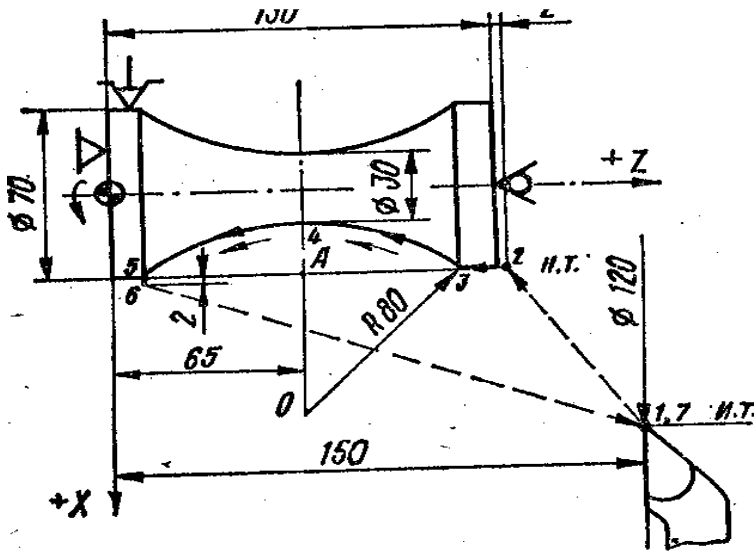


Рис. 1.9. Ескіз деталі і циклограма руху інструменту при обробці фасонної (радіусної) поверхні

Запис УП має наступний вид:

N001 S2 372F0,53 T1* – Другий діапазон, $n = 372$ об/хв., $s = 0,53$ мм/об, різцетримач встановлюється першу позицію.

N002 X70 Z132 E* – Підведення до точки 2 на швидкому ході.

N003 Z 117.9 – Переміщення в точку 3 на робочій подачі.

N004 X30 Z65 R-80 G05* – Переміщення по R80 мм з точки 3 в точку 4, відміна гальмування в точці спряження дуг.

N005 X70 Z12.1 R – 80* – Переміщення по R 80 мм з точки 4 в точку 5.

N006 X74* – Переміщення в точку 6.

N007 M02* – Кінець програми, відведення в і. т. (7).

Цю ж УП у відносній системі координат можна записати наступним чином:

N001 S2 372 F0, 53 T1*

N002 U-50 W-18E*

N003 W-14. 1*

N004 U-40 W - 52.9 R – 80 *

N005 U40 W – 52.9 R-80*

N006 U4*

N007 M02*

Для укладання УП обробки фасонної поверхні деталі з двома сферичними поверхнями (рис. 1.10, а) при $n = 600$ об/хв., $s = 0,25$ мм/об.

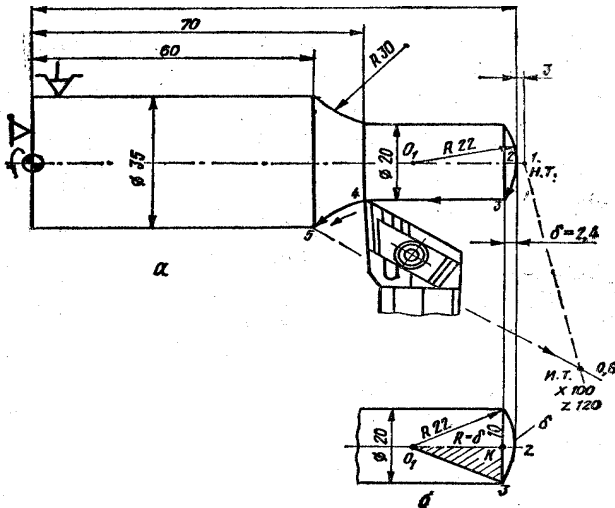


Рис. 1.10. Ескіз деталі і циклограма руху інструменту при обробці деталі з двома сферичними поверхнями: а – схема деталі; б – геометрична побудова (для визначення розміру δ).

Спочатку слід визначити розмір δ , не заданий креслеником. З дельта O13K (рис. 10, б) знаходять:

$$R-\delta = R^2 - 10^2 = 22^2 - 10^2 = 19,6 \text{ мм};$$

$$\Delta = R - 19,6 = 22 - 19,6 = 2,4 \text{ мм};$$

Запис УП наведений нижче:

N001 S3 600 F 0, 25 T1* – Третій діапазон, $n = 600$ об/хв., $s = 0,26$ мм/об, різцетримач встановлюють в першу позицію .

N002 XO Z105 E* – Підведення до точки 1 на швидкому ході.

N003 Z102* – Переміщення різця до точки 2 на робочій подачі.

N004 X20 W-2, 4 R22* – Точіння по дузі R22 мм (дуга 2-3).

N005 Z70* – Точіння в розмір $\varnothing 70$ мм (точки 3-4).

N006 X35 Z60 R - 30* – Точіння по дузі R 30 мм (дуга 4-5).

N007 M02* – Кінець програми, відведення в і. т.

2.5 Цикл нарізання різьби L01

Нарізання циліндричних і конічних різьб з автоматичним розподілом на проходи програмують постійним циклом L01.

Перед програмуванням нарізання різьби задають початкову точку циклу з наступними координатами:

X – рівній зовнішньому діаметру різьби при нарізанні зовнішньої різьби і внутрішньому при нарізанні внутрішньої різьби;

Z – рівній значенню координати початку нарізання різьби, збільшеному на величину рівну або більше подвійного кроку різьби (для забезпечення розгону приводу).

Структуру циклу записують наступним чином:

L01, F, W, X, A, P, C,

де F – крок різьби;

W – довжина різьби, програмується зі знаком “ - ”;

X – внутрішній діаметр різьби, визначається за довідниковими таблицями для різьб;

A – нахил різьби, програмується без знаку , тобто:

- для конічної поверхні це – різниця діаметрів;
- для циліндричної різьби $A = 0$;

P – максимальна глибина різання за один прохід (на радіус):

- при багатопрохідному циклі параметр P приймають меншим глибини різьби;
- при однопрохідному циклі P приймають рівним глибині різьби.

C – збіг різьби (запис $C1$ означає, що збіг рівному кроку різьби, $C0$ – збіг буде відсутній).

При багатопрохідному циклі нарізання різьби перед кожним черговим робочим ходом різець автоматично зміщується по координаті Z ліворуч або праворуч для того, щоб відбувалося різання однією кромкою різця. На останньому робочому ході різець працює двома кромками. На останньому витку здійснюється вихід різця (різьба із збігом).

Фрагмент УП з точінням канавки (рис. 1.11) наведений нижче:

$N011 S3 600 F0,4 T3^*$ – Третій діапазон технологічні параметри $n = 600$ об/хв.; $S = 0,4$ мм/об; різцетримач встановлюється в третю позицію.

$N012 X38 Z4, 5 E^*$ – Підведення різця до зони різання на швидкому ході. Між торцем деталі і вершиною різця відстань дельта Z складає $4,5$ мм $> 2F$

$N013 X36 M08^*$ – Різець встановлюють в початкову точку циклу, включають подачу ZOP .

$N014 L01 F 1, 5 W-57 X34,38 AO P0.4 CO^*$ – Крок різьби складає $1,5$ мм, величина переміщення різця з урахуванням виходу в канавку – 57 мм, внутрішній діаметр різьби – $34,38$ мм;

$A0$ – нахил відсутній;

P – глибина різання за перший прохід (на радіус) складає 0.4 мм; $C0$ – без збігу.

Фрагмент УП для нарізання конічної різьби з кроком $P = 2$ мм, дельта $Z = 5,8$ мм, наведений нижче:

N013 X19.84 M08

N014 L01 F2 W - 77.8 X17,8 A6 P0,45 C1.

Тут A6 – прирощення діаметрів конічної різьби – ($26-20 = 6$ мм), C1 – збіг, рівний кроку $P = 2$ мм.

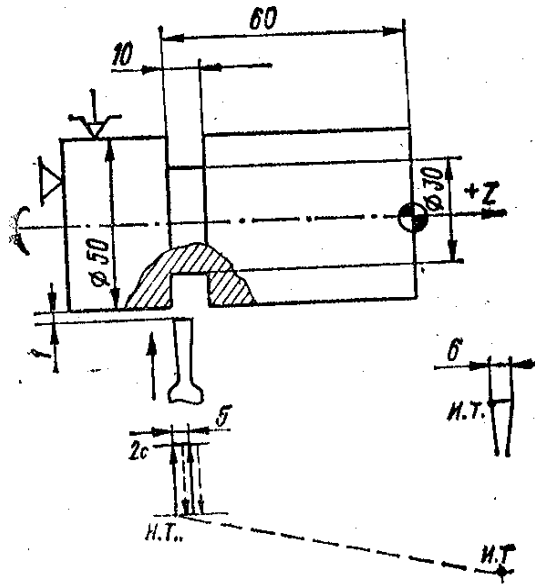


Рис. 1.11. Схема для ілюстрації програмування

2.6 Цикл точіння канавок L02

УП проточування канавок з автоматичним розподілом на проходи виконують по постійному циклу L02.

Структура циклу має вигляд:

L 02, D, X, A, P.

де D – витримка часу (с) в кінці робочого ходу;

X – внутрішній діаметр канавки мм;

A – ширина канавки б мм;

P – ширина ріжучої кромки різця б мм.

Цикл включає переміщення різця на робочій подачі до координати X, витримку часу (адреса D), його повернення у вхідну точку на швидкому ході, зміщення по координаті Z в додатному напрямку на величину P (процес повторюється стільки раз, скільки потрібно для досягнення ширини канавки A).

Для обробки канавки з перекриттям параметр P задають меншим ширини різця, а параметр A зменшують на цю різницю (A-P).

Для однопрохідної канавки параметр P = A. Цикл завершується прискореним відведенням по осі X в початкову точку. Причому по осі Z різець залишається в точці останнього робочого ходу.

Фрагмент УП із проточуванням канавки (рис. 1.11.) наведений нижче:

N009 S2 700 F0,5 T2* – Третій діапазон, технологічні параметри: $n = 700$ об/хв., $S = 0,5$ мм/об; різцетримач встановлюється в другу позицію.

N010 X56 Z-60E* – Підведення різця до зони обробки на швидкому ході.

N011 X52* – Встановлення різця в н. т. циклу.

N012 L02 D2 X30 A19 P5* – Проточування канавки з внутрішнім $\varnothing 30$ мм, шириною 10 мм, різцем з шириною кромки 6 мм, витяг часу в кінці робочого ходу – 2 с.

N013 M02* – Повернення в і. т., кінець програми.

2.7 Цикли зовнішнього і внутрішнього точіння за схемою «петля» L03, L04

Однократне зовнішнє або внутрішнє точіння заготовки по координаті Z з автоматичним поверненням в початкову точку програмується постійними циклами L03 і L04. Структура цих циклів має наступний вигляд: LO3 (L04), W, де W – довжина петлі.

Цикли включають переміщення на робочій подачі на величину W з урахуванням знаку, швидке відведення (відскік) на 1 мм по осі X і повернення на швидкому ході в п. т.

Запис УП для зовнішнього точіння (рис. 1.12) із застосуванням циклу LO3 (зовнішньої "петлі") має наступний вигляд:

N001 S3 1100 F0, 3 T1 – Третій діапазон, технологічні параметри: $n = 1100$ об/хв., $s = 3$ мм/об.

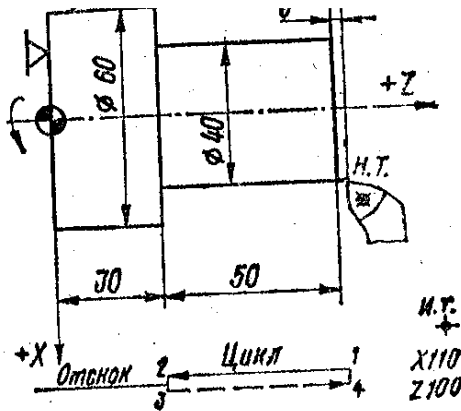


Рис. 1.12. Схема деталі для ілюстрації програмування зовнішнього точіння деталі (цикл LO3).

N002 X40 Z3 E* – Підхід до п. т. циклу 1.

N003 L03 W53* – Переміщення з точки 1 в точку 2 на робочій подачі, відскік на 1 мм, відведення швидкому ході в точку 1.

N004 M02* – Зупинка шпинделя, кінець програми, повернення з і. т.

Запис УП для розточування (рис. 1.14) із застосуванням циклу L04 (внутрішньої "петлі") має наступний вигляд:

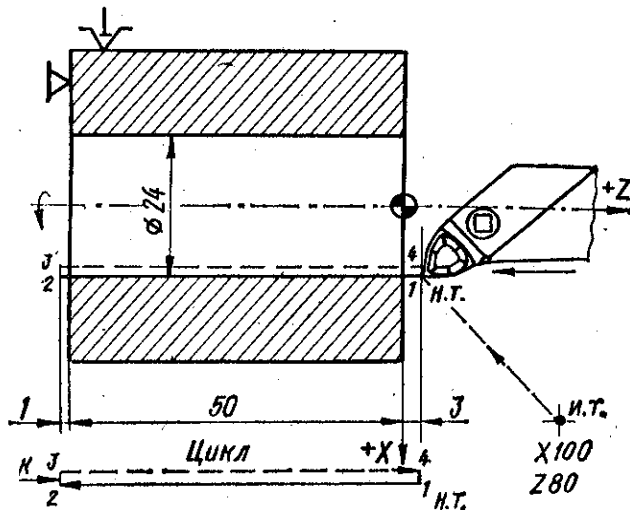


Рис. 1.13. Схема для ілюстрації програмування розточування деталі (цикл L04)

N001 S3 600 F0, 3 T1* – Третій діапазон $n = 600$ об/хв., $s = 0,3$ мм/об.

N002 X24 Z3 E* – Підхід до п. т. циклу.

N003 L04 W - 54* – Переміщення з точки 1 в точку 2, відскік на 1 мм в точку 3, переміщення з точки 3 в точку 4, а після цього в точку 1 на швидкому ході.

N004 M02* – Кінець програми, повернення в і. т.

2.7 Цикл однократної торцевої обробки за схемою «петля» L05

Однократне підрізання торців з автоматичним поверненням в початкову точку програмується постійним циклом L05.

Структура постійного циклу має вигляд:

L05, X,

де X – кінцевий діаметр торця, що підрізується.

Цикл L05 (рис. 1.14) містить переміщення на робочій подачі по осі X до заданого діаметру, відскік на 1 мм по координаті Z в позитивну сторону, повернення на швидкому ході в п. т. ("торцева петля").

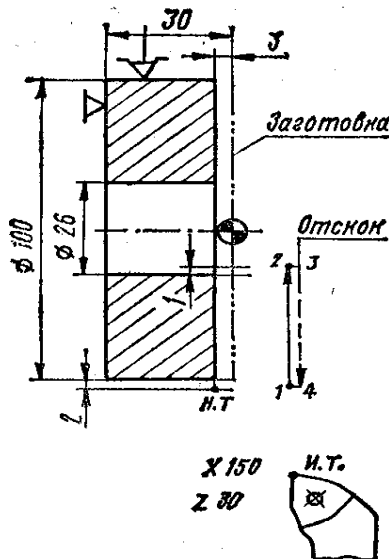


Рис. 1.14. Схема деталі для ілюстрації програмування торцевої обробки деталі (цикл L05)

В процесі обробки по мірі зміни діаметру відбувається автоматичне безступінчасте регулювання частоти обертання шпинделя з метою підтримання постійності заданої швидкості різання, якщо до циклу L05 була задана функція G10.

Запис УП обробки торцевої поверхні деталі (рис. 1.15) наведена нижче: N001 S3 700 F0, 25 T1* – Третій діапазон, $n = 700$ об/хв., $s = 0,25$ мм/об.

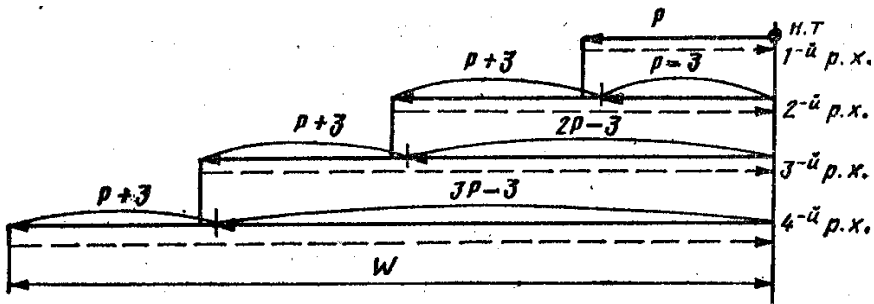


Рис. 1.15. Схема автоматичного циклу глибокого свердління L06

N002 X104-3 E* – Підхід до н. т. циклу 1.

N003 G10* – Завдання постійної швидкості різання.

N004 L05 X24* – Підрізання торця на робочій подачі (переміщення з 1 в 2), відскік на 1 мм (3), відведення на швидкому ході в точки 4 і 1.

N005 M02* – Кінець програми, повернення в і. т.

2.8 Цикл глибокого свердління L06

Глибоке свердління отвору виконують з періодичним виведенням свердла для його охолодження і зняття напруги повздожнього згину. Програмування такої обробки

виконується із застосуванням постійного циклу глибокого свердління з автоматичним розподілом на проходи – L06.

Структура циклу глибокого свердління має наступний вигляд:

L06, P, W,

де W – довжина різьби, програмується зі знаком “ - ”;

P – максимальна глибина різання за один прохід (на радіус):

– при багатопрохідному циклі параметр P приймають меншим глибини різьби;

– при однопрохідному циклі P приймають рівним глибині різьби.

Цикл включає переміщення на робочій подачі на величину P, повернення на швидкому ході в п. т., переміщення на швидкому ході в точку, що відстає від точки попереднього свердління на 3 мм, переміщення на робочій подачі на величину (P+3) мм і т. д. до досягнення необхідної глибини свердління W (рис. 1.15).

Фрагмент УП для глибокого свердління наведений нижче:

N007 S2 400 F0, 35 T2* – Другий діапазон, n = 400 об/хв.,
s = 0,35 мм/об.

N008 X0 Z6 E* – Підхід до п. т. циклу.

N009 L06 P46 W-180* – Свердління на глибину 45 мм за один прохід (загальний шлях проходу свердла 180 мм).

N010 M02* – Кінець програми.

2.9 Цикл нарізання різьби мітчиком або плашкою L07

Для програмування нарізання внутрішньої різьби мітчиком, а зовнішньої різьби плашкою застосовують постійний цикл L07. Структура циклу має наступний вигляд:

L07, F, W.

де F – крок різьби;

W – загальний шлях проходу інструменту (з урахуванням повітряного зазору і перебігу).

Цикл включає наступні дії:

- переміщення ріжучого інструменту на величину W при подачі, рівній кроку F ;
- реверс шпинделя;
- повернення в п. т.

Фрагмент УП нарізання різьби мітчиком наведений нижче:

N015 S2 120 T3* – Другий діапазон, $n = 120 \text{ хв}^{-1}$; виклик мітчика на робочу позицію.

N016 XO Z3 E* – Підхід до п. т. циклу.

N017 L07 F1, 5 W – 53* – Нарізання різьби з кроком 1,5 мм на довжину 50 мм.

N018 M02* – Кінець програми.

2.10 Цикли багатопрохідної обробки L08, L09

Багатопрохідна обробка циліндричних заготовок або заготовок з контуром, близьким до кінцевого, наприклад, поковок, з автоматичним розподілом на проходи програмується відповідно циклами L08 і L09.

Структура постійних циклів L08 і L09 має наступний вигляд:

L08 (L09), A, P,

де A – припуск під чистову обробку в мм (якщо чистовий робочий хід не задається, то $A=0$);

P – максимальна глибина різання, мм, за один робочий хід (на сторону).

Цикли L08 і L09 застосовують при обробці деталей з діаметром, що збільшується при зовнішній обробці або ті, що зменшуються при внутрішній обробці. Після програмування кадру, що містить ці цикли, необхідно запрограмувати опис кінцевого контуру деталі, що може складатися з одного або декількох кадрів, але не більш п'ятнадцяти. Кадри з фасками і галтелями вважаються за два.

Деталь описують в сторону шпинделя. Ознакою закінчення опису деталі служить функція M17. Припуск під чистову обробку по осі Z визначається шляхом ділення заданого

припуску по діаметру на чотири. Початковою точкою циклу L08 є початок заготовки.

УП для обробки східчастого циліндричного валика за циклом L08 (рис. 1.17.) наведена нижче:

N001 S2 500 F0, 3 T1* – Другий діапазон, $n = 500 \text{ хв}^{-1}$, $s = 0,3 \text{ мм/об}$; різцетримач встановлюють в першу позицію.

N002 X80Z2E* – Швидкий підхід до п. т. циклу.

N003 Z0* – Підведення до п. т. циклу.

N004 L08 A0 P5* – Багатопрхідна обробка (припуск під чистову обробку A0, глибина різання 5 мм)

N005 X20 C2* – Обробка фаски $2 \times 45^\circ$ (точка 2). N006 Z – 50* – Підведення в точку 3.

N007 X40* – Підведення в точку 4.

N008 Z – 110 Q3* – Обробка галтелі R3 (точка 5).

N009 X84 M17* – Відведення в точку 6, кінець опису деталі. N10 MO2 – Кінець програми, повернення в і. т.

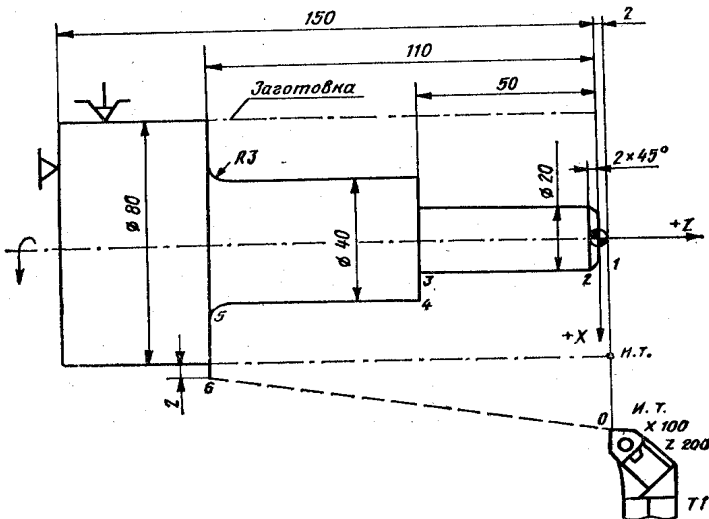


Рис. 16. Схема до програмування зовнішнього точіння (цикл L08)

Для визначення координат початкової точки циклу L09 необхідно спочатку обчислити величини максимальних припусків по довжині на сторону і діаметрі. Якщо чотирикратний припуск по довжині більше припуску по діаметру, то координату $X_{п.т.}$ знаходять як суму діаметру правого торця і чотирикратного припуску по довжині, а координату $Z_{п.т.}$ – як суму координат Z торця і припуску по довжині на сторону.

Коли чотирикратний припуск по довжині на сторону менший, ніж припуск по діаметру, то координатою $X_{п.т.}$ є сума діаметру правого торця і припуску на діаметрі, а координатою $Z_{п.т.}$ – сума координати Z торця і припуску по діаметру, поділеному на чотири. Наприклад, для заготовки (рис. 1.17) чотирикратний припуск по довжині на сторону дорівнює 20 мм, тобто більше припуску на діаметр. Отже, координата $X_{п.т.}$ буде дорівнювати 80 мм ($60 + 20 = 80$ мм), а координата $Z_{п.т.} = 5$ мм.

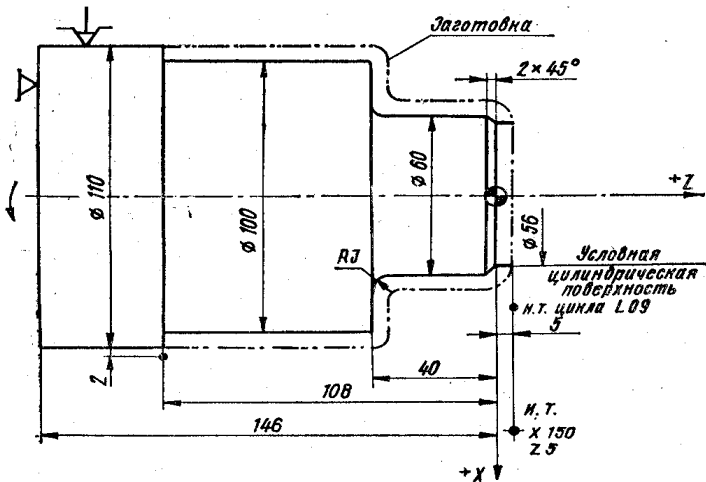


Рис. 1.17. Схема до програмування зовнішнього точіння (цикл L09)

Якщо кінцевий контур деталі починається з фаски, галтелі або конуса, необхідно програмувати перед циклом L09 умовний циліндричний східець на довжині припуску за координатам X і Z (рис. 1.17).

УП для обробки циліндричного східця у випадку застосування циклу L09 (рис. 1.17) має вигляд:

N001 S2 600 F0, 5 T1* – Завдання технологічних параметрів.

N002 X80 Z5 E M08* – Підхід, різця до початкової точки циклу L09, включення подачі ЗОР.

N003 G10* – Завдання постійної швидкості різання.

N004 L09 A0 P3* – Завдання максимальної глибини різання 3 мм на радіус.

N005 X56* – Умовний циліндричний східець.

N006 Z0*

N007 X60 C2* – Програмування фаски 2 x 45°

N008 Z - 40 Q3* – Обробка Ø60 мм і галтелі R3 мм.

N009 X100* – Підрізання виступу до Ø100 мм.

N010 Z - 108* – Обробка Ø100 мм.

N011 X114 M17* – Підрізання виступу до Ø114мм Кінець опису деталі. N012 Z0 E* – Відхід по осі Z на координату Z = 0.

N013 X62 E* – Підведення по осі X на координату X62. N014 X0, F0,25* – Підрізання торця.

N015 Z1 E M09* – Відхід на координату Z = 1, вимкнення подачі ЗОР. N016 M02* – Кінець програми.

2.11 Цикл чистової обробки по контуру з заданого номера кадру L10

В тих випадках, коли при обробці з одного установу виконується чорнове і чистове точіння (в одній УП), для спрощення програмування і зменшення обсягу УП застосовують постійний цикл чистової обробки по контуру з заданого кадру L10. В цьому випадку чистова обробка виконується по програмі для чорнової обробки.

Структура циклу має вигляд:

L10, B,

де B – номер кадру початку повторення опису контуру деталі.

В першу чергу необхідно запрограмувати п. т. циклу, координати якої повинні співпадати з координатами начала кінцевого контуру.

Ознакою кінця опису контуру деталі для циклу L10 є функція M17.

Запис УП для обробки деталі (рис. 1.16) з чорновим і чистовим точінням (цикли L08 та L10) наведена нижче:

N001 S2 500 F0, 3 T1* N002 X80 Z2 E* N003 ZO*

N004 L08 A1 P5* – Завдання чорнової обробки. Припуск на чистову обробку 1 мм (діаметральний).

N005 X20 C2*

N006 Z-50* N007 X40* N008 Z-110 Q3* N009 X84 M17*

N010 S2 1000 F0,1 T2* N011 ZO E*

N012 X16 E*

N013 L10 B5* – Завдання чистової обробки з кадру N005.
N014 M02*

2.12 Цикл повторення частини програми L11

Якщо однакові елементи розміщені на деталі через рівномірні проміжки (мають постійний крок), то їх програмування значно спрощується у випадку застосування постійного циклу L11.

Структура циклу має наступний вигляд:

L11, H, B,

де H – число повторень однакових елементів.

Ознакою кінця дільниці програми, що буде повторюватися в циклі L11, є функція M18.

Фрагмент УП з застосуванням циклами наведений нижче:

N005 S2 X300 F0, T2* – Частина УП, що описує проточування канавки. N006 X84 ZO E* – (цикл L02) з

наступним зміщенням по осі Z. N007F1,5W-25E* – на 25 мм для завдання циклу L11.

N008 F0,1 X80, 5*

N009 L02 D0.5 X60 A12 P4* N010 X84 W-8 F1, 5 M18*

N011 L11 H2 B7* – цикл L11: число повторень -2, початок повторення з кадру 7. N012 W - 4* – Частина УП, що описує точіння скосу та враховує завдання циклу L11. N013 F0.5 U - 16 W4* - зміщення, по осі Z на 25 мм для наступного

N014 X84 E*

N015 F1, 5 W25 M18* – Кінець частини УП, що буде повторюватись в циклі L11. N016 L11 H3 B12* – Цикл L11: число повторень -3, початок повторення з кадру 12.

Лабораторна робота № 2

ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ НА ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ (ЧПУ)

1 Мета роботи. Вивчити основні функції та параметри програмування, навчитися складати кадри керуючої програми для обробки поверхонь деталей на верстатах з ЧПУ.

2 Теоретичні відомості

Системи ЧПУ – це сукупність спеціалізованих пристроїв методів і засобів, необхідних для роботи верстата, яка призначена для видачі керуючих дій виконуючим органом верстата у відповідності з управляючою програмою. Стандартна система керування верстатом з ЧПК представлена на рис. 2.1.

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. 2.1).

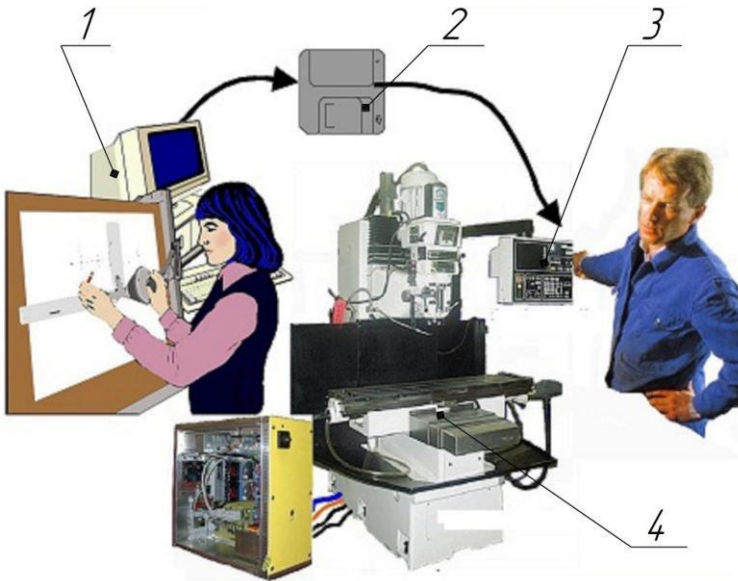


Рис. 2.1. Стандартна система управління верстатом з ЧПУ:
1 – CAD/CAM програма; 2 – підпрограма; 3 – контролер;
4 – верстат

2.1 Розробка управляючої програми

Управляюча програма (УП) має координати точок траєкторії інструмента, значення швидкості різання V або частоти обертання шпинделя S , подачі F , а також технологічні команди (зміна інструмента, включення, охолодження та ін.).

При записі кадрів під «словом» програми мають на увазі послідовність символів, що розглядаються в певному зв'язку як єдине ціле. Воно складається з адреси, позначеної літерою, і числа, що відображає або величину переміщення, або швидкість подачі, або код якоїсь іншої функції. Наприклад, слово $Y + 013345$ означає наступне: переміщення супорта верстата в

позитивному напрямку осі Y на величину 13 345 імпульсів, що при дискретності 0,01 мм/імп. 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, необхідні для обробки певної ділянки або для виконання допоміжних функцій (початок програми, підвід інструменту та ін.). 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, розташованих у певному порядку і таких, що несуть інформацію про технологічну операцію, називають кадром програми. Кожному слову при записі програми кадрами відведено певне число рядків.

Записи фразами зі змінною довжиною можуть виконуватися трьома способами: адресним, табуляційним і 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 Н (знак закінчення фрази). Якщо застосовують табуляційний спосіб запису, то всі слова фрази слідуєть один за одним в певній послідовності, їх поділяють буквою Я (знак табуляції, умовно позначається TAB). В універсальному способі записи використовують окремі елементи адресного і табуляційного способів.

Тому основними етапами підготовки УП є:

- Розробка технологічної операції (схеми установки і закріплення деталі, схеми обробки, інструмент, режими різання – 20...30 % трудовитрат);
- Розрахунок керуючої інформації (геометричної і технологічної (40...45 %));

- Кодування, контроль і налагодження – 20...25 %.

Для програмування руху інструменту необхідно провести розрахунок координат характерних точок траєкторії – так названих опорних точок, в яких змінюється напрям або/і швидкість руху інструмента, або видаються технологічні команди. Розрахунок виконується на основі відомої геометрії оброблюваної поверхні з урахуванням форми інструмента – як правило, програмуються вершини фрези або центра заокруглення, тобто еквідистанти до перерізу деталі (рис. 2.2).

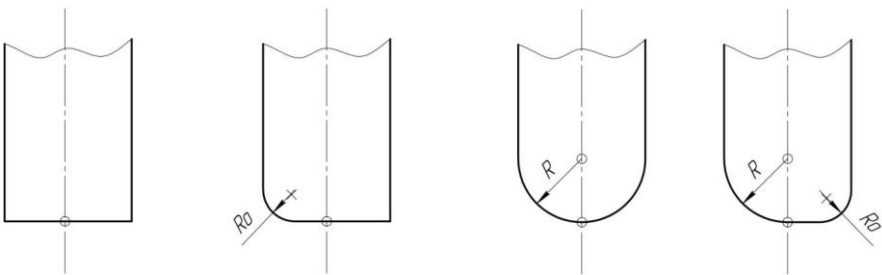


Рис. 2.2. Геометрія оброблюваної поверхні

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

Управляюча програма являє собою послідовність кадрів (кодів). Кожна стрічка програми називається кадром. Склад кадру – номер і одне або декілька інформаційних слів. Структура управляючої програми та кадру для будь-якої системи ЧПУ наведена на рис. 2.3.

На початку і в кінці програми ставиться знак «%». По цьому символу 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.

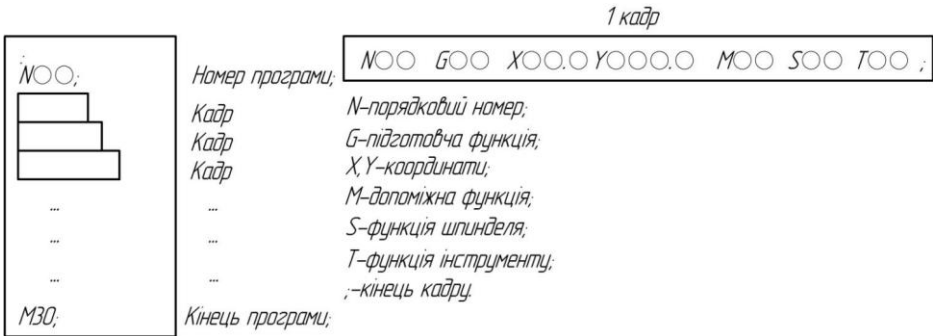


Рис. 2.3. Структура управляючої програми та кадру

Перед кодуванням інформації виконують умовно запис кадру, використовуючи для цього літерні, графічні і цифрові символи наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1
Кодові символи, які використовуються в УП

Символ	Значення
A	Кут повороту навколо вісі X
B	Кут повороту навколо вісі Y
C	Кут повороту навколо вісі Z
D	Друга функція інструмента
E	Друга функція подачі
F	Перша функція подачі
G	Підготовча функція
H	Не визначено
I	Параметр інтерполяції або крок різьби паралельно
J	Параметр інтерполяції або крок різьби паралельно

K	Параметр інтерполяції або крок різьби паралельно
L	Не визначено
M	Допоміжна функція
N	Номер кадру
O	Не визначено
P	Третинна довжина переміщення, паралельного вісі
Q	Третинна довжина переміщень, паралельного вісі Y
R	Переміщення на швидкому ході по осі Z або
S	Функція головного руху
T	Перша функція інструменту
U	Вторинна довжина переміщення, паралельного вісі
V	Вторинна довжина переміщення, паралельного вісі
W	Вторинна довжина переміщення, паралельного вісі
X	Первинна довжина переміщення, паралельного вісі
Y	Первинна довжина переміщення, паралельного вісі
Z	Первинна довжина переміщення, паралельного вісі
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 завдання дуги. Описи містять прототипи команд, написані іншим шрифтом. У прототипах команд, тильда (~) означає реальне значення. Як 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 осі (будь-який з них $X \sim$, $Y \sim$, $Z \sim$, $V \sim$, $C \sim$, $U \sim$, $V \sim$, $W \sim$), то воно позначає точку призначення. Номери осей 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 і W це синоніми A , B і 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, значення наступні 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 явний числа як тільки що було показано в прикладі рідко буває корисним.

Якщо в прототипі написано $L \sim$, то найчастіше " \sim " буде сприйнято як " L число". Відповідно " \sim " в $H \sim$ 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 значення відповідають X , Y , Z , A / U , B / V , C / W виразів і до належать I , J , K або R виразами коли вони використовуються.

2.2 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 – позиціювання (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 інструмента;

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

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

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. 2.2 наведені основні G-коди.

Таблиця 2.2

Підготовчі функції (G-коди)

Позначення	Опис
G00	Лінійна інтерполяція при прискореному переміщенні
G01	Лінійна інтерполяція з швидкістю подачі
G02	Кругова інтерполяція по годинниковій стрілці
G03	Кругова інтерполяція проти годинникової стрілки
G04	Зупинка з витримкою часу (свердління). Точназупинка
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 годинниковій стрілці в полярних координатах
G14	Можливість програмувати коефіцієнта підсилення по
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 осей
G23	Програмування умовного переходу
G24	Програмування безумовного переходу
G28	Повернення в початкове положення
G28.1	Калібрування осей
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	Компенсація радіуса інструмента
G41	Компенсація радіуса інструмента
G42	Компенсація радіуса інструмента
G43	Відступ довжини інструмента
G44	Відступ довжини інструмента
G49	Відступ довжини інструмента
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
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
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
G78	Активація свердлильної осі
G79	Деактивація однієї свердлильної осі 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

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 завдання 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 інструмента і його коректора. Звичайно перші 2 знака – № інструмента, другі 2 – № коректора.

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

Таблиця 3.3

Допоміжні функції (М-коди)

Позначення	Опис
M0	Програмуюча зупинка
M1	Зупинка за вимогою програми
M2	Зупинка УП, повернення робочих органів в вихідне положення
M3/4	Контроль шпинделя (рух шпинделя за годин. стрілкою/проти годин. 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 та ін.
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

2.3 Порядок проведення роботи

Пояснення викладачем основних положень програмування в системі Mach3;

Демонстрація інженером інтерфейсу системи ESPRIT та особливості роботи в ній;

Розшифрувати кадр керуючої програми, згідно з варіантом завдання.

3 Контрольні питання

- 3.1. Які складові стандартної системи керування обладнанням з ЧПУ?
- 3.2. Які основні етапи підготовки керуючої програми?
- 3.3. Які складові кадру керуючої програми?

4 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 таблиці нижче.

№ вар.	Завдання
1	N01G94G21G01X40Y20F100
2	N02G94G20G01X1Y2Z-1F300S1200
3	N03G95G21G01X55Y15Z-10F0.1
4	N04G95G20G01X4Y3Z-2F0.05S1000
5	N05G95G71G02X10Y15R20Z5F200
6	N06G95G70G02X1Y2R3Z1 F0.05
7	N07G90G21G00X0Y20Z-30S800
9	N09G94G21G01X50Y60M7
10	N10G95G70G01X3Z-3 F0.05
11	N11G94G21G00X15Y45T2
12	N12G94G90G21G17G02X100Y80I50J-15F100
13	N13G94G90G21G17G03X100Y80I-15J50S600
14	N14G21G17G02X50Y50J-50S1100
15	N15G21G17G03X40I20M6
16	N16G20G17G02I3F0.1
17	N17G91G20G17G03X1Y0Z-0.2I-1J0F0.05
18	N18G94G21G01X0Y50Z-40F100S900

Лабораторна робота № 3

БУДОВА ТА ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ (ЧПУ)

1 Мета роботи: вивчити основні вузли і принципи керування фрезерного верстата з ЧПУ.

2 Теоретичні відомості

Верстата призначенні для обробки плоских і фасонних поверхонь заготовок складної форми. Конструкції верстатів з ЧПУ подібні до конструкції традиційних фрезерних верстатів, але відрізняються від останніх автоматизацією переміщення за допомогою керуючої програми при формоутворенні.

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

Фрезерний верстат з ЧПУ має наступні вузли (рис. 3.1):

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

2. Направляючі. Існують лінійні направляючі (рис. 3.2) і 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.) і меншу точність інтерполяції. Лінійні

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



Рис. 3.1. Основні вузли вертикально - фрезерного верстата з ЧПК:

- 1 – стіл; 2 – станина; 3 – робочий стіл; 4,5,6 – крокові електродвигуни; 7,8,9 – полозки для поздовжнього, поперечного і вертикального переміщення; 10 – лещата; 11 – спеціальний пристрій; 12 – пульт керування; 13 – ЕОМ

3. Шпиндель – це один із самих головних вузлів верстату, 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 – шпindel ь являє собою електродвигун, до якого закріплюється інструмент. Перший різновид найбільш розповсюджений і значно дешевший у виготовленні. Його головним недоліком є невисока частота обертання (до 15000 об/хв.). Для багатьох операцій цей недолік не є суттєвим, проте при обробці складних поверхонь штампів або прес-форм необхідна висока частота обертання. Другий тип шпindel ь може розвивати більше 100000 об/хв.



Рис. 3.2. Лінійні направляючі

Приводи подач. Високомоментні електродвигуни, обертальний рух ротора яких перетворюється в лінійні переміщення робочих вузлів верстата за допомогою шарико-гвинтових пар (ШВГ) (рис. 3.3). Плинне положення визначається або за допомогою кругових датчиків на приводі, або за допомогою лінійних датчиків (лінійок), розміщених вздовж направляючих. Лінійні двигуни – особливий вид двигунів, у яких ротор і статор розміщені вздовж направляючих, а плинне положення визначається тільки за допомогою лінійок.



Рис. 3.3. Шарико-гвинтовий механізм

Останні мають значно більш високу точність, за рахунок виключення ШВГ – ланцюга, який вносить похибки особливо при зміні напрямку руху. Проте лінійні двигуни ще досить дорогі і складні в виготовленні, але майбутнє за ними.

5. Система ЧПУ. Існує велика кількість різних систем ЧПУ, які мають свої переваги і недоліки. Самими розповсюдженими є Fanuc (рис. 3.4) і Siemens, для високоточних малогабаритних деталей Mach3.



Рис. 3. 4. Система ЧПК Fanuc

6. Магазин для інструментів. Тип «Парасолька» (рис. 3.5) – інструменти розміщені вертикально. За кожним карманом жорстко закріплено свій номер. Недорогий, але повільний (час зміни 8-15 с).

Тип «Рука» (рис. 3.6) – 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. 3. 5. Магазин для інструментів.
Тип «Парасолька»



Рис. 3.6. Магазин для інструментів. Тип «Рука»

В верстатах з ЧПУ управління здійснюється від програмносія, на який в числовому виді занесена геометрична і технологічна інформація.

Системи ЧПУ – це сукупність спеціалізованих пристроїв методів і засобів, необхідних для роботи верстату, яка призначена для видачі керуючих дій виконуючим органом верстата у відповідності з управляючою програмою. Структурна схема системи ЧПК представлена на рис. 3.7.

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

Зчитуючий пристрій (ЗП) зчитує інформацію з програмносія. Інформація поступає в пристрій ЧПУ, який видає управляючі команди на цільові механізми (ЦМ) верстата, здійснюючі основні і допоміжні рухи циклу обробки. ДОСі на основі інформації (фактичне положення, швидкість переміщення виконуючих вузлів, фактичний розмір

оброблюваної поверхні, теплові і силові параметри технологічної системи та ін.) контролюють величину переміщення цільових механізмів (ЦМ).

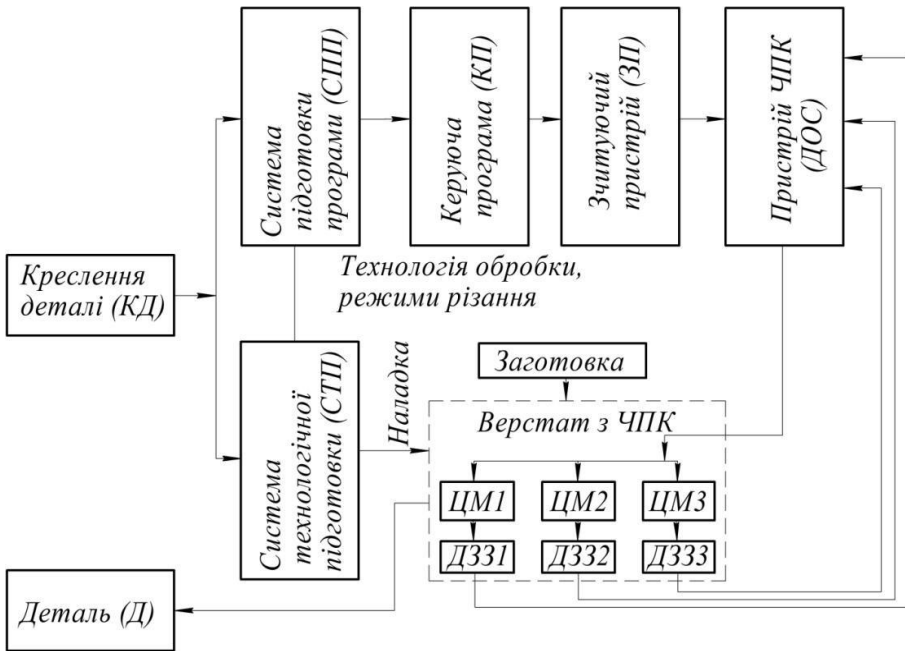


Рис. 3.7. Структурна схема системи ЧПУ

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

Система ЧПУ може видозмінюватись у залежності від виду програмоносія, способу кодування інформації в керуючій програмі (КП) і методу її передачі в систему ЧПУ. Пристрій ЧПУ розміщують поряд з верстатом або безпосередньо на верстаті. Двигуни приводів подач верстатів з ЧПУ мають

спеціальну конструкцію, працюючи з конкретним пристроєм і є складовою частиною ЧПУ.

Всі дані, необхідні для обробки заготовки на верстаті, ЧПУ 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 ЧПУ 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 ЧПУ мають дискретність 0,01 мм/імпульс.

Впроваджується у виробництво системи з дискретністю 0,001 мм/імпульс.

Класифікація систем ЧПУ.

Системи ЧПУ класифікуються за такими ознаками:

- за рівнем технічних можливостей;
- за технологічним призначенням;
- за числом потоків інформації (незамкнуті, замкнуті, адаптивні);
- за принципом завдання програм (в абсолютних координатах або в прирощених від ЕОМ);
- за принципом приводу (ступінчастий, корегуючий, відслідковуючий-кроковий);
- за числом одночасно керуючих координат;
- за способом підготовки і вводу керуючої програми.

3 Порядок проведення роботи

Пояснення викладачем будови, особливостей керування фрезерним верстатом з ЧПУ;

Демонстрація інженером роботи фрезерного верстата з ЧПУ на комп'ютері.

4 Контрольні питання

- 4.1. Які вузли фрезерного верстата з ЧПУ?
- 4.2. Які типи магазинів використовуються на верстатах з ЧПУ?
- 4.3. Які складові структурної схеми системи ЧПУ?

5 Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, описати структурну схему системи числового програмного управління фрезерного верстату, привести введений кадр керуючої програми, згідно варіанту завдання, які приведені нижче.

№ вар.	Завдання
1	N01G94G21G01X40Y20F100
2	N02G94G20G01X1Y2Z-1F300S1200
3	N03G95G21G01X55Y15Z-10F0.1
4	N04G95G20G01X4Y3Z-2F0.05S1000
5	N05G95G71G02X10Y15R20Z5F200
6	N06G95G70G02X1Y2R3Z1 F0.05
7	N07G90G21G00X0Y20Z-30S800
8	N08G90G20G17G03X2Y3R2Z-1.5 F0.2
9	N09G94G21G01X50Y60M7
10	N10G95G70G01X3Z-3 F0.05
11	N11G94G21G00X15Y45T2
12	N12G94G90G21G17G02X100Y80I50J-15F100
13	N13G94G90G21G17G03X100Y80I-15J50S600
14	N14G21G17G02X50Y50J-50S1100
15	N15G21G17G03X40I20M6
16	N16G20G17G02I3F0.1
17	N17G91G20G17G03X1Y0Z-0.2I-1J0F0.05
18	N18G94G21G01X0Y50Z-40F100S900

Лабораторна робота № 4

БУДОВА ТА ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ (ЧПУ)

1 Мета роботи: вивчити основні вузли і принципи керування токарного верстата з ЧПУ.

2 Теоретичні відомості

Токарні верстати з ЧПУ призначені для зовнішньої і внутрішньої обробки складних заготовок деталей типу тіл обертання. Токарні верстати складають найзначнішу групу по номенклатурі в парку верстатів з ЧПУ. На токарних верстатах з ЧПУ виконують традиційний комплекс технологічних операцій: точіння, відрізки, свердління, нарізування різьби і ін..

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

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

В основі класифікації токарних верстатів з ЧПУ лежать такі ознаки:

– розташування осі шпинделя (горизонтальні і вертикальні верстати);

- число використовуваних в роботі інструментів (одно- і 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 і автомати).

Токарні верстати з ЧПУ являють собою органічне сполучення технологічної машини для розмірної обробки з керуючою обчислювальною машиною. Заміна ручного керування виробничими процесами у дрібносерійному та одиничному виробництвах може бути здійснена з використанням верстатів ЧПУ, робота яких в автоматичному режимі здійснюється від керуючої системи на основі ЕОМ. Це дає можливість швидко здійснювати переналадження на виготовлення різноманітними деталей.

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 верстати з програмним управлінням поділяють на верстати з цикловим (ЦПУ) та числовим (ЧПУ) керуванням.

Програма ЦПУ 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 ЧПУ досить тривале.

Конструкції верстатів з ЧПУ і їх різновиди визначають видом виробництва, типом оброблюваних деталей, точністю виготовлення. Токарні верстати з ЧПУ призначені для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь заготовок типу тіл обертання. Токарний верстат з ЧПУ має такі вузли і механізми (рис. 4.1):

станина 1, передня бабка 2, де розміщена коробка швидкостей з безступінчастим регулюванням частоти обертання шпинделя.

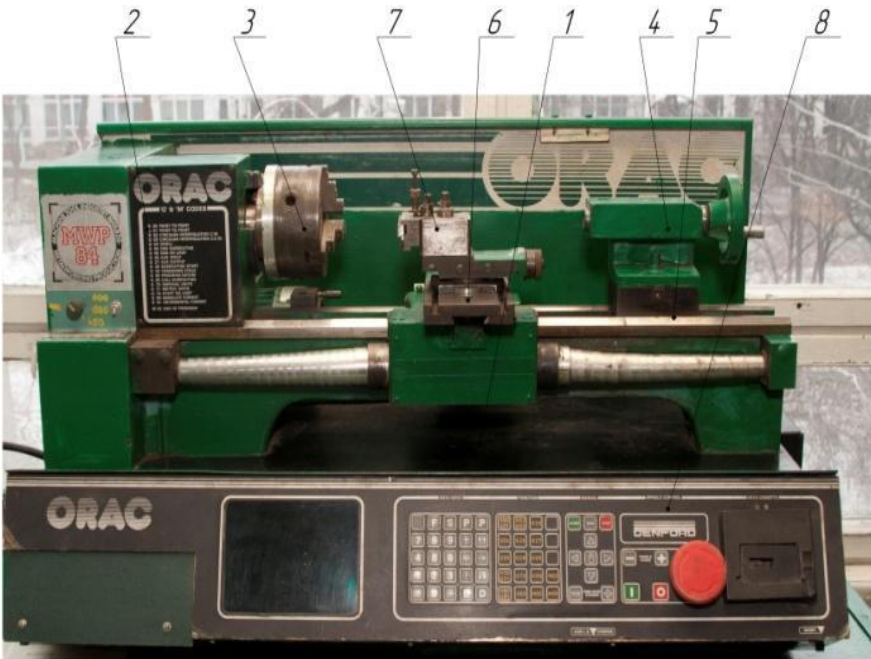


Рис. 4.1. Токарний верстат з ЧПУ моделі ORAC MBC 84:
1 – станина; 2 – передня бабка; 3 – трикулачковий патрон;
4 – задня бабка; 5 – полозки поздовжні; 6 – полозки поперечні; 7
– різцетримач; 8 – панель керування

На кінці шпинделя встановлюється пристрої для закріплення заготовок; задня бабка 4 – для підтримки другого кінця заготовки, якщо вона довга, а також для встановлення інструментів – свердла, зенкера, розгортки для обробки отворів; супорт (різцетримач) 7 для закріплення різців і надання їм поперечної подачі (вісь x) від окремого джерела енергії; ходовий гвинт – для надання ріжучим інструментом різцем поздовжньої подачі (вісь z); система змащення, електронні пристрої для

керування. Керування верстата здійснюється від електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) 9, або від електронного пристрою, розміщеного у верстаті.

В номенклатурі парку верстатів з ЧПУ – одна із значних груп. На верстатах з ЧПУ виконують традиційний комплекс операцій: точіння, відрізання, свердління, нарізання різьби за допомогою різьбових різців та ін.

2.1 Види верстатів з ЧПУ

Центрові верстати з ЧПУ – для обробки деталей типу вал з прямолінійними і криволінійними контурами, а також для нарізання різьби різцем по програмі.

Патронні – для обточування, свердління, розгортання, зенкерування, цекування, нарізання різьби мітчиками у вістових отворах деталей типу фланець, зубчастих коліс, кришок. Можливе нарізання різцем внутрішньої і зовнішньої різьби різцем по програмі.

Патронно-центрові верстати з ЧПУ – для зовнішньої і внутрішньої обробки різних складних деталей типу тіл обертання; мають технологічні можливості токарних центрових і патронних верстатів.

Карусельні – для обробки заготовок складних корпусів.

Токарні верстати з ЧПУ 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 і 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 плоскозубчасті торцеві муфти, які забезпечують високу точність і

жорсткість. В пази револьверних головок встановлюють взаємозамінні інструментальні блоки, які налагоджують на розмір поза верстатом.

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

Для токарної обробки однієї заготовки необхідно не більше 10 інструментів. Для важкооброблюваних матеріалів інструменти мають малу стійкість; використовують менше 10 інструментів.

За кількістю потоків інформації системи ЧПУ поділяють на розімкнуті, замкнуті і 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 і точність верстатів є приводи подач, які поділяються на крокові та слідкуючі. Найпростішим варіантом привода в розімкнутих системах з ЧПУ 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 ЧПУ 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.

2.2 Загальні відомості про систему керування верстатів з ЧПУ

За технологічним призначенням і функціональним можливостям системи ЧПУ 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, керуючі 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, які забезпечують одночасне або послідовне керування функціонуванням ряду вузлів і механізмів верстата.

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

В моделях верстатів з ЧПУ для призначення ступеня автоматизації додається літера Ф з цифрою:

Ф1 – верстати з цифровою індексацією і попереднім набором координат;

Ф2 – верстати з позиційними і прямокутними системами ЧПУ;

Ф3 – верстати з контурними системами ЧПУ;

Ф4 – верстати з універсальною системою ЧПУ для позиційної і контурної обробки.

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

Використання конкретного виду обладнання з ЧПУ залежить від складності деталі, що виготовляють, і серійності виробництва. Чим менша серійність, тим більшу технологічну гнучкість повинен мати верстат.

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

- суттєво скорочується час налаштування інструменту 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 подрібнення стружки;
- відкидається необхідність в заточці інструменту.

2.3 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 та ін.

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 кресленика, то можна спочатку записати послідовність блоків обробки у вигляді таблиці з вказівкою в ній режимів різання у відповідності з вибраним інструментом.

2.4 Конструктивні особливості верстатів з ЧПУ

Конструктивні особливості верстатів з ЧПУ полягають в наступному:

- 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: вилучення 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 та пристрої головного пуску і реверсу є окремими електронними блоками керування;

- шпинделі верстатів з ЧПУ виготовляють точними, жорсткими з підвищеною зносостійкістю шийок, посадочних і базових поверхонь. Конструкція шпинделя ускладнюється з-за вбудованих в нього пристроїв автоматичного розтиснення і затиснення інструменту, датчиків.

- розширення технологічних можливостей токарних верстатів можливе при стиранні відмінностей між токарними і фрезерними верстатами, додаванні відцентрового свердління та фрезерування контуру за рахунок програмованого повороту

шпинделя, а в деяких випадках можлива нарізання різьби не співвісних елементів заготовок.

Приклад складання програми деталі на токарному верстаті з ЧПУ з використанням системи ESPRIT наведений нижче.

Деталь, яку необхідно отримати зображено на рис. 4.2.

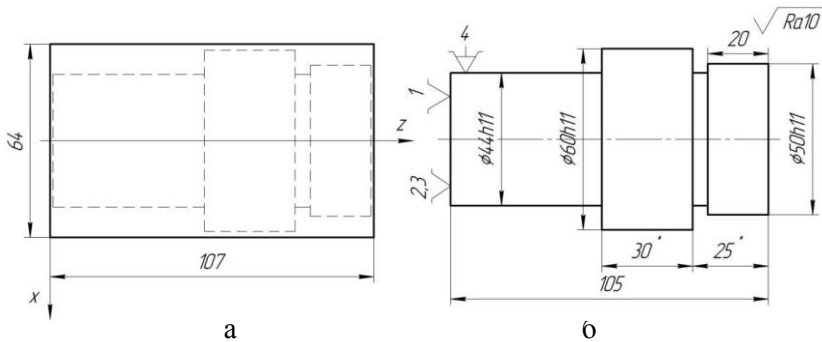


Рис. 4.2. Вихідна заготовка (а) та деталь (б)

Нами буде використовуватись наступний інструмент:

T1 – підрізний відігнутий різець для станка з ЧПУ;

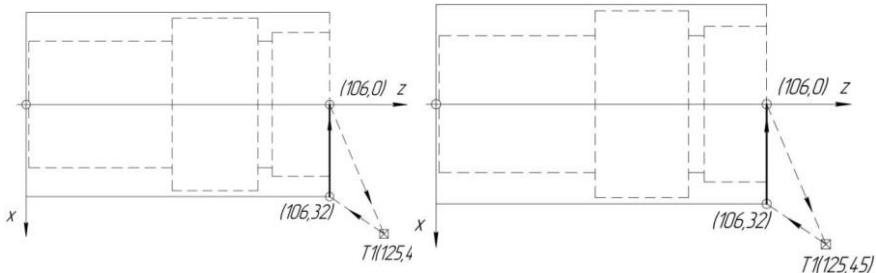
T2 – прохідний відігнутий різець для станка з ЧПУ;

T3 – канавковий різець для станка з ЧПУ.

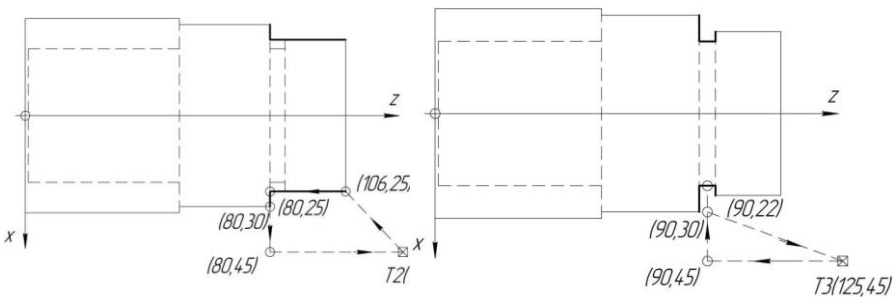
Обробку деталі здійснюємо: в абсолютних координатах станка (G90); в одиницях довжини, мм (G21); подачею переміщення інструменту в мм/об (G95); з постійною швидкістю різання (G96); в площині Z_X (G18);); M1 – зупинка програми за вимогою, M6 – автоматична зміна інструменту.

Програма точіння

Установ А

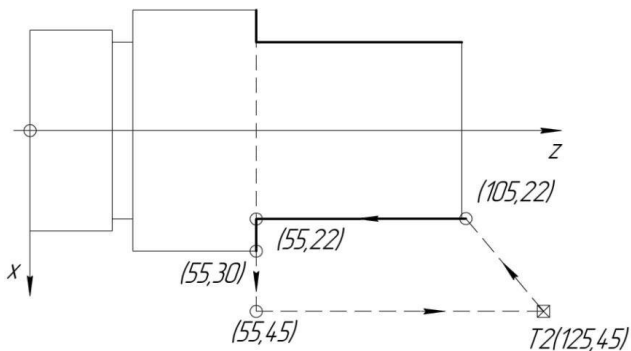
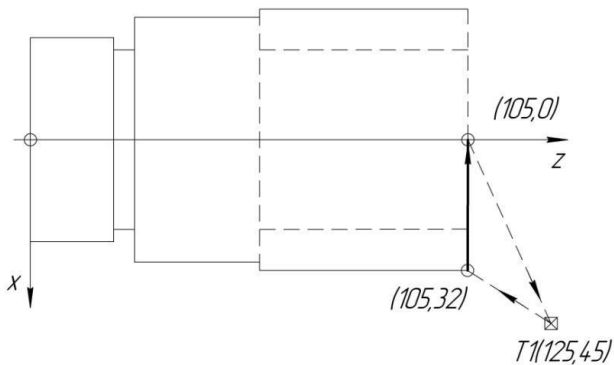


N1 G90 G21 X0 Z0 G95 G96 G18 T1 M6
 N2 G0 X45 Z125 F0.45 S185
 N3 G0 X32 Z106
 N4 G1 X0 Z106
 N5 G0 X45 Z125 M1 T2 M6
 N6 G0 X30 Z106
 N7 G1 X30 Z51
 N8 G0 X45 Z51
 N9 G0 X45 Z125
 N10 G0 X25 Z106



N11 G1 X25 Z80
 N12 G1 X30 Z80
 N13 G0 X45 Z80
 N14 G0 X45 Z125 M1 T3 M6
 N15 G0 X45 Z90
 N16 G1 X22 Z90
 N17 G0 X30 Z90
 N18 G0 X45 Z125 M1 T1 M6

Установ Б



N19 G0 X32 Z105
 N20 G1 X0 Z105
 N21 G0 X45 Z125 M1 T2 M6
 N22 G0 X22 Z105
 N23 G1 X22 Z55
 N24 G1 X30 Z55
 N25 G0 X45 Z55
 N26 G0 X45 Z125
 N27 M30

2.5 Порядок проведення роботи

Пояснення викладачем будови, особливостей керування токарним верстатом з ЧПУ.

Демонстрація інженером роботи токарного верстата з ЧПУ на комп'ютері.

3 Контрольні питання

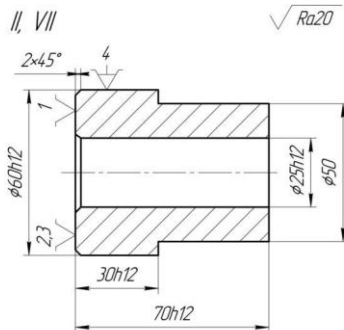
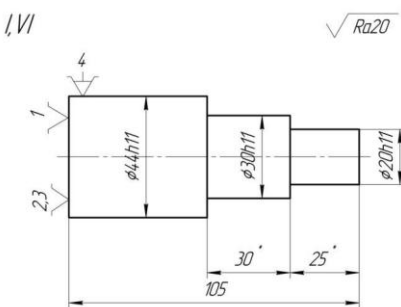
3.1. Які основні вузли токарного верстата з ЧПУ?

3.2. Що таке стандартизований блок обробки при розробці керуючої програми?

3.3. Як обмежити рухи по вісям X і Z на токарному верстаті з ЧПУ?

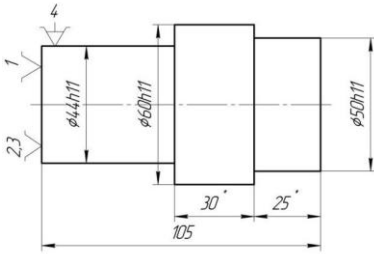
4 Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, привести програму для 2-х переходів точіння на токарному верстаті з ЧПУ згідно варіанту завдання, які наведені нижче.



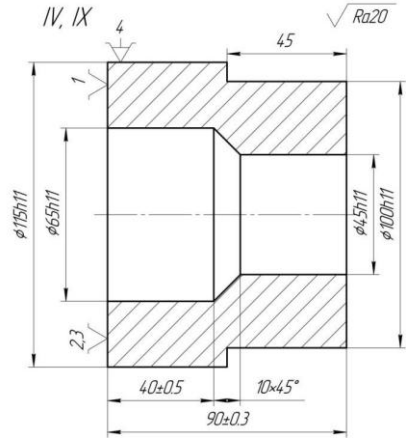
III, VIII

$\sqrt{Ra10}$



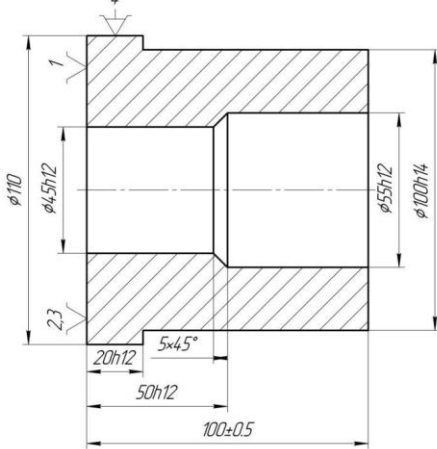
IV, IX

$\sqrt{Ra20}$



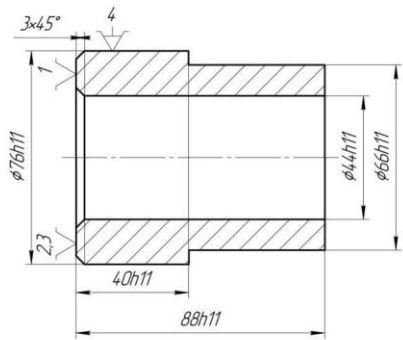
V, X

$\sqrt{Ra10}$



XI, XII

$\sqrt{Ra20}$



Лабораторна робота №5

ІНСТРУМЕНТИ ТА ПРИСТРОЇ ДЛЯ ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ (ЧПУ)

1 Мета роботи: розглянути основні інструменти та пристрої для фрезерних верстатів з ЧПУ.

2 Теоретичні відомості

2.1. Різальні інструменти

В цей час на світовому ринку працює велика кількість фірм, які виготовляють ріжучий інструмент. Лідерами є: концерн Sandvik (до складу якого крім даної фірми, входять Walter, SEKO, Titex, Prototyp, Dorner та ін.); 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 ефективним, тому що відповідає необхідність в переточці. Крім цього, замінивши пластини, оператор завжди може бути впевнений 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. 5.1, а) і 290 (рис. 5.1, б) – кут у плані 45 і 90, які призначені для зняття великого об'єму матеріалу по площині, для обробки фасок. Забезпечують високу чистоту поверхні.

CoroMill 245 (рис. 5.1, 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. 5.1, г), тобто інструменти з декількома рядами пластин по довжині. Вони використовуються для обробки глибоких уступів і стінок деталі за один прохід.

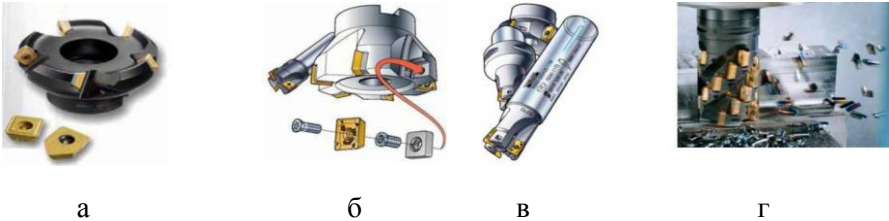


Рис. 5.1. Фрези CoroMill 245 (а); CoroMill 290 (б); CoroMill 390 (в) і двокромочні (г)

Для обробки складних поверхонь штампів і пресформ призначена гама фрез із круглими пластинами. CoroMill 200 (рис. 5.2, а) – фреза для чорнової обробки. CoroMill 300 – фрези невеликого діаметра для напівчистої обробки. CoroMill R216 і CoroMill R216F (рис. 5.2, б) – сферичні фрези для напівчистої та чистої обробки. Остання може оброблювати загартовані сталі з твердістю до 63 HRC.

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. 5.2, в).

Найбільш ефективним для зняття великого об'єму матеріалу можна досягти, використовуючи «плунжерні» фрези (рис. 5.2, 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.

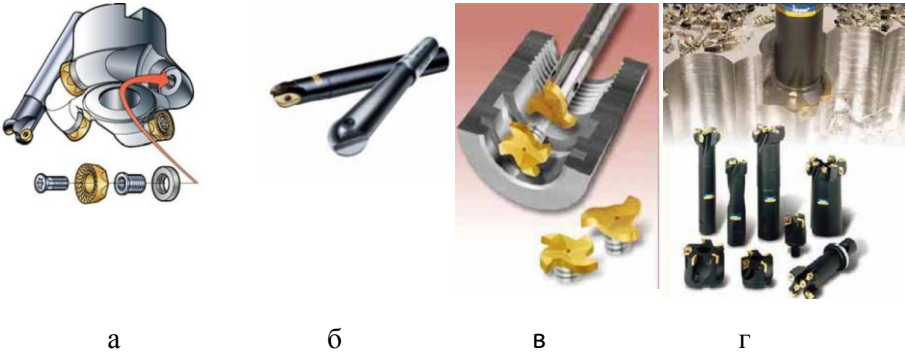


Рис. 5.2. Фрези CoroMill 200 (а); CoroMill R216 і CoroMill R216F (б); закріплення інструментів невеликих діаметрів (в);

Тіла обертання і складні циліндричні поверхні типу кулачків можна отримати фрезеруванням. Дану обробку можна виконати, як на токарно-фрезерних обробляючих центрах, так і на фрезерних верстатах з 4-ю віссю. Інструментом може бути торцеві (рис. 5.2, а), кінцеві (рис. 5.2, б, в) і дискові фрези (рис. 35.2, г).

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

2.2 Використання ріжучих пластин з кераміки при точінні

Використовують: кераміку на основі оксиду алюмінію; кераміку на основі нітриду кремнію.

Кераміка на основі оксиду алюмінію використовується двох груп:

- 1) білий – чистий оксид алюмінію;
- 2) чорнову – з добавками карбіду – SiC , карбіду – титану TiC – для підвищення міцності.

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

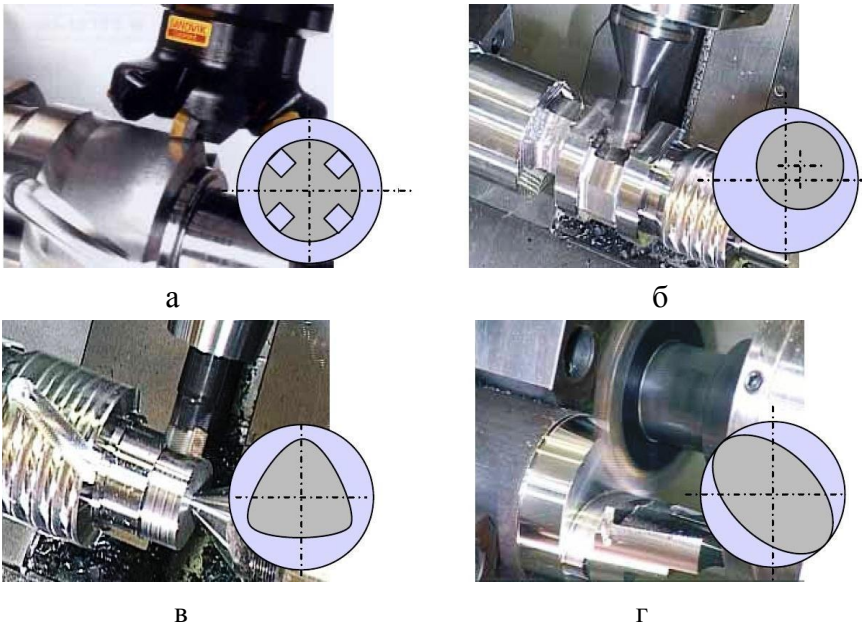


Рис. 5.3. Фрези торцеві (а); кінцеві (б і в) і дискові (д)

Кераміка на основі SiN (нітриду кремнію) з добавками оксиду спеціально підібраного 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 кутом нахилу 8...30°);

б) із захисним радіусом 0,05...0,15 мм.

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

2.3 Інструментальні пристрої

Основними елементами будь-якої фрезерної оправки є: конус, кільця, закріплююча частина (рис. 5.4).

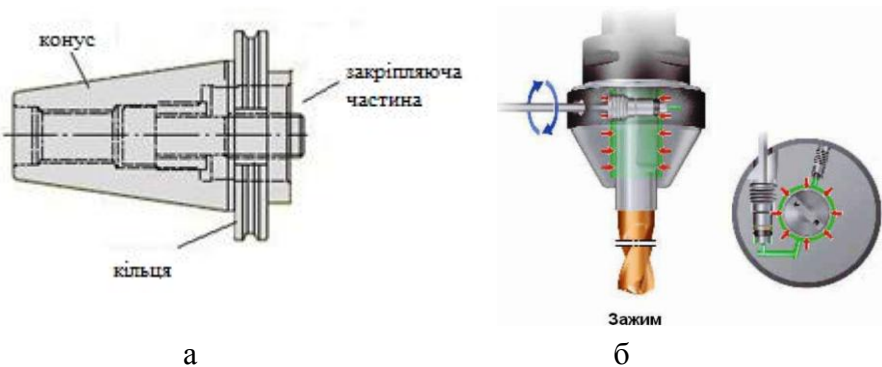


Рис. 5.4. Фрезерна оправка (а) та оправка з гідропластом (б)

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 магазина. На ривних існує багато стандартів (MAS 403 BT, DIN 69871-1, Yamazaki та ін.).

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

Для закріплення кінцевого інструмента невеликого діаметра (до 200 мм) широко використовуються цангові патрони (рис. 5.5, а). Вони забезпечують достатньою шорсткість закріплення для легких і середніх операцій. Биття установленого 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. 5.5, б).

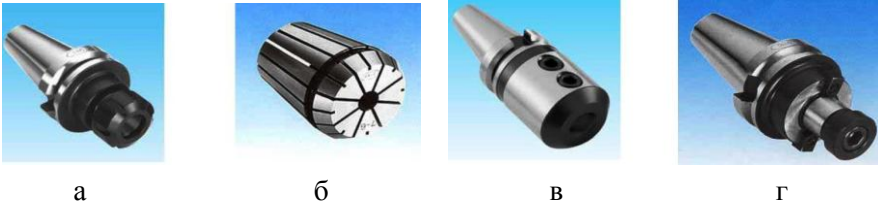


Рис. 5.5. Цанговий патрон (а), цанга типу ER (б) та цангові патрони з двома шпонками (в, г)

Інструменти з діаметром більше 20 мм або інструменти, які працюють на великих режимах різання, рекомендується використовувати з двома шпонками (рис. 5.5, в, г).

При роботі із значними частотами обертання шпинделя (більше 10000 об/хв.), одними з основних вимог до оправки є високі і стабільні зусилля закріплення і мінімальне биття інструменту. Цим вимогам відповідають оправки з гідропластом (рис. 5.4, б), гідромеханічним затиском (рис. 5.6, а) і термічним затиском.

В оправках першого типу тиск затиску створює малостискаєма речовина гідропласт при загвинчуванні гвинта в корпус.

Принцип роботи гідромеханічних оправок подібний з попереднім, тільки тиск створюється не гвинтом, а спеціальним

насосом (рис. 5.6, б). При цьому рідина, яка знаходиться в корпусі, діє на клиновий механізм, затискаючи інструмент.

Останній тип оправок заснований 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.

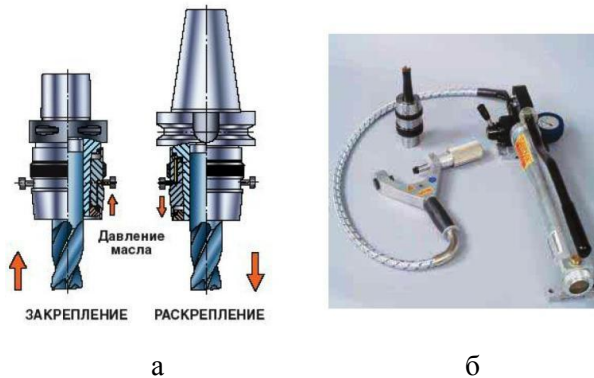


Рис. 5.6. Оправка гідромеханічним затиском (а) та гідромеханічним затиском із спеціальним насосом (б)

У вертикальному положенні обробляючого центра VDL-1000 отвір конуса шпинделя (рис. 5.7) №40 (7:24) в оправку інструмента загвинчується хвостовик інструмент ВТ40-45, який використовується для затиску інструменту за допомогою тарілчастих пружин. Інструмент може бути розтиснутим пневмо-гідравлічним циліндром. Під час заміни інструменту відбувається обдування конуса шпинделя сухим повітрям для очищення. Шпиндель приводиться в дію за допомогою пасу з

високим обертальним моментом, тому не відбувається проковзування, зменшується інерційність і рівень шуму.

2.4 Приводний інструмент

Сучасний приводний інструмент для фрезерних верстатів (рис. 5.7) значно розширює можливості обладнання. Приводний інструмент включає: осьові, кутові і поворотні регульовані головки, багатошпindelні головки, прискорювальні головки.



Рис. 5.7. Приводний інструмент для верстатів фрезерної групи з ЧПУ

3 Порядок проведення роботи

Пояснення викладачем основних інструментів та пристроїв для фрезерних верстатів з ЧПУ;

Демонстрація інженером різних типів інструментів та пристроїв, які використовуються на фрезерних верстатах з ЧПУ на комп'ютері.

4 Контрольні питання

4.1. Які основні типи інструментів та види пристроїв використовують на фрезерних верстатах з ЧПУ?

4.2. Які металокерамічні та керамічні матеріали використовують для фрез?

5 Зміст звіту

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

Лабораторна робота № 6 **ІНСТРУМЕНТИ ТА ПРИСТРОЇ ДЛЯ ТОКАРНИХ** **ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ** **КЕРУВАННЯМ (ЧПУ)**

1 Мета роботи: розглянути основні інструменти та пристрої для токарних верстатів з ЧПУ.

2 Теоретичні відомості

2.1. Різальні інструменти

В результаті аналізу експлуатації токарних верстатів з ЧПУ виявлені напрямлення підвищення продуктивності:

- скорочення основного та допоміжного часу за рахунок широко застосування комбінованих ріжучих інструментів;
- використання складних траєкторій переміщення простих інструментів;
- обробка елементарних поверхонь декількома ріжучими елементами;
- широке використання заготовок, які отримані методами точного лиття і кування з використанням підкладних штампів.

Основу вибору номенклатури інструменту складають правила обробки основних та додаткових поверхонь заготовок (послідовність переходів, траєкторії переміщення інструменту, режимів та ін.). Номенклатуру ріжучого інструменту визначають на основі аналізу форм, розмірів, необхідної точності та шорсткості основних та додаткових поверхонь деталей з урахуванням виду вибраної обробки. Величезна кількість робіт, виконуваних на верстатах токарної групи, обумовлює різноманітність типів токарних різців (рис. 6.1).

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. 6.2).



Рис. 6.1. Токарні різці

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.

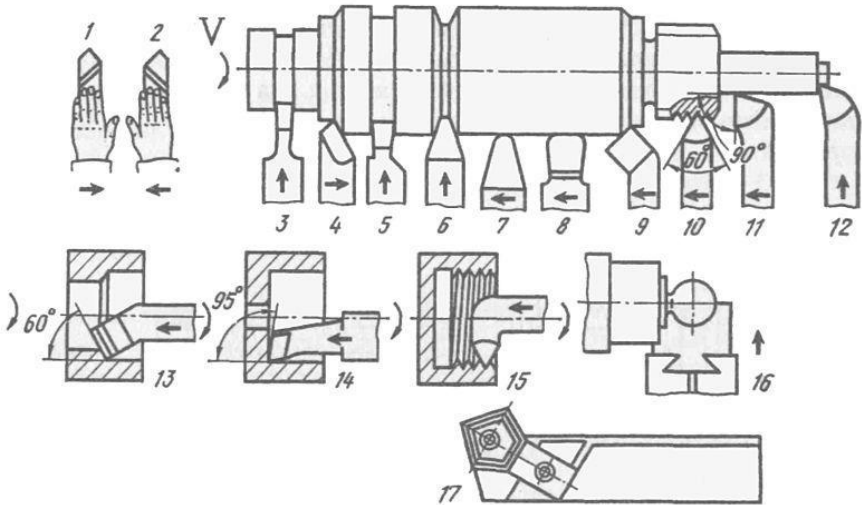


Рис. 6.2. Типи токарних різців: 1 і 2 – відповідно ліві і праві різці; 4, 6, 7 – прямі різці; 9, 13 – відігнуті; 3, 5 – відрізні з витягнутою голівкою; 4, 7, 8, 9 – прохідні; 11 – прохідний упорний; 12 – підрізний; 13, 14 – розточні; 16 – фасонний; 10, 15 – для нарізання різьби, зовнішньої і внутрішньої відповідно

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

Велике поширення одержали різці з багатограними непереточуваними пластинами. Після затуплення чергової кромки пластина повертається наступною гранню, а після затуплення всіх кромки повертається в переробку.

Також у 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 60...65 HRC, а заготовки – 15...20 HRC. Меншу твердість мають свердла, зенкера і мітчики.

Друга вимога – висока зносостійкість, тому що інструмент зазнає великого 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°C, швидкорізальної – 600 °C.

Четверта вимога – висока механічна міцність, тому що інструмент при роботі сприймає значні сили різання. Матеріал інструмента повинен добре працювати на вигин і стискання. Крім цього, матеріал інструмента повинен мати гарну теплопровідність, добре шліфуватися і прожарюватися.

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

2.2. 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. ін.).

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. 6.3)).



Рис. 6.3. Патрони 3-х кулачкові (а), 4-х кулачкові (б) та свердлильні патрони (в)

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 багатосерійному і масовому.

Для закріплення заготовок на токарних верстатах і надання їм обертального руху використовують: 3-х кулачкові, 4-х кулачкові, свердлильні патрони (рис. 6.3), планшайби, повідкові і цангові патрони.

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 $l \geq 12d$ раз. Рухомі люнети закріплюють до супорта верстата. Нерухомі люнети закріплюють до станини.

2.3 Приводний інструмент

Сучасний приводний інструмент для токарних верстатів (рис. 6.4) значно розширює можливості обладнання.

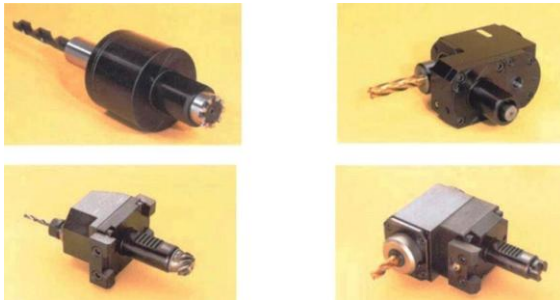


Рис. 6.4. Приводний інструмент для верстатів токарної групи з ЧПУ

Приводний інструмент включає: осьові, кутові і поворотні регульовані головки, багатошпindelні головки, прискорювальні головки.

3 Порядок проведення роботи

Пояснення викладачем основних інструментів та пристроїв для токарних верстатів з ЧПУ.

Демонстрація інженером різних типів інструментів та пристроїв, які використовуються на токарних верстатах з ЧПУ на комп'ютері.

4 Контрольні питання

4.1 Які основні типи різців та їх призначення, які використовуються на токарних верстатах з ЧПУ?

4.2 Які основні види пристроїв, які використовуються на токарних верстатах з ЧПУ?

5 Зміст звіту

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

Лабораторна робота № 7 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

1 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.

2 Теоретичні відомості

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

Виробничий процес передбачає:

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

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

Засобами виконання технологічного процесу є технологічне обладнання, 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 інструмента і поверхонь, які утворюють обробкою. Обробку кожної поверхні заготовки здійснюють за один або декілька переходів.

Допоміжний перехід – закінчена частина технологічної операції, яка складається з 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 ЧПУ; 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 з одноразового переміщення інструмента відносно заготовки і супроводжується змінною форми, розмірів, якості поверхні або властивості заготовки. Робочий хід здійснюється при відносному переміщенні інструмента і заготовки по заданій траєкторії. Траєкторія робочого ходу включає:

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

Для розширення технологічних можливостей верстатів частіше використовувати системи з ЧПУ, які здійснюють програмування циклу, режимів обробки і шляхів переміщення робочих органів верстата (рис. 7.1).

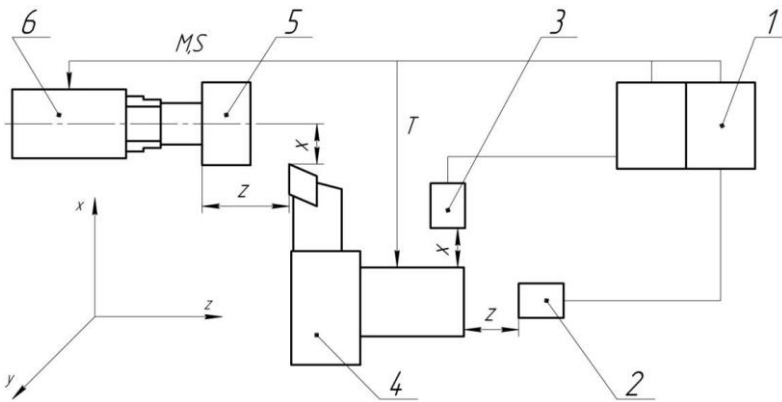


Рис. 7.1. Схема обробки деталі на верстаті з ЧПК (1 – блок керування ЧПУ; 2, 3 – крокові приводи з подовжньою «z» та поперечною «x» подачею; 4 – різцетримач; 5 – заготовка; 6 – безступінчаста коробка швидкостей; M,S – допоміжна функція та команда головного руху; T – команда на зміну інструмента)

Допоміжний хід – являє собою закінчену частину технологічного переходу, яка складається із одноразового перемі-

щення інструмента відносно заготовки і не супроводжується її змінами, але необхідного для підготовки робочого ходу.

При використанні верстатів з ЧПУ 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 являє 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 виконуваними механізмами, наприклад, включення, подача MOV і ін. Для обробки заготовку 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 валу необхідно, як правило, два установи.

Порядок визначення складових операцій:

- деталь виготовляють із гарячекатаного прокату, розрізаного на штучні заготовки циліндричної форми в умовах дрібно-серійного виробництва;
- всі поверхні обробляються за один прохід;
- токарна операція виконується згідно ескізів за два установи (рис. 7.2).

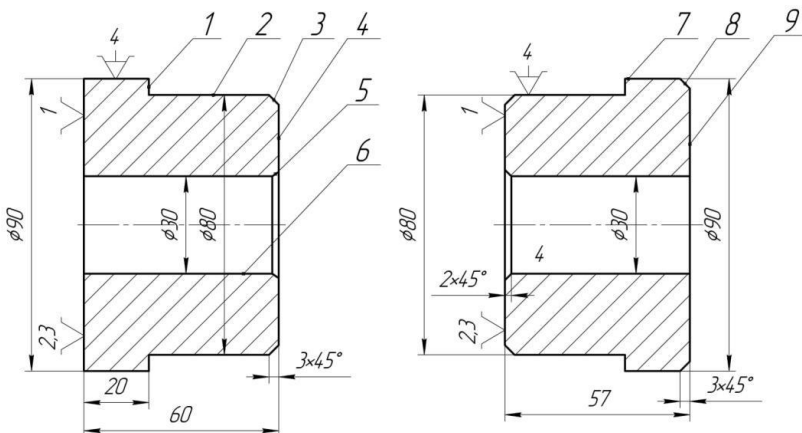


Рис. 7.2. Схема токарної операції

Необхідно провести аналіз операційних ескізів і 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 ЧПУ. 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. 7.1).

Таблиця 7. 1

Зміст операції по переходам

№ переходу	Вид переходу	Зміст операції
1	ПД	Встановити і закріпити заготовку
2	ПТ	Підрізати торець 4
3	ПТ	Точити поверхню 2 з утворенням торця 1 (при точінні поверхні 2 здійснюють 2 робочих хода)
4	ПТ	Точити фаску 3
5	ПТ	Свердлити отвір 6
6	ПТ	Розточити фаску 5
7	ПД	Переустановити заготовку
8	ПТ	Підрізати торець 9
9	ПТ	Точити поверхню 7

10	ПТ	Точити фаску 8
11	ПД	Контроль розмірів деталі
12	ПД	Зняти деталь і покласти в тару

3 Порядок проведення роботи

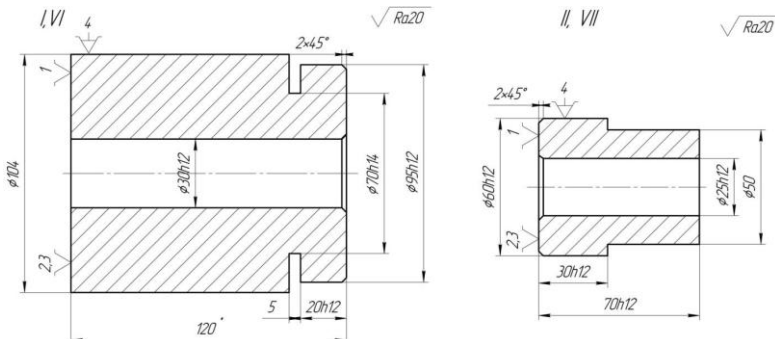
- 3.1 Вибрати інструмент та тип верстату.
- 3.2 Згідно з варіантом індивідуального завдання визначити конфігурацію та розміри заготовки.
- 3.3 Встановити схему базування.
- 3.4 Проставити на ескізі всі оброблювальні поверхні.
- 3.5 Записати в таблицю найменування та зміст операції з урахуванням переходів.

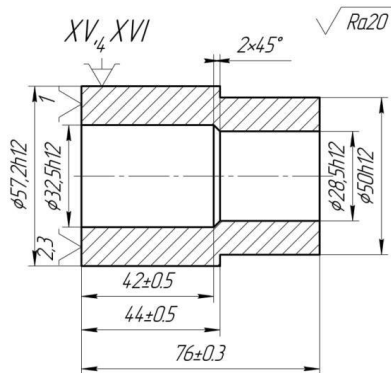
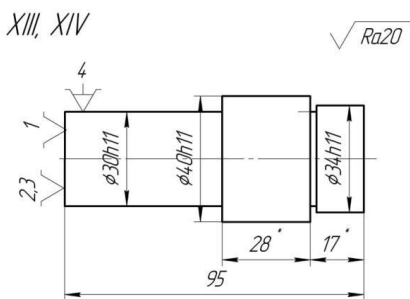
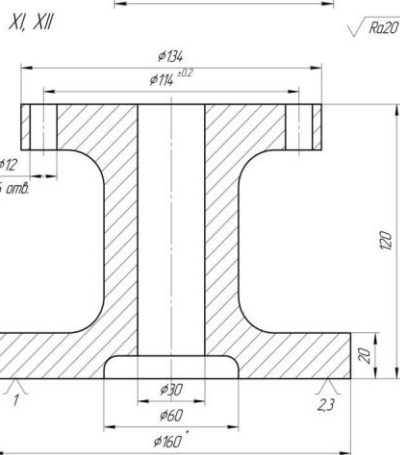
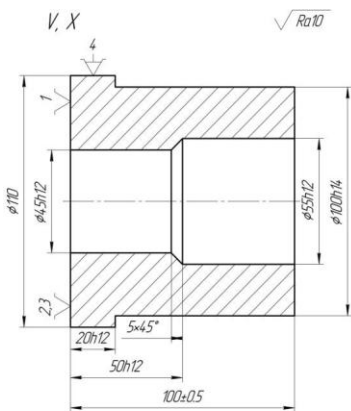
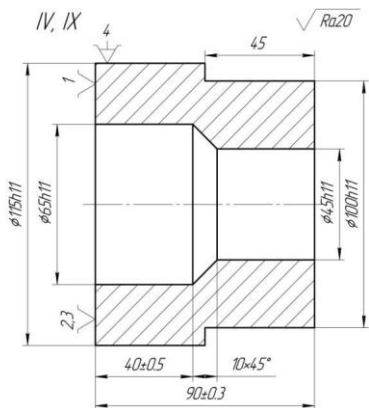
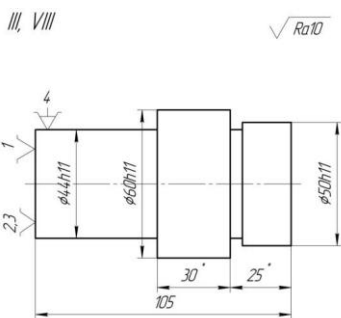
4 Контрольні питання

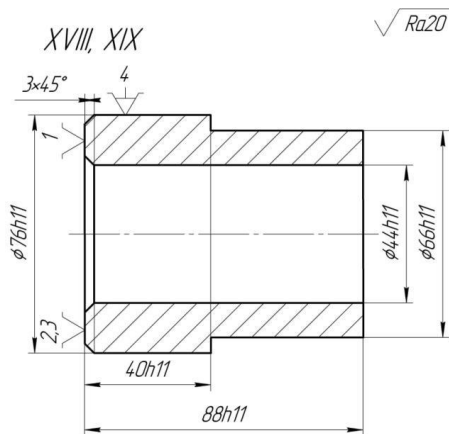
- 4.1 Що таке технологічний процес, технологічна операція, технологічний перехід та робочий хід?
- 4.2 Деталізація складових технологічної операції і процесу обробки при використанні верстатів з ЧПУ?
- 4.3 Який порядок визначення складових операції?

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 нижче.







Лабораторна робота № 8

ВИВЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОГРАМУВАННЯ КОЛА ТА СКЛАДАННЯ ПРОГРАМИ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ КАНОВОК НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ (ЧПУ)

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

2 Теоретичні відомості

Коло, яке задане координатами центра, проходить через початкову А і кінцеву Е 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 М дуги кола в напрямку, який паралельний осям. Знак визначається в напрямку вектора від А до М (рис. 8.2).

Стандартне визначення параметрів зображено на рис. 8.1.

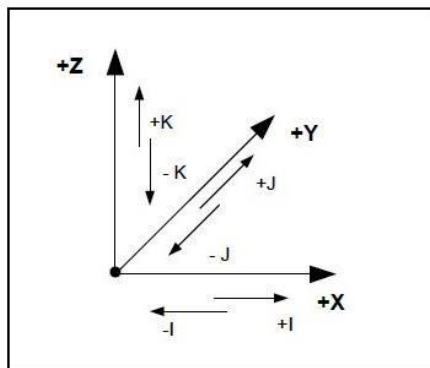


Рис. 8.1. Параметри для програмування

На рис. 8.1: $I = M(X) - A(X)$; $J = M(Y) - A(Y)$; $K = M(Z) - A(Z)$; параметри інтерполяції; X, Y, Z – координатні вісі, яким задані відповідні параметри I, J, K; M – центр кола, який заданий відносно початкової точки дуги кола.

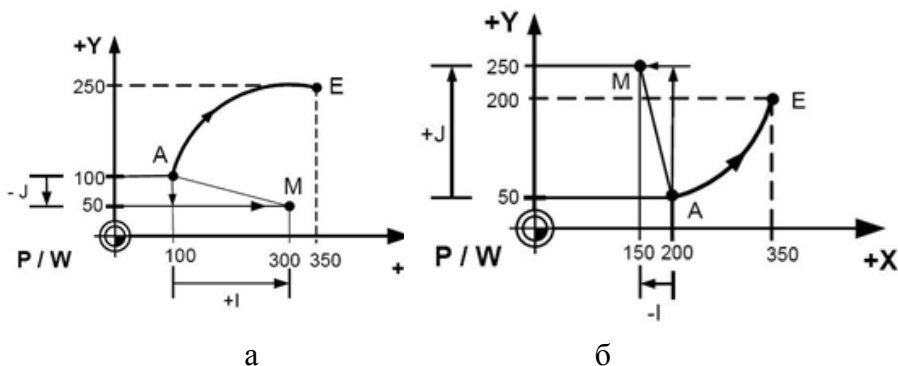


Рис. 8.2. Програмування дуги кола за годин. (а) і проти годин. стрілки (б)

Кадр для прикладу (рис. 8.2,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.

Кадр для прикладу (рис. 8.2, б) N...G90G17G3X350Y200I-50J200F...S...M...; G3 – кругова інтерполяція проти годинникової стрілки.

Кадр для прикладу (рис. 8.3,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.

Кадр для прикладу (рис. 8.3, 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.

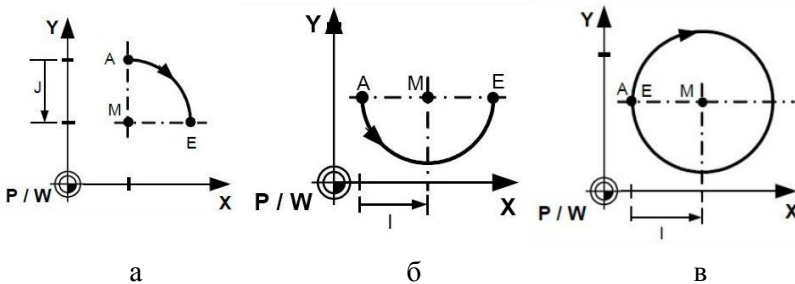


Рис. 8.3. Приклади програмування чверті кола (а), півкола (б) і повного кола (в)

Кадр для прикладу (рис. 8.3, в) $N...G17G2I...F...S...M...;$

Особливість: Координати 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.

2.1 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 – по вісі X, 0 – по вісі Y). Потім фреза переміщається в точку A (40, 25) (рис. 8.4, 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.

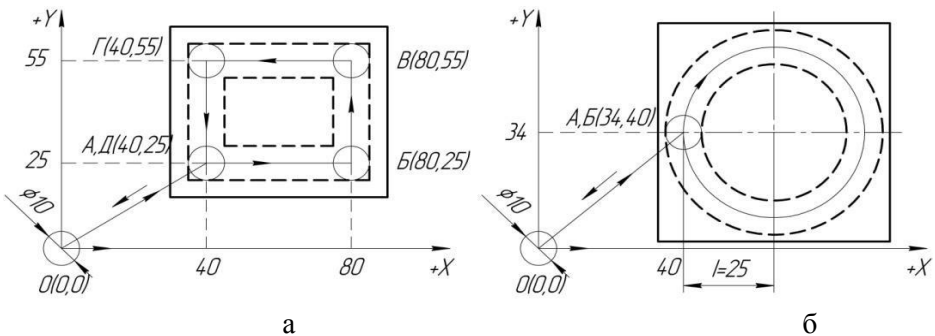


Рис. 8.4. Фрезерування канавки по прямій (а) і по колу (б)

Програма для фрезерування канавки (рис. 8.4, а):

N1G94G21G17F300S1200 (G21 – в мм, G94 – подача в мм/хв., G1 – лінійна інтерполяція, F300 – швидкість подачі 300 мм/хв., S1200 – швидкість шпинделя 1200 об/хв., в даний момент фреза знаходиться в точці O (0.0));

N2G1X40Y25Z0 (Переміщення фрези із точки O(0.0) в точку A(40.25));

N3G1X40Y25Z-5 (Заглиблення фрези по вісі Z = -5 мм в точці A(40.25));

N4G1X80Y25Z-5 (Переміщення фрези із точки A(40.25) в точку B(80.25));

N5G1X80Y55Z-5 (Переміщення фрези із точки B(80.25) в точку B(80.55));

N6G1X40Y55Z-5 (Переміщення фрези із точки B(80.55) в точку Г(40.55));

N7G1X40Y25Z-5 (Переміщення фрези із точки Г(40.55) в точку Д(40.25));

N8G1X40Y25Z0 (Переміщення фрези по вісі Z = 0 мм в точці Д(40.25), тобто відведення фрези);

N9G1X0Y0Z0 (Переміщення фрези із точки Д(40.25) в точку O(0.0));

N10M30 (Закінчення програми і переміщення на початок програми);

Програма для фрезерування канавки по колу (рис. 8.4, б):

N1G94G21G17F300S1200 (Розшифровується, як і в попередніх програмах);

N2G1X40Y34Z0 (Переміщення фрези із точки O(0.0) в точку A(34.40));

N3G1X40Y34Z-5 (Заглиблення фрези по вісі Z = -5 мм в точці A(34.40));

N4G2I25Z-5 (Переміщення фрези із точки A(34.40) в точку B(34.40) за годинниковою стрілкою, I – параметр інтерполяції по вісі X = 25);

N5G1X40Y34Z0 (Переміщення фрези по вісі Z = 0 мм в точці B(34.40), тобто відведення фрези);

N6G1X0Y0Z0 (Переміщення фрези із точки Б(34.40) в точку О(0.0));

N7M30 (Закінчення програми і переміщення на початок програми);

Програма для фрезерування канавки (рис. 8.5, а):

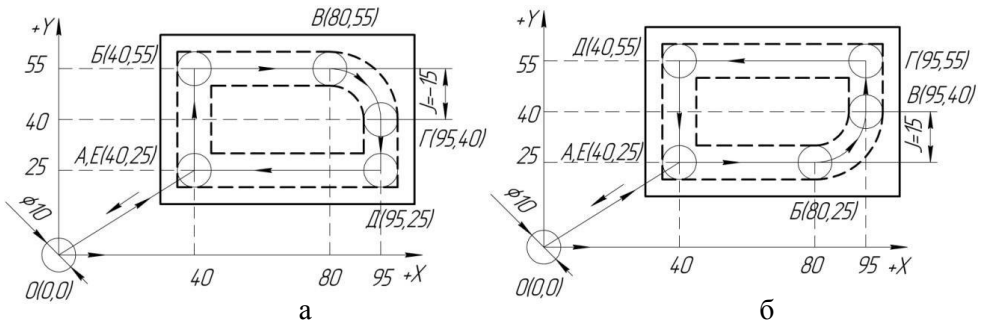


Рис. 8.5. Фрезерування канавки по прямій і півкола проти годинникової (а) і за годинниковою стрілкою (б)

N1G94G21G17F300S1200 (Розшифровується, як і в попередніх програмах);

N2G1X40Y25Z0 (Переміщення фрези із точки О(0.0) в точку А(40.25));

N3G1X40Y55Z-5 (Заглиблення фрези по вісі Z = -5 мм в точці А(40.25));

N4G1X40Y55Z-5 (Переміщення фрези із точки А(40.25) в точку Б(40.55));

N5G1X80Y55Z-5 (Переміщення фрези із точки Б(40.55) в точку В(80.55));

N6G2X95Y40J-15Z-5 (Переміщення фрези із точки В(80.55) в точку Г(95.40) за годинниковою стрілкою, J – параметр інтерполяції по вісі Y=-15, бо рух від більшої до меншої точки координати);

N7G1X95Y25Z-5 (Переміщення фрези із точки Г(95.40) в точку Д(95.25));

N8G1X40Y25Z-5 (Переміщення фрези із точки Д(95.25) в точку Е(40.25));

N9G1X40Y25Z0 (Переміщення фрези по вісі $Z = 0$ мм в точці Е(40.25), тобто відведення фрези);

N10G1X0Y0Z0 (Переміщення фрези із точки Е(40.25) в точку О(0.0));

N11M30 (Закінчення програми і переміщення на початок програми);

Програма для фрезерування канавки (рис. 8.5, б):

N1G94G21G17F300S1200 (Розшифровується, як і в попередніх програмах);

N2G1X40Y25Z0 (Переміщення фрези із точки О(0.0) в точку А(40.25));

N3G1X40Y25Z-5 (Заглиблення фрези по вісі $Z = -5$ мм в точці А(40.25));

N4G1X80Y25Z-5 (Переміщення фрези із точки А(40.25) в точку Б(80.25));

N5G3X95Y40J15Z-5 (Переміщення фрези із точки Б(80.25) в точку В(95.40) проти годинникової стрілки, J – параметр інтерполяції по вісі $Y=15$, бо рух від меншої до більшої точки координати);

N6G1X95Y55Z-5 (Переміщення фрези із точки В(95.40) в точку Г(95.55));

N7G1X40Y55Z-5 (Переміщення фрези із точки Г(95.55) в точку Д(40.55));

N8G1X40Y25Z-5 (Переміщення фрези із точки Д(40.55) в точку Е(40.25));

N9G1X40Y25Z0 (Переміщення фрези по вісі $Z = 0$ мм в точці Е(40.25), тобто відведення фрези);

N10G1X0Y0Z0 (Переміщення фрези із точки Е(40.25) в точку О(0.0));

N11M30 (Закінчення програми і переміщення на початок програми);

Програма для фрезерування канавки (рис. 8.6, а):

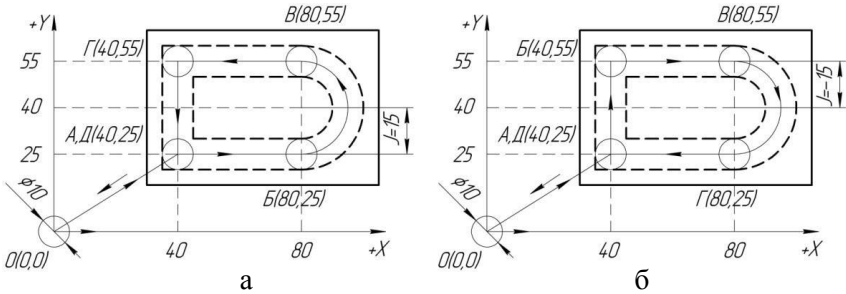


Рис. 8.6. Фрезерування канавки по прямій і півкола проти годинникової (а) і за годинниковою стрілкою (б)

N1G94G21G17F300S1200 (Розшифровується, як і в попередніх програмах);

N2G1X40Y25Z0 (Переміщення фрези із точки O(0.0) в точку A(40.25));

N3G1X40Y25Z-5 (Заглиблення фрези по вісі Z = -5 мм в точці A(40.25));

N4G1X80Y25Z-5(Переміщення фрези із точки A(40.25) в точку B(80.25));

N5G3Y55J15Z-5(Переміщення фрези із точки B(80.25) в точку B(80.55) проти годинникової стрілки, J – параметр інтерполяції по вісі Y=15, бо рух від меншої до більшої точки координати);

N6G1X40Y55Z-5 (Переміщення фрези із точки B(80.55) в точку Г(40.55));

N7G1X40Y25Z-5 (Переміщення фрези із точки Г(40.55) в точку Д(40.25));

N8G1X40Y25Z0 (Переміщення фрези по вісі Z = 0 мм в точці Д(40.25), тобто відведення фрези);

N9G1X0Y0Z0 (Переміщення фрези із точки Д(40.25) в точку O(0.0));

N10M30 (Закінчення програми і переміщення на початок програми);

Програма для фрезерування канавки (рис. 8.6, б) складається подібно до рис. 8.6, а. В цьому прикладі фреза

переміщується за годинниковою стрілкою G2 і параметр інтерполяції J – по вісі Y буде від’ємний ($Y = -15$), бо рух від більшої до меншої точки координати.

3 Порядок проведення роботи

Пояснення викладачем основних положень параметрів програмування кола, півкола, чверті кола та інших фрезерних операцій для фрезерування канавки на фрезерних верстатах з ЧПУ.

Демонстрація інженером рухів інструмента та оброблювальної заготовки при фрезеруванні канавки за відповідною керуючою програмою.

Скласти програму для фрезерування канавки, згідно з варіантом індивідуального завдання.

4 Контрольні питання

4.1 Які необхідні параметри для програмування кола?

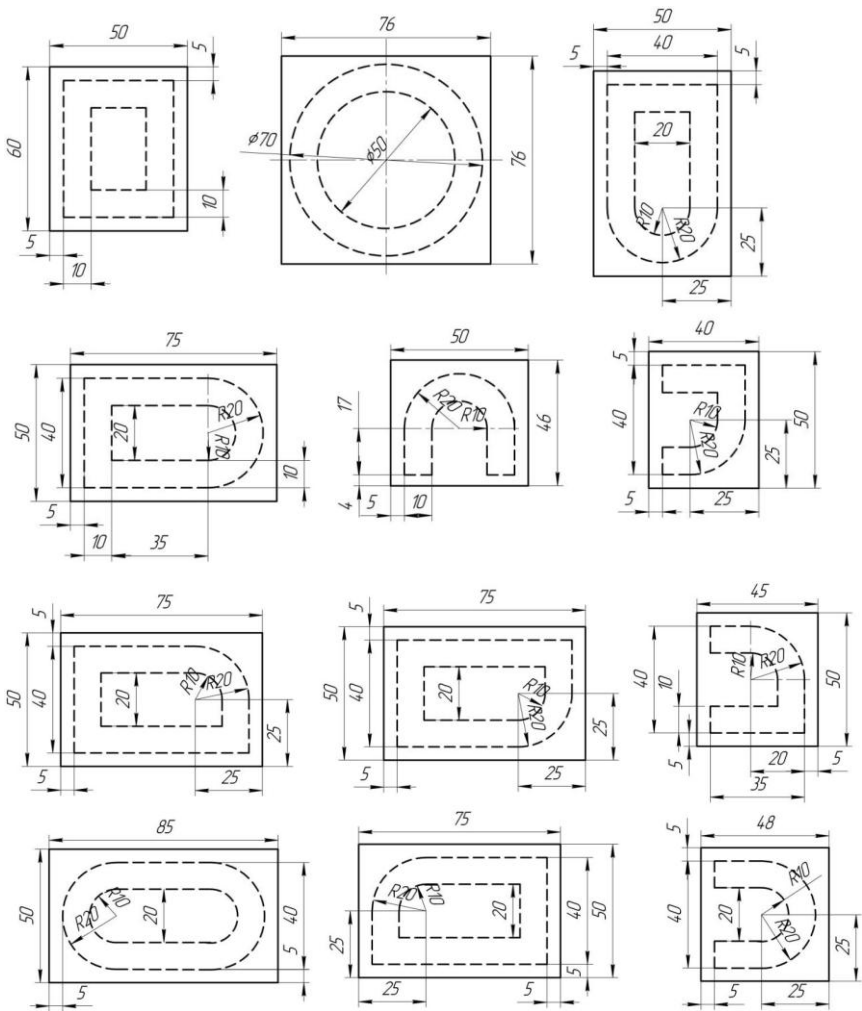
4.2 Які особливості координат початкової і кінцевої точок якщо вони співпадають?

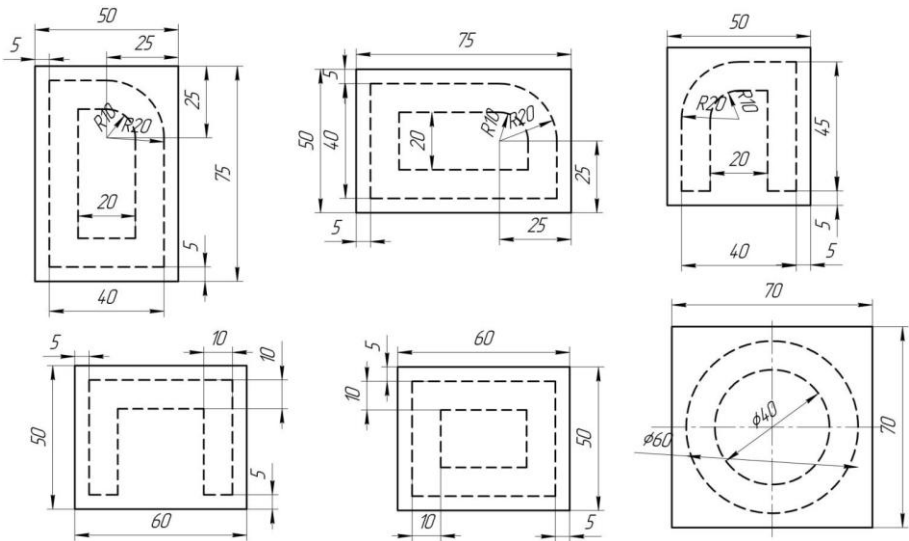
5 Зміст звіту

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, ескіз деталі, програму для фрезерування канавки згідно варіанту завдання, які приведені нижче.

Завдання

Фрезерувати канавку глибиною 5 мм. 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;...). Тобто, нульова точка координатної системи і нульова точка деталі не співпадали.





Лабораторна робота № 9
СКЛАДАННЯ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ
ЗОВНІШНЬОГО КОНТУРУ ДЕТАЛІ НА ФРЕЗЕРНОМУ
ВЕРСТАТІ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ
УПРАВЛІННЯМ (ЧПУ)

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

2 Теоретичні відомості

2.1. Складання програми для контурної обробки

Наприклад, для обробки зовнішнього контуру деталі (рис. 9.1, 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 і 4 (рис. 9.1, б).

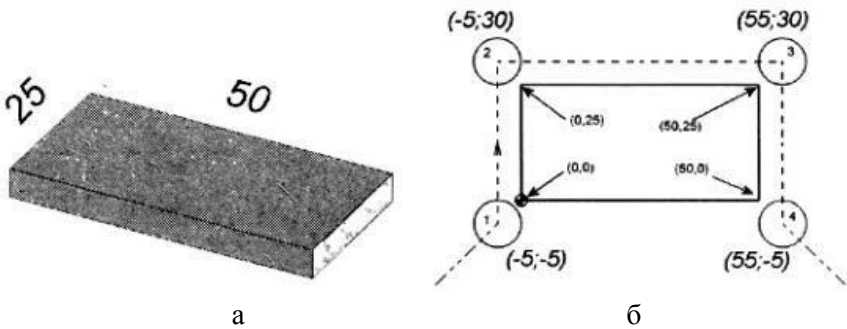


Рис. 9.1. Зовнішній вигляд деталі (а) і схема обробки деталі по еквідистантній траєкторії (б)

Так як в програмі обробки вказується координати центра інструмента, 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. 9.2) 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);
 ...;

Вочевидь, що така програма не забезпечить правильної обробки. Необхідно, щоб траєкторія руху центру інструменту була зміщена відносно контуру на величину радіусу. Система ЧПУ 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.

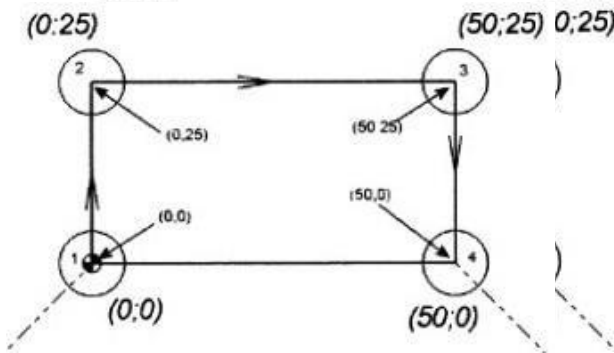


Рис. 9.2. Опорні точки траєкторії співпадають з опорними точками контуру деталі

2.2. Складання керуючої програми для свердління

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

G81X10Y15Z-3R0.5F50

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 розрізнити 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 виловом постійного циклу. Код G98 використовується для роботи з вихідною площиною, а код G99 – з площиною відводу (рис. 9.3).

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-яку спеціальну адресу. 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 інструмента 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 переміщується між отворами і виводиться вгору в кінці циклу до координати по Z, встановленою R словом даних.

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

...;

G99G81X10Y15Z-3R0.5F50;

X20Y20;
 G98X30Y30;
 X40Y40;
 ...;

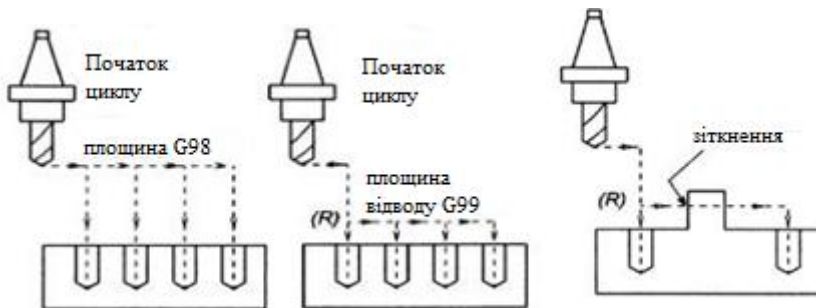


Рис. 9.3. Різниця використання G98 і G99 (а) і цикл з G99

2.3. 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. 9.4, а).

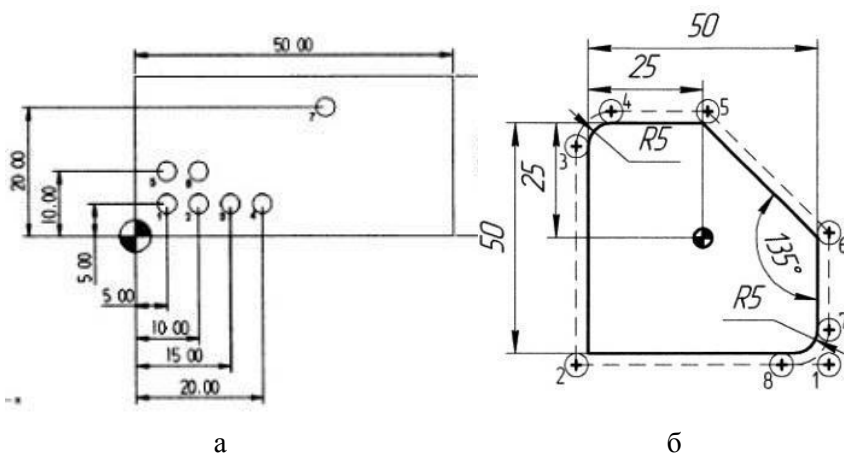


Рис. 9.4. Схема обробки свердління отворів (а) та контурна обробка (б)

N1G0G17G21G90 T1 (G90 – програмування в абсолютних координатах, T1 – виклик свердла діаметром 3 мм);

N2G0G54X5Y5S1000M3 (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);

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. 9.4, 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 100мм/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 карману

Необхідно скласти програму для обробки карману (рис. 9.5,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);

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 100мм/хв);

N6G1Y-5 (лінійне переміщення в точку 2);

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

N8G1X10 (лінійне переміщення в точку 4);

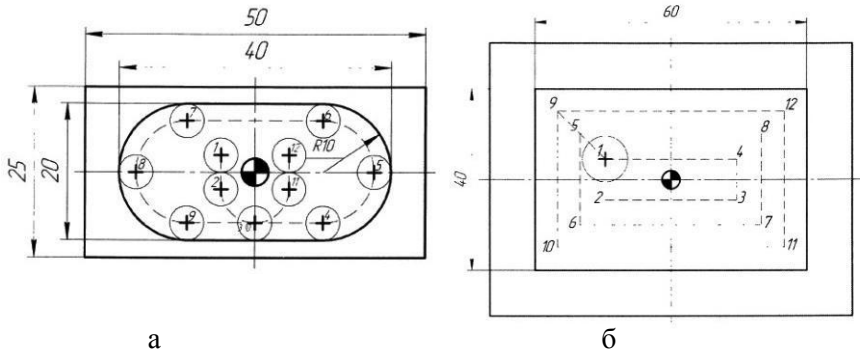


Рис. 9.5. Чистова обробка кармана (а) та чорнова обробка прямокутного кармана (б)

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 карману

Необхідно скласти програму для обробки прямокутного карману (рис. 9.5, 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 100мм/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 карману.

Необхідно скласти програму для обробки круглого карману (рис. 9.6) фрезою діаметром 10 мм. Глибина фрезерування – 0.5 мм.

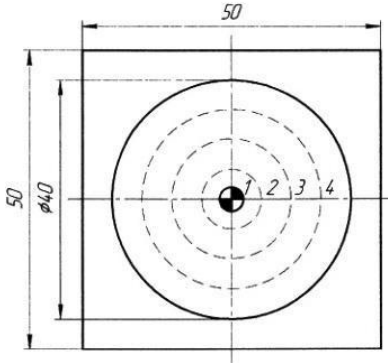


Рис. 9.6. Чорнове фрезерування круглого карману

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 100мм/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 Z);
N13G3X-15R15 (кругове переміщення по Z «орбіті»);
N14G3X15R15 (кругове переміщення по Z «орбіті»);
N15G1Z10F300 (фреза підіймається до Z10);
N16G0Z100 (фреза підіймається на прискореній подачі до Z100);
N17M5 (зупинка шпинделя);
N18M30 (кінець програми).

3 Порядок проведення роботи

3.1 Пояснення викладачем основних положень програмування різних операцій на фрезерному верстаті з ЧПУ.

3.2 Демонстрація інженером обробки заготовки за відповідною керуючою програмою на комп'ютері.

3.3 Скласти керуючу програму для 2-х переходів обробки деталі на фрезерному верстаті з ЧПУ, згідно з варіантом індивідуального завдання.

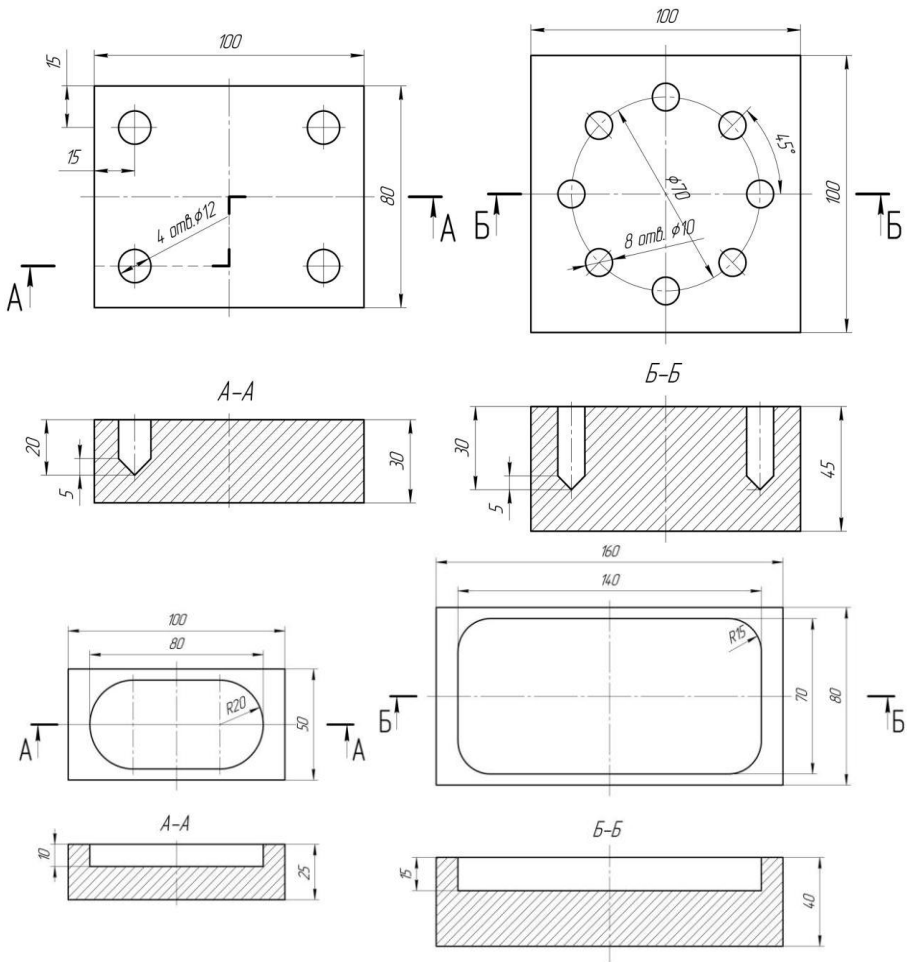
4 Контрольні питання

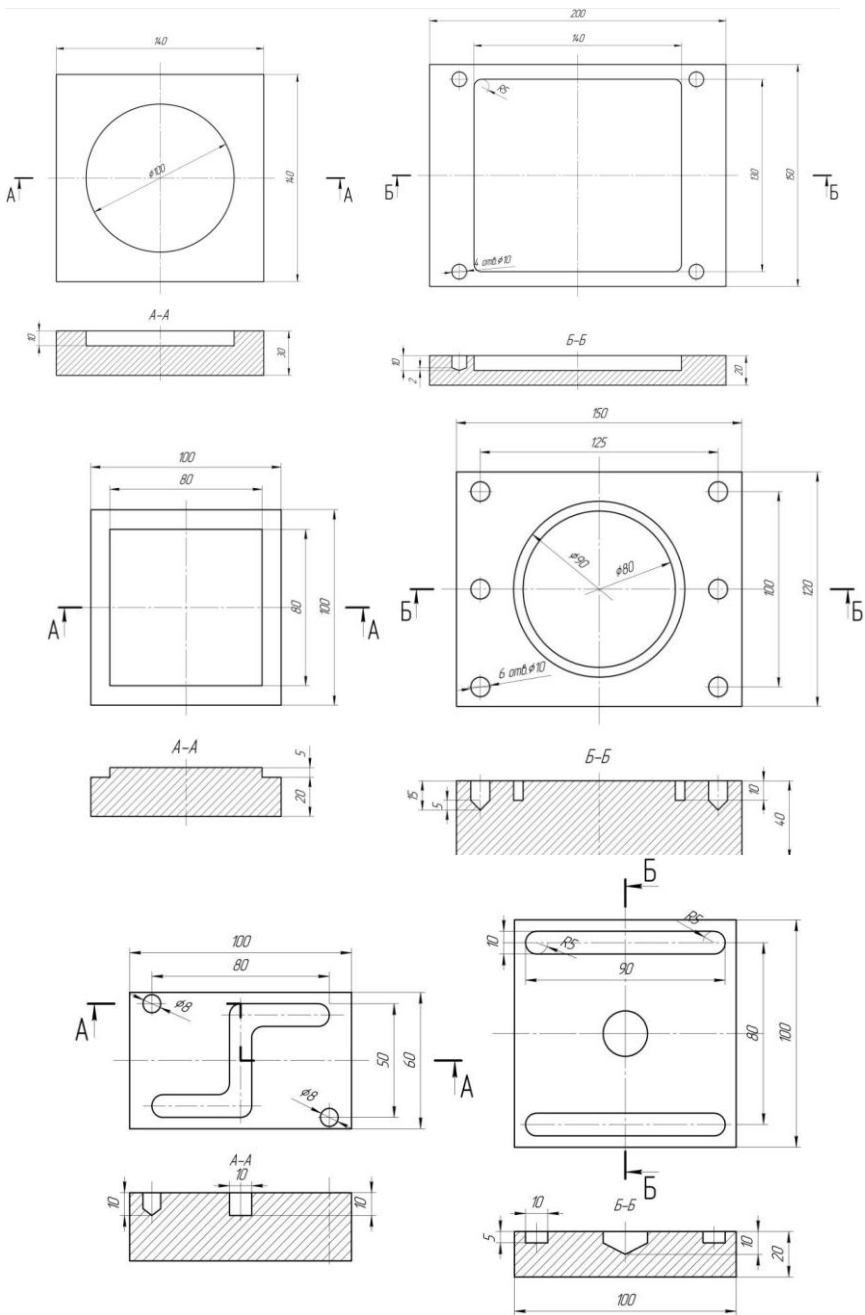
4.1 Які вказати координати центра інструмента в спрощеному вигляді?

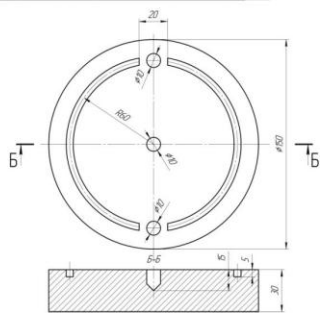
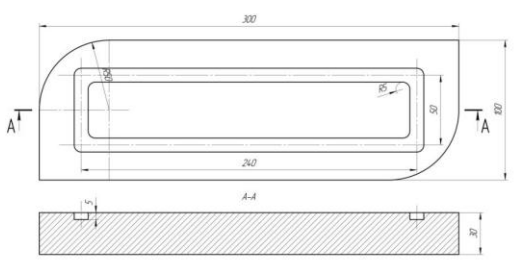
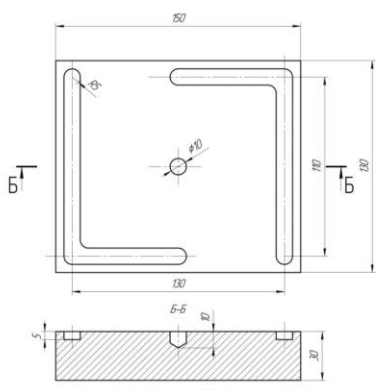
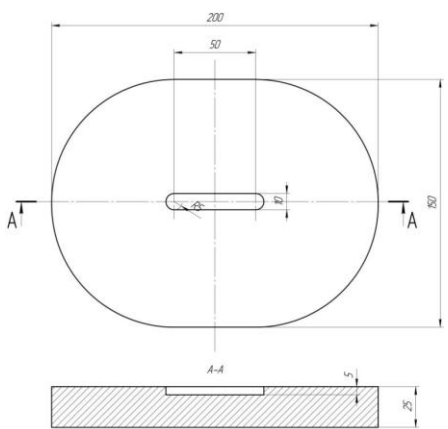
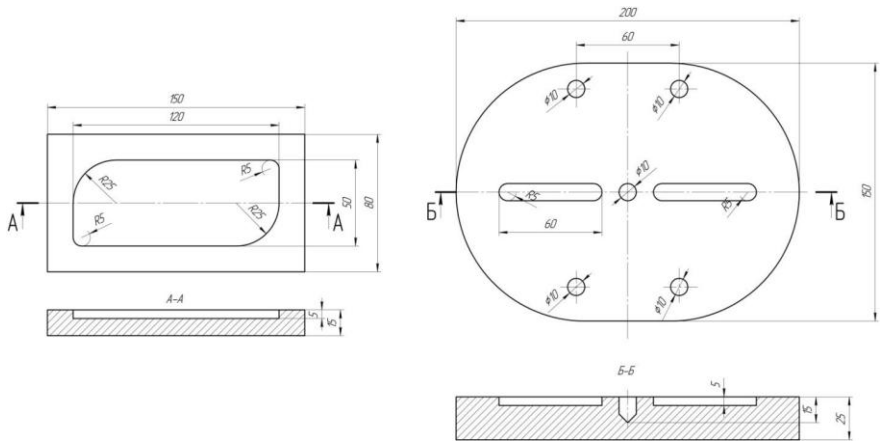
4.2 Які адреси використовуються для визначення координат оброблюваних отворів?

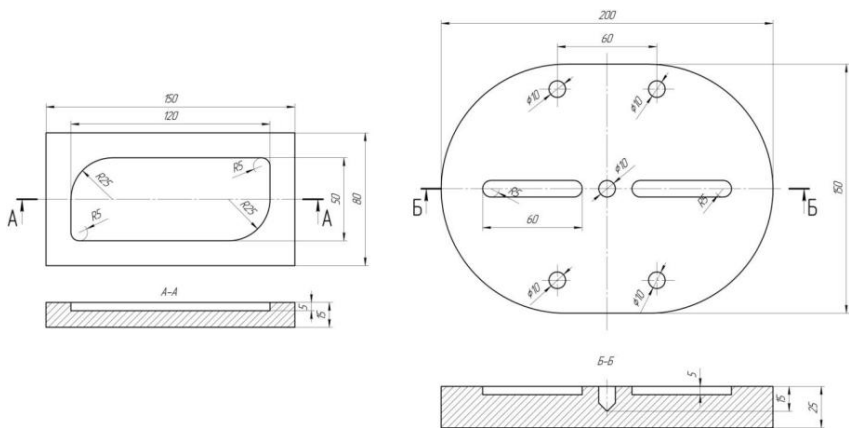
Зміст звіту

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 нижче.









Лабораторна робота №10 ЧИСЛОВЕ ПРОГРАМНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ

1 Мета роботи. Вивчити основи числового програмного управління технологічним обладнанням.

2 Теоретичні відомості

Сучасні підприємства машинобудівної галузі для виготовлення деталей застосовують металорізальні верстати з ЧПУ. У порівнянні з універсальним обладнанням такі верстати є більш ефективними, особливо при обробці деталей зі складними поверхнями.

На основі верстатів з ЧПУ створюються гнучкі виробничі модулі, автоматизовані лінії, гнучкі виробництва, тощо. Крім верстатів з ЧПУ в таких виробничих підрозділах використовуються програмно керовані транспортні системи, автоматизовані склади, промислові роботи і ін.

Розуміння побудови та принципу дії обладнання з ЧПУ створює умови для проведення високоякісних робіт з

технологічної підготовки виробництва, організації виробництва, обслуговування та налагодження. Тому інформація щодо сучасних систем ЧПУ є актуальною і передбачає постійне знайомство з новими зразками та технологічними можливостями.

Числове програмне управління (ЧПУ) – комп’ютеризована система управління, що управляє приводами технологічного обладнання згідно з підготовленою керуючою програмою. Такі системи використовуються у металообробці, деревообробці, заготівельних виробництва для різання листових заготівель, обробки тиском, тощо.

Зазвичай системи ЧПУ використовують спеціалізовані мови програмування (наприклад, G-код), програми, які потім інтерпретатором системи ЧПУ переводяться з вхідної мови в команди управління для головного приводу, приводу подач, контролера управління вузлом верстату (наприклад, включити/вимкнути подачу охолоджувальної емульсії).

Верстати, обладнані числовим програмним управлінням, називаються верстатами з ЧПУ.

Абревіатура ЧПУ відповідає двом англomовним – NC і CNC, що відбиває еволюцію розвитку систем управління устаткуванням.

1. Системи типу NC (англ. Numerical control), що з’явилися першими, передбачали використання жорстко заданих схем управління обробкою: наприклад, завдання програми за допомогою штекерів або перемикачів, зберігання програм на зовнішніх носіях. Будь-яких облаштувань оперативного зберігання даних, процесорів, що управляють, не передбачалося.

2. Сучасніші системи ЧПУ, так звані CNC (англ. Computer numerical control), ґрунтовані на системі управління побудованою на:

- мікроконтролері;
- програмованому логічному контролері;
- комп’ютері, що управляє на базі мікропроцесора.

Програма для верстата (устаткування) з ЧПУ може бути завантажена у власну пам'ять (або тимчасово, до виключення живлення – в оперативну пам'ять, або постійно – в ПЗП, карту пам'яті або інший накопичувач: жорсткий диск або тверdotілий накопичувач) із зовнішніх носіїв (наприклад, магнітної стрічки, перфорованої паперової стрічки (перфострічки), дискети або флеш-накопичувачів). Окрім цього, сучасне устаткування підключається до централізованих систем управління за допомогою заводських (цехових) мереж зв'язку.

Для визначення необхідної траєкторії руху робочого органу вцілому (інструменту/заготовки) відповідно до програми (УП), що управляє, використовується інтерполятор, який розраховує положення проміжних точок траєкторії по заданих в програмі кінцевих.

У системі управління, окрім самої програми, є присутніми дані інших форматів і призначення. Як мінімум, це машинні дані і дані користувача, специфічно прив'язані до конкретної системи управління або до певної серії (лінійці) однотипних моделей систем управління.

Найбільш поширена мова програмування ЧПУ для металорізального устаткування описана документом ISO 6983 Міжнародного комітету стандартів і називається "G-код". В окремих випадках, наприклад, системи управління верстатами гравіювань – мова управління принципово відрізняється від стандарту. Для простих завдань, наприклад, розкрою плоских заготовок, система ЧПУ в якості вхідної інформації може використати текстовий файл у форматі обміну даними, наприклад DXF або HPGL.

Декілька верстатів з ЧПУ можуть об'єднатися в гнучку автоматизовану виробничу систему (ГПС), яка у свою чергу може бути доповнена гнучкою автоматизованою ділянкою (ГАУ) і увійти до складу автоматичної лінії (виробництва масштабу ділянки або цеху).

2.1 Апаратне забезпечення

В якості CNC- контролерів нині зазвичай використовується устаткування на основі DSP- процесорів або програмованих логічних контролерів. Важливою характеристикою CNC- контролера є кількість осей (каналів), які він здатний синхронізувати (управляти), для цього потрібно високу продуктивність і відповідне ПЗ. Для передачі даних між виконавчим механізмом і системою управління верстатом зазвичай використовується промислова мережа (наприклад, CAN, Profibus, Industrial Ethernet). Як виконавчі механізми використовуються сервоприводи, крокові двигуни.

1. Програмне забезпечення

Розробка програм, що управляють, нині виконується з використанням спеціальних модулів для систем автоматизованого проектування (САПР) або окремих систем автоматизованого програмування (САП), які по електронній моделі генерують програму обробки.

2. Особливості верстатів з ЧПУ

Верстати з ЧПУ у порівнянні зі звичайними верстатами мають більш широкий технологічний потенціал.

У металорізальних верстатах з ручним управлінням кінематичні стосунки виконавчих органів між собою і джерелом руху здійснюється через ланцюги механічних елементів і передач. Такі верстати називають верстатами з механічними зв'язками. В них всюди використовують коробки швидкостей і передач, гітари змінних зубчастих коліс, реверси, керовані вручну.

Використання у верстатах систем числового програмного управління (ЧПУ) призводить до заміни традиційних нерегульованих джерел руху на керовані за програмою двигуни (асинхронні частотно-струмовим управлінням, постійного струму і так далі), що не забороняють вивіряти швидкість, курс, але інший і вибір створюваного ними руху. У зв'язку з цим відбувається полегшення механічної долі кінематичної

структури верстата (відповідно, і його конструкції), та при цьому покращуються його характеристики.

Відмітні особливості верстатів з ЧПУ:

1. Потужний привід головного руху аж до 20-40 і більше кВт. Використовуються двигуни постійного струму, що не забороняють реалізувати безступінчасте регулювання частоти обертання шпинделя, або трифазні двигуни змінного струму з великим числом ступенів регулювання (18-20 і більше). Верхні межі частоти обертання шпинделя досягають 2000 об./хв. Межі регулювання частоти обертання шпинделя змінюються аж до 200 разів.

2. Безступінчаста передача руху подач – з ще найбільш широкими межами регулювання величини подач. У деяких верстатів протяжність подач змінюється від 1 аж до 1200 мм/мін, тобто у 1200 разів. У інших моделей навіть більше. Припустимо, існують верстати межі регулювання подач яких 0,1-10000 мм/хв. Ось це дає об'єктивно спеціально для кожного конкретного випадку обрати оптимальну за умовами обробки подання.

3. Верстати з ЧПУ мають два положення з незалежним управлінням по кожному з них. Це дозволяє здійснити найскладніші траєкторії переміщення робочих органів, недосяжні для нечислових систем управління (припустимо, копіювальні).

4. Велика частина верстатів має швидкість настановних переміщень супорту 4,8 м/хв., але деякі аж до 10 м/хв. Ось це дозволяє максимально звільнити момент несумісних переміщень супорта.

5. Звичайно верстати з ЧПУ мають високу точність виготовлення і збільшену негнучкість, якщо порівнювати із звичайними верстатами аналогічного призначення. Ось це дозволяє поставити високу точність обробки.

6. Верстати забезпечені розвиненими інструментальними системами по 12 інструментів і більше.

3. Оброблювальні центри з ЧПУ

Багатофункціональні оброблювальні центри з ЧПУ – це верстати, призначені для високоточної комплексної обробки заготовок.

Оброблювальні центри оснащені числовим програмним управлінням, яке дозволяє здійснювати обробку заготовки, згідно визначеної оператором програми, практично без участі людини. Найбільше поширення отримали оброблювальні центри, що є сталевую конструкцією, яка складається зі станини і консолі. На станині розміщені один або декілька робочих столів, обладнаних системою упорів для первинної установки заготовки і системою кріплення заготовки (механічної або вакуумної). За системою направляючих над столом по осі X переміщується Г-подібна або П-подібна консоль. На консолі кріпиться супорт, що переміщується по осі Y.

Супорт верстату може бути оснащений одним або декількома електрошпинделями для фрезерних операцій, свердільною групою, вузлом для прямолінійного переміщення і т. п. Ці агрегати, у свою чергу, можуть рухатися по осі Z.

Існують такі види оброблювальних центрів (устаткування з ЧПУ), де рух по осях X і Y виконує робочий стіл, на якому кріпиться заготовка. Для скорочення часу обробки заготовки передбачається установка автоматичної зміни інструменту. Управління роботою оброблювального центру, завдання програм здійснюється з комп'ютера, вмонтованого у верстат або винесеного на стійці, що окремо стоїть. Компанія "MWM" представляє в Україні торгіву марку BOWAY TECHNOLOGY CO., LTD – виробника устаткування з ЧПУ.

Компанія FUILTECH MECHTRONICS CO. LTD, наприклад, спеціалізується на виробництві оброблювальних центрів з ЧПУ, які успішно експлуатуються в деревообробній галузі на протязі вже більше п'ятнадцяти років. Центри BOWAY TECHNOLOGY CO. LTD успішно працюють на підприємствах всього світу, завдяки їх надійності, економічності й простоті у використанні. І це не дивно тому, як політика якості компанією

BOWAY TECHNOLOGY CO. LTD продукції що випускається, базується на використанні високоякісних комплектуючих, (італійських, німецьких і японських виробників), сучасних технологіях складання, а також на використанні жорстких процедур контролю якості продукції.

Відмінною рисою верстатів BOWAY TECHNOLOGY CO. LTD є їх життєвий цикл, вони здатні працювати в напружених режимах, упродовж усього терміну служби, усе це стає можливим завдяки наднадійності усіх компонентів і досконалій системі управління та контролю технологічних процесів. Налагоджена мережа представництв робить можливим проведення гарантійного і післягарантійного обслуговування, а також дозволяє швидко отримати компетентні і повні відповіді на усі питання, які можуть виникнути в процесі використання устаткування.

Для різного роду завдань, компанія BOWAY TECHNOLOGY CO. LTD пропонує три лінійки оброблювальних центрів з ЧПУ, що відрізняються, головним чином, розмірами оброблюваних заготовок, технологічним потенціалом виконуваних операцій, кількістю шпинделів і т. д.

Серія "Suptek", наприклад, представлена високотехнологічними моделями для масового виробництва. Верстати цієї серії мають великий технологічний і виробничий потенціал, деякі з них комплектуються двома столами, і декількома (чотири-шість) шпинделями. Верстати цієї серії використовуються в масовому виробництві дерев'яних фасадів, столів, дверей та ін. (рис. 10.1).



Рис. 10.1. Високотехнологічні верстати для масового виробництва

Серія "Routek", наприклад, представлена рядом верстатів, оснащених обладнаннями автоматичної зміни інструменту, високошвидкісними і потужними шпинделями, а також багатошпіндельними верстатами, що використовуються для обробки складних поверхонь, заготовок різного типу в дрібносерійному виробництві (рис. 10.2).



Рис. 10.2. Верстати для дрібносерійного виробництва

Серія "Centek" представлена зазвичай одношпіндельними високопродуктивними верстатами, укомплектованими обладнаннями для автоматичної зміни інструменту, і додатковими модулями. Ця серія призначена, для використання невеликими деревообробними підприємствами, вона забезпечує найвищу точність і переконливу швидкість обробки заготівель (рис. 10.3).



Рис. 10.3. Верстати з автоматичною системою зміни

Будь-який оброблювальний центр BOWAY TECHNOLOGY CO. LTD може бути оснащений вакуумним столом (рис. 10.4), завдяки якому процес фіксації заготовки і зняття готового виробу займе декілька секунд, а заготовку буде надійно

зафіксовано на робочій поверхні столу. При цьому швидке позиціонування заготовки здійснюється завдяки пневматичним упорам (рівні для позиціонування), які, завдяки включеним в конструкцію пневмоцилиндрам, переміщуються за межі робочої зони під час роботи, тим самим, виключаючи усілякі незручності.

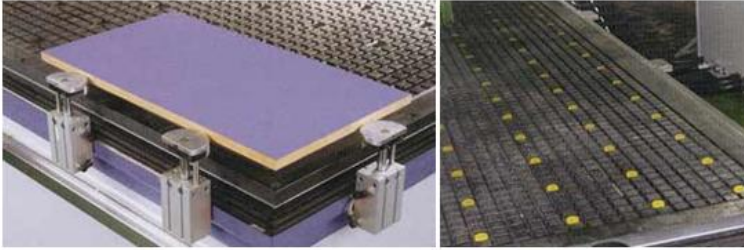


Рис. 10.4. Вакумні столи для фіксування заготовки

Система автоматичної зміни інструменту, що встановлюється на устаткуванні BOWAY TECHNOLOGY CO. LTD дозволяє зробити заміну оброблювального інструменту всього за вісім секунд (рис. 10.5), а восьмипозиційний барабан дозволяє спорядити оброблювальний центр усім необхідним інструментом для виконання технологічної програми.

Якщо цього недостатньо, то, в якості опції, на устаткування може бути встановлений дванадцяти позиційний барабан, виконаний з легені і міцного алюмінієвого сплаву.



Рис. 10.5. Системи автоматичної зміни інструментів

Для обробки заготовок циліндричної і сферичної форми на оброблювальний центр можливо встановити додаткову вісь С, яка забезпечить обробку заготовок (фрезерування і обпилювання) під будь-яким кутом 0-360° (рис. 10.6).



Рис. 10.6. Оброблювальні центри з допоміжною координатою

Виконання токарних робіт на оброблювальних центрах також можливе завдяки додатковій осі В, яка пропонується в якості опціонального додаткового оснащення і може бути встановлена на поверхню робочого столу у будь-який момент.

При використанні осі В, можна з легкістю виконувати всілякі токарні роботи з циліндричними заготовками і не тільки.

Також в якості додаткового оснащення компанією BOWAY TECHNOLOGY CO. LTD пропонується ціла серія універсальних шпинделів виробництва Німеччини, серед яких є й чотиристоронні фрезерні (під установку чотирьох горизонтальних фрез), і двосторонні комбіновані (пила + фреза), і зовсім унікальні – шпиндельні насадки для обробки заготовки з тильного боку.

А для виконання свердлильно-присадних робіт є широка серія пневматичних свердлильно-присадних головок італійського виробництва, які з легкістю можуть бути встановлені на верстат, а також підключені в якості додатково обслуговуваного модуля до системи ЧПУ.

3 Порядок проведення роботи

3.1 Пояснення викладачем будови та принципу дії обладнання з ЧПУ.

3.2 Демонстрація інженером будову та принцип дії обладнання з ЧПУ на комп'ютері.

4 Контрольні питання

4.1 Що таке ЧПУ?

4.2 На яких системах управління побудовано сучасніші системи ЧПУ?

5 Зміст звіту

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

Лабораторна робота №11 ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ПРОГРАМОЮ ESPRIT ДЛЯ СКЛАДАННЯ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПУ

1 Мета роботи: ознайомитись з інтерфейсом та основними можливостями програми Esprit.

2 Теоретичні відомості

Esprit – потужна, повнофункціональна САМ-система для програмування, оптимізації і симуляції обробки на верстатах з ЧПУ, що підтримує виробничий процес цілком, починаючи від САД файлу і закінчуючи готовою деталлю. Сертифіковані постпроцесори забезпечують отримання оптимального G-коду, а програмний інтерфейс програми відкриває широкі можливості для автоматизації праці технолога-програміста. Найвищий рівень технічної підтримки дозволяє освоїти систему швидко і використовувати її в різних галузях промисловості.

Подивимося на екран Esprit. Це вікно відображається при створенні нового файлу або відкриття існуючого.

Вікно ESPRIT містить (рис. 11.1):

1. *Меню і панелі інструментів*, за замовчуванням розміщені зверху екрану. Ви можете вибрати команди з меню або на панелі інструментів.

2. *Графічну робочу область*, де можна побачити свою роботу. Це найбільша область екрану.

3. *Область запиту*, розташована вліво нижньому кутку екрану; відображає питання, які підказують, що потрібно робити. Завжди треба звертати увагу на цю область, щоб побачити ці повідомлення.

4. *Область статусу*, розташована біля основи екрану Esprit, надає динамічну інформацію про поточне робоче навколишнє середовище. При виборі команди або переміщенні курсору, інформація постійно оновлюється.

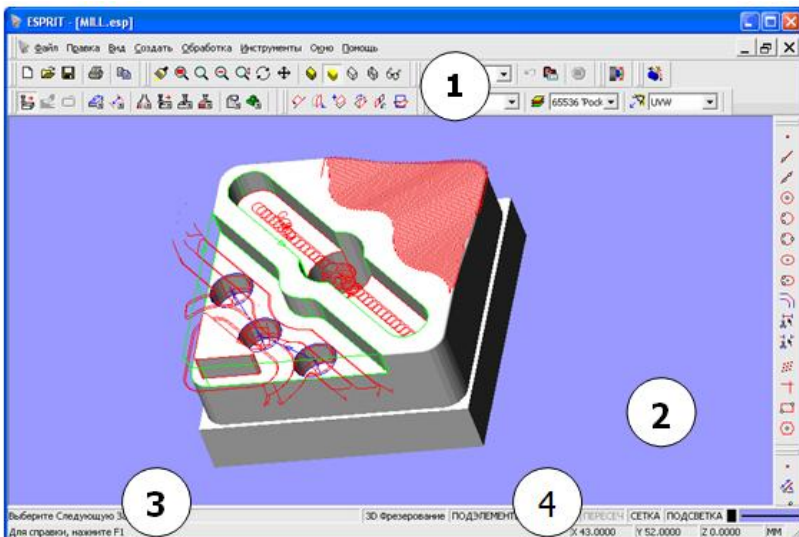


Рис. 11.1. Интерфейс программы Esprit

Також Esprit забезпечує два спеціалізованих вікна, які надають додаткову інформацію про деталі і забезпечують чудовий спосіб управління роботою (рис. 11.2).

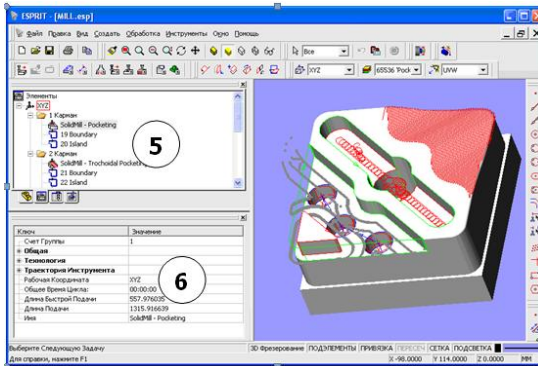


Рис. 11.2. Інтерфейс програми Esprit

5. *Менеджер проекту* складається з ряду вікон, які перераховують кожен операцію, елемент, і ріжучий інструмент в поточній сесії, і дозволяє управляти, сортувати і перевизначати ці елементи. Щоб відобразити *менеджера проекту*, натисніть клавішу F2 або натисніть менеджер проекту в меню *вид*.

6. Інформація, який показується *браузером властивостей* про будь-якому об'єкті, обраному в графічній зоні або менеджері проекту. Можна переглянути та змінити індивідуальні властивості обраного об'єкта. Щоб переглянути *браузер властивостей*, натисніть *властивості* в меню *вид* або натисніть одночасно клавіші ALT + Enter.

Меню наведено на рис. 11.3.

Команди розміщені в восьми меню. Більшість команд меню також є на панелі інструментів.

Файл: відкриття існуючого файл або створення нового. Збереження змінених файлів.

Правка: копіювання або видалення об'єктів, переміщення точки Початок Координат або зміна орієнтації імпортованої моделі.

Вид: установка відображення робочого середовища.

«Создать»: створення нової геометрії, і її вимір, створення Елементів, поверхонь або твердотільних моделей.

«Обработка»: налаштування верстата, створення ріжучих інструментів, створення і візуалізація операцій обробки.

«Инструменты»: установка одиниць системи, створення макросів, завантаження плагінів програми, і зовнішнього вигляду Esprit.

«Окно»: створення нових вікон і розташування відображення декількох вікон.

«Помощь»: отримання доступу до файлів он лайн допомоги або перегляд інформації про поточну версію Esprit.

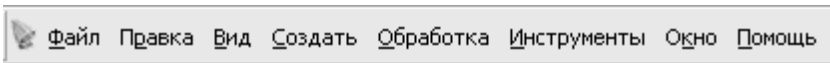


Рис. 11.3. Меню програми Esprit

Панелі інструментів наведені на рис. 11.3.

Панелі інструментів за замовчуванням розташовані зверху екрану ESPRIT.

1. Стандартна панель інструментів містить команди *управління файлом*, які дозволяють створити, відкрити, зберегти і друкувати. Тут можемо знайти команду *копіювання*, яка дозволяє копіювати елементи, вибрані в робочій області.

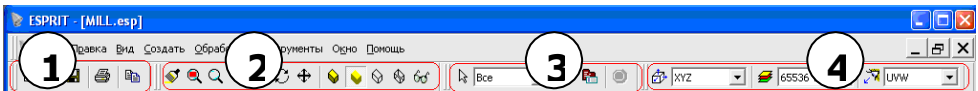


Рис. 11.3. Панелі інструментів програми Esprit

2. Панель інструментів *вид* містить кілька команд, які дозволяють управляти відображенням в робочій області: масштабування і обертання виду, плюс команди, які дозволяють

вибирати, як буде відображатися деталь, в затіненому вигляді або у вигляді каркаса.

3. Панель інструментів *правка* забезпечує інструментами вибору, які дозволяють фільтрувати типи елементів, які можуть бути обрані або автоматично обрані (група) кілька елементів з обраного окремого елемента.

4. Панелі інструментів *шари* і *площини* містять команди створення і вибору робочих площин, шарів, і площин виду.

Інтелектуальна панель інструментів представлена на рис. 11.4.

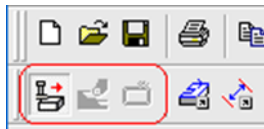


Рис. 11.4. Інтелектуальна панель програми Esprit

Використовуйте *інтелектуальну панель* інструментів, щоб швидко показати і приховати панелі інструментів Esprit, засновані на типі обробці.

Перші три зображення на панелі інструментів стосуються режимів обробки в Esprit: *фрезерування, точіння і електроерозійна обробка*.

Якщо натиснути на позначку «*переключитися на 3D фрезерування*» панель інструментів оновиться, відобразивши команди, які дозволять створювати фрезерні інструменти і операції. Якщо Ви натиснете на значку "Переключитися на 3D Точіння", фрезерні команди сховаються, а відобразяться нові команди, які дозволять створювати токарні та токарно-фрезерні операції і інструменти (рис. 11.5).

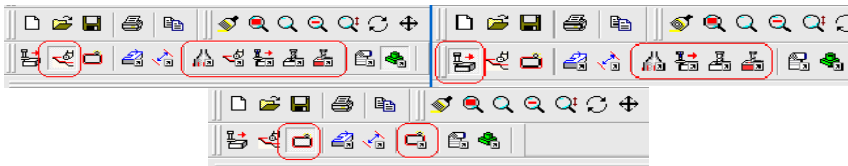


Рис. 11.5. Інтелектуальна панель програми Esprit

На додаток до Інтелектуальної панелі інструментів Ви можете відобразити інші панелі інструментів.

Щоб відобразити інші панелі інструментів треба:

В меню *вид*, виберіть *панель інструментів...* а потім виберіть панель інструментів зі списку. Будь-яка зазначена панель інструментів відобразиться на екрані.

Натисніть праву кнопку миші на будь-який видимої панелі інструментів і виберіть панель інструментів, яку хочете відобразити

Щоб відобразити *панелі інструментів операцій обробки*, виберіть тип обробки в меню *обробка*, наприклад 3 Осьове 3D фрезерування, а потім знову виберіть тип обробки в другому меню.

Щоб приховати панель інструментів:

В меню *вид*, виберіть *панель інструментів...* і знову виберіть вже зазначену панель інструментів.

Натисніть праву кнопку миші на панелі інструментів і виберіть панель інструментів, яку хочете приховати.

Щоб приховати панель інструментів обробки, натисніть праву кнопку миші на панелі інструментів і виберіть приховати.

Щоб перемістити панель інструментів, наведіть вказівник на подвійний лінією або праворуч від панелі інструментів і потягніть її до нового місця розташування. При переміщенні панелі інструментів близько кромки екрану, вона автоматично буде прив'язуватися до кромки.

Відображення Осі XYZ і Осі UVW

Ви можете відобразити два типи осей в робочій області:

- *Ось XYZ*: глобальна вісь розміщена в глобальній точці початок координат

- *Ось UVW*: локальна вісь поточної робочої площини відображенням цих двох осей управляє меню *вид* (рис. 11.6).

Відкриття та Збереження фото в Esprit

При початку нової сесії в Esprit або створенні нового файлу, система запропонує вибрати, або почати з чистого файлу або почати нову сесію з визначеного шаблону.

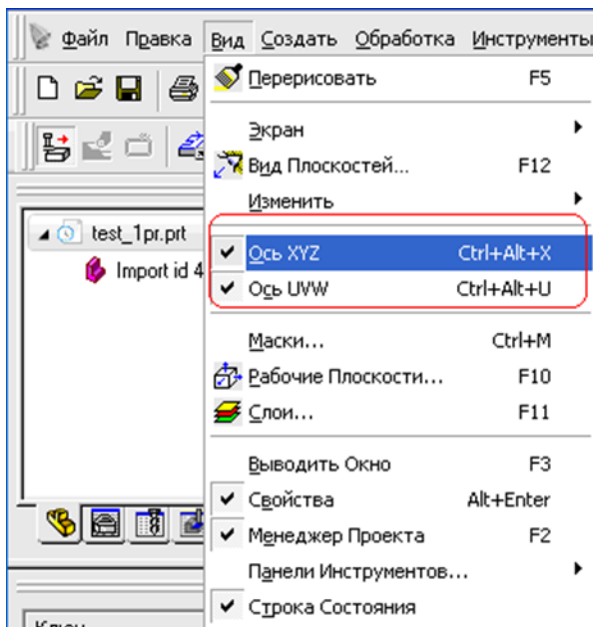


Рис. 11.6. Відображення Осі XYZ і Осі UVW програми Esprit

Опція *порожній документ* відкриє новий файл, який використовує Esprit за замовчуванням. Файл шаблону містить певні користувачем елементи і параметри налаштування Вашого верстата.

Ви можете створити шаблони, які будуть містити часто використовувані інструменти, конфігурації установки верстата, параметри налаштування візуалізації, повторювану геометрію, і параметри настройки KnowledgeBase. У міру знайомства з Esprit, Ви навчитеся створити шаблони, які можна легко і швидко застосовувати до таких типам роботи.

Як новий користувач, виберіть *порожній документ* і натисніть *ОК*.

Команди меню Файл або значки на Стандартній панелі інструментів (розташовані верхньому лівому кутку екрана Esprit) використовуються для управління файлами деталі.

З'явиться діалог шаблону, який контролює опцію «Показати Діалогове вікно Шаблону» на сторінці Введення діалогу Параметри, доступного в меню Інструменти. За замовчуванням, діалог шаблон, вмикається.

Esprit створений на основі ядра Parasolids, що дозволяє відкривати велику кількість файлів 3D моделей.

Використовуйте команду Відкрити, щоб відкрити раніше збережений файл. Використовуйте меню, що випадає «Тип файлів», щоб відобразити файли тільки з певним розширенням. Цей фільтр полегшує пошук файлу, який Ви хочете відкрити. Якщо у файлу, який Ви шукаєте, тобто не включене в список розширення, виберіть «*Всі файли*».

При роботі в Esprit, Вам потрібно буде зберігати Ваші зміни.

Команда *зберегти* зберігає поточний файл як власний файл Esprit або як інший тип формату CAD. Файли Esprit зберігаються з розширенням файлу «.esp». Якщо Ви хочете конвертувати файл в інший формат файлу, виберіть «*зберегти як*» з спадаючого меню, а потім виберіть потрібне розширення файлу.

Одна з найважливіших задач в будь-якій системі CAD / CAM – здатність вибирати кілька елементів у файлі деталі. Один файл деталі може включати одну або кілька твердотільних моделей, каркасну геометрію, поверхні і траєкторію інструмента.

Крім того, Ви повинні мати здатність вибирати індивідуальні компоненти елемента, такі як кромки на 3D моделі або кінцеві точки лінії.

Елементи в робочій зоні можуть бути обрані індивідуально, групою або типом елемента.

Використовуйте мишу, щоб вибрати індивідуальний елемент в робочій зоні.

Щоб вибрати більше ніж один елемент, натисніть і утримуйте клавішу CTRL або виділити потрібні елементи блоком вибору.

Щоб вибрати групу пов'язаних елементів, натисніть і утримуйте *shift* при виборі елемента.

Використовуйте список Вибору, щоб вибрати тип елементів. Якщо буде обрано *геометрія*, то зможете вибрати тільки елементи геометрії в робочій зоні. Коли завершили вибір, не забудьте вибрати тип *вибору* – *все*.

Якщо хочете вибрати всі елементи, які відповідають певним критеріям вибору, Ви можете використовувати команду *групи* в меню *правка*.

Команда *групи* дозволяє робити вибір між всі елементи, використовуючи такі критерії:

- тип елемента;
- колір;
- шар;
- робоча площина.

Після визначення критеріїв вибору, натисніть *ОК*, щоб автоматично вибрати всі елементи, які містять ці критерії.

Є п'ять режимів вибору наданих в рядку статусу, в нижньому правому куті екрану (рис. 11.7):

- підсвічування;
- прив'язка;
- піделементи;
- перетин;
- мітка.

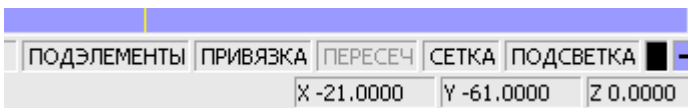


Рис. 11.7. Ряд статус програми Esprit

Коли режим підсвічений сірим кольором – він не активний. Натисніть по режиму, щоб включити або вимкнути його.

Основна вимога до будь-якої CAD / CAM системі – забезпечення функцій, які дозволять створювати 2D і 3D геометрію. Для операторів, здатність створення геометрії –


допомога у створенні належної траєкторії інструменту. Esprit забезпечує функції створення двох типів геометрії: необмеженою й обмеженою. У необмеженій геометрії немає початкової або кінцевої точки, як наприклад нескінченна лінія, початкова або кінцева точка одне і те ж, як наприклад коло або еліпс. Обмежена геометрія обмежена початковою і кінцевою точкою, такий як лінійний сегмент або дуга.


Деякі геометричні елементи не можуть бути віднесені до жодного з типів геометрії, як наприклад точки, прямокутники і багатокутники. Крім того, Esprit дозволяє обрізати або подовжити геометрію, або додати заокруглення і фаску в кутах.


Необмежена геометрія. Панель інструментів *необмежена геометрія* відобразиться автоматично, якщо натиснути по значку *геометрія* на *інтелектуальній панелі інструментів*.



Рис. 11.8. Панель інструментів програми Esprit (виділена необмежена геометрія)

 Точка: створює точку, використовуючи контрольний елемент або введені значення. Користувач може ввести значення координат XYZ, вибрати точки сітки, або вибрати контрольний елемент, щоб створити точку: на місці розташування прив'язки (кінцева точка, середня точка або точка центру), в перетині двох елементів, на зазначеній дистанції уздовж елемента, або на зазначеній дистанції і кутку від засланого розташування.

 Лінія 1: створює лінію з одного засланого елемента. Лінія може бути створена через точку, дотично до окружності або дузі, або паралельно іншій лінії, сегменту або осі.

 Лінія 2: створює лінію з двох довідкових елементів. Лінія може бути створена між двома точками, щодо до кіл або

дуг, або перпендикулярно до іншої лінії через вказане місце розташування.



Коло 1: створює коло з одного засланого елемента. Центр кола створюється в зазначеному місцезнаходження або концентрично до іншої окружності.



Коло 2: створює коло з двох довідкових елементів. Окружність створюється через або дотично до двом елементам або місцеположенням прив'язок.



Коло 3: створює коло з трьох довідкових елементів. Окружність створюється через або дотично до трьох елементів або місцеположенням прив'язок. Радіус обчислюється від цих трьох місць розташування.



Еліпс 1: створює еліпс, із центром в точці або місцезнаходження прив'язки. Система запросить у користувача визначити точку центра, кут головної осі, більший і менший радіус.



Еліпс 3: створює еліпс з трьох точок або місць розташування прив'язок. Система запросить у користувача визначити точку центру, точка, яка визначає кут головної осі і більшого радіусу, і точку будь-де на еліпсі.



Округлення / Фаска: створює дугу (округлення) або сегмент (фаску) між двома посилальними елементами. Залежно від обраної геометрії, елементи або обрізаються, або подовжуються до кінцевих точок заокруглення або фаски.



Залишити: залишає частина елемента між двома посилальними елементами і обрізає решта. Ця команда також може використовуватися, щоб перетворити дугу в коло, сегмент в лінію, або обмежений еліпс до необмеженого еліпсу.



Обрізати: обрізає частина елемента між двома посилальними елементами.



Масив Точок: створює безліч точок через рівномірні інтервали. Користувач може визначити число точок, щоб створити в лінійний масив, масив по колу або масив по сітці. Крім того, користувач може автоматично створити Елемент ОТКТ з цих точок одночасно.



Горизонтальна / Вертикальна лінія: створює лінію, паралельну (горизонтальної) Осі X або Вісь Y (вертикальну) на зазначеній дистанції.



Прямокутник: створює прямокутник або куб від двох точок або місць розташування прив'язок. Коли посилальні точки лежать на одній площині, прямокутник створюється від чотирьох окремих сегментів. Коли посилальні точки лежать на



Багатокутник: створює закриту форму з будь-якою кількістю сторін, з центром в точці або місцезнаходження прив'язки.

Щоб відобразити панель інструментів обмеженою Геометрії, виберіть "Обмежена Геометрія" на панелі інструментів Створити. Більшість команд ті ж самі за винятком того, що Ви можете створити сегменти замість ліній і дуги замість кіл (рис. 11.9).



Рис. 11.9. Панель інструментів програми Esprit (обмежена геометрія)



Сегмент 1: Створює сегмент з одного засланого елемента. Сегмент може бути створений через точку, дотично до окружності або дузі, або паралельно іншій лінії, сегменту, або осі. Користувач визначає довжину і кут.



Сегмент 2: Створює сегмент з двох довідкових елементів, які визначають початкові та кінцеві точки. Сегмент може бути створені між двома точками, щодо до кіл або дуг, або перпендикулярно до іншої лінії, сегменту або осі.



Дуга 1: Створює дугу з точки центру, значення радіусу, початкового і кінцевого кута.



Дуга 2: Створює дугу із зазначеним радіусом через або дотично до двох послідовних елементів.



Дуга 3: Створює дугу з трьох довідкових елементів, які визначають початкову точку, точку на дузі, і кінцеву точку.



Еліпс 1: Створює відкритий еліпс, з центром в точці або місцезнаходження прив'язки. Система запросить у користувача визначити точку центра, кут головної осі, більший і менший радіус, початковий і кінцевий кут.



Еліпс 3: Створює еліпс з трьох точок або місць розташування прив'язок. Система запросить у користувача визначити точку центра, точку, яка визначає кут головної осі і більшого радіусу, і кінцеві точки. Друга обрана точка, визначає початкову точку еліпса.

Робочі площини. Коли створюється геометрія, вона промальовується на поточній робочій площині. Робочі площини дозволяють Вам малювати геометрію на площині, крім площині за замовчуванням, XYZ. Місцезнаходження та орієнтація поточної робочої площині відображає вісь UVW. Щоб відобразити вісь UVW, виберіть вісь UVW в меню вид (рис. 11.10).

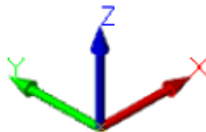


Рис. 11.10. Відображення осей UVW програми Esprit

Esprit забезпечує три орієнтації робочої площини, все починаються в точці Почала Координат системи:

XYZ: U, V і W мають ту ж саму орієнтацію як X, Y, і Z. Геометрія малюється на площині XY.

ZXY: U, V і W збігається з Z, X, і Y відповідно. Геометрія малюється на площині ZX.

YZX: U, V і W збігається з Y, Z, і X відповідно. Геометрія малюється на площині YZ.

У Esprit вісь інструменту завжди збігається з віссю W або Z.

Можливо створити власні робочі площини будь-якої орієнтації і розташування, що використовуються команди панелі інструментів *змінити робочу площину*. Ця панель інструментів відображається автоматично при виборі *геометрія* на Інтелектуальній панелі інструментів (рис. 11.11).



Рис. 11.11. Відображення панелі «змінити робочу площину» програми Esprit



Робоча площина з геометрії: Створює робочу площину з обраних елементів, які визначають цю площину. Може бути вибрано наступне: дві пересічні лінії, кромки поверхні або твердого тіла, лінія і точка, яка не належить цій лінії, три точки, які не належать цій же лінії, окружності. Перший обраний елемент визначає вісь U, другий елемент визначає V.



Паралельна робоча площина: Переміщує вісь UVW на приріст, згідно введеним значенням U, V і W. Слідкуйте за вказівками з'являються вліво нижньому кутку екрану (поле запиту). Якщо орієнтація осі UVW збігається з орієнтацією осі XYZ, то команда Паралельна Робоча Площина, працює точно також як команда Перемістити Робочу Площина.



Перемістити робочу площина: Переміщує вісь UVW на значення збільшень введених для X, Y і Z і згідно орієнтації осі XYZ. Дотримуйтесь інструкцій в поле запиту (лівий нижній кут екрану).



Повернути Робочу Площина: Повертає вісь UVW будь-який кут навколо обраної лінії або сегмента.



Повернути UVW: Повертає вісь UVW будь-який кут навколо осі U, V і W.



Симетрична робоча площина: Переміщує вісь UVW симетрично щодо обраної площині. Ви можете вибрати елементи, щоб визначити площину дзеркала (див. Робоча Площина з Геометрії), або використовувати існуючу площину як площину дзеркала. Щоб зробити так, введіть слово "ім'я" і введіть назву площині, яку Ви хочете використовувати.

Щоб зберегти поточну позицію UVW, відкрийтеся, діалог робочі площини (натисніть F10), і виберіть *нова*. Введіть ім'я для нової площині і натисніть ОК.

Коли вибрано пункт "Включити Вид", те ж саме ім'я та орієнтація будуть додані до списку Площин Віда, таким чином, Ви можете змінити відображення на цей вид в будь-який час. Вид створюється за "W" осі UVW, що вказує на Вас так, щоб Ви могли створити елементи на UV (або XY) площині. Відображатиметься зірочка (*) після імені нової площині в списку Робочих Площин і площин вида, вказуючи на те, що робоча площина включена в вид.

Створення моделі заготовки. Моделі заготовки для фрезерних операцій створюються в Параметрах візуалізації на панелі інструментів візуалізації.

Моделі заготовки створюються як 3D моделі, які допомагають візуалізувати видалення матеріалу під час процесу візуалізації. Моделі заготовки можуть бути визначені кількома

способами: з існуючої 3D моделі, з Речовини, з зовнішнього файлу, і з точок, які визначають блок.

У цьому уроці Ви створите модель заготовки з елемента Ланцюжок, який визначає форму кордону.

На інтелектуальній панелі інструментів, натисніть по значку *візуалізація* (рис. 11.12).



Рис. 11.12. Відображення інтелектуальної панелі програми esprit (виділено кнопка «візуалізація»)

Натисніть по значку параметри візуалізації (рис. 11.13).



Рис. 11.13. Відображення інтелектуальної панелі програми Esprit (виділено кнопка «параметри візуалізація»)

– натисніть на вкладці *твердотільні моделі*
– встановіть *тип - заготовка* і встановіть *створити з – витискання*.

– натисніть на кнопку *стрілка* і виберіть *елемент профіль заготовки (Stock Profile)*" в робочій області.

Встановіть "Z +" 1.

Встановіть 'Z-' 53.1

Установка '*Індексація*' - '*Ніякої*'.

Натисніть кнопку *Додати*.

Натисніть *ОК*.

Щоб переглянути нову модель заготовки, натисніть по значку *один крок*.

Натисніть по значку *стоп*, щоб вийти з режиму візуалізації.

3 Порядок проведення роботи

- 3.1 Пояснення викладачем інтерфейсу програми Esprit.
- 3.2 Демонстрація інженером інтерфейсу програми Esprit на комп'ютері.

4 Контрольні питання

- 4.1 Що таке Esprit?
- 4.2. Для чого необхідна програма Esprit?

5 Зміст звіту

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

ЛІТЕРАТУРА

1. Сологуб М.О. Технологія конструкційних матеріалів/ М.О. Сологуб, І.О. Рожнецький – К.: Вища школа, 2002.– 369 с.
2. Дерябин А.Л. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ и ГПС: уч. пособие для студентов ВУЗов / А.Л. Дерябин, М.А. Эстерзон.– М.: Машиностроение, 1989. – 228 с.
3. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по курсу технология машиностроения / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – М.: Высшая школа, 1983. –159 с.
4. Гельфгат Ю. И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения / Ю. И. Гельфгат. – М.: Высшая школа, 1988. 110 с .
5. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию / Ю.И. Головин. – М.: Машиностроение, 2003. – 115 с.
6. Автоматическое управление процессами / Ю.И.Иванов, К.В. Малышев, В.А. Шелаев и др., ч. 1. – М.: Изд. МГУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 235 с.
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт і практичних занять з дисципліни «Основи професійної діяльності». Укл. Джемелінський В.В., Лесик Д. А., Кагляк О.Д. (електронний варіант).– НТУУ «КПІ», 2001.– 48 с.
8. Інструкція Mach 3 для верстатів з ЧПУ.