

ДМІТРІЄВ Ю.О., МАЦУЛЕВИЧ О.Є.,
ЩЕРБИНА В.М., ХОЛОДНЯК Ю.В.



ПРОЕКТУВАННЯ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ ТОКАРНОЇ ГРУПИ З ПРИСТРОЄМ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАМНОГО КЕРУВАННЯ



МЕЛІТОПОЛЬ 2018

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Дмітрієв Ю.О., Мацулевич О.Є.,
Щербина В.М., Холодняк Ю.В.

**ПРОЕКТУВАННЮ КЕРУЮЧИХ
ПРОГРАМ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ
ТОКАРНОЇ ГРУПИ З ПРИСТРОЄМ
ЧИСЛОВОГО ПРОГРАМНОГО
КЕРУВАННЯ**

рекомендовано Вченою радою

*Таврійського державного агротехнологічного універси-
тету, як навчальний посібник для підготовки здобувачів
ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 122
«Комп'ютерні науки»*

Мелітополь
2018

УДК 332.1
Д 12

*Рекомендовано Вченою радою Таврійського державного
агротехнологічного університету як навчальний посібник
Протокол № 11 від «26» червня 2018 р*

Рецензенти:

Дмитрієва І.С. – к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій і систем Національної металургійної академії України.

Овчаренко В.Г. – президент групи компаній «Турбоком».

Д 12

Дмитрієв Ю.О.

Проектування керуючих програм для верстатів токарної групи з пристроєм числового програмного керування: навч. посібник / Ю.О. Дмитрієв, О.Є. Мацулевич, В.М. Щербина, Ю.В. Холодняк – ВПЦ «Люкс», Мелітополь, 2018. 132 с.

Навчальний посібник охоплює всі теми навчальної програми дисципліни «Інформаційні технології у виробництві» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» за ступенем вищої освіти «Бакалавр».

У посібнику ставиться мета: дати теоретичні і практичні навички в розробці керуючих програм для токарних верстатів, які укомплектовані оперативними системами програмного керування.

Перевагою даного навчального посібника, що, безумовно, підвищує його ефективність, є те, що багато уваги приділено вивченню автоматичних циклів, які дозволяють, в діалоговому режимі, скоротити трудомісткість проектування програми.

Приведені варіанти індивідуальних завдань дозволяють студенту самостійно спроектувати оригінальну керуючу програму.

УДК 332.1

Д 12

© Ю.О. Дмитрієв, О.Є. Мацулевич,
В.М. Щербина, Ю.В. Холодняк

© Таврійський державний
агротехнологічний університет, 2018

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Тема 1.Початкові відомості про програмування обробки деталей на верстатах з ЧПУ токарної групи.....	7
1.1. Формат кадру, система координат верстату.....	7
1.2. Підготовчі функції G керуючої програми	8
1.3. Функції електро автоматики керуючої програми.....	11
Тема 2. Проектування основних траєкторій руху інструменту. Імітація роботи верстата за допомогою імітатора.....	20
2.1. Приклади розробки траєкторій.....	20
2.2. Розробка керуючої програми з імітацією обробки на імітаторі	22
2.3. Програмування кругової інтерполяції з імітацією обробки	33
Тема 3. Етапи розробки керуючої програми для токарного верстата з ЧПК з пристроєм 2P22.....	39
Тема 4 Система координат на верстатах з ЧПУ моделі 2P22. Еквідистанта контуру.....	42
Тема 5. Типові циклограми вершини різця. Особливості нарізання різьби	47
5.1. Типові циклограми вершини різця	47
5.2. Особливості нарізання різьблення	51
Тема 6. Принципи кодування і порядок побудови кадру. Пристрій системи ЧПУ 2P22.....	56
6.1. Принципи кодування і порядок побудови кадру.....	56
6.2. Пристрій системи ЧПУ 2P22	61
Тема 7. Програмування лінійних переміщень. Програмування частоти обертання шпинделю, подачі та позиції інструменту.....	64
7.1. Програмування лінійних переміщень.....	64

7.2. Програмування частоти обертання шпинделя, подачі і позиції інструменту	69
Тема 8. Програмування обробки по дузі кола. Програмування обробки конічних поверхонь і зняття фасок під кутом 45°	71
8.1. Програмування обробки по дузі кола.....	71
8.2. Програмування обробки конічних поверхонь і зняття фасок під кутом 45°	76
Тема 9. Автоматичні цикли нарізання різьби, проточки канавок, однопрохідного зовнішнього та внутрішнього точіння за схемою «петля».....	80
9.1. Цикл нарізання різьби L 01.....	80
9.2. Цикл проточки канавок L 02.....	83
9.3. Цикл однопрохідного зовнішнього точіння за схемою «петля» L03.....	85
9.4. Цикл однопрохідного внутрішнього точіння за схемою «петля» L04.....	87
Тема 10. Автоматичні цикли однопрохідної торцевої обробки, глибокого свердління та багатопрохідної обробки.....	89
10.1. Цикл однопрохідної торцевої обробки за схемою «петля» L05.....	89
10.2. Цикл глибокого свердління L06	90
10.3. Цикл нарізання різьблення мітчиком або плашкою L07.....	92
10.4. Цикли багатопрохідної обробки L08, L09	94
Тема 11. Цикл чистової обробки по контуру з заданого кадру L10. Цикл повторення частини програми L11.....	99
11.1. Цикл чистової обробки по контуру з заданого кадру L10....	99
11.2. Цикл повторення частини програми L11.....	100
11.3. Приклад керуючої програми для обробки деталі «Валик різьбовий».....	103

Тема 12. Прив'язка пристрою ЧПУ до параметрів верстата. Прив'язка системи відліку до верстата	106
12.1. Пульт керування.....	106
12.2. Прив'язка пристрою ЧПУ до параметрів верстата.....	109
12.3. Прив'язка системи відліку до верстата	113
12.4. Напівавтоматичний введення вихідного положення і вихід інструменту в це положення.....	114
Тема 13 Прив'язка системи відліку до деталі. Ввід та редагування керуючої програми	116
13.1. Прив'язка інструменту до системи відліку	116
13.2. Прив'язка системи відліку до деталі	119
13.3. Введення керуючої програми в пам'ять пристрою ЧПУ 2P22 і її індикація	119
13.4. Редагування керуючої програми	120
13.5. Введення програми з програмоносія.....	121
13.6. Режим «Вивід»	122
13.7. Режим «Ручне управління»	123
13.8. Автоматичний режим	125
13.9. Режим «Тест» і автоматична діагностика.....	128
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	131

ВСТУП

Верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) в наш час складають основу технологічного обладнання будь-якого сучасного машинобудівного підприємства. За 60 років свого існування верстати з ЧПК пройшли гігантський шлях від найпростіших свердлильних верстатів з позиційними системами керування до багатоопераційних верстатів, з можливістю програмного керування по 9 координатам. Високі показники точності та можливість використання швидкісних режимів обробки роблять верстати з ЧПК незамінними при виготовленні складних деталей розроблених з використанням систем автоматизованого проектування (САПР). Максимально реалізувати технологічні можливості обладнання з ЧПК можливо лише в режимі автоматизованої розробки керуючих програм(КП) для даного обладнання. Цю задачу вирішують підсистеми які входять до складу систем САПР.

Фахівці інформаційних технологій проектування повинні знати методики проектування керуючих програм, технологічної документації та мати практичні навички їх реалізації. Запропоновані методичні вказівки розроблені для сприяння в вивченні методики проектування керуючих програм та технологічної документації при підготовки обробки деталей на токарних верстатах з пристроєм числового програмного керування моделі 2P22.

Під час виконання лабораторній роботі студенти вивчають теоретичні відомості по розробці керуючої програми, та технологічної документації для верстатів токарної групи. По закінченні студенти оформлюють звіт в якому представляють результати виконаної роботи.

Тема 1. Початкові відомості про програмування обробки деталей на верстатах з ЧПУ токарної групи.

1.1. Формат кадру, система координат верстату

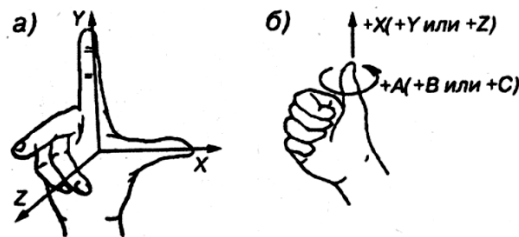
Управляюча програма (УП) обробки деталі складається з послідовності кадрів.

Формат кадра (за ГОСТ 20999–76):

N04.G02.X+053.Z+053.R+053.I+053.J+053

K+053.F023 F05 E034.S+04.T04.D02.M02.P08.Q08.H04.L04.

На рис. 1 – 3 показано положення осей координат верстата. Нуль системи координат верстата визначає в цьому випадку оператор (наладчик), установлюючи положення плаваючого нуля, від якого забезпечується зв'язок з нулем системи координат деталі. Нуль системи координат деталі призначає технолог, виходячи зі схеми розмірного аналізу. Щодо цього нуля й пишеться керуюча програма для обробки даної деталі.



- а) - позитивні напрямки осей координат,
б) - позитивні напрямки обертань (поворотів)

Рисунок 1.1 – Правило правої руки

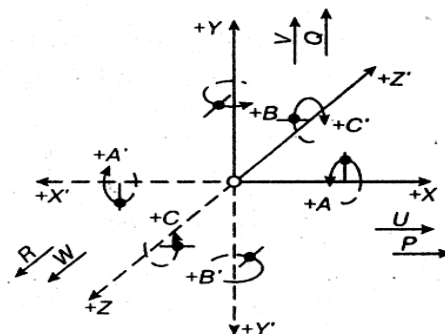


Рисунок 1.2 – Загальна орієнтація осей координат

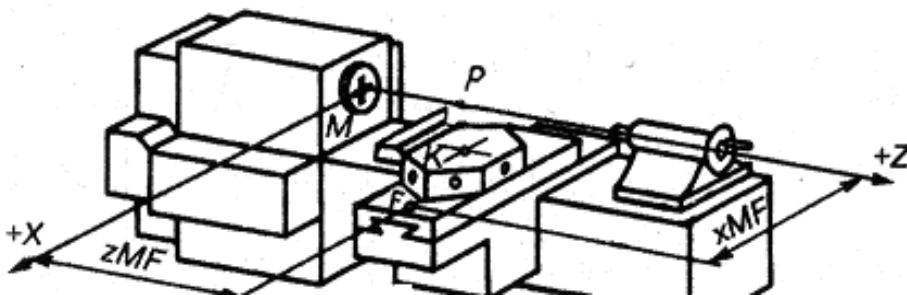


Рисунок 1.3 – Орієнтація осей координат на токарному верстаті

1.2. Підготовчі функції G керуючої програми.

Правила завдання систем координат верстата й деталі, а також особливих точок у цих системах координат:

- врахування керуючих параметрів (КП) реальних умов обробки;
- состав G-функцій, їхнє призначення;
- состав буквених параметрів і параметрів ЧПУ, необхідних для коректної обробки G-функцій;
- геометрію обробки G-функцій.

Система координат верстата визначається місцем розташування початку координат верстата – нулевої точки верстата. В цьому випадку застосована система плаваючого нуля верстата, тобто будь-яке положення хрестового стола щодо інструмента може бути прийняте за нульове.

Система координат ЧПУ орієнтована на праву систему координат (ДСТУ 20999–83), при котрій погляд спостерігача (оператора верстата, технолога-програміста УП) зі сторони позитивного напрямку осі Y на квадранти площині XZ бачить отработку функції кругової інтерполяції G02 «за годинниковою стрілкою».

Може бути, при необхідності, здійснена програмна установка нової системи координат (деталі), установка нової системи координат (деталі) параметричним чином; установка даних інструмента, установка необхідних технологічних команд ділінійного зрушення.

Установка нової системи координат деталі здійснюється функці-

сю:

G92 X, Z ; або G92 U, W.

де X,Z□□координати Ф.Т.N1 у системі координат деталі, тобто відносно початкусистеми координат деталі□□нуля деталі (Н.Д.);

U,W □□складовфі вектора, проведеного з Н.Д. у Н.С.

Формат кадра:

Кожний окремиий кадра Керуючої програми повинен відповідати формату:

[Номер кадра] [Команда] [Параметри команди]

В одному кадрові не повинне бути одночасно М и G функцій (табл.1), параметрами до яких ідуть однакові параметри. Т.е. якщо М функція має параметр X Y Z, то в цій же рядку не повинне бути G функції з параметрами X Y Z.

Складові кадру відділяються друг від друга ОДНИМ пробілом.

Рядок, що починається із символу «;» вважається коментарем.

Наприклад:

; Включення шпинделя N100 S1000 M03

Параметри і їх значення не розділяються пробілами.

Наприклад: X-100.6

Таблиця 1

Адресная буква	Призначення
N	Порядковий номер кадру
G	Команда завдання режиму операції (лінійна, кругова інтерполяція і т.д.)
X, Y, Z	Значення координат
I, J, K	Координати центру дуги окружності
F	Швидкість супорта
S	Швидкість обертання шпинделя
T	Номер коректора інструмента
M	Допоміжна команда
R	Радіус дуги окружності
P	Тривалість паузи, номер підпрограми, номер фіксованої точки, параметр команди
Q	Параметр команди

Завдання значень координат і параметрів

Якщо значення координати або радіуса задане зі значення ухвалюється заданим у міліметрах. Якщо значення задане без десяткової точки, то воно вважається заданим у дискретах.

Приклад: X100 – 100 дискрет

X100.- 100 міліметрів.

Параметричне завдання значень

Завдання значення з параметра:

X#200n Y#210n

Z#220n

Завдання значення зі змінної: XенYенZen

Задати значення параметра можна в такий спосіб:

Приклад: N10 #2005 = 35.5 – Значення 35.5

N10 #2005 = E10 - Зі змінної E10

Математичні операції з параметрами Додавання:

#2001 = #2002 + #2201

Сума значень параметрів #2002 і #2201 записується в параметр #2001

Вирахування:

#2001 = #2002 - #2201

Різниця значень параметрів #2002 і #2201 записується в параметр #2001

Множення:

#2001 = #2002 * #2201

Добуток значень параметрів #2002 і #2201 записується в параметр #2001

Розподіл:

#2001 = #2002 / #2201

Залишок від розподілу параметра #2002 на #2201 записується в параметр #2001

Швидкість супорта й шпинделя

Швидкість супорта – Fn (мм/хв)

Швидкість супорта в міліметрах на 1 оберт шпинделя - Eп

Швидкість шпинделя – Sn (про/хв)

Параметри інструмента

Установка значень вильотів інструмента: N01 Tп

Значення вильотів підсумуються з поточною координатою.

Формат файлу УП

Файл керуючої програми являє собою звичайний текстовий файл із розширенням .PRG

Кожний окремий рядок файлу повинна містити кадр програми або рядок коментаря, першим символом якої повинен бути символ “;”

Порожні рядки ігноруються при завантаженні файлу.

1.3. Функції електро автоматики керуючої програми

M00–Програмувальний остонов виконання УП. Виконання буде продовжено після того, як оператор натисне кнопку ОК у діалозі, викликаному даної функцією.

Приклад: N01 M00

M02–Зупинка виконання програми

Приклад: N01 M02

M03–Включення шпинделя за годинниковою стрілкою

Приклад: N01 S1000 M03 – включення шпинделя на частоту 1000 об/хв.

M04–Включення шпинделя проти годинникової стрілки.

Приклад: N01 S1000 M04 – включення шпинделя на частоту 1000 об/хв.

M05 – Останов шпинделя

Приклад: N01 M05

M06–Зміна інструмента на одну позицію револьверної головки.

Приклад: N01 M06

У режимі ІМПІАТОР, разом з параметром Т зміна інструмента проводиться в позицію револьверної головки, зазначену параметром Т.

Наприклад: N10 T2 M06 – вибір 2-ой позиції РГ

При цьому так само встановлюються вильоти інструмента для 2-ой позиції револьверної головки.

M10 Pn-Затискач деталі на верстаті. Де n – час затискача в секундах.

Приклад: M10 P10

M11 Pn-Разжим деталі на верстаті. Де n – час затискача в секундах.

Приклад: M11 P10

M13 Pn-Затискач на токарному верстаті (рух пинолі вперед). Де n – час затискача в секундах.

Приклад: M13 P10

M14Pn-Разжим на токарному верстаті (рух пинолі назад). Де n – час затискача в секундах.

Приклад: M14 P10

M100–Установка координат фіксованої точки

Приклад: N01 M100 XnYnZn P10 – Установка фіксованої точки Номер 10 з координатами XnYnZn. Припустиме завдання значення параметрів X, Y і Z зі змінних E.

Приклад: N10 M100 XE11 P4 – Установка значення фіксованої точки по координаті X рівному значенню змінної E11.

Припустиме завдання значення параметрів X, Y і Z з параметрів 200n, 210n, 220n.

Приклад: N10 M102 X#2005 P4 – Установка значення фіксованої точки по координаті X рівному значенню параметра 2005.

M101–Установка значення змінної E

Приклад: N01 M101 @_число_ En – Запис значення _число_ у змінну En.

M102–Установка значень вильотів інструмента

Приклад: N01 M102 XnYnZn P_інструмент_ - Установка значень вильотів XnYnZn для коректора інструмента з номером _інструмент_.

Припустиме завдання значення параметрів X, Y і Z зі змінних E.

Приклад: N10 M102 XE11 P4 – Установка вильоту по координаті X рівному значенню змінної E11.

Припустиме завдання значення параметрів X, Y і Z з параметрів 200n, 210n, 220n.

Приклад: N10 M102 X#2005 P4 – Установка вильоту по координаті X рівному значенню параметра 2005.

M103–Установка точності апроксимування дуги окружності

Приклад: N01 M103Cn–Розбивка дуги окружності на n відрізків.

У режимі ВЕРСТАТ не рекомендується ставити занадто велику точність – обмеження швидкодії привода подач.

M200–Порівняння параметра E з числом: Якщо $E < @$ тоді *Дія*

Приклад: N01M200En@_число_G71P100 - Порівняння змінної En із числом: Якщо $E < @$ тоді виконання функції G71P100.

M201–Порівняння параметра E з числом: Якщо $E > @$ тоді *Дія*

Приклад: N01M201En@_число_G71P100 - Порівняння змінної En із числом: Якщо $E > @$ тоді виконання функції G71P100.

M202–Порівняння параметра E з числом: Якщо $E = @$ тоді *Дія*

Приклад: N01M202En@_число_G71P100 – Порівняння змінної En із числом: Якщо $E = @$ тоді виконання функції G71P100.

M203–Порівняння параметра E з числом: Якщо $E \neq @$ тоді *Дія*

Приклад: N01M203En@_число_G71P100 – Порівняння змінної En із числом: Якщо $E \neq @$ тоді виконання функції G71P100.

ПРИМІТКА: *Дія* є G-Функцією**M300**–Додавання $E = E + \text{Число}$

Приклад: N01 M300 En @_число_ - Додавання змінної En із числом і запис результату в змінну En.

M301–Вирахування $E = E - \text{Число}$

Приклад: N01 M301 Eп @_число_ - Вирахування зі змінної Eп числа й запис результату в змінну Eп.

M302–Множення $E = E * \text{Число}$

Приклад: N01 M302 Eп @_число_ - Множення змінної Eп на число й запис результату в змінну Eп.

M303– Розподіл $E = E / \text{Число}$

Приклад: N01 M300 Eп @_число_ - Розподіл змінному Eп на число й запис результату в змінну Eп.

M305–Зберегти змінні E в файл evariables.dat

M306–Завантажити змінні E з файлу evariables.dat

G00 – Переміщення в точку на максимальній швидкості

Приклад: N01 G00 Xп Yп Zп

G01–Лінійна інтерполяція (рис.1.4).

Приклад: N01 G01 Xп Yп Zп

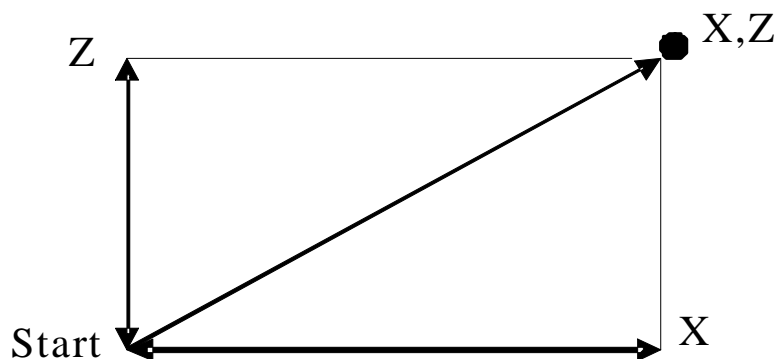
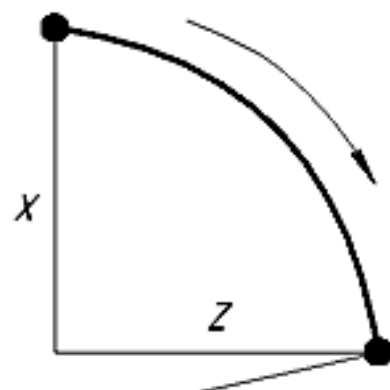


Рисунок 1.4 – Лінійна інтерполяція

G02– Кругова інтерполяція (за годинниковою стрілкою) (рис.1.5)

Приклад: N15 G02 U-10.V-10.I-10.K0.F150 –

Дуга окружності, кінцева точка якої перебуває із зсувом U-10.V-10. від початкової точки, центр окружності перебуває із



зсувом I-10. K0. від початкової точки.

I – Відносний зсув центру окружності щодо початкової точки по координаті X.

K – Відносний зсув центру окружності щодо початкової точки по координаті Y(фрезерний верстат) або Z.

Інший варіант завдання дуги – за допомогою радіуса дуги окружності.

Приклад: N10 G02 X-40.Z-20.R50 F100

Проконтролювати дугу можна через файл Test.prg – у нього пишеться апроксимуюча підпрограма з використанням функції G01.

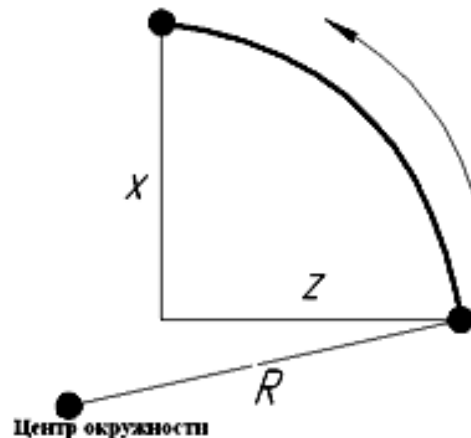


Рисунок 1.6 – Кругова інтерполяція (проти годинникової стрілки)

G03– Кругова інтерполяція (проти годинникової стрілки) (рис.6).

Приклад дивись для G02.

G04– Пауза

Приклад: N01 G04 P10 – Пауза 10 секунд.

G20– Цикл поздовжнього гостріння (рис. 1.7)

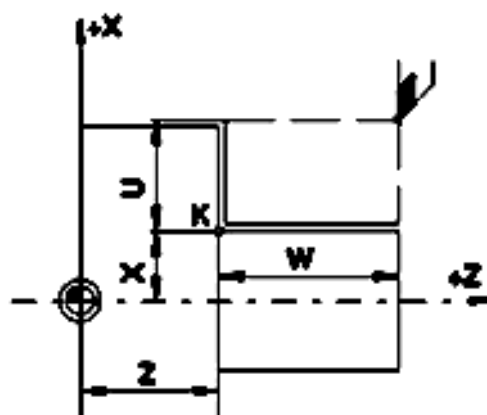


Рисунок 1.7– Цикл поздовжнього гостріння

Формат:

N...G20X(U)...Z(W)...F...

N...G20 X(U)...Z(W)...R...F...(конус)

X(U), Z(W) абсолютні (інкрементні) координати точки профілю

R [мм] – Розміри в збільшеннях для конуса по осі X с напрямком (+/-)

G20– Цикл поздовжнього гостріння з негативним R конуса (рис. 1.8)

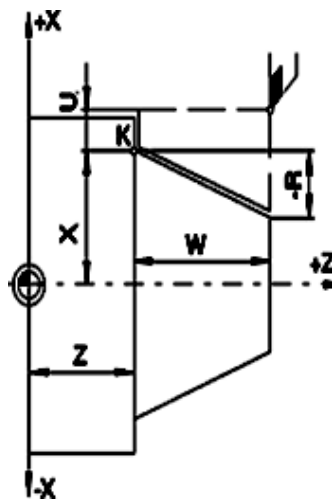


Рисунок 1.8 – Цикл поздовжнього гостріння з негативним R конуса

Примітки:

•Даний цикл модальний, і відміняється командою G з тієї ж групи.

•Для наступних кадрів, необхідно програмувати тільки змінені координати, вказуючи обидві координати X і Z, а, так само, R, якщо

потрібен конус.

G24 – Цикл торцевої обробки (рис. 1.9)

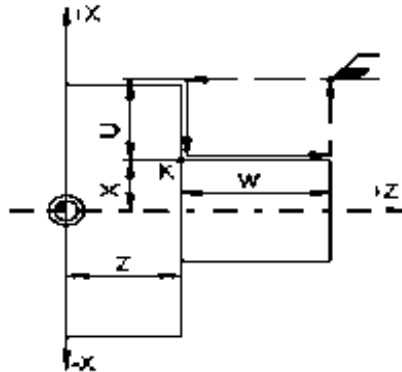


Рисунок 1.9 – Цикл торцевої обробки

Цикл торцевої обробки без R конуса (рис.1.10)

N...G24 X(U)...Z(W)...F.N...G24 X(U)...Z(W)...R

Примітки:

- Даний цикл модальний, і відмінюється командою G з тієї ж групи.

- Для наступних кадрів, необхідно програмувати тільки змінені координати, вказуючи обидві координати X і Z, а, так само, R, якщо потрібен конус.

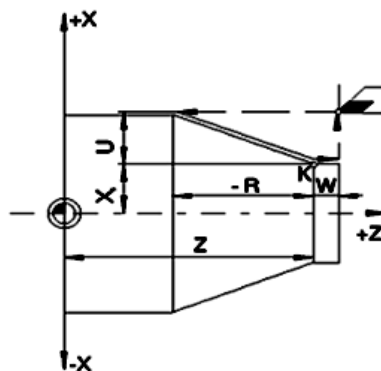


Рисунок 1.10 – Цикл торцевої обробки без R конуса

Негативний параметр конуса (-R) визначає конус, як показано на кресленіку

G25 – Включення контролю зон заборони переміщень. Зони повинні бути визначені через меню «Токарський верстат -> Зони заборони».

G26 – Скасування контролю зон заборони.

G28 – Нарізування різьблення за один пріход.

Приклад: N01 G28 Z-30ю E1 – Різьблення із кроком 1 мм.

Перед запуском команди **G28** **ОБОВ'ЯЗКОВО** повинен бути запущений головний рух. Параметром E задається швидкість супорта в мм/об – міліметрів на 1 оберт шпинделя.

G37–Вихіду фіксовану точку

Приклад: N01 G37 Pn – Вихід у точку, задану параметром n. Див. M100.

Приклад: N01 G37 X-20.Z-30.- Вихід у крапку с координатами X, Z.

G70– Повернення з підпрограми

Приклад: N01 G70 – Останній кадр підпрограми.

G71–Виклик підпрограми

Приклад: N01 G71 P200 – Виклик підпрограми, яка починається з кадра N200. Підпрограма повинна завершуватися командою G70.

G72–Безумовний перехід на заданий кадр.

Приклад: N01G72N150–Перехід до кадра N150.

Теж саме N01 G72 P150 – Перехід до кадра N150.

G92–Завдання зсуву центру координатної системи

Приклад: N01 G92 XnYnZn

G93–Скасування зсуву центру координатної системи

Приклад: N01G93

G500– Вивід на екран повідомлення із зазначеним номером.

Виконання УП переривається. Система очікує натискання на кнопку ОК.

Приклад: N102 G500 P4 – вивід повідомлення з номером 4.

Редагування повідомлень здійснюється через меню Настроювання->Функція G500.

Приклад: N102 G500 PxEп – вивід повідомлення з номером x і значення змінної Eп.

Приклад: N102 G500 P1 #2xxx – вивід повідомлення з номером 1 і

значення параметра #2xxx.

Додатковий цикл (у стандарті немає)

G800– Обробка заданого числа канавок

Формат: G800 X{U} Z{W} Q P

Де Q відносна глибина канавки по координаті X, P число канавок. Результатом роботи циклу є заданої число канавок P із глибиною Q на лінії з кінцевою точкою X{U} Z{W}. Якщо координата X кінцевої точки відрізняється від початкової, канавки будуть проточені з урахуванням змін координати X.

Тема 2. Проектування основних траєкторій руху інструменту. Імітація роботи верстата за допомогою імітатора.

2.1. Приклади розробки траєкторій

Настроювання імітатора:

Різальний інструмент – Позиція РГ 1: КОНТУРНИЙ_РІЗЕЦЬ

Розмір заготовки – Перший щабель вала $D = 40$, $H = 50$ Другий щабель вала $D = 30$, $H = 50$. (рис.2.1)

Нуль верстата - $X_{NULL} = 45$ мм $Z_{NULL} = 150$ мм

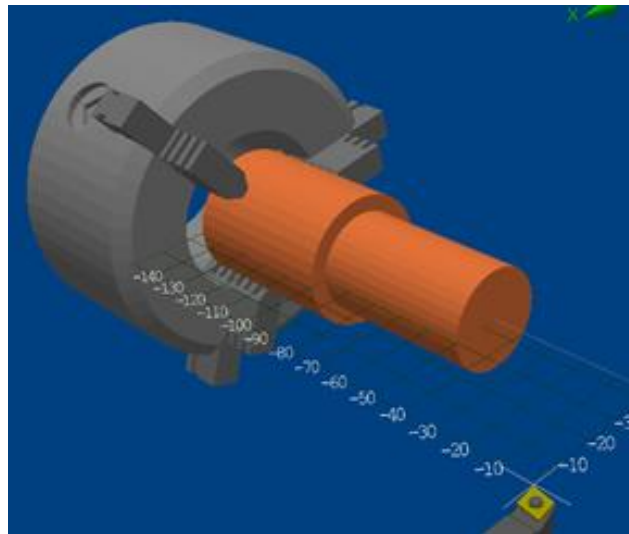


Рисунок 2.1 – Початковий етап настроювання імітатора

Перед запуском програми зробіть вихід у Нуль верстата по всіх координатах.

Приклад 1:Завдання обертів шпінделя

; Включаємо шпиндель на 1000 про/хв N01 S1000 M03

; Виконуємо які-небудь переміщення

...

; Зупиняємо шпиндель N100 M05

; Завершуємо виконання програми N200 M02

Приклад 2: Лінійна інтерполяція. (рис.2.2)

; Включаємо шпиндель на 1000 про/хв S1000 M03

; Включаємо перший інструмент T01 M06

; Виконуємо переміщення G01 X-20.Z-40.F300

G01 X-30.

G01 Z-100.
 G01 X-25.Z-120.
 G01 X0.
 G01 Z0.
 ; Зупиняємо шпиндель M05
 ; Завершуємо виконання програми M02

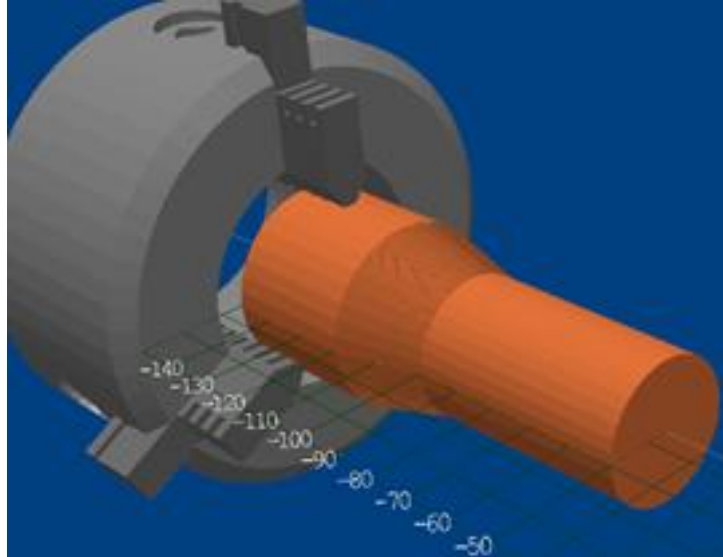


Рисунок 2.2 – Результат роботи програми Приклад 2

Приклад 3: Кругова інтерполяція. (рис.2.3)

; Включаємо шпиндель на 1000 про/хв S1000 M03
 ; Виконуємо переміщення G01 X-25.Z-50.F300
 G01 X-35.
 ; Виконуємо рух по дузі окружності ; у крапку X-30.Z-70. по радіусу R30.
 G03 X-30.Z-70.R30.
 G01 X0.
 G01 Z0.
 ; Зупиняємо шпиндель M05
 ; Завершуємо виконання програми
 M02

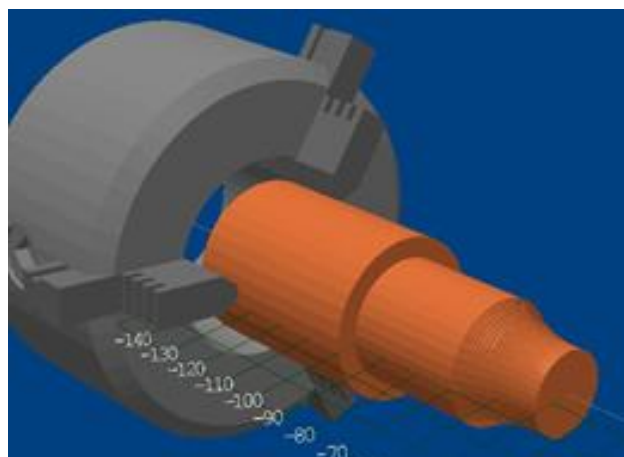


Рисунок 2.3 – Результат роботи програми Приклад 3

2.2. Розробка керуючої програми з імітацією обробки на імітаторі.

Нижче наведено дві програми для яких представлені завдання для програмування, настроювання імітатора, по кадрах описаний сам текст програми.

Завдання 1: деталь – шахова тура (рис. 2.4)

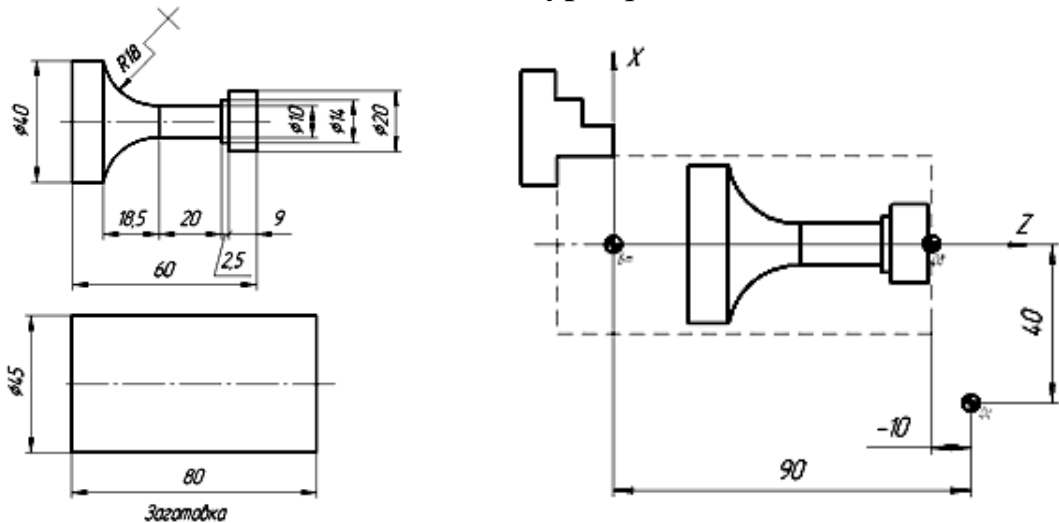


Рисунок 2.4 – Деталь – шахова тура

Заготовкою для даної деталі є пруток круглого перетину діаметром 45 мм і довжиною 100 мм.

Задаємо параметри заготовки. Для цього входимо в меню *Токарний верстат* і вибираємо пункт *Розмір заготовки* (рис. 2.5):

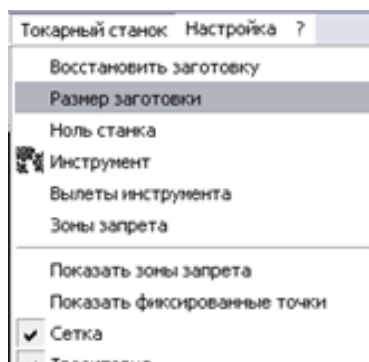


Рисунок 2.5 – Задання параметрів заготовки

У полях розмірів заготовки встановлюємо діаметр 45мм і довжину 80мм (рис.2.6):

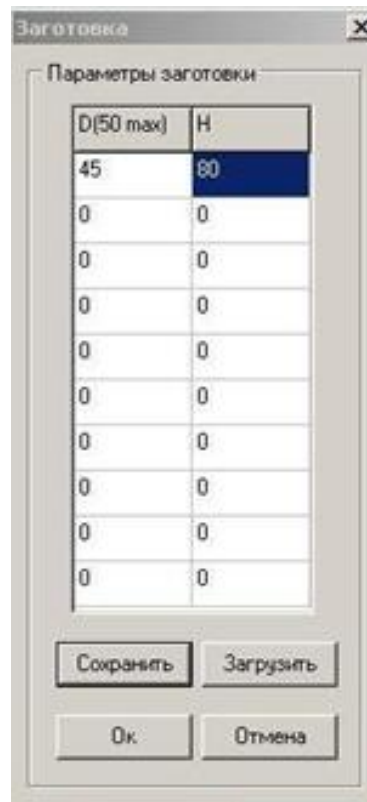


Рисунок 2.6 – Вибір діаметра і довжини заготовки

Після натискаємо *Зберегти*, на екрані заготовка здобуває габаритні розміри, натискаємо ОК:

Установлюємо нуль верстата. Для цього входимо в меню *Токарний верстат*, вибираємо пункт *Нуль верстата* (рис. 2.7):

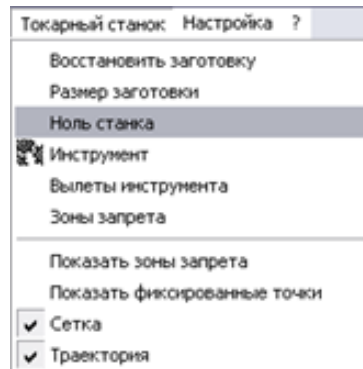


Рисунок 2.7 – Встановлення нуля верстата

Після цього в полях X NULL і Z NULL виставляємо потрібні для нас значення та натискаємо *Зберегти* (рис.2.8):

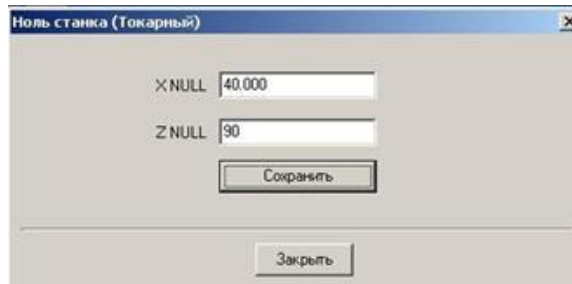


Рисунок 2.8 – Вибір координат нуля верстата

Встановлюємо систему координат деталі. Для цього натискаємо кнопку G92 (рис.2.9):



Рисунок 2.9 – Вибір системи координат деталі

Виставляємо значення X-40, Y0, Z-10. Далі натискаємо *Встановити* (рис.2.10):

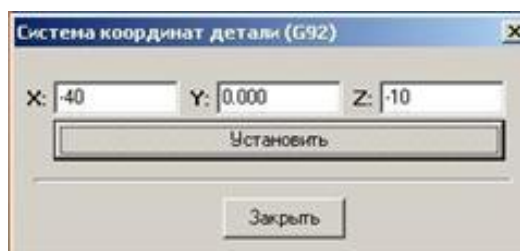


Рисунок 2.10 – Задання координат

Слід встановити й вибрати різальний інструмент. Для цього слід увійти в меню *Токарний верстат*, у ньому вибираємо *Інструмент* (рис. 2.11)

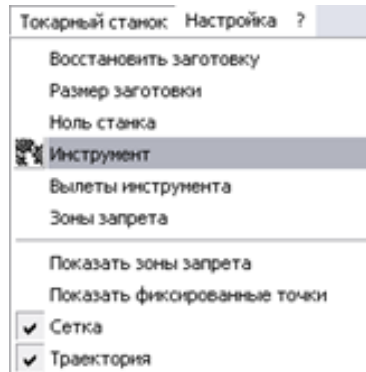


Рисунок 2.11 – Задання інструменту

У вікні, що відкрилося, вибираємо вкладку *Вибір інструмента*, вибираємо тип різця та встановлюємо його в потрібну позицію револьверної головки (рис. 2.12).

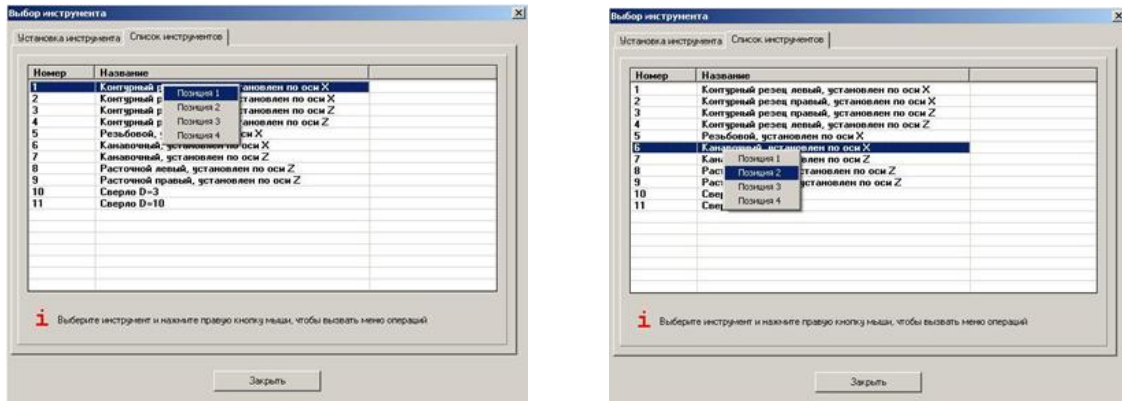


Рисунок 2.12 – Вибір типу різця та позиції револьверної головки

Після переходимо у вкладку *Установка інструмента*, натискаємо кнопку *Зберегти* (рис. 2.13):

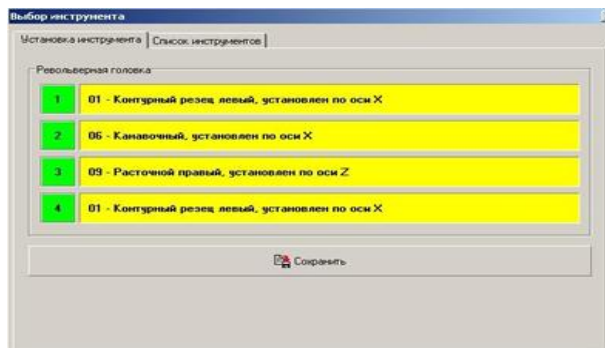


Рисунок 2.13 – Установка інструмента

Для використання мінігабаритних верстатів рекомендується використовувати функцію системної паузи (G500), за допомогою якої будуть відображатися повідомлення для користувача. Для завдання її параметрів потрібно натиснути кнопку G500 (рис.2.14):

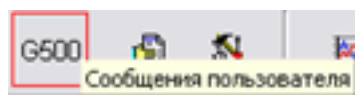


Рисунок 2.14 – Вибір функції системної паузи

У вікні, що відкрилося, вибираємо номер повідомлення й уводимо його текст, який буде відображатися в певні моменти по ходу виконання програми (рис.2.15):

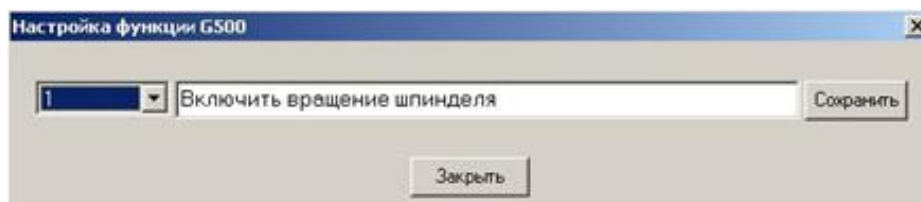


Рисунок 2.15 – Введення тексту повідомлення

Створюємо текстовий документ, міняємо розширення на *.prg, і в цьому документі пишемо текст керуючої програми.

Коли текст програми написаний, його слід зберегти. Далі заходимо в програму STEPPER, і натискаємо кнопку *Завантаження Керуючої програми* (рис.2.16):



Рисунок 2.16 – Завантаження керуючої програми

У вікні, що відкрилося, указуємо шлях до файлу з керуючою програмою та натискаємо кнопку *Завантажити*. (рис.2.17):

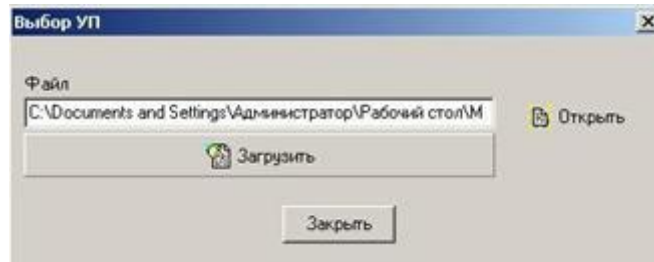


Рисунок 2.17 – Вибір керуючої програми

Далі слід запустити виконання керуючої програми. Для цього натискаємо кнопку *Запуск завантаженої КП* (рис.2.18):

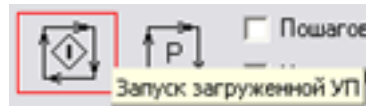


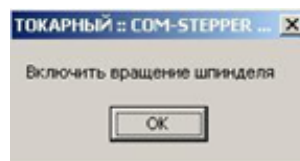
Рисунок 2.18 – Запуск завантаженої КП

Програма почне виконуватися.

Виконання УП:

N10 M04 S1500 (включення обертання шпинделя проти годинникової стрілки із частотою 1500 про/хв)

N20 G500 P1.(повідомлення для користувача) (рис.2.19)



Рисурнок 2.19 –Повідомлення для користувача

N30 M06 T1. (поворот револьверної головки, установка першого інструмента)

N40 G00 X21.5 F300. (N40-50 підведення інструмента до торця деталі зі швидкістю переміщення інструмента 300 мм/хв)

N50 G01 Z-66.F60. (чорновий прохід на всю довжину деталі зі швидкістю переміщення інструмента 60 мм/хв) (рис.2.20)

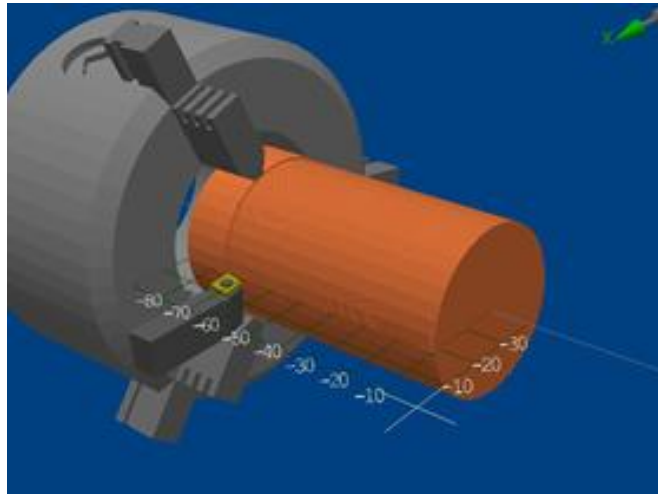


Рисунок 2.20 – Чорновий прохід на всю довжину деталі зі швидкістю переміщення інструмента 60 мм/хв

N60 G00 X22.5 9 (N60 - N80 підведення інструмента для підрізання торця; підрізання торця) (рис. 2.21)

N70 G00 Z-1.

N80 G01 X0.

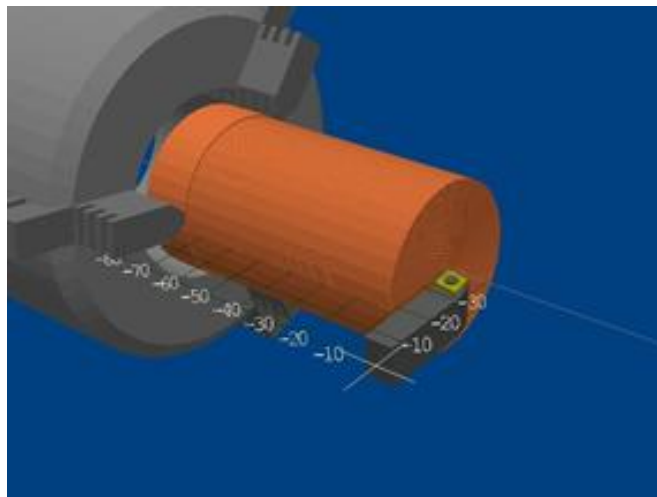


Рисунок 2.21 – Підведення інструмента для підрізання торця

N90 G00 Z0. (N90 - N550 східчасте зняття припуску. Довжина кожного проходу відрізняється в меншу сторону від попередньої; це зроблене для мінімізації припуску на обробку при наступній обробці радіусної поверхні.) (рис.2.22)

N100 G00 X20.5	N250 G00 Z0.	N400 G00 X15.
N110 G01 Z-66.	N260 G00 X17.	N410 G00 Z0.
N120 G00 X21.5	N270 G01 Z-49.	N420 G00 X13.
N130 G00 Z0.	N280 G00 X18.	N430 G01 Z-47.
N140 G00 X20.	N290 G00 Z0.	N450 G00 Z0.
N150 G01 Z-66.	N300 G00 X16.	N460 G00 X12.
N160 G00 X21.	N310 G01 Z-48.8	N470 G01 Z-46.2
N170 G00 Z0.	N320 G00 X17.	N480 G00 X13.
N180 G00 X19.	N330 G00 Z0.	N490 G00 Z0.
N190 G01 Z-50.	N340 G00 X15.	N500 G00 X11.
N200 G00 X20.	N350 G01 Z-48.3	N510 G01 Z-45.2
N210 G00 Z0.	N360 G00 X16.	N520 G00 X12.
N220 G00 X18.	N370 G00 Z0.	N530 G00 Z0.
N230 G01 Z-49.5	N380 G00 X14.	N540 G00 X10.
N240 G00 X19.	N390 G01 Z-47.7	N550 G01 Z-44.2
	N440 G00 X14.	

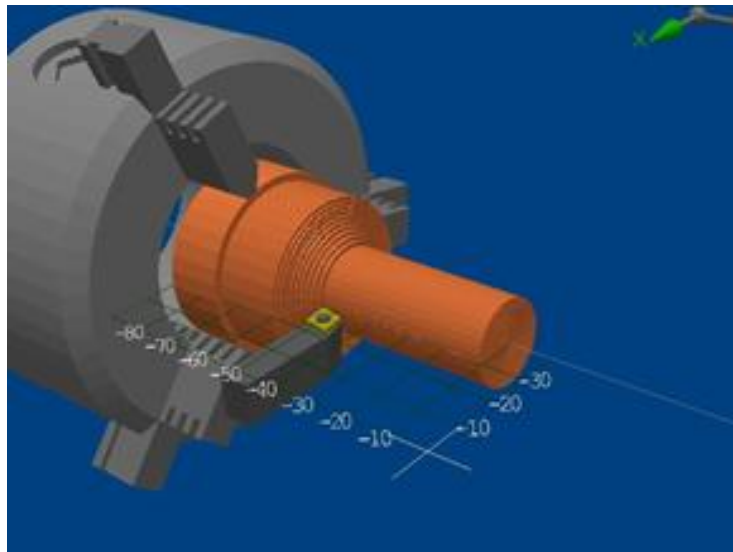


Рисунок 2.22 – Східчасте зняття припуску

N560 G00 X40.Z10.(вивід інструмента в нуль верстата)

N570 M06 T2.(поворот револьверної головки, установка другого інструмента)

N580 G00 X11.Z-13.(N580 - N590 підведення інструмента до заготовки, врізання інструмента) (рис.2.23)

N590 G01 X9.

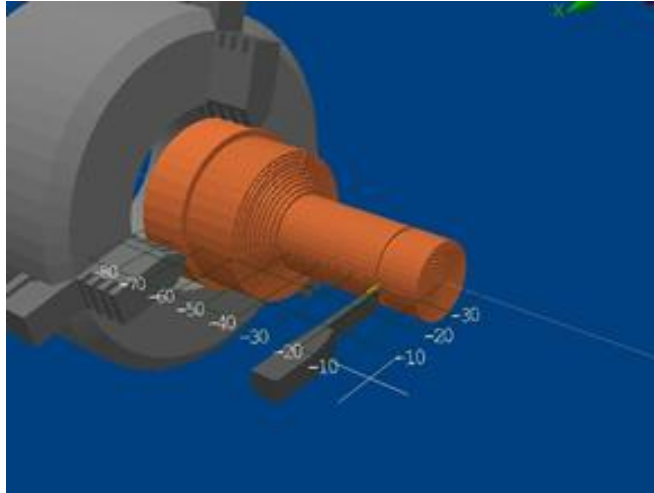


Рисунок 2.23 – Підведення інструмента до заготовки, врізання інструмента

N600 G01 Z-42.8 (N600 - N680 зняття припуску) (рис.2.24)

N610 G00 X10.

N620 G00 Z-13.

N630 G01 X8.

N640 G01 Z-41.2 N650 G00 X9.

N660 G00 Z-13.N670 G01 X7.N680 G01 Z-39.

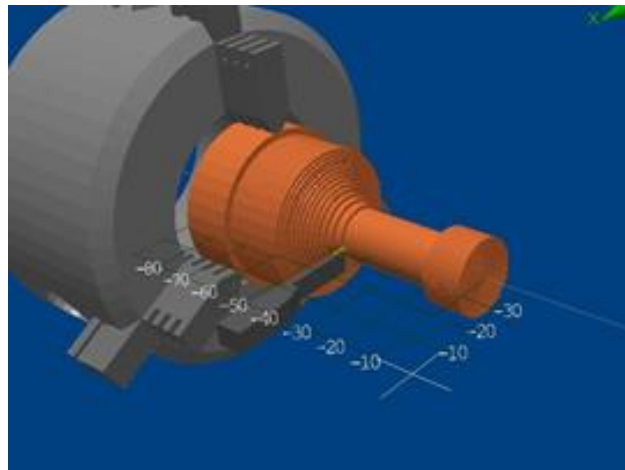


Рисунок 2.24 – Зняття припуску

N690 G00 X8.(N690 - N760 підведення інструмента, зняття частини, що залишився, припуску, формування «сходів») (рис. 2.25)

N700 G00 Z-15.5 N710 G01 X6. N720 G01 Z-35.N730 G00 X7.N740 G00 Z-15.5 N750 G01 X5. N760 G01 Z-31.5

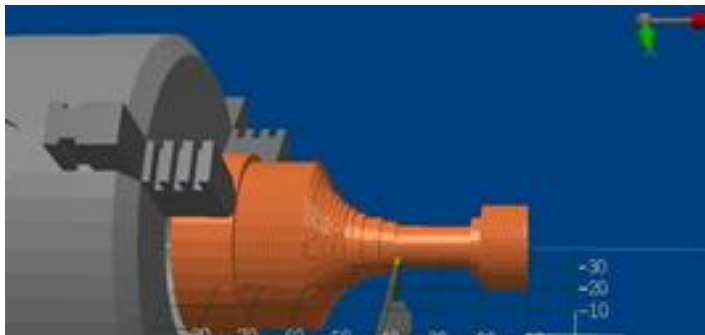


Рисунок 2.25 – Формування «сходів»

N770 G00 X40.(N770 - N780 відвід інструмента в нуль верстата)

N780 G00 Z10.

N790 M06 T1.(поворот револьверної головки, установка першого інструмента)

N800 G00 Z-31.5 (N800 - N820 підведення інструмента, формування радіусної поверхні) (рис. 2.26)

N810 G00 X5.

N820 G03 X20.Z-51.R18.

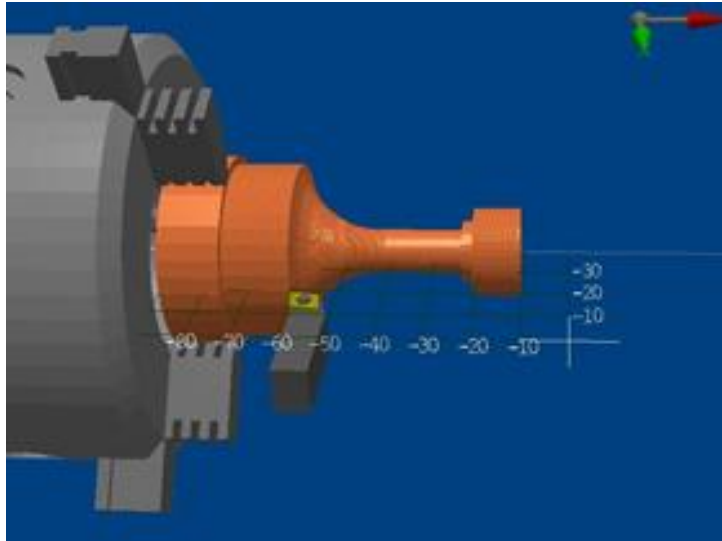


Рисунок 2.25 – Формування радіусної поверхні

N830 G00 X40.Z10.(вивід інструмента в нуль верстата)

N840 M06 T2.(поворот револьверної головки, установка другого інструмента)

N850 G00 X21.Z-64.(N850 - N860 підведення інструмента до деталі, відрізання готової деталі) (рис. 2.27)

N860 G01 X0.

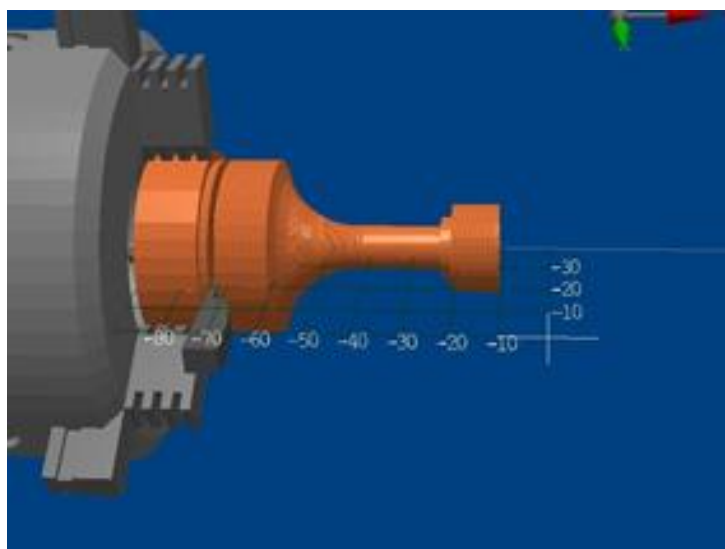


Рисунок 2.25 – Відрізання готової деталі
 N870 G00 X40.(N870 - N880 вивід інструмента в нуль верстата)
 N880 G00 Z10.
 N890 G500 P1.(повідомлення для користувача) (рис.2.28)

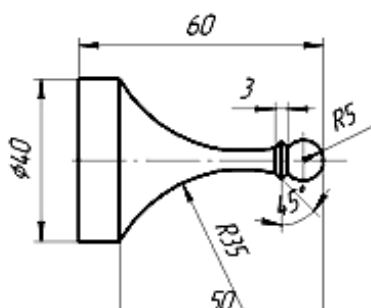


Рисунок 2.28 – Повідомлення для користувача

N900 M05 (вимикання обертання шпинделя)
 N910 M02 (кінець програми)

2.3. Програмування кругової інтерполяції з імітацією обробки.

Завдання 2: деталь – шаховий пішак (рис.2.29).



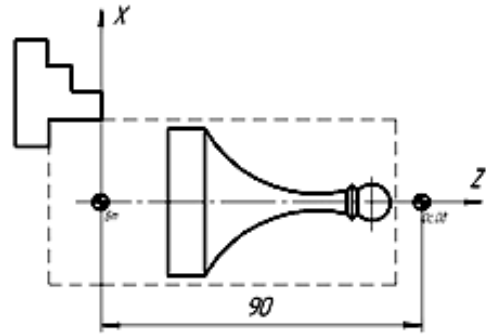


Рисунок 2.29 – Деталь – шаховий пішак

Заготовкою для даної деталі є пруток круглого перетину діаметром 45 мм і довжиною 80мм.

Порядок настроювання імітатора такий же, як і в попередньому прикладі. Тому нижче зазначені потрібні параметри без докладного пояснення їх установки (рис. 2.30 – 2.32)

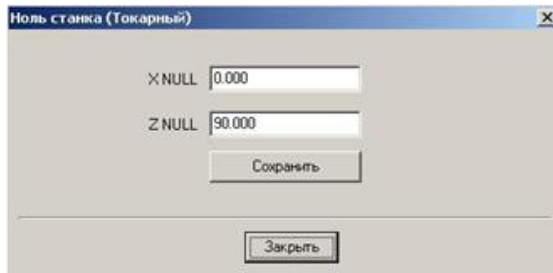


Рисунок 2.30

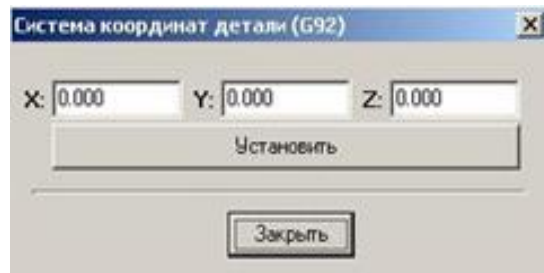


Рисунок 2.31

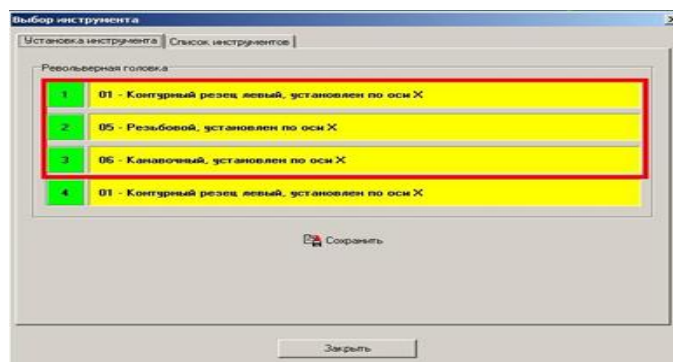


Рисунок 2.32

Запускаємо програму:

N10 S1500 M04 (включення обертання шпинделя проти годинникової стрілки із частотою 1500 об/хв)

N20 M06 T1 (поворот револьверної головки, установка першого інструмента)

N30 G00 X18.Z-8.9 F300 (підведення інструмента до торця деталі зі швидкістю переміщення 300 мм/хв)

N40 G01 Z-57.6 F70 (перший «чорновий» прохід) (рис.2.33)

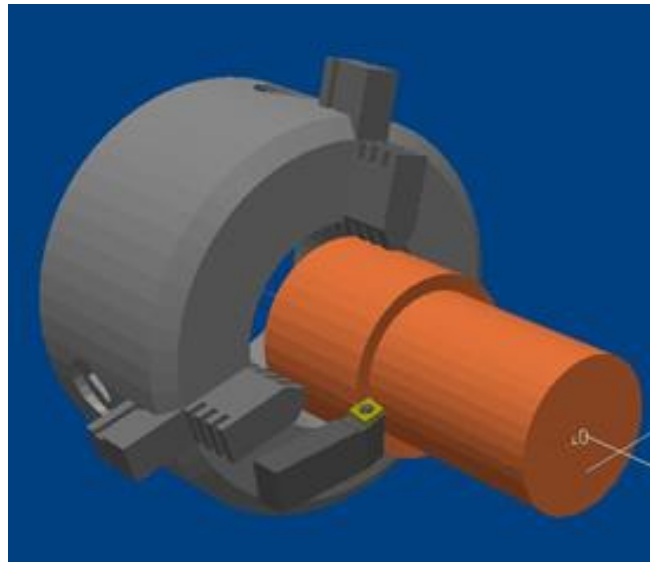


Рисунок 2.33 – Перший «чорновий» прохід

N50 G00 X19.Z-8.9 (N50-N310 – східчаста обробка деталі)
(рис.2.34)

N60 G00 X16.F300

N70 G01 Z-56.

N80 G00 X17.Z-8.9 F300 N90 G00 X14.

N100 G01 Z-54.28

N110 G00 X15.Z-8.9 F300 N120 G00 X12.F300

N130 G01 Z-52.18

N140 G00 X13.Z-8.9 F300 N150 G00 X10.F300

N160 G01 Z-49.6

N170 G00 X11.Z-8.9 F300 N180 G00 X8.F300

N190 G01 Z-46.55

N200 G00 X9.Z-8.9 F300 N210 G00 X6.F300

N220 G01 Z-42.53

N230 G00 X7.Z-8.9 F300

N240 G00 X4.F300

N250 G01 Z-11.3

N260 G00 X5.Z-8.9 F300

N270 G00 X2.3 F300

N280 G01 Z-9.9

N290 G00 X3.Z-8.9 F300 N300 G00 X0.F300

N310 G01 Z-10.

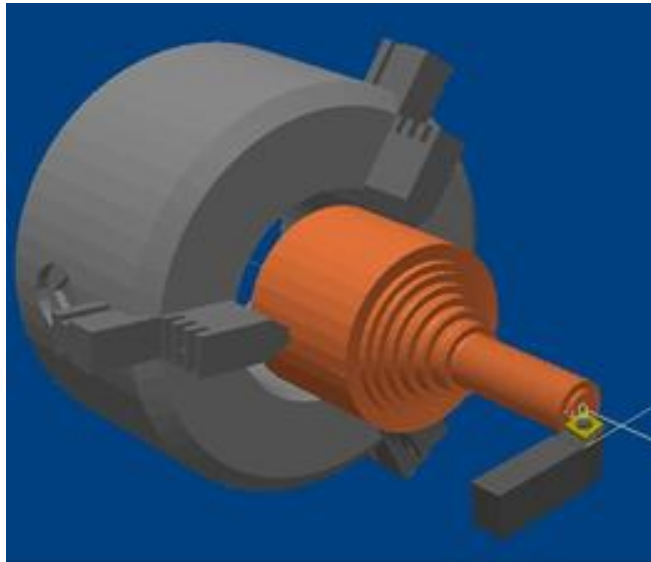


Рисунок 2.34 – Східчаста обробка деталі

N320 G02 X5.Z-15.R5.F30 (обробка напівсфери) (рис.2.35)

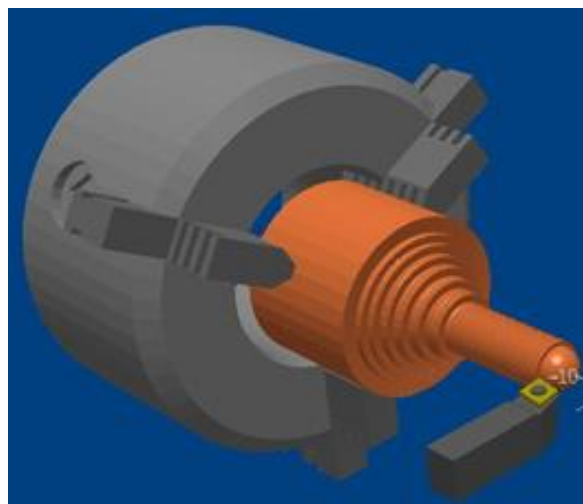


Рисунок 2.35 – Обробка напівсфери

N330 G00 Z0.F300 (N330-N340 – вихід у нуль верстата для заміни інструмента)

N340 G00 X0.F300

N350 M06 T2 (поворот револьверної головки, установка другого інструмента)

N360 G00 X5.F300 (N360-N370 - підведення інструмента до деталі для гостріння другої півсфери)

N370 G00 Z-15.F300

N380 G02 X3.2 Z-18.8 R5.F30 (гостріння другої напівсфери)
(рис. 2.36)

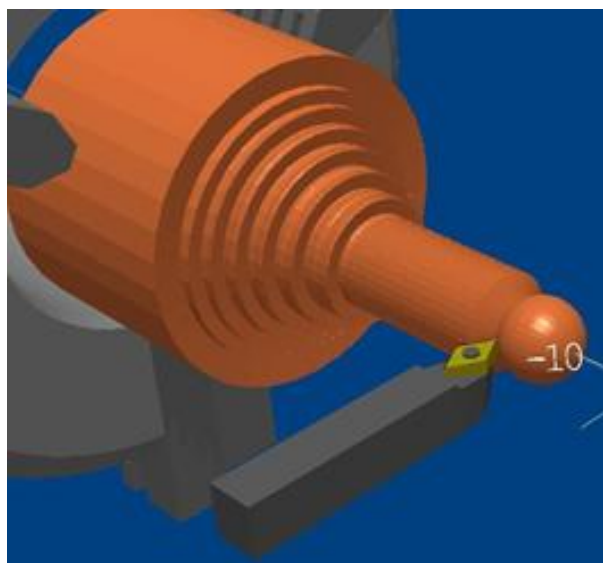


Рисунок 2.36 – Гостріння другої напівсфери

N390 G01 X4.6 Z-20.3 (N390-N400 – гостріння «спіднички» пі-шака) (рис. 2.37)

N400 G01 X3.17 Z-21.8



Рисунок 2.37 – Гостріння «спіднички» пішака

N410 G03 X2.5 Z-35.26 R35.F30 (гостріння першої частини ввігнутої поверхні) (рис.2.38)

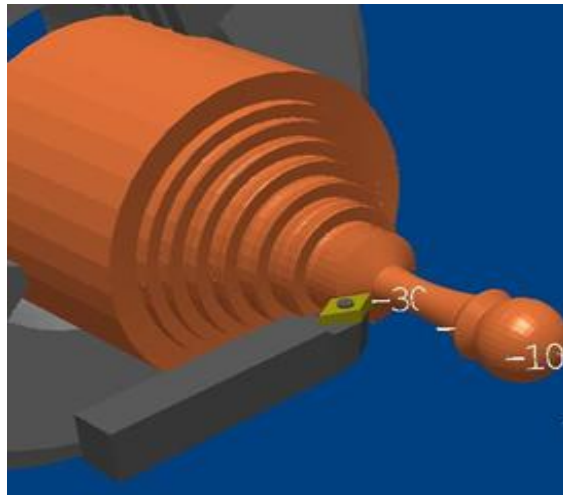


Рисунок 2.38 – Гостріння першої частини ввігнутої поверхні

N420 G00 X20.F300 (N420 - N430 – вихід у нуль верстата для зміни інструмента)

N430 G00 Z0.F300

N440 M06 T1 (поворот револьверної головки, установка першого інструмента)

N450 G00 X10.F300 (N450 - N470 підведення інструмента в крапку початку другої частини ввігнутої поверхні)

N460 G00 Z-35.26 F300 N470 G00 X2.5 F300

N480 G03 X20.Z-60.19 R35.F30 (гостріння другої частини ввігнутої поверхні) (рис.2.39)

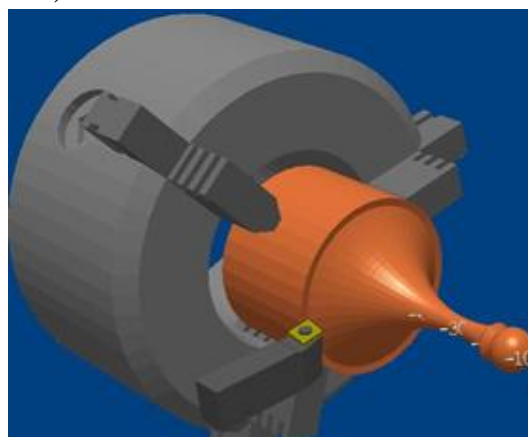


Рисунок 2.39 – Гостріння другої частини ввігнутої поверхні

N490 G00 Z0.F300 (N490 - N500 – вихід у нуль верстата для зміни інструмента)

N500 G00 X0.F300

N510 M06 T3 (поворот револьверної головки, установка третього інструмента)

N520 G00 X20.F300 N530 G01 Z-71.5

N540 G01 X0.(відрізання деталі)(рис.2.40)

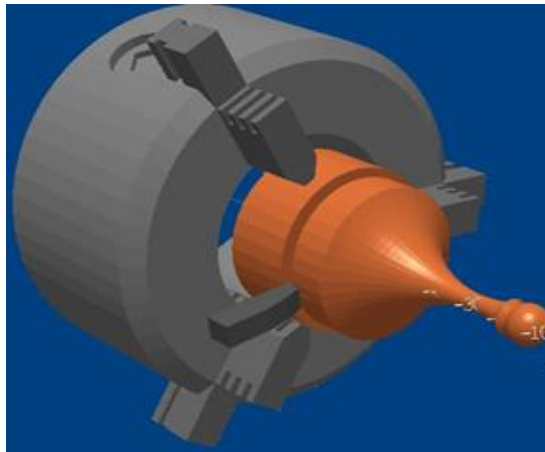


Рисунок 2.40 – Відрізання деталі

N550 G00 X22.F300 (N550 - N570 – вихід у нуль верстата)

N560 G00 Z0.F300

N570 G00 X0.F300

N580 M05 (вимикання обертання шпинделя)

N590 M02 (кінець програми)

Тема 3. Етапи розробки керуючої програми для токарного верстата з ЧПК з пристроєм 2P22

Процес розробки керуючої програми (програмування) для токарного верстата з ЧПУ складається з декількох етапів:

- операцію поділяють на встановити і позиції, вибирають технологічні бази і спосіб закріплення заготовки;

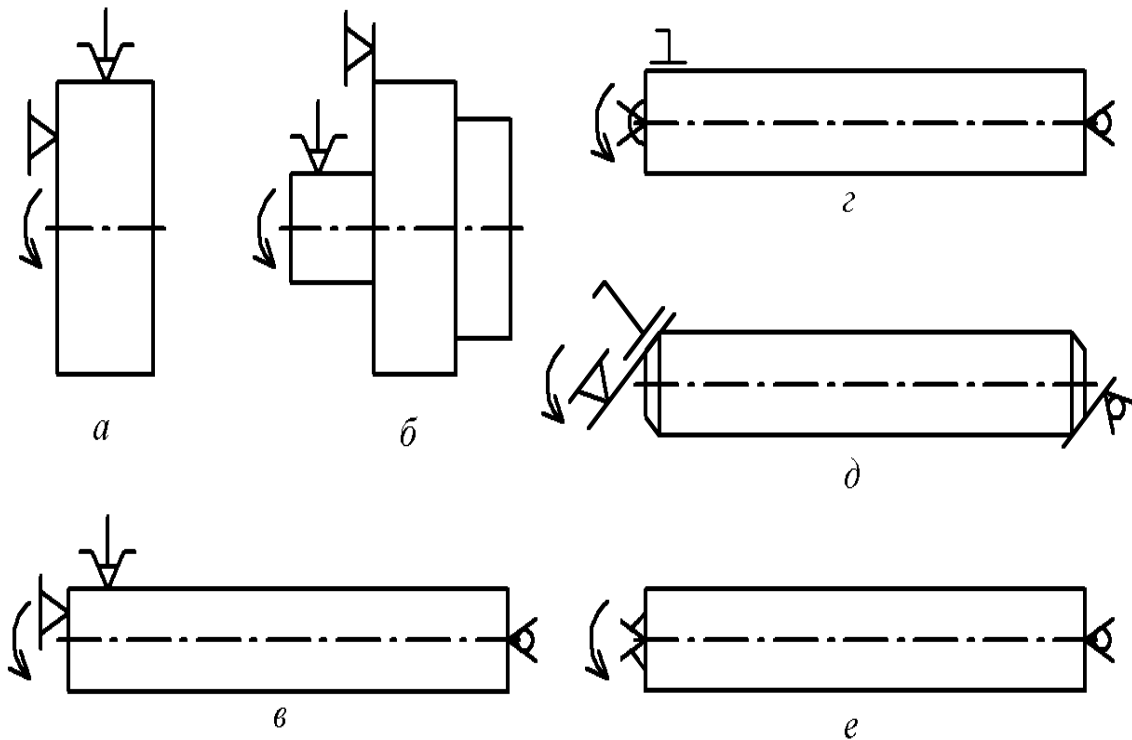
- розробляють операційну технологію, визначають послідовність переходів, вибирають технологічну оснастку, ріжучий і міряльний інструмент, будують схеми траєкторій переміщення вершини кожного використовуваного інструменту, розраховують режими різання, розробляють операційні карти;

- перетворюють систему координат деталі і вибирають її нульову точку, розраховують і проставляють розміри деталі від нульової точки;

- розробляють карти ескізів, на яких приводять перероблений креслення деталі із завданням розмірів від нульової точки і умовним позначенням технологічних баз і затискачів (рисунок 1), побудови для розрахунку координат опорних точок, розрахунки для визначення їх координат, схеми траєкторій (циклограми) руху всіх інструментів. Умовні позначення елементів циклограм на картах ескізів наведено на рисунку 2. Для допоміжних ходів застосовують умовну термінологію: рух до деталі по осі X - підведення; рух від деталі по осі X - відведення; рух до деталі по осі Z - підхід; рух від деталі по осі Z - відхід. Складають карти координат опорних точок траєкторії, а при програмуванні у відносній системі - величини приростів;

- складають рукопис керуючої програми на бланку або покадровим текстом на аркуші паперу. З використанням клавіатури пульта управління системи ЧПУ 2P22 вводять керуючу програму в пам'ять системи ЧПУ;

- Керуючу програму перевіряють на верстаті і якщо необхідно вносять відповідні корективи.



а - закріплення в трикулачній патроні з упором в розточений торець кулачків,

б - закріплення в трикулачній патроні з упором в торець кулачків,

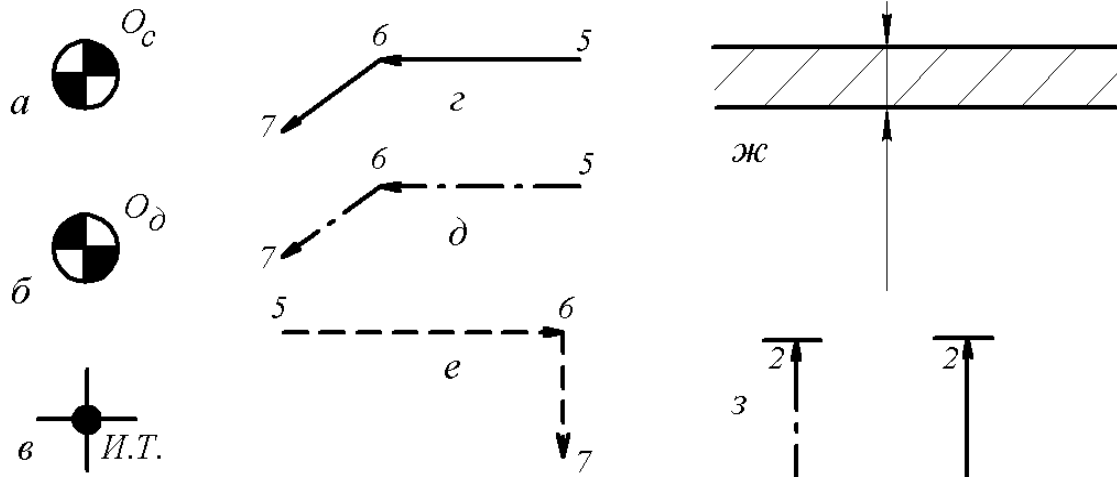
в - закріплення в трикулачній патроні з упором в розточений торець кулачків і задньому обертовому центрі,

г - закріплення в передньому плаваючому центрі, диску приводу і задньому обертовому центрі,

д - закріплення в передньому повідку тертя «чарка» і задньому зворотному обертовому центрі,

е - закріплення в передньому повідку «йорж» і задньому обертовому центрі.

Рисунок 3.1 - Умовне позначення технологічних баз і затисків:



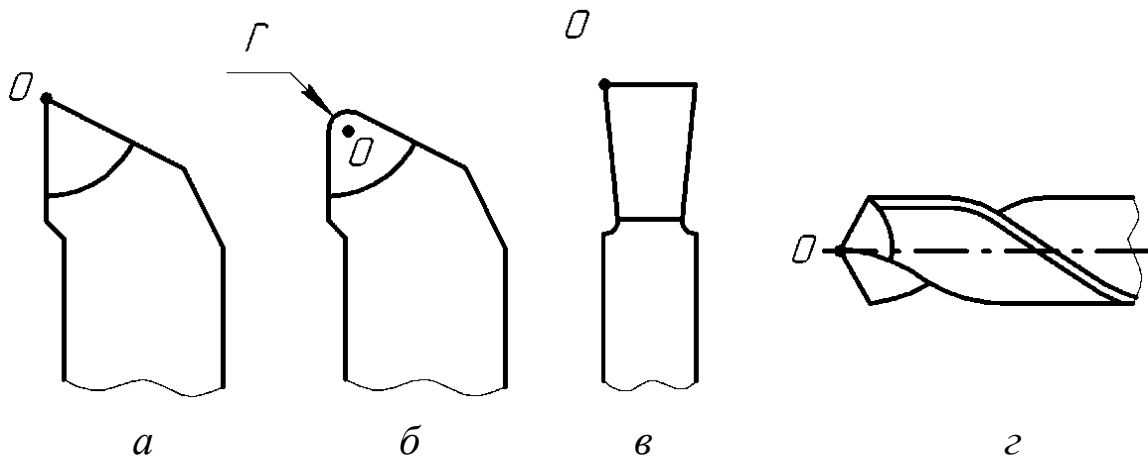
- а - нуль верстата,
- б - нуль деталі,
- в - вихідна точка,
- г - переміщення інструмента на робочій подачі,
- д - переміщення інструмента на робочій подачі по еквідистант-
нта,
- е - переміщення інструмента на прискореній подачі,
- ж - припуск на обробку,
- з - витримка часу.

Рисунок 3.2 - Умовні позначення на карті ескізів елементів
циклограм

Тема 4 Система координат на верстатах з ЧПУ моделі 2P22. Еквідистанта контуру.

Деталі, оброблювані на верстаті з ЧПК, можна розглядати як геометричні тіла, що складаються з простих геометричних фігур, наприклад, циліндр, конус, сфера та ін. При обробці переміщення інструмента здійснюється щодо деталі (заготовки). Траєкторію руху робочого органу, тобто траєкторію певної точки інструменту, звану центром, задають за допомогою керуючої програми.

У прохідного, розточувального і контурного різців центром інструменту служить вершина різця або центр радіуса при вершині (рисунки 4.1 а, б) у прорізного (канавкового) різця - ліва вершина (рисунки 4.1 в). Для свердла, зенкера, зенковки, цековки, плашки і мітчика центром інструменту є центр робочого торця (рисунки 4.1 г).



- a* – центр різця з гострою вершиною;
- б* – центр різця з радіусом при вершині;
- в* – центр канавкового і відрізного різця;
- г* – центр свердла

Рисунок 4.1 - Центри інструментів

При контурній обробці центр інструменту повинен переміщатися по еквідистанті контуру деталі, тобто по геометричному місцю точок, рівновіддалених від будь-якої лінії і лежать по одну сторону від неї.

Еквідистанти бувають зовнішні Енар і внутрішні ЕВН (рисунок 4.2).

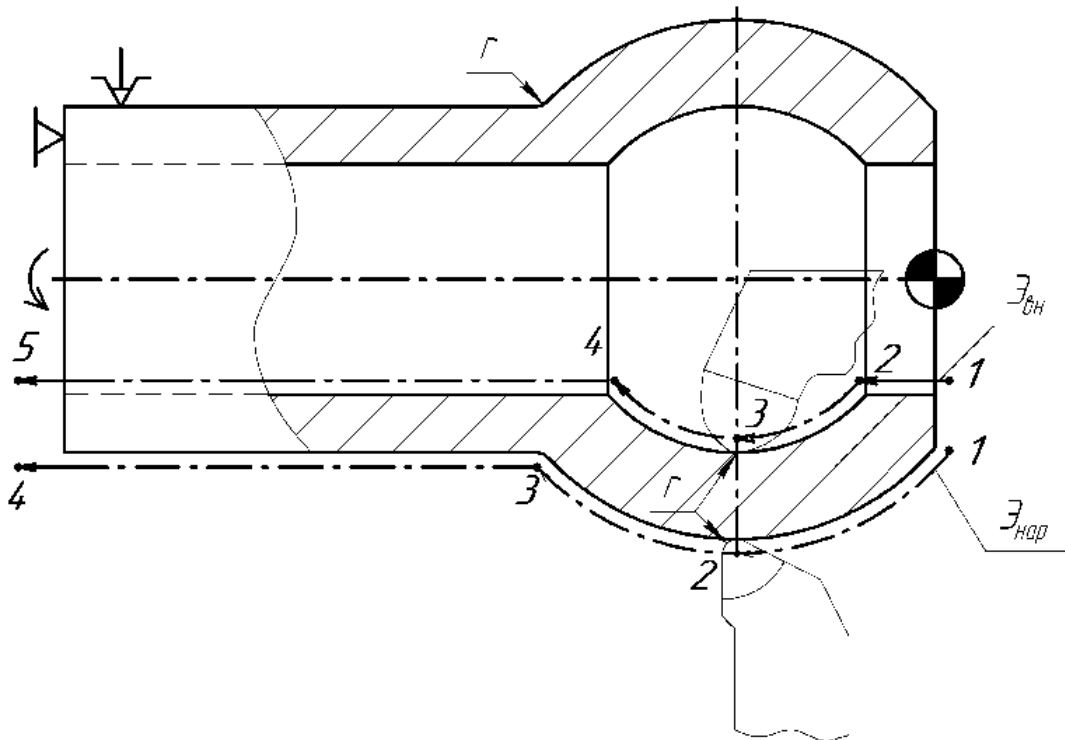


Рисунок 4.2 - Еквідистанта контуру деталі

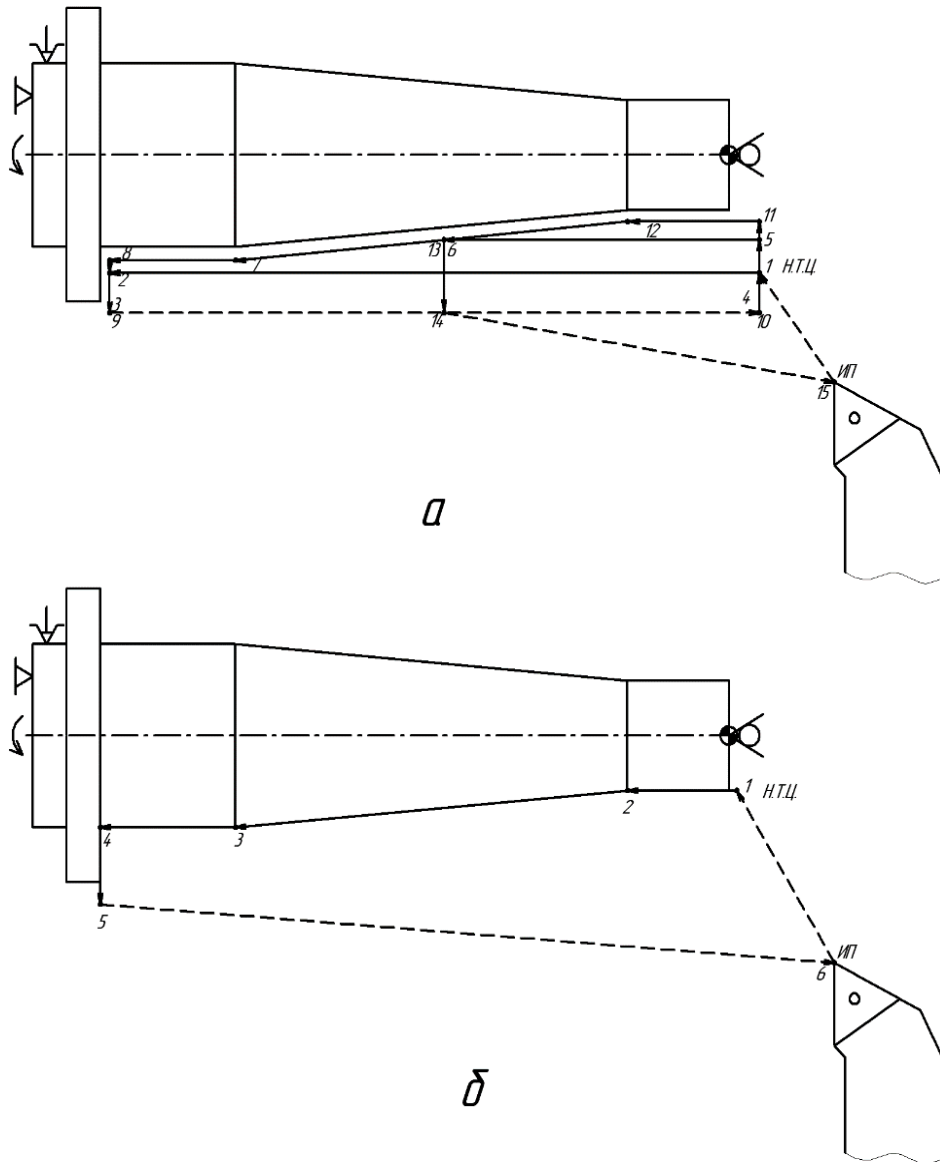
Окремим випадком еквідистанти при токарній обробці різцем з гострою вершиною є сам контур деталі.

Окремі ділянки траєкторії переміщення центру інструменту (циклограми) можуть бути відрізками прямих, дуг кіл або інших кривих. На рисунку 4.3 показані схеми траєкторій руху вершини різця для чорнової і чистової обробки валу.

Положення опорних точок (переломних точок циклограми) визначається за допомогою системи координат. Для обробки прийнята стандартна прямокутна (Декартова) система координат. У системі координат для токарних верстатів прийняті осі: Z - паралельна поздовжньої подачі супорта, збігається з віссю шпинделя верстата, X - паралельна поперечної подачі супорта.

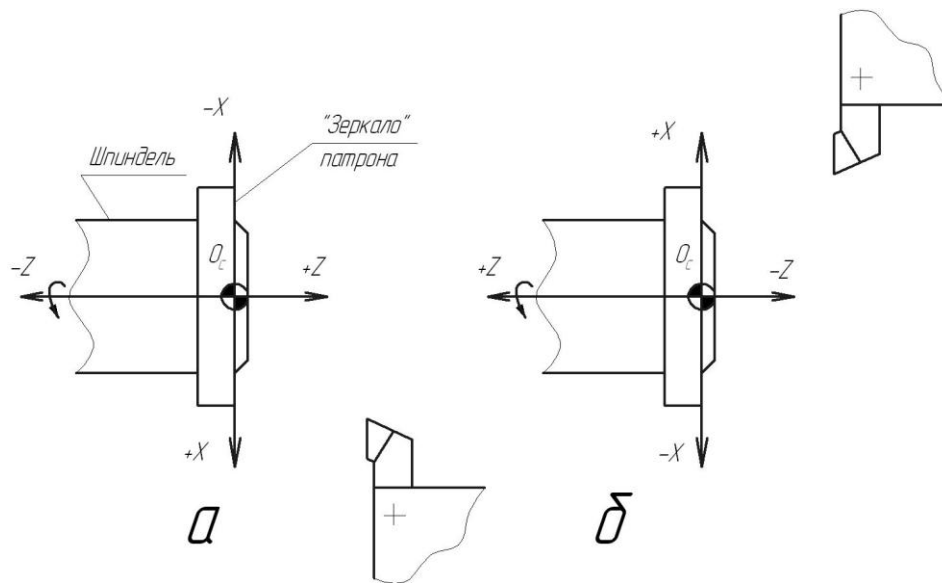
Для токарних верстатів з ЧПК розрізняють систему координат верстата і систему координат деталі.

Початок координат верстата O_c знаходиться в центрі дзеркала кулачкового патрона, тобто в центрі перетину шпинделя перед посадковим конусом, центруючим планшайбу патрона (рисунок 4.4).



- а - чорнові робочі проходи;
- б - чистової робочий прохід

Рисунок 4.3 - Типові траєкторії вершини різця при токарній обробці деталі



а – переднє (або нижнє);

б - заднє (або верхнє) розташування інструментальної головки

Рисунок 4.4 - Система координат токарного верстата з ЧПУ

Напрямок осей координат залежить від розташування інструменту (наприклад, біля верстатів 16К20Т1 і 16А20Ф3 - попереду осі обертання шпинделя, біля верстата 1713Ф3 - ззаду осі обертання). Рух по осі X реалізується переміщенням поперечних санчат супорта по напрямних каретки, а по осі Z - переміщенням каретки по напрямних станини. Початок системи координат деталі O_d знаходиться в центрі лівого або правого торця заготовки. Вісь Z цієї системи збігається з віссю Z верстата, а вісь X проходить в площині базового торця пристосування (наприклад, торця планшайби або уступу кулачків) або в площині правого торця заготовки. Розміри щодо O_d , задані на кресленні деталі, перераховуються в відстані (координати) до опорних точок оброблюваного контуру (рисунок 4.5).

Координати опорних точок циклограми вершини різця можна визначити безпосередньо з креслення деталі або шляхом розрахунків.

При налагодженні верстата проводиться так звана «прив'язка» вихідної точки І.Т., яка збігається з центром інструменту, до координатних систем верстата і деталі.

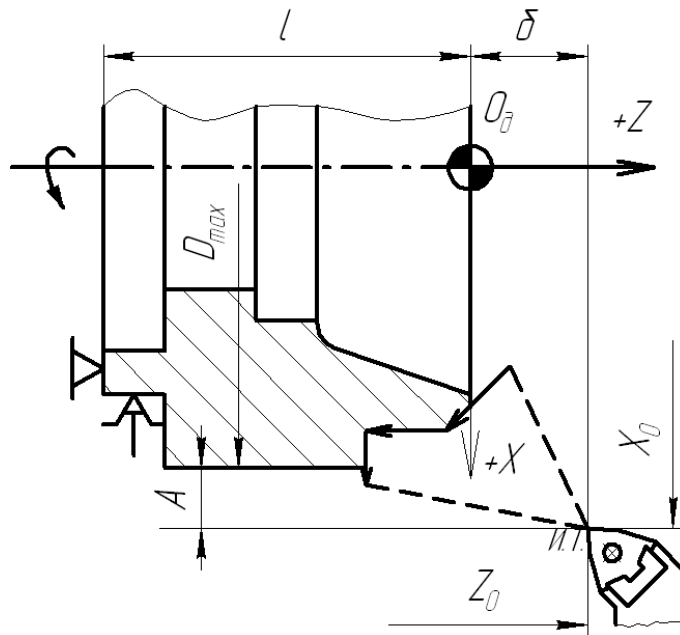


Рисунок 4.5 - Система координат деталі

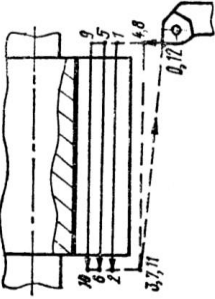
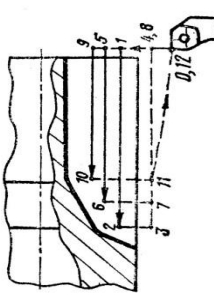
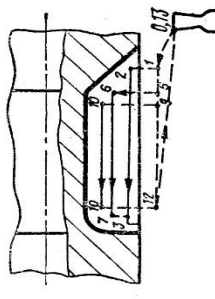

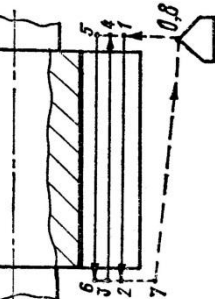
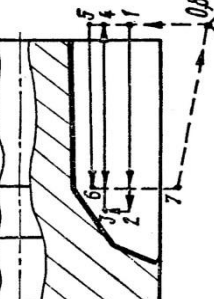
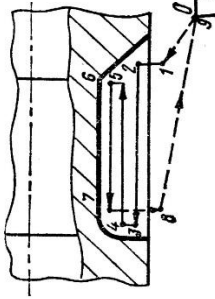

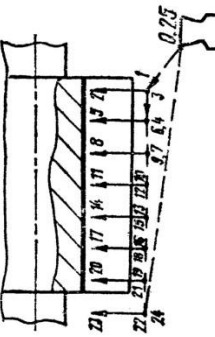
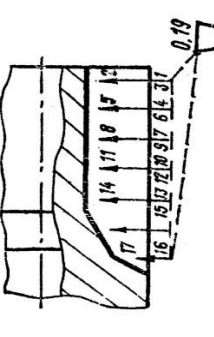
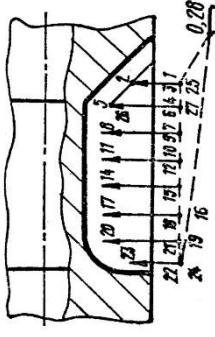
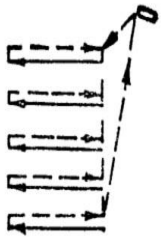
Положення інструменту у вихідній точці повинно добре проглядатися з боку робітника. Інструмент не повинен заважати виконанню дій по установці, закріпленню і зняттю деталі, видаленню стружки. Для цього відстані від точки І.Т. до торця заготовки б приймають у межах 60 - 80 мм, а до зовнішньої поверхні заготовки А - 10 - 30 мм (рисунок 4.5). Точка на циклограмме, визначена відносно нуля деталі O_0 , в яку центр інструменту підводиться за програмою з вихідної точки (І.Т.), від якої розпочинається безпосередній цикл робочих і допоміжних ходів по обробці заготовки, є початковою точкою (Н.Т.).

Тема 5. Типові циклограми вершини різця. Особливості нарізання різьби

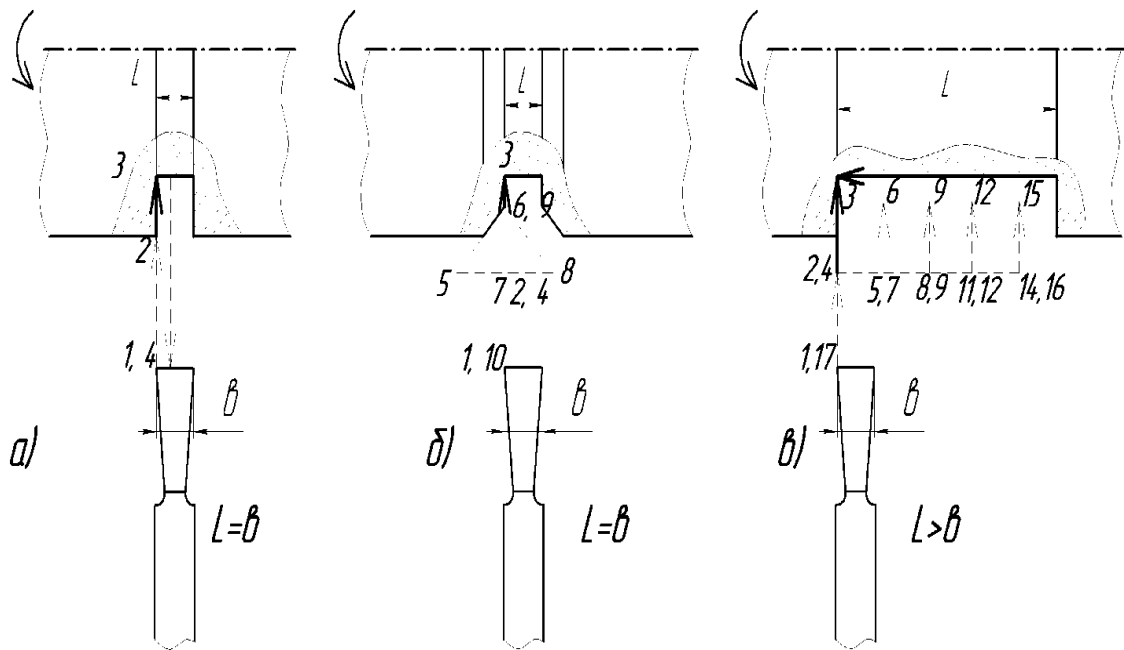
5.1. Типові циклограми вершини різця

Залежно від конфігурації деталі розрізняють відкриті, напіввідкриті і закриті припуски. Для зрізання припуску застосовують типові циклограми вершини різця, такі як «петля», «зигзаг» і «спуск» (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 - Типові циклограми вершини різця

Вид припуску			Схема циклограми
відкритий	напіввідкритий	закритий	
			 <p>«петля»</p>
			 <p>«зигзаг»</p>
			 <p>«спуск»</p>

Схему «петля» використовують при побудові траєкторії руху прохідних і інших різців, що працюють в одному напрямку. Схема «зигзаг» призначена для обробки відкритих припусків двохкромочними чашковими різцями, які допускають різання в прямому і зворотному напрямку. За схемою «спуск» виконують проточку прорізними різцями канавок та інших елементів поверхонь, недоступних для обробки прохідними різцями. Схеми обробки прямокутної канавки і канавки з фасками Канавочним різцем, ширина якого дорівнює ширині канавки, а також багатопрохідної проточки канавки різцем вужчим, ніж оброблювана канавка, наведено на рисунку 5.1.



- а - прямокутної вузької $L = b$;
 б - прямокутної з фаскою $L = b$;
 в - широкої $L > b$

Рисунок 5.1 - Типові схеми обробки канавок

Канавки проточують на робочому ході (Р) із заданою подачею. Виводять різець з канавки на прискореному ході (У). Наприкінці проточки канавки за схемою «спуск» задається витримка часу на 1 ... 3 секунди. Для того щоб забезпечити правильну геометричну форму і

невелику шорсткість поверхні дна канавки, деталь повинна зробити не менш одного обороту після підходу ріжучої кромки різця на задану координату. На рисунку 5.2 наведена схема обробки широкої канавки прорізним і прохідним наполегливою різцями, а на рисунку 5.3 - схема обробки торцевої канавки прорізним різцем.

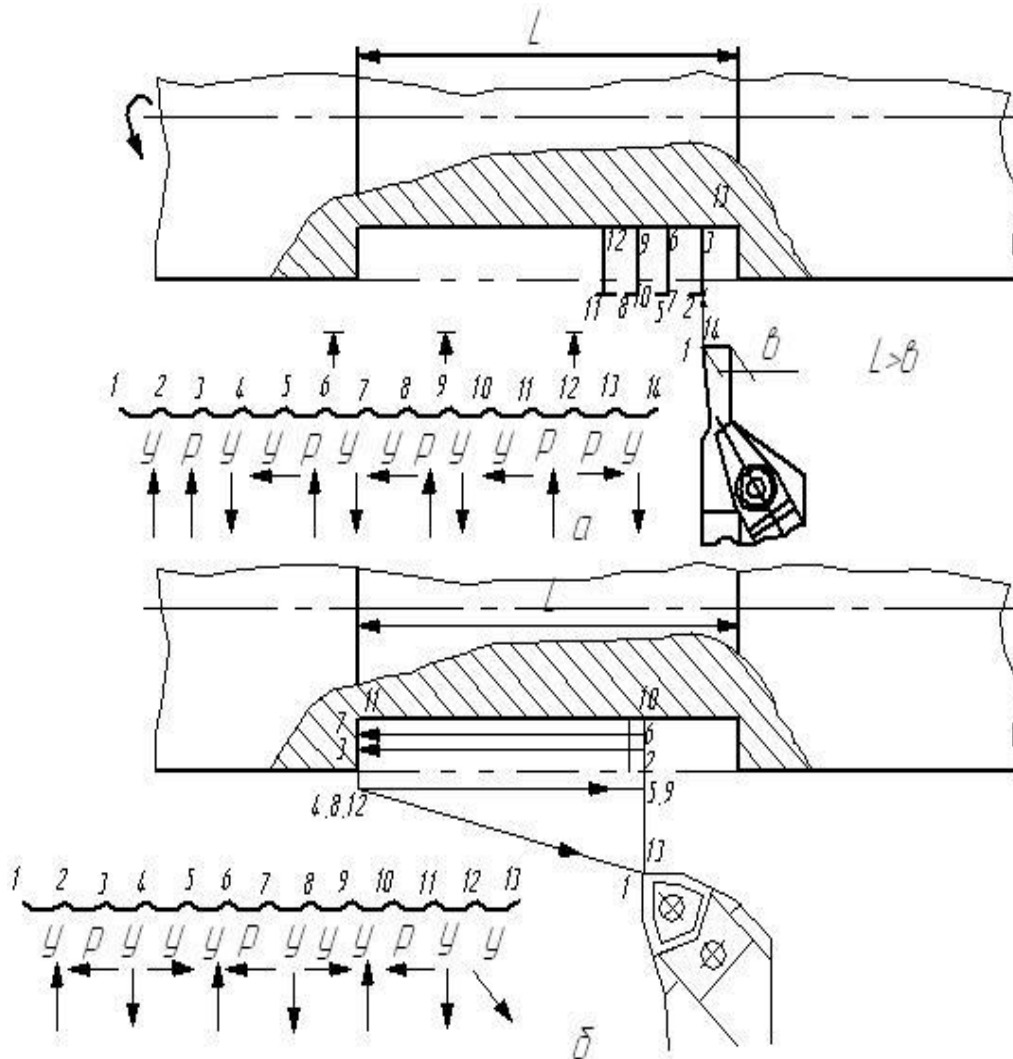


Рисунок 5.2 - Схема обробки широкої канавки з попередньою проточною прорізним різцем за схемою «спуск» (а) і доопрацювання за схемою «спіраль» (б) прохідним завзятим різцем

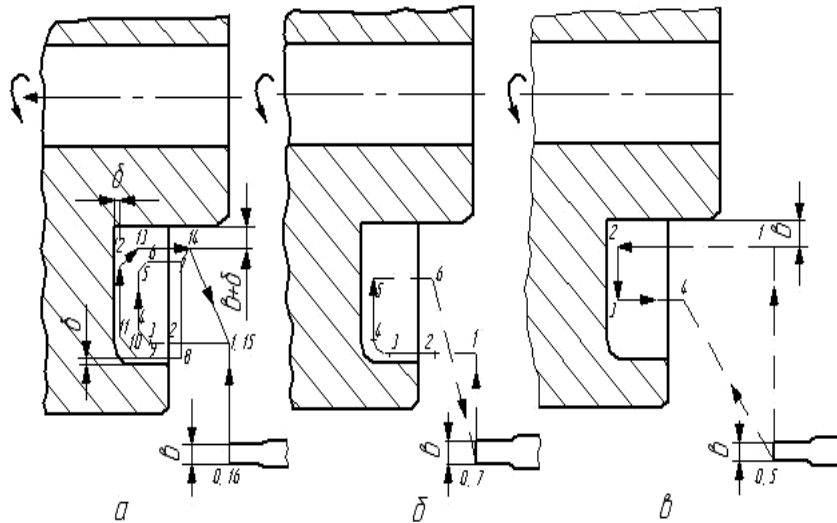


Рисунок 5.3 - Схема обробки торцевої канавки: а - чорновий; б, в - чистові робочі ходи (в - ширина ріжучої кромки; δ - припуск на чистову обробку)

Чорнове обточування торцевих поверхонь рекомендується проводити при подачі різця в напрямку «до деталі» (рисунок 5.4).

Чистову обробку деталей типу вал і фланець зі зняттям припуску не більше 1,5 мм слід виконувати безперервною подачею різця. Обробку необхідно починати від центру торця деталі.

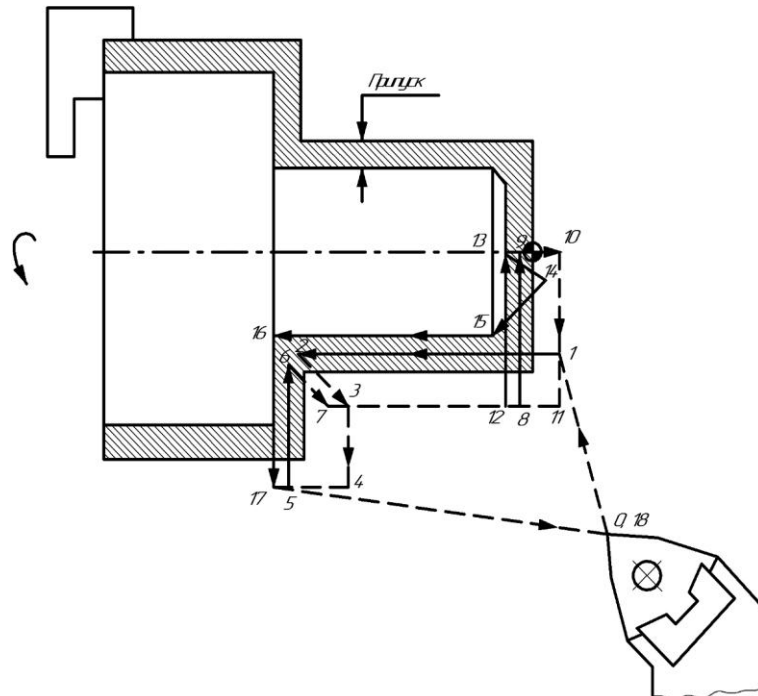


Рисунок 5.4. Типова циклограма обробки з підрізанням торця і уступу подачею «до деталі»

При підрізанні торця подачею від центру відбувається віджимання різця. Тому перед переходом від торцевої поверхні до зовнішньої для зняття пружної деформації різця рекомендується здавати в керуючій програмі так звану «технологічну петлю» (рисунок 5.5).

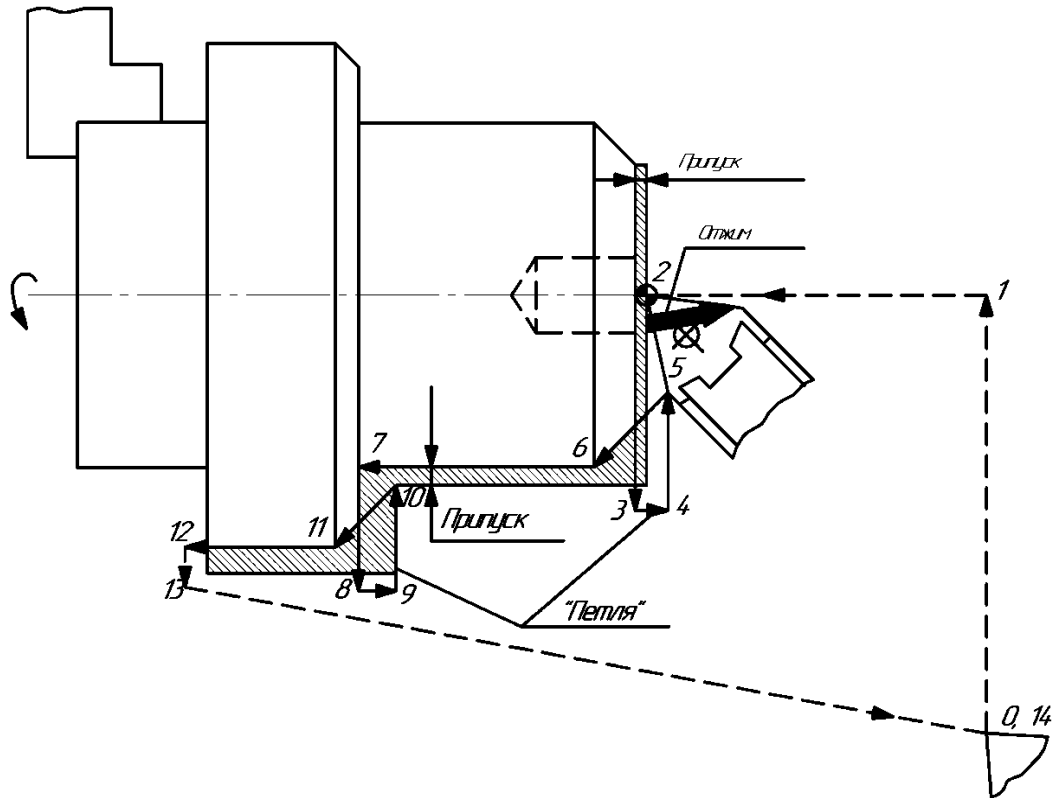


Рисунок 5.5 - Траєкторія вершини різця з технологічними петлями

5.2. Особливості нарізання різьблення

Автоматизація циклу руху різця при нарізанні різьблення на токарному верстаті з ЧПК дозволяє застосовувати твердосплавні різьбові різці. Різьбові різці для нарізання внутрішніх різьблень дозволяють обробляти різьблення з близьким підходом до торця.

Число робочих ходів (проходів) залежить від кроку різьблення P , оброблюваного матеріалу і заданої шорсткості. Наприклад, за да-

ними довідника [1], для нарізання різьблення з кроком $P = 3$ мм по сталі різцем, оснащеним твердим сплавом T15K6, рекомендується три чорнових і два чистових проходу, а для нарізання трапецеїдальної різьби з кроком $P = 3$ мм - п'ять чорнових і трьох чистових проходу.

Глибина різання для кожного проходу вибирається з умови сталості навантаження на різець, тобто зразкові рівності сумарної площі зрізу для кожного проходу. При чорнових проходах глибина різання повинна бути прогресивно спадної в кожному проході, а глибина останнього проходу приймається в межах 0,1 - 0,2 мм.

Щоб визначити глибину різання і відповідно координату вершини різця по осі X для кожного проходу, необхідно знати висоту профілю різьби і розділити її на частини у відповідності з прийнятим кількістю проходів. Висота профілю залежить від виду різьблення і кроку. Наприклад, для метричної різьби з кроком 3 мм робоча висота профілю $h = 1,95$ мм. При відсутності довідкових таблиць висоту профілю можна визначити наближено по залежності $h = 0,65 \cdot P$. ЕОМ, вбудована в систему ЧПУ 2P22, розраховує число робочих ходів і автоматично забезпечує необхідну глибину чистового проходу.

Врізання різця для виконання різьби з кроком до 2,5 мм зазвичай проводиться перпендикулярно до осі різьблення (рисунок 5.6, а). При роботі за цією схемою в процесі різання беруть участь одночасно обидві ріжучі кромки різця, в результаті утворюється жорстка стружка ночноподібної форми, що збільшує навантаження на різець і знижує його стійкість. Для виконання різьби з кроком більше 2,5 мм врізання проводиться під кутом $\varepsilon / 2$ (рисунок 5.6, б). У цьому випадку працює одна ріжуча кромка різця. Нарізання різьби по цій схемі дозволяє забезпечити хороші умови стружкоутворення, але призводить до нерівномірного зносу різальних крайок різця.

Для полегшення стружкоутворення і підвищення стійкості різця рекомендується нарізати різьблення з розбивкою, тобто зі зміщенням в різні боки при кожному проході. У цьому випадку в роботі беруть участь поперемінно обидві ріжучі кромки (рисунок 5.6, в). Розбивку здійснюють шляхом поглиблення по осі X і одночасного зміщення по

осі Z вершини різця перед кожним робочим ходом. Така схема особливо доцільна при нарізанні трапецеїдальних різьб і канавок модульних гвинтів-черевиків (рисунок 5.7). Чистові проходи зазвичай виконують з урізуванням перпендикулярно до осі різьби.

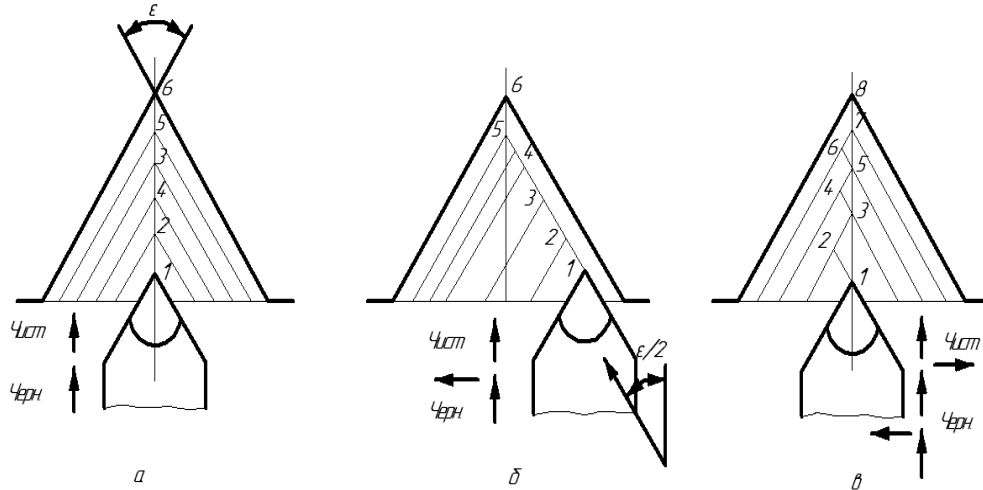


Рисунок 5.6 - Схеми видалення припуску при нарізанні різьблення:

а - перпендикулярно до осі деталі; б - під кутом $\epsilon / 2$; в - в розбівці

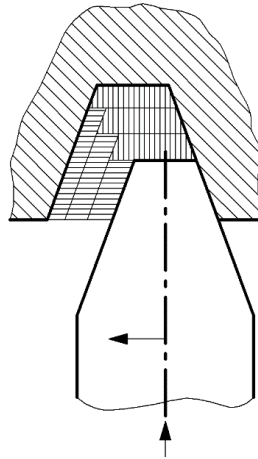


Рисунок 5.7 - Схема нарізування трапецеїдальної різьби

Шлях проходження різця визначають по залежності:

$$l_{пр} = l + \Delta Z + v / 2,$$

де l - довжина різьбової ділянки;

ΔZ - шлях підходу (повітряний зазор);

v - ширина зарізьбованої канавки (рисунок 5.8).

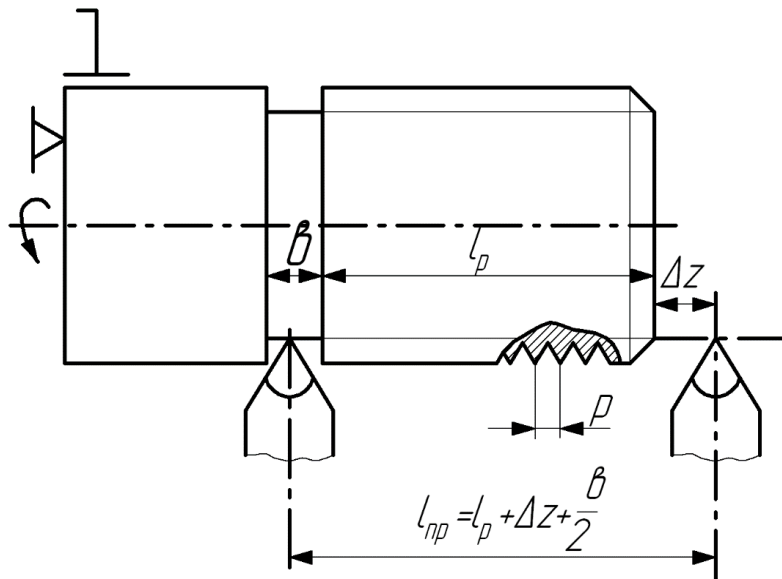


Рисунок 5.8 - Схема для визначення шляху робочого ходу різьбового різця

Шлях підходу задається з метою компенсації можливого «мертвого ходу» через зношування деталей кулькової гвинтової пари механізму подачі. Величину шляхи підходу по осі Z приймають за спеціальною номограмі (рисунок 5.9). Наприклад, при $n = 700$ об / хв і кроці різьблення $P = 3$ мм швидкість поздовжньої подачі $V_{\text{прод}} = 700 \cdot 3 = 2100$ мм / хв, шлях підходу по номограмі $\Delta Z = 6,5$ мм.

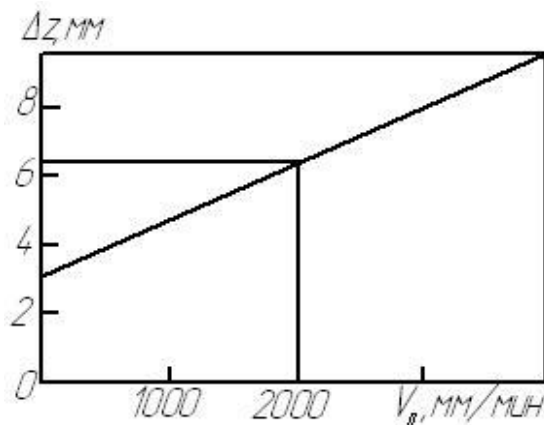


Рисунок 5.9 - Номограма для визначення шляху підходу різця по осі Z

Врізання для лівої різьби проводиться в за різбову канавку, а вихід за межі різбові ділянки (перебіг) задають рівним кроку різьби. Перед зворотнім ходами слід задавати відхід різця від поверхні деталі на 2 ... 3 мм, тобто координата точки вершини різця при його виході по осі X дорівнює $d + (2 \dots 3)$ мм. При нарізуванні різьблення по автоматичному циклу цей відхід задається системою ЧПУ. У разі нарізування різьблення без за різбової канавки, тобто зі стоком, шлях проходу різця $L = 1 + \Delta Z$ мм.

У разі нарізання багатпрохідного різьблення поділ на заходження проводиться зсувом вихідного положення різця по осі Z на крок різьби P по керуючій програмі перед нарізуванням кожного заходу. Наприклад, при нарізуванні двоохпрохідного різьблення $M30 \times 6 (3)$ з кроком $P = 3$ мм на довжину 40 мм при ширині зарізбової канавки $v = 4$ мм і $\Delta Z = 12$ мм, шлях робочого ходу для першого заходу дорівнює $L1 = 40 + 12 + 4 / 2 = 54$ мм, для другого заходу - $L2 = 40 + 12 + 4/2 + 3 = 57$ мм.

Тема 6. Принципи кодування і порядок побудови кадру. Пристрій системи ЧПУ 2P22.

6.1. Принципи кодування і порядок побудови кадру

Введення керуючої програми в пам'ять пристрою ЧПУ 2P22 можливий з пульта управління (рисунок 6.1) або програмоносія. Призначення клавiш пульта управління наведено в табл. 6.1. В якості програмоносія використовують магнітну або восьмідорожечну паперову стрічку шириною 25,4 мм.

Програма складається з послідовно записаних кадрів, тобто складових частин керуючої програми, що вводяться і відпрацьовуються як єдине ціле і містять не менше однієї команди.

Кожен кадр починається з порядкового номера N, складається з змінного числа слів (складових частин кадру, що містять дані про параметри процесу обробки) і закінчується символом «кінець кадру». Кожне слово складається з символу - адреси і наступної за ним групи цифр. Адреса визначає призначення цифр в кадрі. В одному кадрі не можна програмувати два слова однієї адреси.

Структура слова визначається форматом, у якому вказують розташування адреси, знак і число геометричній або технологічній інформації у складі слова, кількість записуваних цифр до і після коми та іншу інформацію

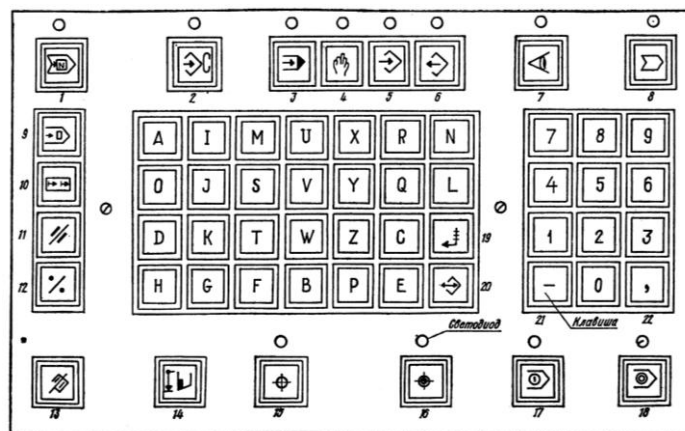
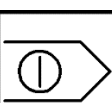
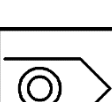
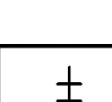




Рисунок 6.1 - Клавіатура пульта управління системи ЧПУ 2P22

Таблиця 2 - Призначення клавiш пульта управління системи ЧПУ 2P22

Номер клавiшi (рис. 17)	Символ клавiшi	Призначення
1	2	3
1		Пошук кадру (зупинка в кінці кадру зі світловою індикацією)
2		Введення констант (зі світловою індикацією)
3		Автоматичний режим
4		Ручне управління (зі світловою індикацією)
5		Введення (зі світловою індикацією)
6		Виведення (зі світловою індикацією)
7		Діагностика стану верстата (зі світловою індикацією)
8		Введення УП на зовнішній носій інформації (зі світловою індикацією), а також висновок УП з нього
9		Зрушення кадру в УП
10		Зрушення фрази в кадрі
11		Чистка пам'яті (стирання кадру або його частини)
12		Початок програми (корекція)

1	2	3
13		Сброс пам'яті
14		Введення програми за зразком
15		Вихід у вихідне положення (зі світловою індикацією)
16		Вихід у фіксовану точку верстата (зі світловою індикацією)
17		Пуск УП (зі світловою індикацією)
18		Стоп УП (зі світловою індикацією)
19		Повернення каретки
20		Введення даних (переклад рядка)
21		Завдання знака «мінус»
22		Завдання знака «кома»

Для пристрою ЧПУ 2P22 формати слів наступні: N03; X + 043; Z + 043; U + 043; W + 043; F023; T2; M2; S1-4; D043; C + 043; Q4-043; R + 0 43; B3; H3; L2; P11; A11; E; G2. Після адрес N, T, M, S, B, H, L, G у форматі записують одну цифру, що показує кількість цифр у слові. Якщо нулі, що стоять перед першою значущою цифрою, можна опустити, то після адреси записують дві цифри, перша з яких нуль. Після адреси слова, що містить розмірні переміщення A, P, X, U, R, Z, W, D, C, Q, F, записують дві цифри, перша з яких показує кількість розрядів перед, а друга - після десяткової коми, або три цифри, перша з яких нуль, що дозволяє опустити нулі перед першою значущою цифрою.

Якщо абсолютні розміри завжди позитивні (положительный), то між адресом і наступним за ним числом не ставлять ніякого знака, якщо вони можуть бути позитивними або негативними, то між адресом і наступним за ним числом ставлять знак «+». Наприклад, N03 - тризначний номер кадру. Незначущі нулі перед номером можна не набирати: N125, N012 (або N12), N003 (або N3). Геометричну інформацію, тобто значення координат кінцевих опорних точок ділянок траєкторій по осях X і Z, або збільшень U, W по осях X (U) або Z (W), записують наступним чином: X043; Z - 0,43; U0,643; W0,43. Незначущі нулі на початку і в кінці геометричної інформації, а також знак «+» можуть опускатися. Наприклад, переміщення по осі Z в крапку з координатою +36,18 мм записують Z36,18; переміщення по осі Z на 364,583 мм до передньої бабці - W - 364,583; переміщення по осі X до Ø 12,38 мм - X12,38; переміщення по осі X на 0,16 мм до осі центрів - U - 0,16.

Час витримки задають за адресом D з точністю до 0,001 с. Наприклад, час витримки 2 з записують D2.

Подачу робочого органу задають за адресом F, постійні цикли - за адресом L, допоміжні технологічні команди - за адресом M, підготовчі функції - за адресом G (табл. 6.2 – 6.4). Обов'язковою умовою кінця керуючої програми є наявність в останньому кадру команди M02.

Таблиця 6.2 - Позначення і призначення постійних циклів

Позначення циклу	Призначення
L01	Нарізання зовнішньої або внутрішньої циліндричної, конічної, багатопрохідною, однопрохідної різьблення
L02	Проточка прямокутних канавок
L03	Зовнішня обробка за схемою «петля»
L04	Внутрішня обробка за схемою «петля»
L05	Торцева обробка за схемою «петля»
L06	Глибоке свердління
L07	Нарізування різьби мітчиком або плашкою
L08	Чорнова обробка з припуском і без нього
L09	Обробка поковок
L10	Чистова обробка
L11	Повторення ділянки програми

Таблиця 6.3 - Позначення і призначення допоміжних технологічних функцій

Позначення функції	Призначення
M00	Програмований останов
M01	Останов з підтвердженням
M02	Кінець керуючої програми
M08	Включення охолодження
M09	Вимкнення охолодження
M17	Кінець опису деталі для циклів L08, L09, L10
M18	Кінець ділянки програми, повторюваного в циклі L11
M20	Передача управління роботіві РТК

Таблиця 6.4 - Позначення і призначення підготовчих функцій

Позначення функції	Призначення
G05	Використовується для сполучення елементів контуру, коли наприкінці кадру не вимагається гальмування (при сполученні контурів)
G10	Здається перед кадрами, для яких необхідна постійна швидкість різання (частота обертання змінюється автоматично залежно від діаметра)
G11	Скасовує дію функції G10
G12	Зміна інструменту не в початковому положенні
G94	Завдання робочої подачі в міліметрах в хвилину
G95	Завдання робочої подачі в міліметрах на оборот шпинделя

6.2. Пристрій системи ЧПУ 2P22

Система ЧПУ 2P22 призначена для видачі керуючої програми (УП) на виконавчі органи токарних верстатів. Ця система виконує такі функції: введення керуючої програми з клавіатури пульта управління або програмо носії; відпрацювання і редагування керуючої програми безпосередньо на верстаті; складання керуючої програми за зразком, коли обробка перших деталей ведеться в ручному, а обробка подальших деталей - в автоматичному режимі; введення постійних циклів в діалоговому режимі; використання складних циклів багатопрохідною обробки; висновок керуючої програми на програмо носії та виконання низки інших функцій.

Більш розвинене в порівнянні з системою ЧПУ «Електроніка НЦ-31» функціональне програмне забезпечення, що зберігається в постійній пам'яті пристрою, включення до нього складних циклів багатопрохідною обробки дозволяють зменшити обсяг введеної інформації і спростити складання керуючої програми.

Технічна характеристика системи ЧПУ 2P22 наведена в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Технічна характеристика пристрою ЧПУ 2P22

Конструктивне виконання	Вбудоване (у вигляді окремих автономних блоків)
1	2
Базова ЕОМ	Мікро ЕОМ «Електроніка 60М»
Кількість керованих координат	2
Найбільша кількість одночасно керованих координат	2
Вид інтерполяції	Лінійно-кругова
Дискретність завдання переміщень, мм	0,001
Спосіб завдання розмірів в програмі	В абсолютній і відносній системі
Максимальне програмоване переміщення, мм	9999,999
Режим роботи	Автоматичний, ручний, введення даних, пошук кадру, редагування, режим діалогу при формуванні УП по кадрам, вихід у вихідну точку та ін.
Тип пристрою для введення даних	Фотозчитувальний пристрій (ФСУ), клавіатура пульта управління (ПУ), касетний накопичувач на магнітній стрічці
Тип пристрою для зберігання УП та управління ЧПУ, програми електроавтоматики і програми прив'язки системи до верстата	Постійне програмувальний запам'ятовувальний пристрій (ППЗУ)

1	2
Час зберігання інформація в оперативному запам'ятовуючому пристрої (ОЗП), год.	96
Корекція:	
частоти обертання шпинделя	14–40 % з кроком 10%
робочих подач	0–12 % з кроком 1 %
Індикація даних	На блоці відображення символічної інформації (БОСИ)
Типи керованих приводів:	
головного руху	Регульований
подач	Слідкуючий
Граничні значення швидкостей робочого органу (РО), мм / хв:	
робочих подач	До 5000 (при нарізанні різьблень до 10000)
холостих переміщень	До 5000
Максимальний крок нарізання різьблення, мм	40
Характеристика джерела живлення:	
рід струму	Змінний, трифазний
напруга, В	380
частота, Гц	50±1

Тема 7. Програмування лінійних переміщень. Програмування частоти обертання шпинделю, по- дачі та позиції інструменту.

7.1. Програмування лінійних переміщень.

Залежно від нанесення розмірів на кресленні деталі і послідовності обробки лінійні переміщення можуть бути задані в абсолютній або відносній системах відліку. Переміщення по осі X в абсолютній системі відліку задається адресом X і координатою кінцевої точки шляху щодо нульової точки деталі. Координати в абсолютній системі по осі X задаються на діаметр.

Наприклад, запис кадру N005 при лінійному переміщенні різця по координаті X в абсолютній системі відліку має вигляд:

N005 X20 - для проточки зовнішньої канавки до \varnothing 20 мм (рисунок 7.1 а)

N005 x26 - при проточці внутрішньої канавки (рисунок 7.1 б).

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

У відносній системі відліку переміщення по осі X задається адресою U і числовим значенням цього переміщення, яке являє собою різницю координат кінцевої і початкової точок щодо нульової точки ($X_2 - X_1$). Якщо різець переміщується від оператора до шпинделя верстата, перед числовим значенням переміщення ставлять знак мінус. Знак плюс опускають.

При проточці зовнішньої канавки (рисунок 7.1 в) переміщення різця по осі X одно $(2 \text{ мм} + 7 \text{ мм}) \times 2 = 18 \text{ мм}$. Запис кадру у відносній системі відліку має вигляд: N005 U-18.

Аналогічно для проточки внутрішньої канавки (рисунок 7.1 г) запис кадру можна представити таким чином: N005 U18.

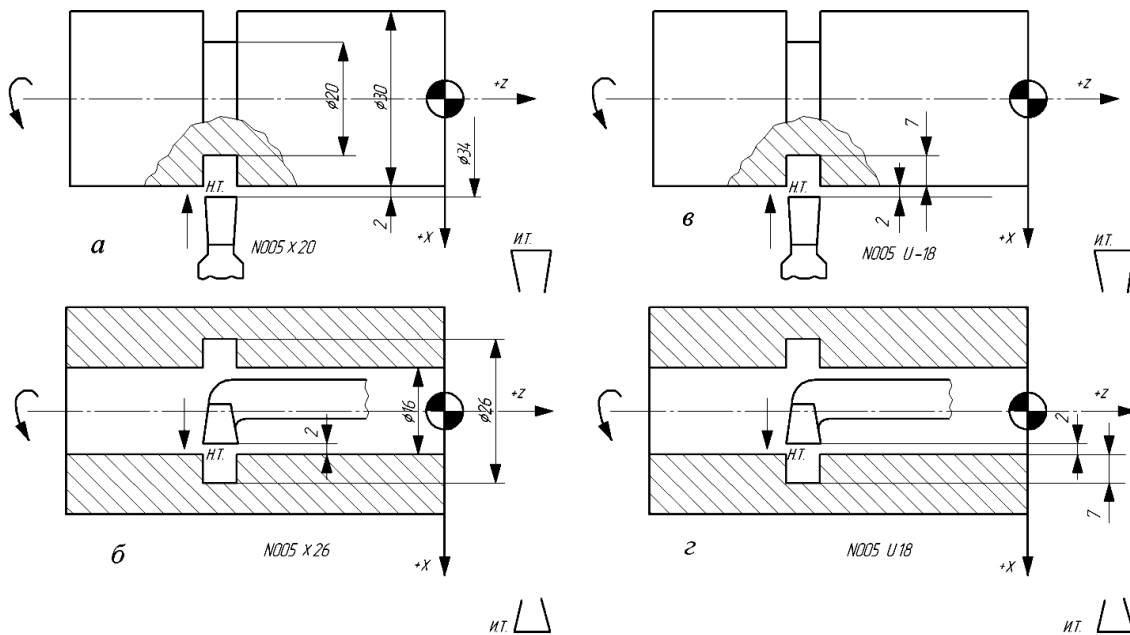


Рисунок 7.1 - Приклад програмування лінійних переміщень по осі X в абсолютній системі відліку (а, б) і у відносній системі відліку (в, г)

Переміщення по осі Z в абсолютній системі задаються адресом Z і координатою кінцевої точки шляху з її знаком щодо нульової точки деталі. Переміщення по осі Z у відносній системі задається за адресом W. Числове значення переміщення одно збільшенню координат сусідніх опорних точок ($Z2 - Z1$). 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 пе-

реміщення відбувається у бік, протилежний позитивному напрямку осі Z.

Наприклад, переміщення різця з початкової точки Н.Т. з координатами $X = 40$ мм, $Z = 1$ мм до точки з координатами $X = 40$ мм, $Z = -50$ мм (рисунок 7.2) в абсолютній системі записується кадром N008 Z-50, а у відносній системі - кадром N008 W-51 .

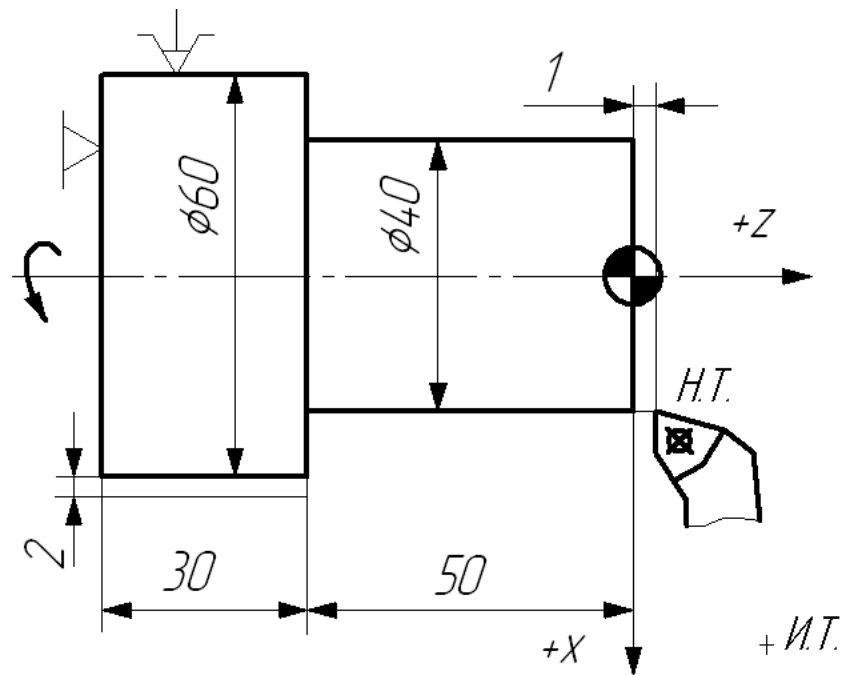


Рисунок 7.2 - Програмування лінійних переміщень різця по осі Z в абсолютній і відносній системах відліку

Керуюча програма з лінійними переміщеннями, записаними в абсолютній системі відліку для обробки заготовки з прокату діаметром 58 мм при частоті обертання шпинделя - $n = 500$ об / хв і подачі - $s = 0,3$ мм / об (рисунок 7.3), має наступний вигляд :

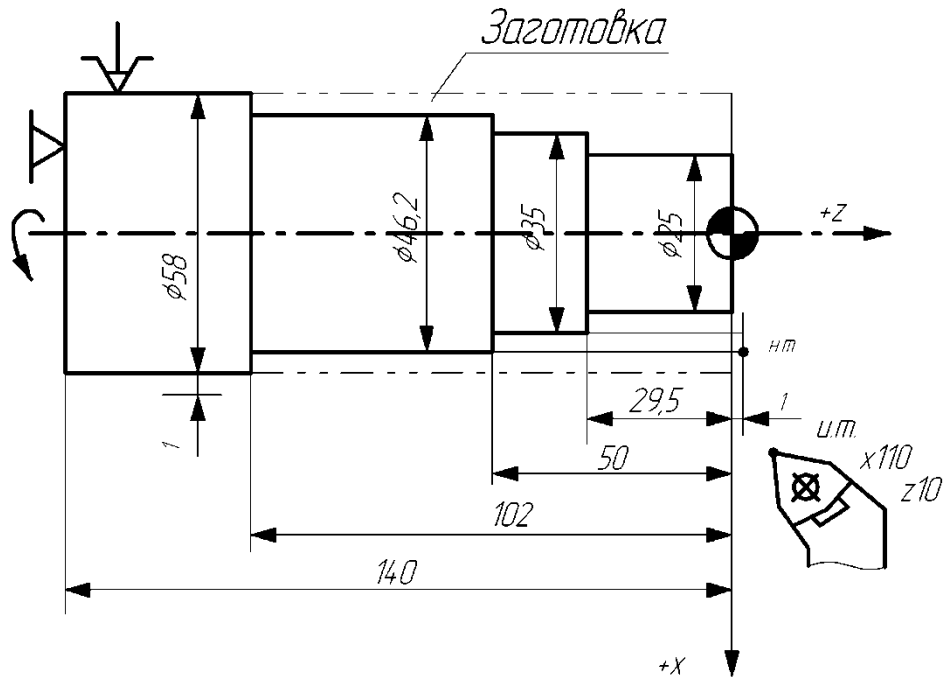


Рисунок 7.3 - Ескіз ступеневої валика з нанесенням розмірів для програмування обробки в абсолютній системі відліку

N001 T1 S2 500 F0,3	Револьверна головка встановлюється в першу позицію, другий діапазон, $n = 500$ об / хв, $s = 0,3$ мм / об.
1	2
N002 X46,2 Z1E	Підхід різця до Н.Т. (X46,2; Z1) прискорено
N003 Z-102	(для обробки 1-й ступені).
N004 X60	Точіння $\varnothing 46,2$ мм на довжину 102 мм.
N005 Z1E	Відведення різця по осі X до $\varnothing 60$ мм.
N006 X39 E	Відхід різця по осі Z прискорене в точку $Z = 1$ мм.
N007 Z-50	Підведення різця по осі X до $\varnothing 39$ мм прискорено
N008 X48	(1-й робочий хід по 2-й ступені).
N009 Z1E	Точіння $\varnothing 39$ мм на довжину 50 мм.
N010 X35E	Відведення різця по осі X до $\varnothing 48$ мм.

1	2
N011 Z-50	Відхід різця по осі Z прискорене в точку Z = 1 мм.
N012 X48	Підведення різця по осі X до Ø 35 мм прискорено
N013 Z1E	(2-й робочий хід на 2-й ступені).
N014 X25E	Точіння Ø 35 мм на довжину 50 мм.
N015 Z-29,5	Відведення різця по осі X до Ø 48 мм.
N016 X37	Відхід різця по осі Z прискорене в точку Z = 1 мм.
N017 M02	Підведення різця по осі X до Ø 25 мм прискорено.

У кадрах однієї і тієї ж керуючої програми переміщення можна записувати в абсолютній і відносній системі відліку. Наприклад, у програмі для обробки заготовки з штампування при $n = 500$ об / хв, $s = 0,3$ мм / об (рисунок 7.4) кадр N002 записаний в абсолютній, а кадри N003 - N008 - у відносній системі відліку.

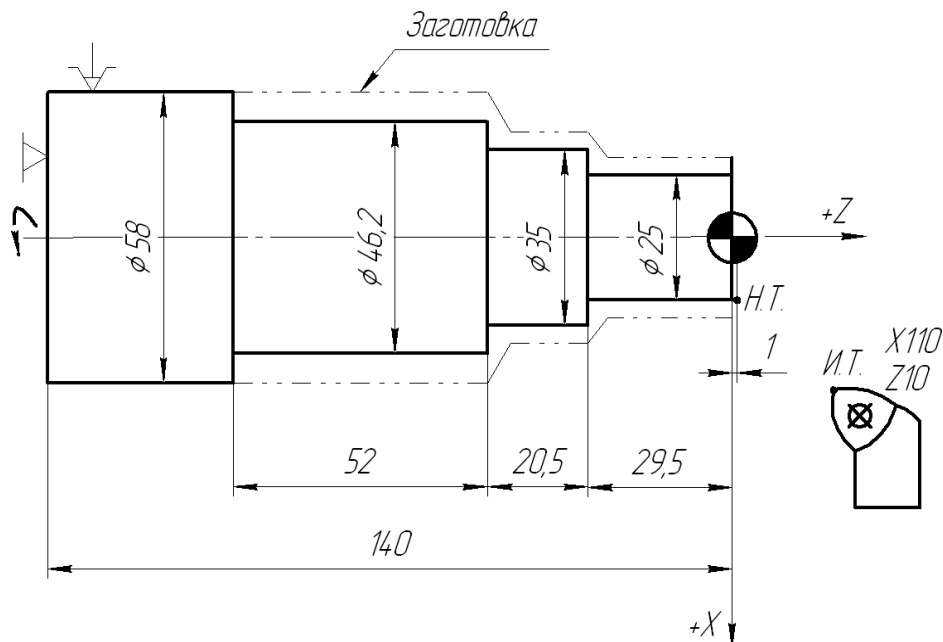


Рисунок 7.4 - Ескіз валика для програмування обробки у відносній системі відліку

N001 T1 S2 500 F0,3	Різець T1, другий діапазон, $n = 500$ об / хв, $s = 0,3$ мм / об.
N002 X25 Z1E	Підхід різця до Н. Т. (X25, Z1) прискорено.
N003 W-30,5	Точіння шийки $\varnothing 25$ мм на довжину 29,5 мм.
N004 U10	Точіння торця до $\varnothing 35$ мм.
N005 W-20,5	Точіння шийки $\varnothing 35$ мм на довжину 20,5 мм.
N006 U11,2	Точіння торця до $\varnothing 46,2$ мм.
N007 W-52	Точіння шийки $\varnothing 46,2$ мм на довжину 52 мм.
N008 U13,8	Точіння торця до $\varnothing 60$ мм.
N009 M02	Кінець керуючої програми (останов шпинделя, відведення різця прискорене в вихідне положення спочатку по осі X, потім по осі Z).

7.2. Програмування частоти обертання шпинделя, подачі і позиції інструменту

Частота обертання шпинделя задається за адресою S, після якого записують діапазон (1-3), знак напрямку обертання шпинделя і частоту обертання.

Знак мінус позначає обертання шпинделя за годинниковою стрілкою (зворотне обертання). Запис S3 - 1500 показує, що обраний третій діапазон і шпиндель обертається з частотою 1500 об / хв за годинниковою стрілкою, а запис S2 150 - обраний другий діапазон, а шпиндель обертається з частотою 150 об / хв проти годинникової стрілки (пряме обертання).

Величину подачі робочого органу задають за адресом F. Наприклад, запис F0,25 показує, що подача становить 0,25 мм / об, запис F1 - подача 1 мм / об.

Поворот різцетримача восьмипозиційної Багаторізевої автоматичної головки для установки інструменту в робочу позицію зада-

ють за адресом T, після якого записують номер позиції. Наприклад, запис T6 показує, що на робочу позицію встановлюється інструмент, що знаходиться в шостому гнізді поворотного різцетримача.

В якості закріплення теоретичних навичок пропонується розробити керуючу програму на деталь №1 (рисунок 7.5) та виконати її перевірку на симуляторі.

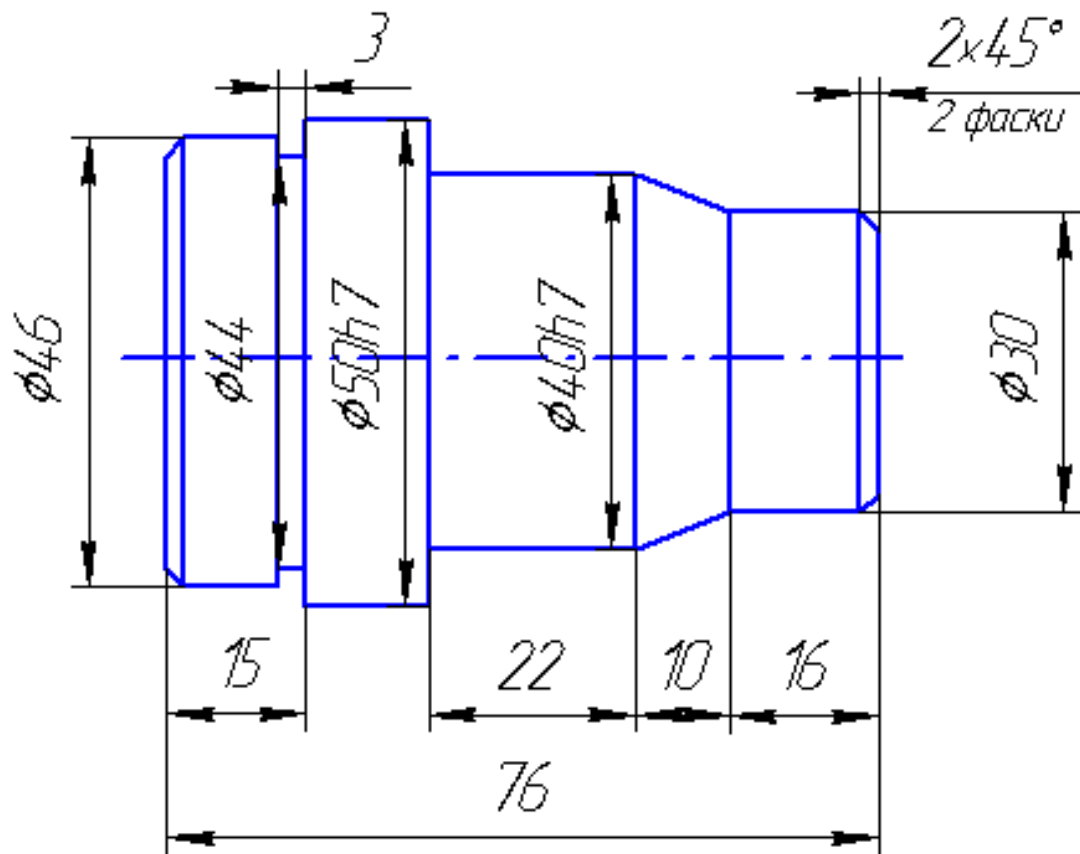


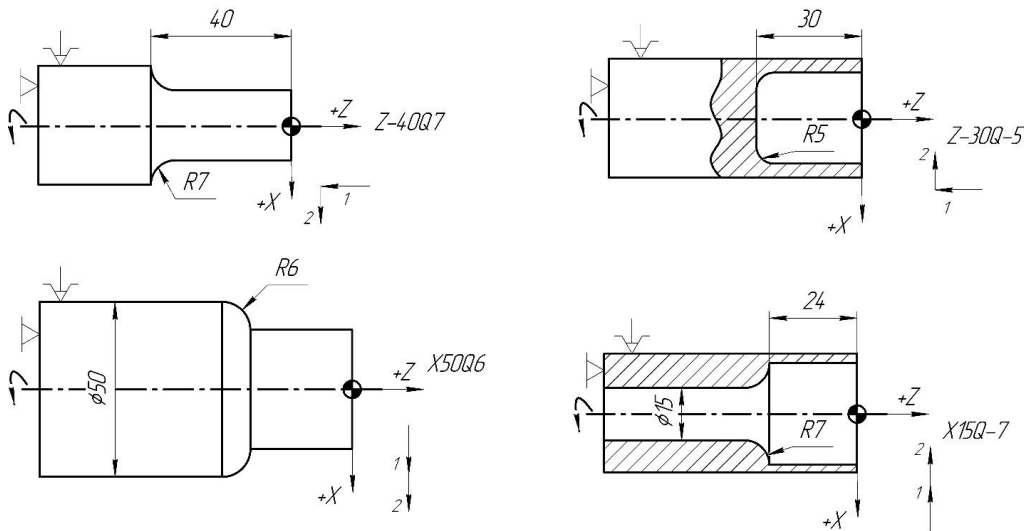
Рисунок 7.5. Деталь №1

Тема 8. Програмування обробки по дузі кола. Програмування обробки конічних поверхонь і зняття фасок під кутом 45° .

8.1. Програмування обробки по дузі кола

Кадр керуючої програми, за яким програмують обробку галтелі і скруглення (дуга кола з кутом 90°), має такі дані: позначення координати, по якій йде обробка деталі перед жолобником або скругленням (X або Z); числове значення координати кінцевої точки переміщення з урахуванням галтелі або скруглення зі знаком, що вказує напрямок переміщення; адреса Q і числове значення радіуса галтелі або скруглення. Знак перед числовим значенням під адресом Q повинен збігатися зі знаком обробки по координаті X. Напрямок по координаті Z задають тільки в негативну сторону.

Приклади запису обробки галтелей і заокруглень в абсолютній і відносній системі відліку наведено на рисунок 8.1.



- 1 - напрямок руху до галтелі або скруглення;
2 - напрям галтелі або скруглення по осі X;

Рисунок 8.1 - Приклади запису в кадрах керуючої програми обробки галтелей і заокруглень

Кадр керуючої програми, яким програмують обробку дуг окружності в межах кута до 90° , містить позначення координат кінцевої точки дуги (X і Z), числові значення координат кінцевої точки дуги в абсолютній або відносній системах, адреса R і числове значення радіуса дуги зі знаком плюс при обробці за годинниковою, мінус - проти годинникової стрілки.

Приклади запису кадрів керуючої програми для обробки дуг окружності наведено на рисунок 8.2 і рисунок 8.3.

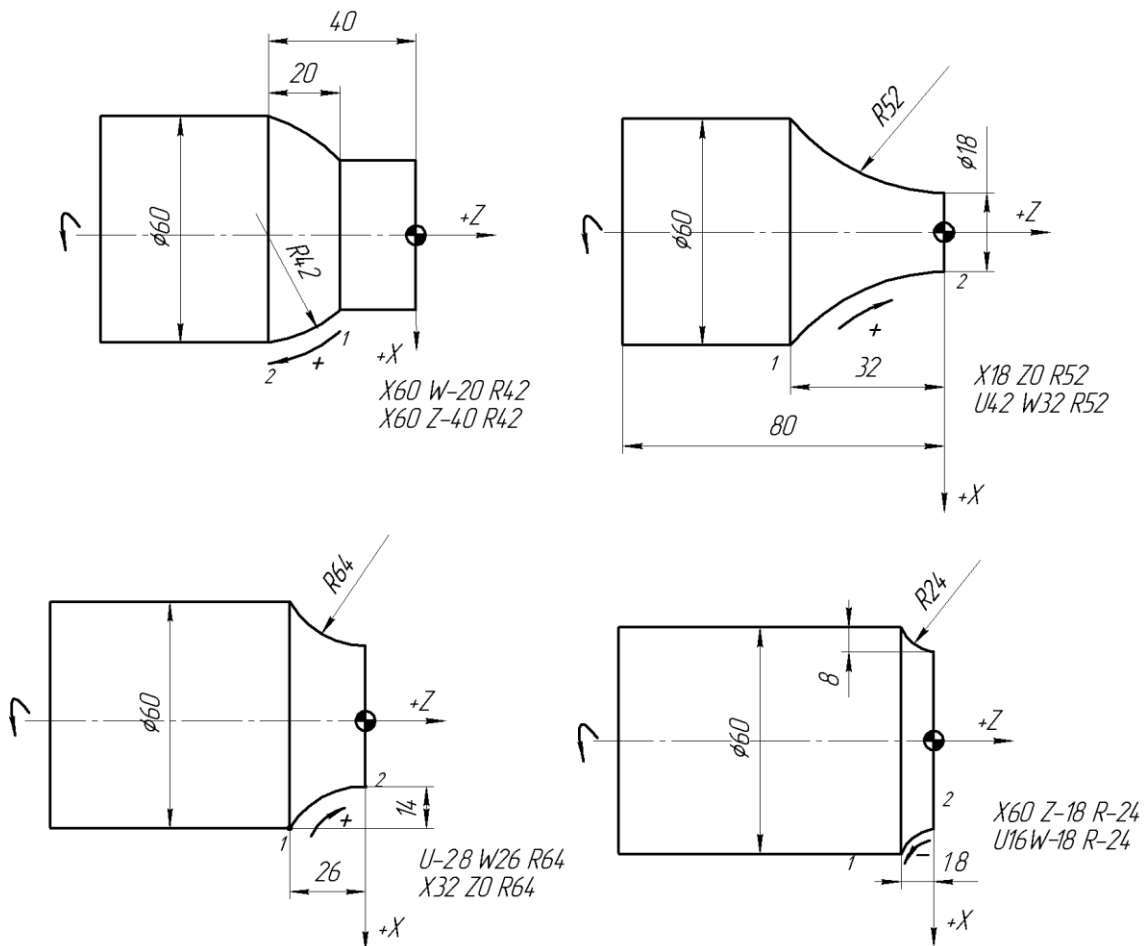


Рисунок 8.2 - Приклади запису обробки зовнішніх поверхонь по дузі кола (в межах кута до 90°)

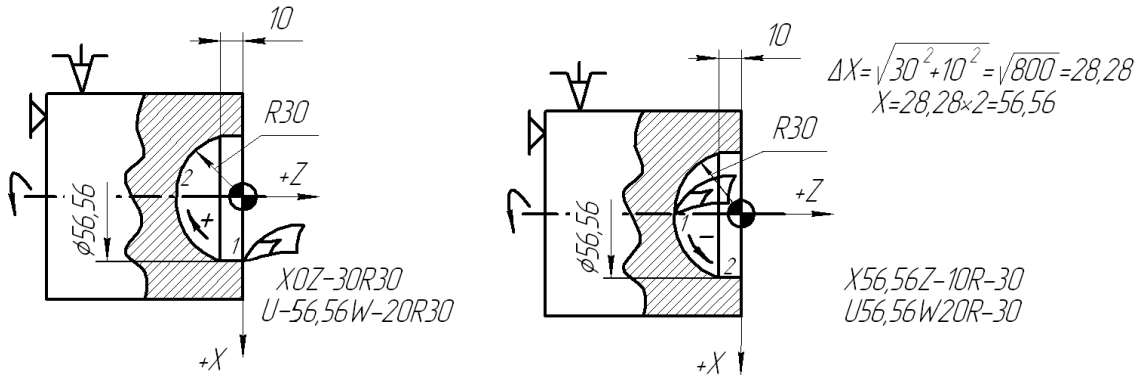


Рисунок 8.3 - Приклади запису обробки внутрішніх поверхонь по дузі кола (в межах кута до 90°)

Для складання керуючої програми чистової обробки фасонної поверхні деталі (рисунок 8.4) контурним різцем необхідно визначити відрізок $OB = OA - AB = 80 - 20 = 60$ мм; = 52,9 мм.

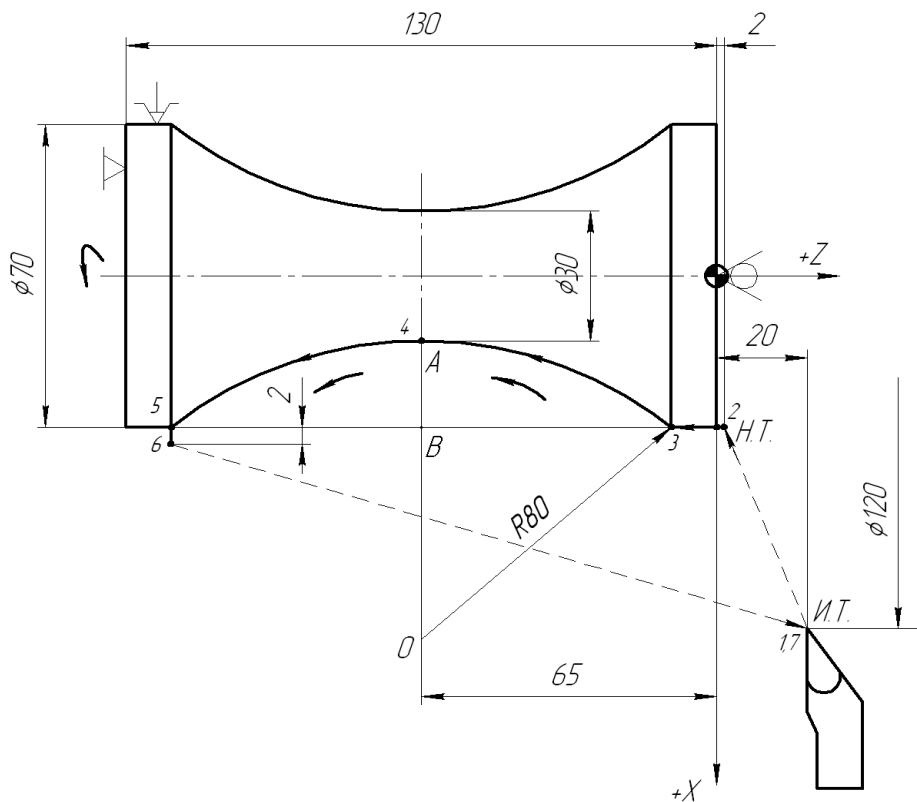


Рисунок 8.4 - Ескіз деталі і циклограма руху інструменту при обробці фасонної (радіусної) поверхні

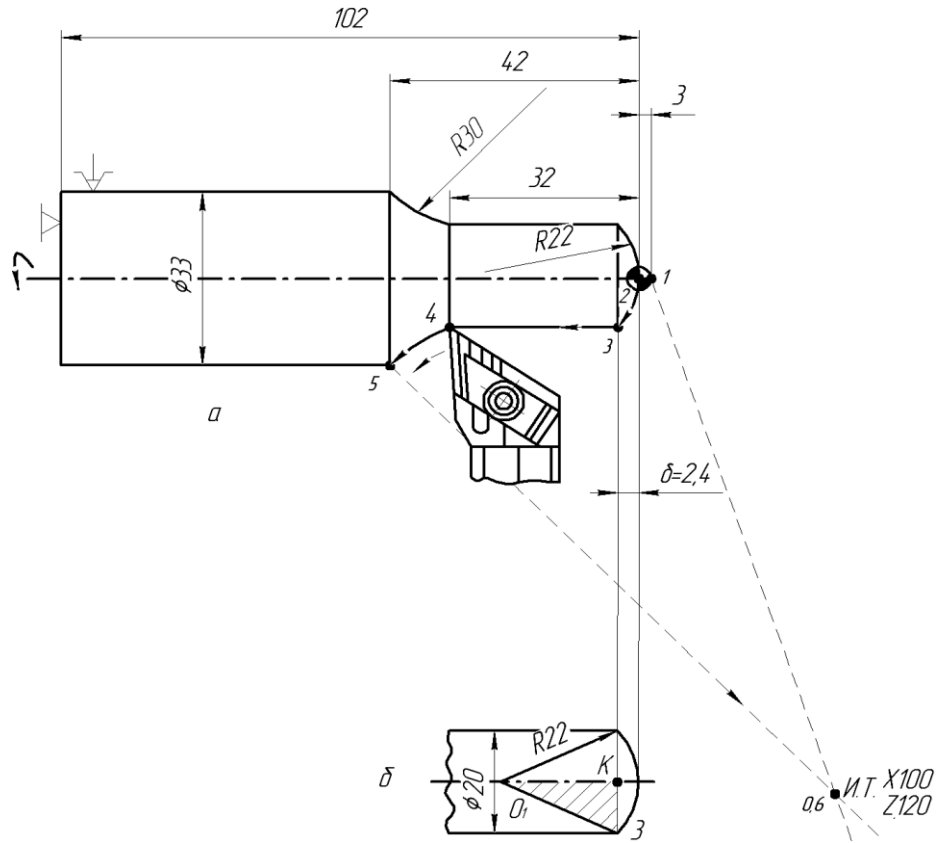
Керуюча програма в абсолютній системі відліку має вигляд:

N001 T1 S2 372 F0,2	Різець T1, другий діапазон, $n = 372$ об / хв, $s = 0,2$ мм / об.
N002 X70 Z2 E	Підведення до точки 2 прискорено.
N003 Z-12,1	Переміщення в точку 3 на робочій подачі.
N004 X30 Z-65 R-80 G05	Переміщення по R80 мм з точки 3 в точку 4, скасування гальмування в точці сполучення дуг.
N005 X70 Z-117,9 R-80	Переміщення по R80 мм з точки 4 в точку 5.
N006 X74	Переміщення в точку 6.
N007 M02	Кінець керуючої програми, відхід в І.Т. (7).

Керуючу програму для обробки цієї ж деталі у відносній системі відліку можна записати наступним чином:

N001 T1 S2 372 F0,2	Різець T1, другий діапазон, $n = 372$ об / хв, $s = 0,2$ мм / об.
N002 U-50 W-18 E	Підведення різця до точки 2 прискорено.
N003 W-14, 1	Переміщення в точку 3 на робочій подачі.
N004 U-40 W-52,9 R-80 G05	Переміщення по R80 мм з точки 3 в точку 4, скасування гальмування в точці сполучення дуг.
N005 U40 W-52,9 R-80	Переміщення по R80 мм з точки 4 в точку 5.
N006 U4	Переміщення в точку 6.
N007 M02	Кінець керуючої програми, відхід в І.Т. (7).

Для складання керуючої програми по обробці фасонної поверхні деталі з двома сферичними поверхнями (рисунок 8.5, а) спочатку слід визначити розмір δ , що не заданий кресленням.



а - схема деталі;

б - геометрична побудова для визначення розміру δ

Рисунок 8.5 - Ескіз деталі і циклограма руху інструменту при обробці деталі з двома сферичними поверхнями:

З прямокутного трикутника $013K$ (рисунок 8.5, б) знаходимо:

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

$$\delta = R - 19,6 = 22 - 19,6 = 2,4 \text{ мм}.$$

Керуюча програма має вигляд:

N001 T1 S3 600 F0,25	Різець T1, третій діапазон, $n = 600$ об / хв, $s = 0,25$ мм / об.
N002 X0 Z3 E	Підхід до точки 1 прискорено.
N003 Z0	Переміщення різця до точки 2 на робочій подачі.
N004 X20 W-2,4 R22	Точіння по дузі R22 мм (дуга 2-3) за годинниковою стрілкою.
N005 Z-32	Точіння шийки $\varnothing 20$ мм на довжину 32 мм (точки 3-4).
N006 X35 Z-42 R-30	Точіння по дузі R30 мм (дуга 4-5) проти годинникової стрілки.
N007 M02	Кінець керуючої програми, відхід в І.Т.

8.2. Програмування обробки конічних поверхонь і зняття фасок під кутом 45°

При програмуванні обробки конічних поверхонь лінійні переміщення по осях X і Z задають в одному кадрі. У цьому кадрі керуючої програми вказують координати кінцевої точки переміщення вершини різця з урахуванням знаків. Такий спосіб програмування обробки конічних поверхонь, включаючи і обробку фасок, є найбільш універсальним, оскільки дозволяє програмувати обробку з будь-яким кутом конусності.

Якщо різець має радіусну вершину, то при переході від циліндричної до конічної поверхні по осях X і Z необхідна корекція на координати кінцевої опорної точки.

Керуюча програма для обробки деталі з прямим і зворотним конусом (рисунок 8.6) має вигляд:

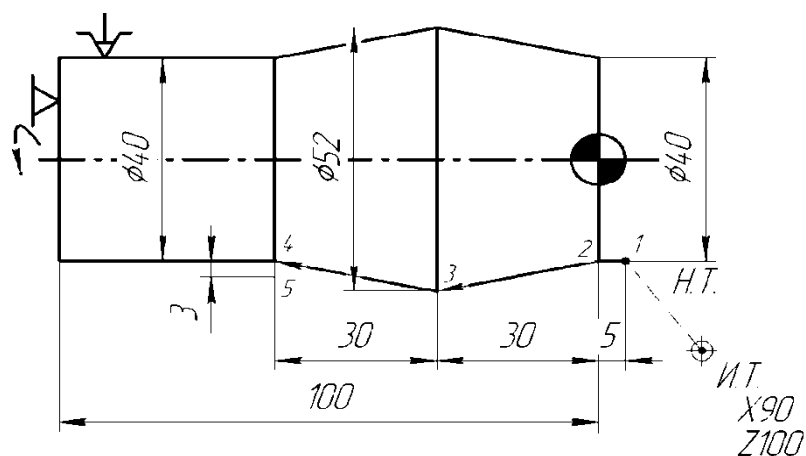
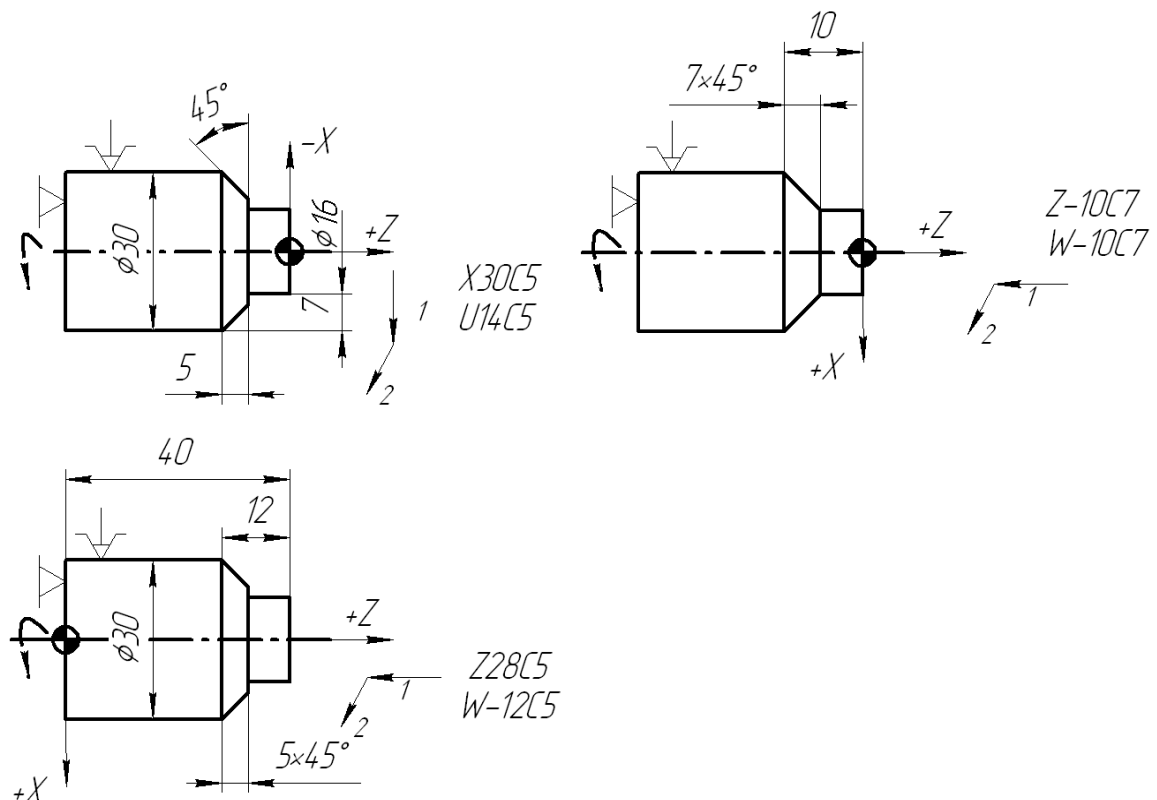


Рисунок 8.6 - Програмування обробки конічних поверхонь

N001 T1 S3 600 F0,25	Різець T1, третій діапазон, $n = 600$ об / хв, $s = 0,25$ мм / об.
N002 X40 Z5 E	Підхід різця до точки 1 з координатами $X = 40$, $Z = 5$ прискорено.
N003 Z0	Переміщення різця на робочій подачі в точку з координатами $X = 40$, $Z = 0$.
N004 X52 Z-30	Точіння прямого конуса на робочій подачі.
N005 U-12 W-30	Точіння зворотного конуса на робочій подачі, переміщення по координатам X і Z задано у ві- дносній системі відліку.
N006 X54 E	Відведення різця до діаметра 54 мм прискорено.
N007 M02	Кінець керуючої програми; повернення різця в І.Т.

Для зняття фасок під кутом 45° можна використовувати й інший спосіб програмування. При цьому способі обробку фаски під кутом 45° задають кадром, у якому вказують такі дані: одну з координат, по якій йде обробка до фаски (X або Z); числове значення цієї координати, відповідне кінцевій точці переміщення з урахуванням фаски зі знаком, що визначає напрямок переміщення; адреса C і число, що визначає величину фаски. Знак перед числом під адресою Z відповідає знаку обробки по координаті X . Напрямок по координаті Z задається тільки в негативну сторону.

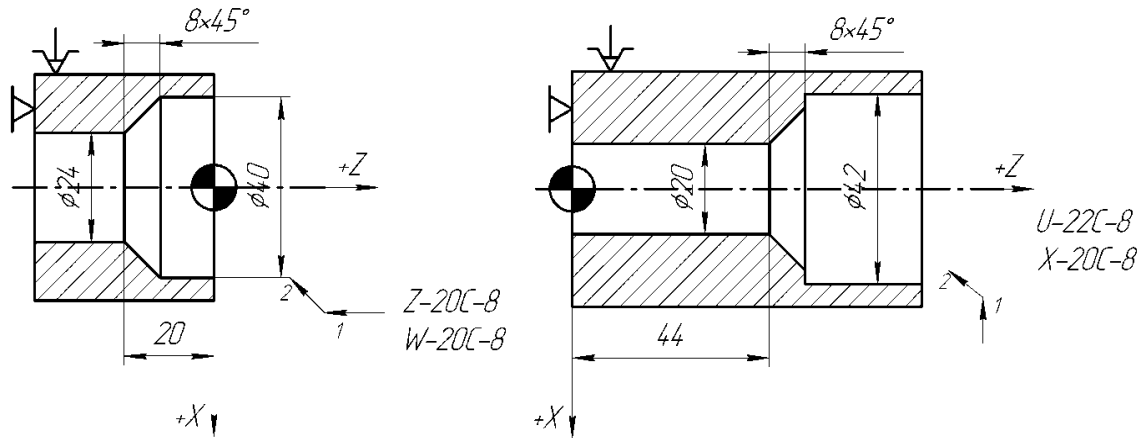
Приклади програмування зняття фасок в абсолютній і відносній системах відліку наведено на рисунок 8.7 і рисунок 8.8.



1 - рух, що передуює обробці фасок;

2 - напрямок руху по осі X при обробці фаски;

Рисунок 8.7 - Приклад запису в кадрах керуючої програми обробки фасок при зовнішньому точінні



- 1 - напрям руху, попереднє обробці фаски,
 2 - напрямок руху по осі X при обробці фаски;

Рисунок 8.8 - Приклади запису в кадрах керуючої програми розточці фасок.

Тема 9. Автоматичні цикли нарізання різьби, проточки канавок, однопрохідного зовнішнього та внутрішнього точіння за схемою «петля».

9.1. Цикл нарізання різьби L 01

В системі ЧПУ 2P22 реалізовані одинадцять постійних циклів, що забезпечують обробку часто зустрічаються елементів контуру деталі при використанні набору певних траєкторій руху інструменту. Кожен постійний цикл записується одним кадром і вводиться в пам'ять системи ЧПУ в режимі діалогу.

Нарізування зовнішніх і внутрішніх циліндричних і конічних різьб з автоматичним поділом на проходи програмують постійним циклом L01.

Перед програмуванням нарізування різьблення задають початкову точку циклу з наступними координатами:

X - дорівнює зовнішньому діаметру різьби при нарізуванні зовнішньої різьби і внутрішньому - при нарізанні внутрішньої різьби;

Z - дорівнює значенню координати початку різьблення збільшеному на величину рівну або більше подвійного кроку різьблення (для забезпечення розгону приводу).

Структура циклу має вигляд:

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

де F - крок різьби;

W - довжина різьби;

X - внутрішній діаметр різьби при нарізанні зовнішньої різьби або зовнішній діаметр різьблення при нарізуванні внутрішньої різьби;

A - нахил різьблення, тобто різниця діаметрів для конічного різьблення (для циліндричного різьблення $A = 0$);

P - максимальна глибина різання за один прохід (на радіус);

C- збіг різьблення (запис C1 означає, що збіг дорівнює кроці різьби, C0 - збіг відсутня).

Внутрішній діаметр різьби визначається за таблицями для різьблень. При багатопрохідному циклі параметр P приймають менше глибини різьблення, а при однопрохідному - рівним глибині різьблення. Параметр A програмують без знака, W - зі знаком мінус.

При багатопрохідному циклі нарізання різьблення перед кожним черговим робочим ходом різець автоматично зміщується по координаті Z вліво або вправо для того, щоб відбувалося різання однієї ріжучої крайкою різця. Останній прохід різець виконує двома ріжучими крайками. На останньому витку здійснюється вихід різця (різьблення зі стоком).

Керуюча програма для нарізання зовнішньої циліндричного різьблення $M36 \times 1,5$ (рисунок 9.1) має наступний вигляд:

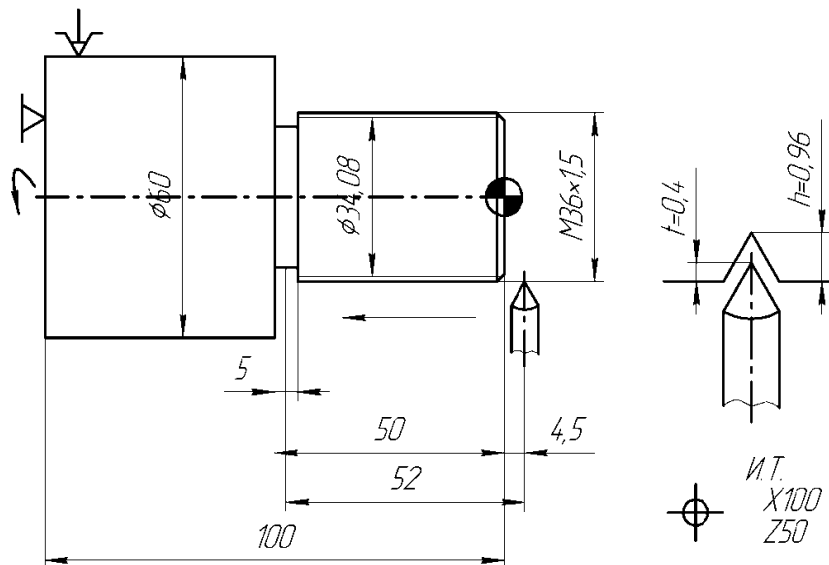


Рисунок 9.1 - Схема до програмування нарізання різьблення $M36 \times 1,5$ по циклу L01

N001 T3 S3 600 F0,4	Різець T3 - різьбовий, третій діапазон. Технологічні параметри: $n = 600$ об / хв; $s = 0,4$ мм / об.
N002 X38 Z4,5 E	Підведення різця до заготівлі прискорене, одночасно по двох координатах. Між торцем деталі і вершиною різця відстань складає 4,5 мм, що перевищує подвоєний крок різьби.
N003 X36 M08	Виведення різця в початкову точку циклу, включення подачі СОЖ.
N004 L01 F1,5 W-57 X34,08 A0 P0,4 C0	Постійний цикл різьбонарізання L01, крок різьблення - 1,5 мм, величина переміщення різця з урахуванням виходу в канавку - 57 мм, внутрішній діаметр різьби - 34,08 мм; A0 - нахил різьблення відсутня; P - глибина різання за перший прохід (на радіус) становить 0,4 мм; C0 - різьблення без збігу.
N005 M09	Вимкнення подачі СОЖ.
N006 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

Для нарізання зовнішньої конічної різьби (діаметри на меншому і більшому торці відповідно - 20 і 26 мм, довжина - 72 мм, крок - 2 мм, внутрішній діаметр на меншому торці - 17,4 мм) вибирають величину повітряного зазору - $\Delta Z = 5,8$ мм і визначають зовнішній і внутрішній діаметри різьби в початковій точці циклу (Н.Т.Ц.) (рисунок 9.2).

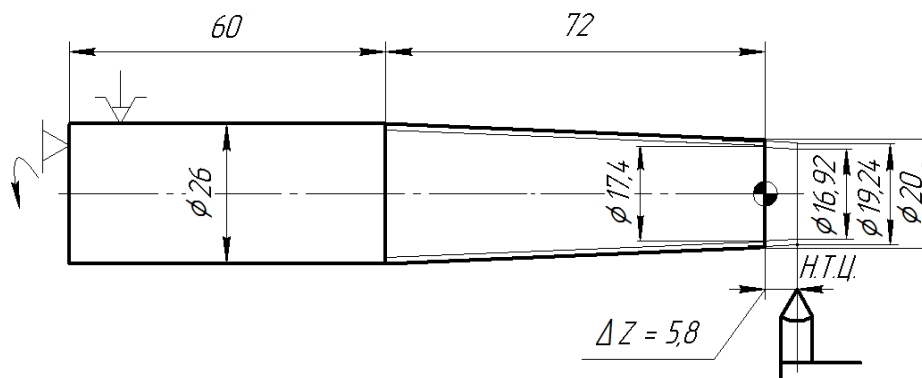


Рисунок 9.2 - Схема до нарізання зовнішньої конічної різьби по циклу L01

Керуюча програма для нарізування конічного різьблення має вигляд:

N001 T1 S3 643 F0,3	Різець T1 - різьбовий, третій діапазон, $n = 580 \text{ об / хв}; s = 0,2 \text{ мм / об.}$
N002 X19,24 Z5,8 E	Підведення різця до заготівлі прискорене, одночасно по двох координатах. Між торцем деталі і вершиною різця відстань складає 4,5 мм, що перевищує подвоєний крок різьби.
N003 M08	Включення подачі СОЖ.
N004 L01 F2 W- 77,8 X16,92 A6 P0,2 C1	Постійний цикл різьбонарізання L01, крок різьблення - 2 мм, величина переміщення різця з урахуванням повітряного зазору - 77,8 мм, внутрішній діаметр різьби в початковій точці циклу - 16,92 мм; нахил різьби; - A6, глибина різання за прохід - 0,2 мм; сбег різьблення - C1 (на довжині одного кроку).
N004 M09	Вимкнення подачі СОЖ.
N006 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

9.2. Цикл проточки канавок L 02

Проточка канавок з автоматичним поділом на проходи виконують з використанням постійного циклу L02.

Структура циклу має вигляд:

L02, D, X, A, P,

де D - витримка часу в кінці робочого ходу; X - внутрішній діаметр канавки, мм; A - ширина канавки, мм; P - ширина ріжучої кромки різця, мм.

Цикл включає переміщення різця на робочій подачі до координати X, витримку часу (адреса D), його повернення у вихідну точку

циклу на швидкому ході, зсув по координаті Z в позитивну сторону на величину P (процес повторюється стільки разів, скільки потрібно для досягнення ширини канавки A) (рисунок 9.3).

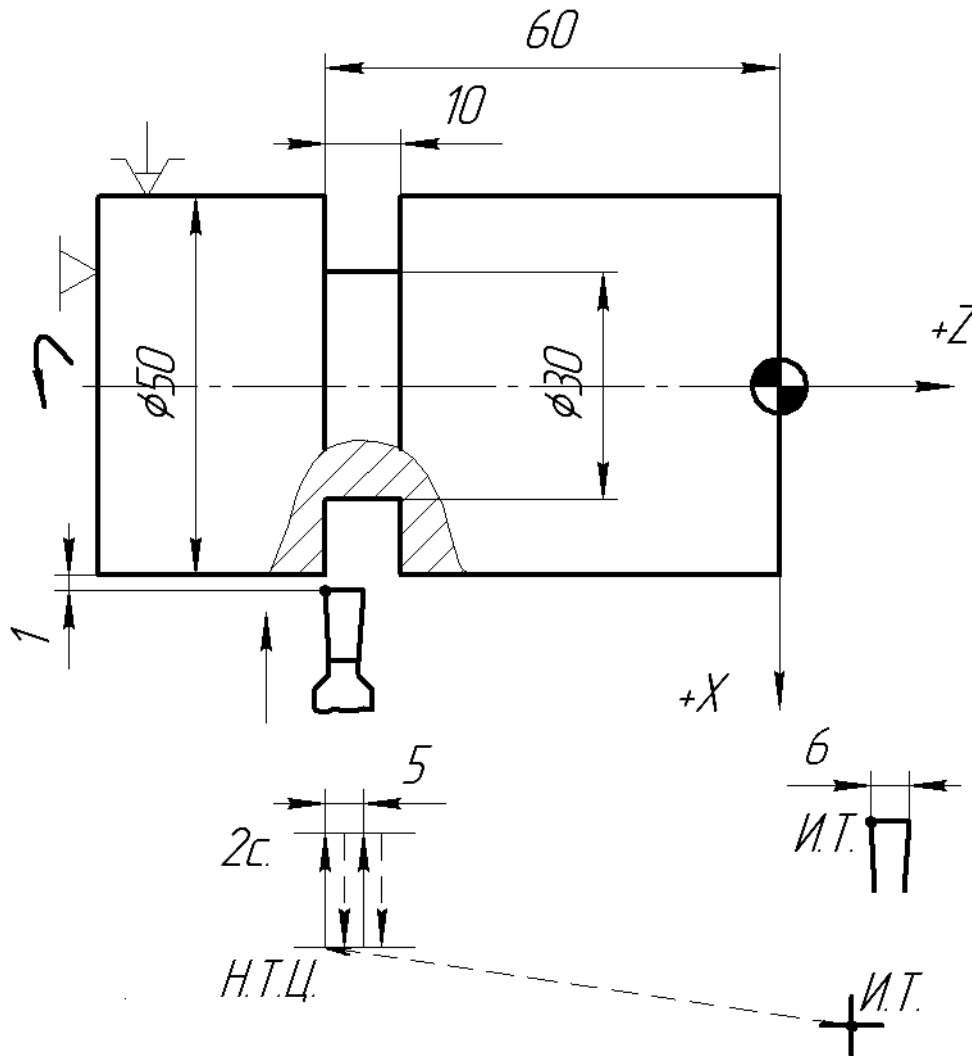


Рисунок 9.3 - Схема для програмування проточки канавки по циклу L02

Для обробки канавки з перекриттям параметр P ставлять менше ширини різця, а параметр A зменшують на цю різницю ($A - P$). Для однопрохідної обробки канавки параметр $P = A$. Цикл завершується прискореним відведенням по осі X в початкову точку циклу. Причому по осі Z різець залишається в точці останнього робочого ходу.

Керуюча програма для протачівання канавки шириною 10 мм має вигляд:

N001 T2 S3 700 F0,2	Різець T2 - канавковий, третій діапазон, режими різання: $n = 700$ об / хв, $s = 0,2$ мм / об.
N002 X52 Z-60 E	Прискорений підвід різця до початкової точки циклу (Н.Т.Ц.) одночасно по двох координатах.
N003 L02 D2 X30 A9 P5	Цикл L02 проточки канавки з витримкою часу в кінці робочого ходу - 2 с, внутрішнім діаметром - 30 мм, шириною - 10 мм, різцем з шириною ріжучої кромки - 6 мм.
N004 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

9.3. Цикл однопрохідного зовнішнього точіння за схемою «петля» L03

Однопрохідне зовнішнє гостріння заготовки по координаті Z з автоматичним поверненням в початкову точку програмується циклом L03. Структура циклу має наступний вигляд:

L03, W,

де W - довжина петлі.

Цикл включає переміщення на робочій подачі по осі Z на довжину W з урахуванням знака, відскік від заготівлі на 1 мм по осі X і повернення прискорене в початкову точку циклу Н.Т.Ц (рисунок 9.4).

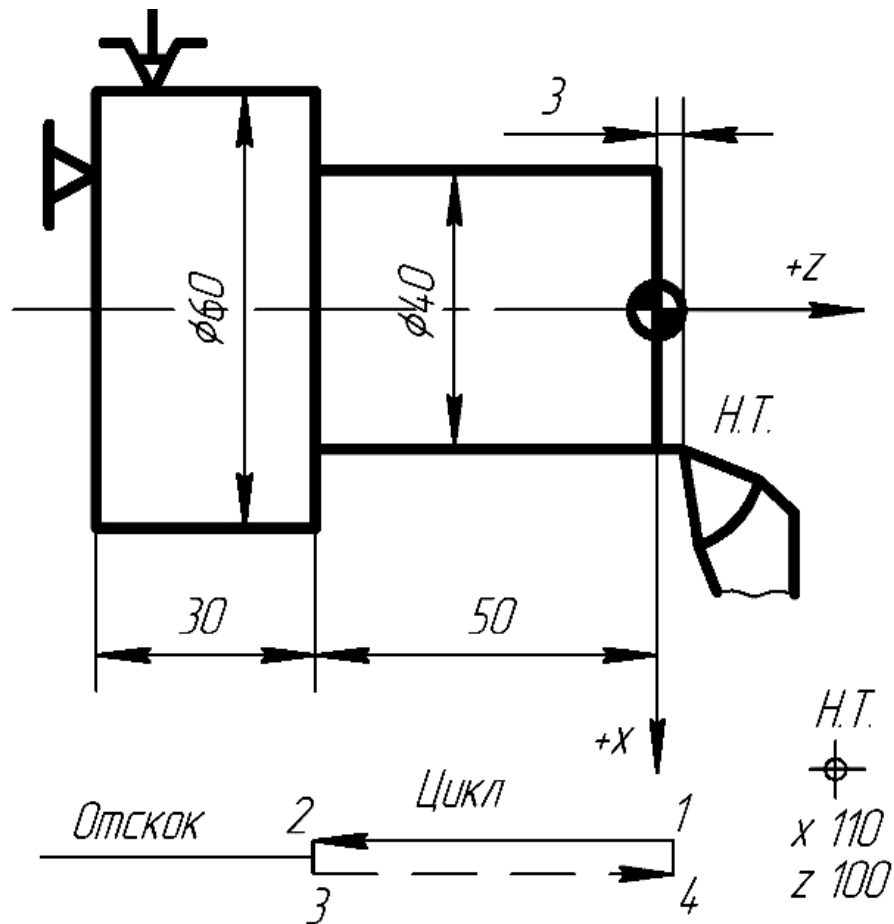


Рисунок 9.4 - Схема до програмування зовнішнього точіння деталі по циклу L03

Керуюча програма для зовнішнього точіння по циклу L03 має вигляд:

N001 T1 S3 1100 F0,3	Різець T1 - прохідний упорний, третій діапазон, режими різання: $n = 1100$ об / хв, $s = 0,3$ мм / об.
N002 X40 Z3 E	Прискорений підвід різця до початкової точки циклу (Н.Т.Ц.) одночасно по двох координатах.
N003 L03 W-53	Цикл L03, що включає переміщення з точки 1 в точку 2 на робочій подачі, відскік на 1 мм в точку 3, відведення прискорене в точку 4, а потім у точку 1.
N004 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

9.4. Цикл однопрохідного внутрішнього точіння за схемою «петля» L04

Однопрохідне внутрішнє точіння заготовки по координаті Z з автоматичним поверненням в початкову точку програмується постійним циклом L04. Структура циклу має наступний вигляд:

L04, W,

де W - довжина петлі.

Цикл включає переміщення на робочій подачі по осі Z на величину W з урахуванням знаку, відскік на 1 мм по осі X від заготівлі і повернення на швидкому ході в початкову точку циклу Н.Т.Ц. (рисунок 9.5).

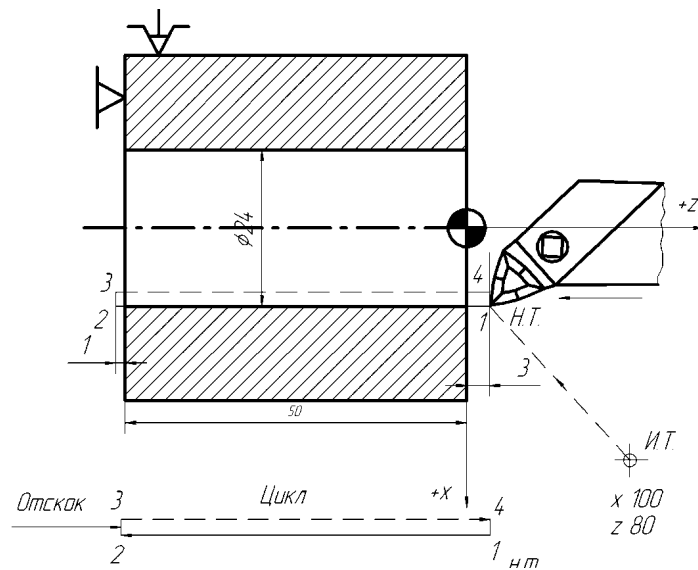


Рисунок 9.5 - Схема до програмування розточка деталі по циклу L04

Цикл L04 подібний циклу L03, відмінність полягає лише в напрямку відскоку. При зовнішньому точінні відскік виконується в по-

зитивному напрямку осі X, а при внутрішньому точінні - в негативному напрямку осі X.

Координати початкової точки циклу L04 приймаються рівними: по осі X - діаметру отвору після обробки, по осі Z - величині повітряного зазору.

Запис керуючої програми для однопрохідного розточування отвори із застосуванням циклу L04 має наступний вигляд:

N001 T1 S3 600 F0,3	Різець T1 - розточний, третій діапазон, режими різання: $n = 600$ об / хв, $s = 0,3$ мм / об.
N002 X24 Z3 E	Прискорений підвід різця до початкової точки циклу (Н.Т.Ц.) одночасно по двох координатах.
N003 L04 W-54	Цикл L04, що включає переміщення з точки 1 в точку 2 на робочій подачі, відскік на 1 мм в точку 3, переміщення прискорено з точки 3 в точку 4, а потім в точку 1.
N004 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

Тема 10. Автоматичні цикли однопрохідної торцевої обробки, глибокого свердління та багатопрохідної обробки.

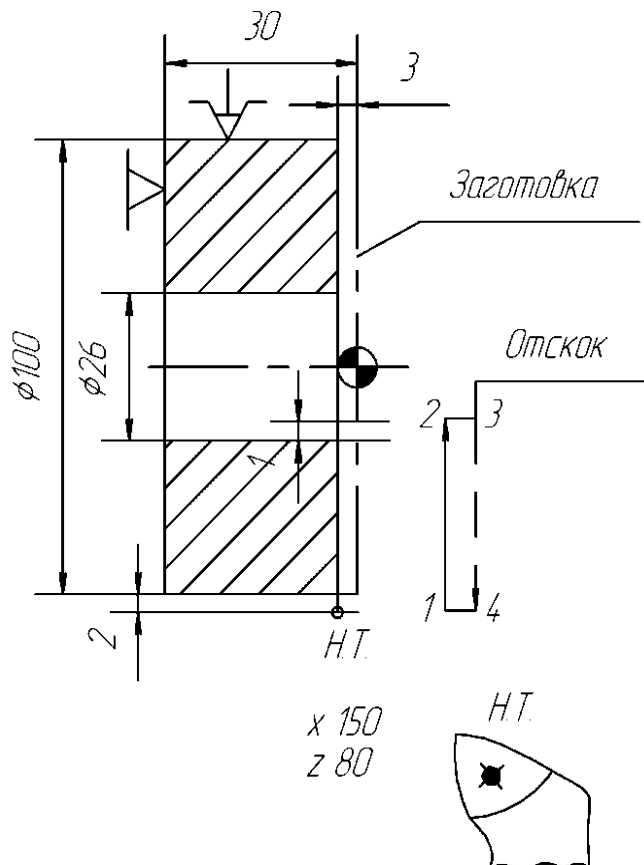
10.1. Цикл однопрохідної торцевої обробки за схемою «петля» L05

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

Структура циклу має вигляд:

L05, X,

де X - кінцевий діаметр підрізати торці.



У процесі обробки торцевої поверхні деталі в міру зміни діаметра відбувається пропорційне зміна швидкості різання. Система ЧПУ 2P22 забезпечує автоматичне безступінчасте регулювання частоти обертання шпинделя з метою підтримання сталості швидкості різання. Для цього перед циклом L05 необхідно задати функцію G10, а після його виконання - функцію G11,

Рисунок 10.1 - Схема до програмування торцевої обробки деталі по циклу L05 що скасовує дію функції G10.

Цикл L05 містить переміщення на робочій подачі по осі X до заданого діаметра, відскік на 1 мм по координаті Z в позитивну сторону, повернення прискорене в Н.Т.Ц. (рисунок 10.1).

Керуюча програма обробки торцевої поверхні деталі, представлена на рисунку 10.1 має наступний вигляд:

N001 T1 S3 700 F0,25	Різець T1 - підрізної, третій діапазон, режими різання: $n = 700$ об / хв, $s = 0,25$ мм / об.
N002 X104 Z-3 E	Прискорений підвід різця до початкової точки циклу (Н.Т.Ц.) одночасно по двох координатах.
N003 G10	Завдання постійної швидкості різання.
N004 L05 X24	Цикл L05, що включає підрізання торця на робочій подачі (переміщення з точки 1 в точку 2), відскік на 1 мм (точка 3), переміщення прискорено з точки 3 в точку 4, а потім в точку 1.
N005 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

10.2. Цикл глибокого свердління L06

Отвір є глибоким, якщо його довжина в п'ять і більше разів перевищує діаметр.

Свердління глибоких отворів виконують з періодичним виведенням свердла для видалення стружки, його охолодження і зняття напружень поздовжнього вигину. Програмування такої обробки на верстаті з ЧПК проводиться із застосуванням постійного циклу глибокого свердління з автоматичним поділом на проходи - L06.

Структура циклу глибокого свердління має вигляд:

L06, P, W,

де P - глибина свердління за один робочий хід; W - загальна глибина свердління з урахуванням повітряного зазору і перебігаючи.

Початкова точка циклу приймається на осі отвору із забезпеченням повітряного зазору по осі Z .

Цикл включає переміщення інструменту на робочій подачі на довжину P , повернення на швидкому ході в початкову точку циклу (Н.Т.Ц.), переміщення на швидкому ході в точку, відстаючу 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 . Наприкінці циклу інструмент виводиться в Н.Т.Ц (рисунок 10.2).

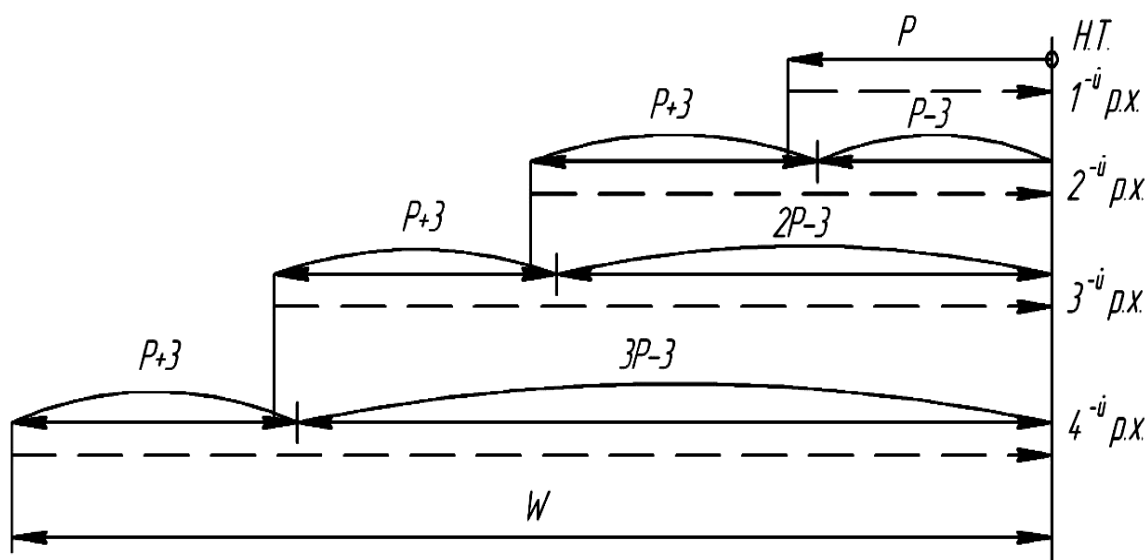


Рисунок 10.2 - Схема циклу L06 глибокого свердління отвори

Керуюча програма для глибокого свердління отвори довжиною 170 мм має наступний вигляд:

N001 T4 S2 200 F0,35	Свердло в позиції T4, другий діапазон, режими різання: $n = 200$ об / хв,
----------------------	---

	$s = 0,35 \text{ мм / об.}$
N002 X0 Z6 E	Прискорений підвід свердла до початкової точки циклу (Н.Т.Ц.) одночасно по двох координатах.
N003 L06 P45 W-180	Цикл L06, що включає свердління отвору на глибину 45 мм за один прохід, прискорене виведення свердла в Н.Т.Ц., прискорене переміщення по осі Z на 42 мм, свердління отвору на глибину 90 мм за другий прохід і т.д. (переміщення свердла за чотири проходу становить 180 мм).
N004 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

10.3. Цикл нарізання різьблення 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, мм; W - спільний шлях проходу інструменту (з урахуванням повітряного зазору і перебігаючи).

Початкова точка циклу приймається на осі отвору із забезпеченням повітряного зазору по осі Z не менше двох кроків різьблення від торця.

Цикл включає наступні дії: переміщення інструменту по осі Z на величину W при подачі дорівнює кроку різьблення F; реверс шпинделя; повернення інструменту в початкову точку циклу на подачі, яка дорівнює кроку різьблення F (рисунок 10.3).

матичним поділом на проходи програмується відповідно циклами L08 і L09.

Структура постійних циклів L08 і L09 однакова і має наступний вигляд:

L08 (L09), A, P,

де A - припуск під чистову обробку (на діаметр) в мм (якщо чистової робочий хід не задається, то $A = 0$); P - максимальна глибина різання за один прохід (на радіус) в мм.

Цикли L08 і L09 застосовують для обробки деталей ступінчастою форми, у яких діаметри шийок збільшуються у напрямку до шпинделя при зовнішньому точінні (рисунок 10.4) або зменшуються - при внутрішній обробці.

Після програмування кадру, що містить ці цикли, необхідно запрограмувати опис кінцевого контуру деталі, яке може складатися з декількох кадрів, але не більше п'ятнадцяти. Кадри з фасками і галтелями вважаються за два. Деталь описують у бік шпинделя. Ознакою закінчення опису контуру деталі служить функція M17.

Припуск під чистову обробку по осі Z забезпечується автоматично і визначається шляхом ділення заданого припуску по діаметру на чотири.

Багатопрхідний цикл L08 зазвичай застосовується для чорнової обробки при використанні заготовки у формі циліндра. У цьому випадку кожен прохід виконується паралельно твірної циліндра.

Початковою точкою циклу L08 є початок заготовки. Якщо контур деталі починається з одного з елементів - фаски, галтелі або конуса, то необхідно на початку контуру програмувати умовну циліндричну щабель з діаметром рівним діаметру початку цього елемента.

Керуюча програма для обробки ступеневої валика з циліндричної заготовки з використанням циклу L08 має наступний вигляд:

N001 T1 S2 500 F0,3	Різець T1 - прохідний упорний, другий діапазон, режими різання: $n = 500$ об / хв, $s = 0,3$ мм / об.
N002 X80 Z2 E	Прискорений підвід різця до початкової точки циклу (Н.Т.Ц.) одночасно по двох координатах.
N003 L08 A0 P5	Цикл L08, що включає багатопрохідну обробку ступеневої валика без припуску під чистову обробку - A0 і глибиною різання за прохід - 5 мм.
N004 X16	} Опис контуру деталі.
N005 Z0	
N005 X20 C2	
N006 Z-50	
N007 X40	
N008 Z-100 Q3	
N009 X84 M17	
N010 M02	Кінець керуючої програми, повернення в I.T.

Для визначення значення координат початкової точки циклу L09 необхідно спочатку обчислити величини максимальних припусків по довжині на сторону і діаметру. Якщо збільшений 4 рази припуск по довжині більше припуску по діаметру, то координату X н.т.ц. знаходять як суму діаметра правого торця деталі і почетвереній припуску по довжині, а координату Z н.т.ц. - Як суму координати Z торця деталі і припуску по довжині на сторону. Коли збільшений 4 рази припуск по довжині на сторону менше, ніж припуск по діаметру, то координатою X н.т.ц. є сума діаметра правого торця деталі і припуску по діаметру, а координатою Z н.т.ц. – сума координати Z торця деталі і припуску по діаметру, що ділиться на чотири.

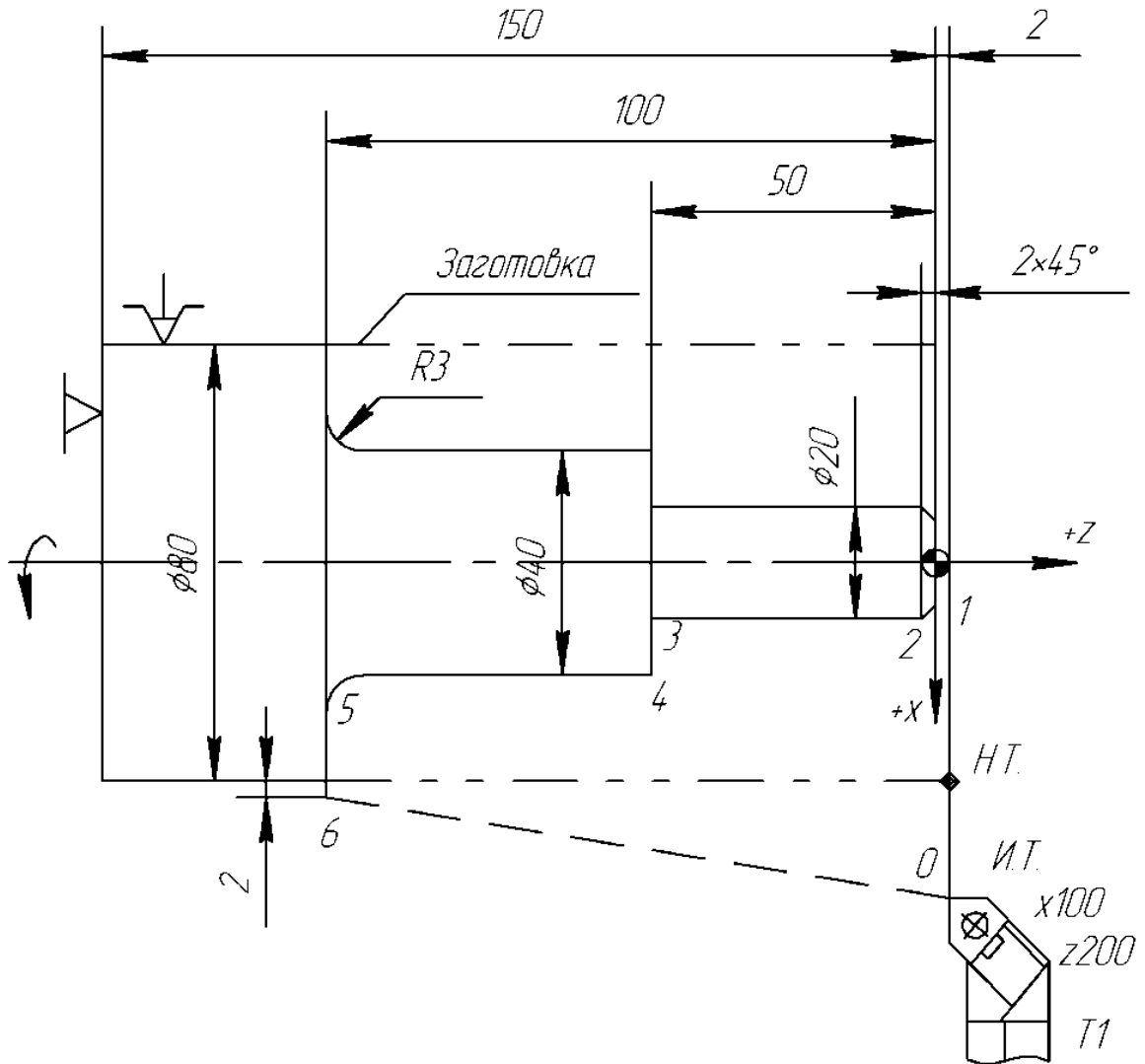


Рисунок 10.4 - Схема до програмування обробки ступеневого валика з циліндричної заготовки по циклу L08

Наприклад, для заготовки (рисунок 10.5) збільшений 4 рази припуск по довжині на сторону дорівнює 20 мм, тобто більше припуску по діаметру. Отже, координата X н.т.ц. буде дорівнює 80 мм ($60 + 20 = 80$ мм), а координата Z н.т.ц. = 5 мм.

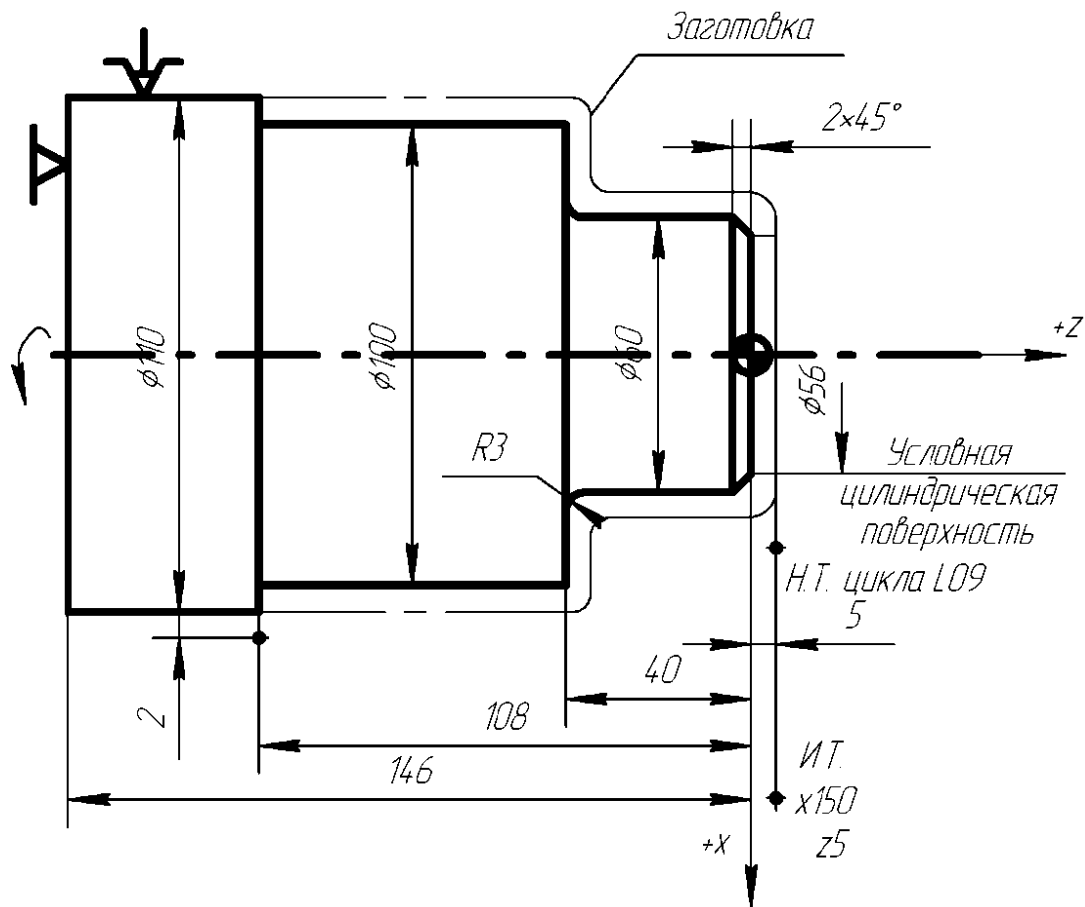


Рисунок 10.5 - Схема до програмування обробки ступеневої валика з поковки по циклу L09

Керуюча програма для обробки ступеневої валика з поковки, представленої на рисунок 23, по циклу L09 має наступний вигляд:

N001 T1S2 600 F0,32	Різець T1 - прохідний упорний, другий діапазон, режими різання: $n = 600$ об / хв, $s = 0,32$ мм / об.
N002 X80 Z5 E M08	Прискорений підвід різця до початкової точки циклу (Н.Т.Ц.) одночасно по двох координатах, включення подачі СОЖ.

N003 G10	Завдання постійної швидкості різання.
N004 L09 A0 P3	Цикл L09, що включає багатопрохідну обробку ступеневої валика без припуску під чистову обробку - A0 і глибиною різання за прохід - 3 мм.
N005 X56	} Опис контуру деталі.
N006 Z0	
N007 X60 C2	
N008 Z-40 Q3	
N009 X100	
N010 Z-108	
N011 X114 M17	
N012 Z0 E	Відхід по осі Z на координату Z0 прискорено.
N013 X62 E	Підведення по осі X на координату X62.
N014 X0 F0,25	Підрізання торця на робочій подачі 0,25 мм / об.
N015 Z1 M09	Відхід на координату Z1, вимикання подачі СОЖ.
N016 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

Тема 11. Цикл чистової обробки по контуру з заданого кадру L10. Цикл повторення частини програми L11.

11.1. Цикл чистової обробки по контуру з заданого кадру L10

У тих випадках, коли при обробці з одного установа проводиться чорнове і чистове точіння, для спрощення програмування і зменшення обсягу керуючої програми застосовують постійний цикл чистової обробки по контуру з заданого кадру L10.

Структура циклу має наступний вигляд:

L10, B,

де B - номер кадру початку повторення опису контуру деталі.

Перед циклом необхідно запрограмувати початкову точку циклу, координати якої повинні збігатися з координатами початку кінцевого контура. Ознакою кінця опису контуру деталі для циклу L10 є функція M17.

Керуюча програма для чорнкової і чистової обробки ступеневої валика (див. Рисунок 22) з використанням циклів L08 і L10 має вигляд:

N001 T1 S2 500 F0,3	Різець T1 - чорновий прохідний упорний, другий діапазон, режими різання: $n = 500$ об / хв, $s = 0,3$ мм / об.
N002 X80 Z2 E	Прискорений підвід різця T1 до початкової точки (Н.Т.Ц.) циклу L08 одночасно по двох координатах.
N003 L08 A1 P4	Цикл L08, що включає багатопрохідному чорнову обробку ступеневої валика з припуском під чистову обробку - 1 мм на діаметр і глибиною

	різання за прохід - 4 мм.
N004 X16	} Опис контуру деталі.
N005 Z0	
N006 X20 C2	
N007 Z-50	
N008X40	
N009 Z-100 Q3	
N010 X84 M17	
N011 T3 S2 870 F0,1	Різець T3 - чистової прохідний упорний, другий діапазон, режими різання: $n = 870$ об / хв, $s = 0,1$ мм / об.
N012X16 Z2 E	Прискорений підвід різця T3 до заготівлі одночасно по двох координатах.
N013 Z0	Підведення різця T3 до початкової точки (Н.Т.Ц.) циклу L10
N014 L10 B4	Цикл L10, що включає чистову обробку валика за описом контуру деталі з кадру N004.
N015 M02	Кінець керуючої програми, повернення в I.T.

11.2. Цикл повторення частини програми L11

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

Структура циклу має наступний вигляд:

L11, H, B,

де N - число повторень однакових елементів; V - номер кадру початку повторення.

Ознакою кінця ділянки програми, який буде повторюватися в циклі L11, є функція M18.

Перед циклом необхідно запрограмувати обробку одного повторюваного елемента контуру деталі. Причому програмувати цю обробку слід у відносній системі відліку.

Деталь, представлена на рисунку 11.1, має три канавки і чотири скоса. У цієї деталі спочатку обробляємо скіс на торці, потім - канавку зі скосом і з використанням циклу L11 - дві решта канавки зі скосом.

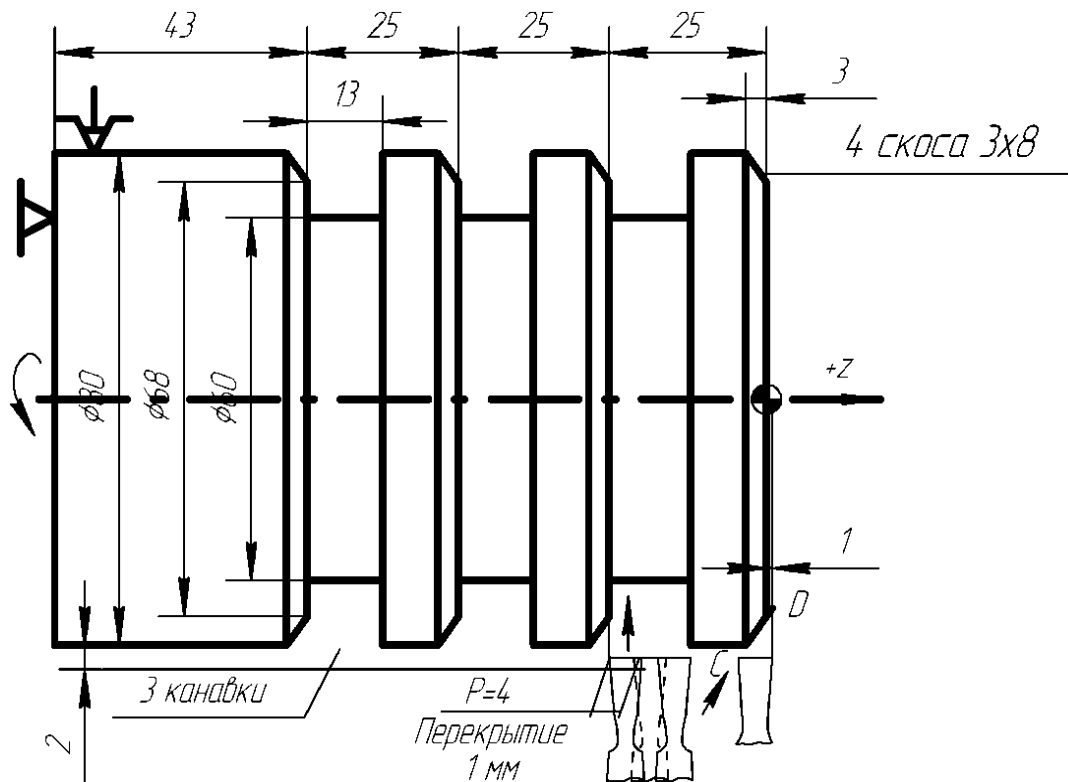


Рисунок 11.1 - Схема для програмування циклу L11
(проточка канавок зі скосом)

Керуюча програма має наступний вигляд:

N001 T2 S2 X520 F0,1	Різець T2 - канавковий, другий діапазон, режи-
----------------------	--

	ми різання: $n = 520$ об / хв, $s = 0,1$ мм / об.
N002X84 Z-3E	Прискорений підвід різця до заготівлі одночасно по двох координатах.
N003 X80	Підведення різця до заготівлі для обробки скося.
N004 X60 Z0	Точіння скося 3×6 мм на торці.
N005 X84 E	Відведення різця по осі X прискорено.
N006 W-25 E	Підведення різця до першої канавці по осі Z прискорено.
N007 U-3	Підведення різця до першої канавці по осі X.
N008 L02 D0,5 X60 A12 P3	N008 L02 D0,5 X60 A12 P3 Цикл L02, що включає багатопрхідну обробку канавки. Різець виконує 4 проходу, зі зміщенням при кожному проході на 3 мм, забезпечуючи перекриття - 1 мм. В кінці кожного проходу забезпечується витримка часу - 0,5 с.
N009 W-12 E	Підведення різця по осі Z до скося на першій канавці.
N010 U-1	Підведення різця по осі X до точки початку скося.
N011 U-12 W3	Точіння скося 3×6 мм в першій канавці.
N012 U16 E M18	Виведення різця по осі X прискорено на діаметр 84 мм. Кінець ділянки програми для повторення.
N013 L11 H3 B6	Цикл L11, що включає число повторень - 3, початок повторення з кадру N006.
N014 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

11.3. Приклад керуючої програми для обробки деталі «Валик різьбовий»

На рисунку 11.2 представлений суміщений креслення заготовки і деталі «Валик різьбовий» з траєкторіями переміщень ріжучих інструментів для її обробки на верстаті 16А20Ф3, оснащеному системою ЧПУ 2Р22

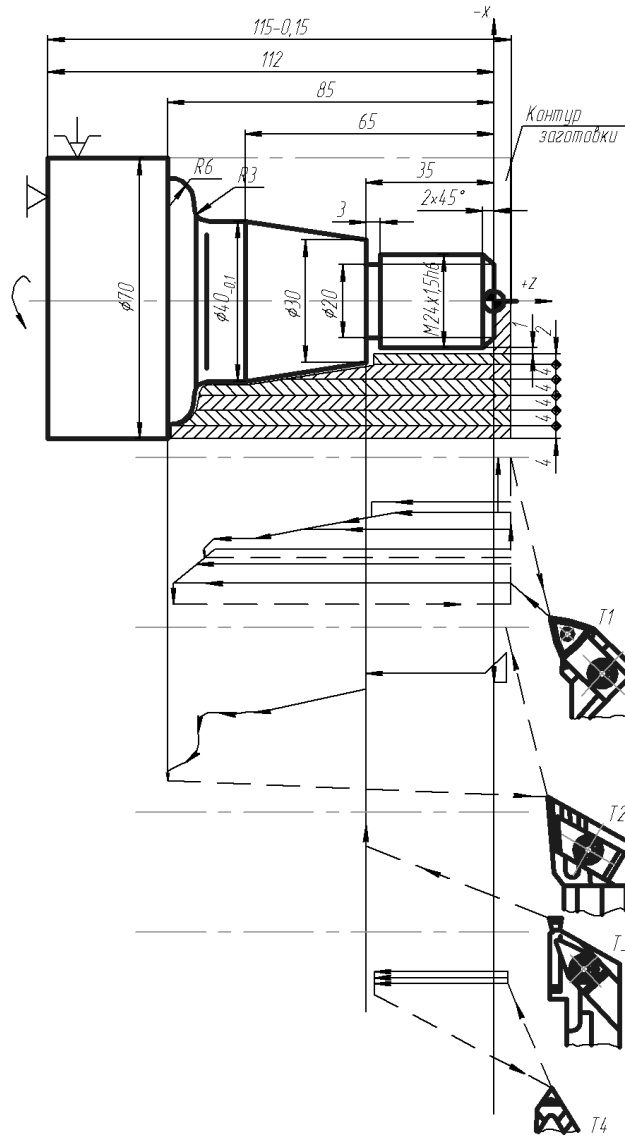


Рисунок 11.2 - Схема обробки деталі «Валик різьбовий»

Керуюча програма для обробки деталі «Валик різьбовий» має наступний вигляд:

N001 T1S3 572 F0,43 M08	Різець T1 - чорновий, третій діапазон, $n = 572$ об / хв, $s = 0,43$ мм / об, включення подачі СОЖ.
N002 X70 Z1 E	Підхід до початкової точки для циклу L08.
N003 L08 A1 P4	Завдання циклу L08, припуск під чистову обробку - 1 мм на діаметр, глибина різання - 4 мм.
N004 X24	} Опис контуру деталі.
N005 Z-35	
N006 X30	
N007 X40 Z-65	
N008 Z-79 Q3	
N009 Z-85 Q6	
N010 X71 M17	
N011 S3 650 F0,2	Зміна режиму $n = 650$ об / хв, $s = 0,2$ мм / об.
N012 X29 Z1 E	Початкова точка перед чорновий підрізанням торця.
N013 L05 X0	Підрізання торця чорнова по циклу L05.
N014 T3 S3 1000 F0,12	Різець T3 - чистової, третій діапазон, $n = 1000$ об / хв, $s = 0,12$ мм / об.
N015 X24 Z2 E	Підхід до початкової точки для циклу L10.
N016 G10	Завдання сталості швидкості різання.
N017 L10 B4	Завдання циклу L10 чистової обробки, опис деталі з кадру N004.
N018 G11	Скасування сталості швидкості різання.
N019 X25 Z0 E	Початкова точка перед чистової підрізанням торця.
N020 X0	Чистова підрізання торця.
N021 Z0,5	Відведення різця від торця по осі Z на 0,5 мм.
N022 X19 E	Підведення різця до точки початку фаски $2 \times 45^\circ$.

N023 X25 Z-2,5	Точіння фаски $2 \times 45^\circ$.
N024 T5 S3 600 F0,25	Різець T5 - канавковий, третій діапазон, $n = 600$ об / хв, $s = 0,25$ мм / об.
N025 X32 Z-35 E	Початкова точка перед проточкою канавки.
N026 X20	Проточка канавки до $\varnothing 20$ мм.
N027 X32 E	Виведення різця з канавки прискорено.
N028 T7 S3 720 F0,3	Різець T7 - різбовий, третій діапазон, $n = 720$ об / хв, $s = 0,3$ мм / об.
N029 X24 Z4 E	Початкова точка циклу перед нарізуванням різби.
N030 L01 F1,5 W-33,5 A0 X22,08 P0,3 C0	Цикл L01 нарізування різблення $M24 \times 1,5$.
N031 M09	Вимкнення подачі СОЖ.
N032 M02	Кінець керуючої програми, повернення в І.Т.

Тема 12. Прив'язка пристрою ЧПУ до параметрів верстата. Прив'язка системи відліку до верстата.

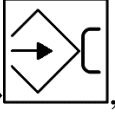

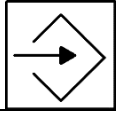
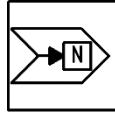
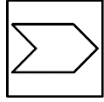
12.1. Пульт керування

Для завдання режимів роботи пристрою ЧПУ 2P22, ручного введення даних, редагування програм, ведення діалогу з пристроєм призначений пульт управління, виконаний у вигляді виносного блоку, встановленого на обертається консолі верстата. Клавіатура пульта управління наведена на рисунку 12.1, а призначення клавіш - в табл. 12.2.

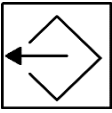
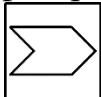
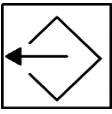
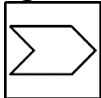
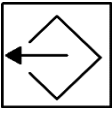
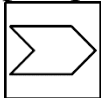
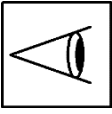
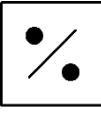
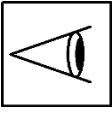
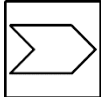
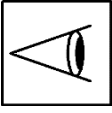
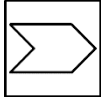
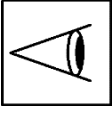
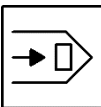
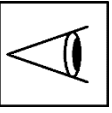

Функції, виконувані в основному і допоміжному режимах роботи пристрою ЧПУ 2P22, наведено в табл. 12.1.

Таблиця 12.1 - Режими роботи пристрою ЧПУ 2P22

Функція	Режим роботи	
	основний	допоміжний
1	2	3
Обробка деталі по керуючій програмі	Режим «Автоматичний» 	—
Обробка деталі по керуючій програмі із зупинками в кінці кадру	Режим «Автоматичний» 	Режим «Покадровий» 
Складання програми за зразком, набір і відпрацювання окремих кадрів	Режим «Ручний» 	—
1	2	3
Прив'язка системи відліку до верстата	Режим «Ручний» 	Режим «Вихід у фіксовану точку верстата» 

Напіваавтоматичний введення в пам'ять плаваючого нуля і вилетів інструменту	Режим «Ручний» 	Режим «Напіваавтоматичне введення констант» 
Напіваавтоматичне введення в пам'ять вихідного положення	Режим «Ручний» 	Режим «Напіваавтоматичне введення констант»  , 
Вихід у вихідне положення Режим «Ручний»	Режим «Ручний» 	Режим «Вихід в вихідне положення» 
Введення керуючої програми з пульта управління, індикація і редагування програм	Режим «Введення» 	—
Введення, індикація і редагування вильотів інструменту, плаваючого нуля, вихідного положення, параметрів верстата	Режим «Введення» 	Режим «Введення констант» 
Пошук необхідного номера кадру технологічної програми і його індикація	Режим «Введення» 	Режим «Пошук кадру» 
Введення технологічної програми з магнітної стрічки	Режим «Введення» 	Режим «Зовнішній носій - магнітна стрічка» 

Продовження таблиці 12.1

1	2	3
Введення технологічної програми з перфострічки	Режим «Вивід» 	Режим «Зовнішній носій-перфострічка» 
Виведення програми на магнітну стрічку	Режим «Вивід» 	Режим «Зовнішній носій - магнітна стрічка» 
Виведення програми на перфострічку	Режим «Вивід» 	Режим «Зовнішній носій-перфострічка» 
Перевірка працездатності пристрою по тестах, закладеним у програмному забезпеченні	Режим «Тест» 	Режим «Діагностика» 
Введення тестів з магнітної стрічки	Режим «Тест» 	Режим «Зовнішній носій - магнітна стрічка» 
Введення тестів з перфострічки	Режим «Тест» 	Режим «Зовнішній носій-перфострічка» 
Індикація датчиків і стану обмінних сигналів на входних і вихідних роз'ємах пристрою ЧПУ	Режим «Тест» 	Режим «індикація електроавтоматики верстата» 
Сброс індикації стану обмінних сигналів	Режим «Тест» 	Режим «Сброс індикації електроавтоматики верстата» 

Для виконання, представлених в табл. 12.1 функцій, необхідно вийти у відповідний режим роботи (основний і допоміжний), натиснувши наведені клавіші на пульті управління пристрою ЧПУ.

Клавіші, дія яких продовжується після їх відпускання, мають світлову сигналізацію. Клавіші вибору основних режимів 3, 4, 5, 6, 7 мають залежне включення, тобто одночасно діє тільки одна з них. Дія інших клавіш, що мають світлову сигналізацію, скасовується повторним натисканням.

12.2. Прив'язка пристрою ЧПУ до параметрів верстата

Перед початком обробки деталі оператор повинен виконати прив'язки пристрою до параметрів верстата, системи відліку до верстата, інструменту до системи відліку і системи відліку до деталі.

Прив'язку пристрою ЧПУ до параметрів верстата здійснюють шляхом введення в його пам'ять параметрів верстата і проводять в режимах «Введення» (основному) і «Введення констант» (допоміжному).

Для введення параметрів необхідно виконати наступні операції (див. Рисунок 1):

- Натиснути послідовно клавіші 5 (введення), 2 (введення констант), Р (область параметрів), 13 (скидання пам'яті), N (номер параметра);

- Набрати на клавіатурі 001 (числове значення номера першого параметра);

- Натиснути клавішу Р (параметр);

- Набрати на клавіатурі числове значення параметра, відповідне його номеру (табл. 8). Номер параметра і його числове значення ви-

свічуються на шостому рядку екрану Боси (блоку відображення символної інформації);

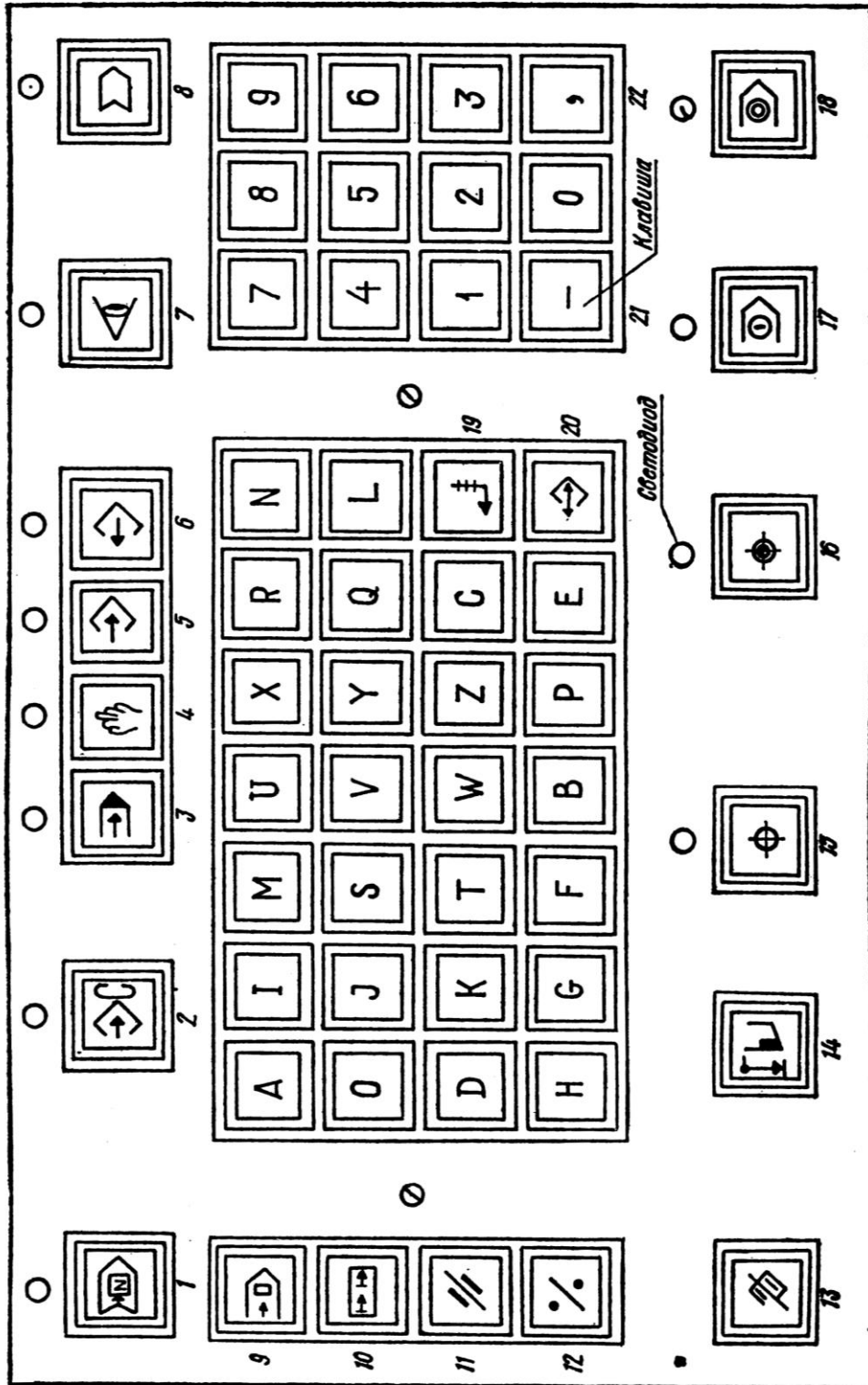


Рисунок 12.1 - Клавіатура пульта управління системи ЧПУ 2P22

- Натиснути клавішу 20 (введення даних).
- Натиснути послідовно клавіші 5 (введення), 2 (введення констант), P (область параметрів), 13 (скидання пам'яті), N (номер параметра);
- Набрати на клавіатурі 001 (числове значення номера першого параметра);
- Натиснути клавішу P (параметр);
- Набрати на клавіатурі числове значення параметра, відповідне його номеру (табл. 8). Номер параметра і його числове значення висвічуються на шостому рядку екрану Боси (блоку відображення символної інформації);
- Натиснути клавішу 20 (введення даних).

Після того, як номер параметра і його числове значення введені в пам'ять, вони стираються з екрану, а на ньому висвічується порядковий номер наступного параметра. Потім, починаючи з натискання клавіші P (параметри), в тій же послідовності вводять числові значення решти параметрів (табл. 12.2).

Таблиця 12.2 - Значення та функціональні призначення постійних параметрів ЧПУ 2P22

Номер параметра	Числове значення	Функціональне призначення
1	2	3
001	P-300	Фіксоване положення по координаті X
002	P-500	Програмний обмежувач по координаті - X
003	P1000	Програмний обмежувач по координаті + X
004	P-1000	Програмний обмежувач по координаті - Z
005	P1000	Програмний обмежувач по координаті + Z
006	P318	Максимальне число оборотів шпинделя на першому діапазоні регульованого приводу
007	P900	Максимальне число оборотів шпинделя на другому діапазоні регульованого приводу

1	2	3
008	P2240	Максимальне число оборотів шпинделя на третьому діапазоні регульованого приводу
009	P0	Максимальне число оборотів шпинделя на четвертому діапазоні регульованого приводу
010	P22	Мінімальне число обертів шпинделя на першому діапазоні регульованого приводу
011	P63	Мінімальне число обертів шпинделя на другому діапазоні регульованого приводу
012	P160	Мінімальне число обертів шпинделя на третьому діапазоні регульованого приводу
013	P0	Мінімальне число обертів шпинделя на четвертому діапазоні регульованого приводу
014	P10	Повзуча швидкість шпинделя регульованого приводу
015	P0/1	Індикація неузгодженості (0 - немає індикації; 1 - є)
016	P1000	Максимальне число оборотів шпинделя при постійній швидкості різання
017	P100	Мінімальне число обертів шпинделя при постійній швидкості різання
018	P0	Величина люфту по координаті X в мм
019	P0	Величина люфту по координаті Z в мм
020	P5	Величина швидкого ходу по координаті X в м / хв
021	P7	Величина швидкого ходу по координаті Z в м / хв
022	P1	Час на передачу символу для зв'язку з ЕОМ верхнього рангу в секундах
023	P2	Час на встановлення зв'язку з ЕОМ верхнього рангу в секундах
024	P10	Час опитування символів неготовності при зв'язку з ЕОМ верхнього рангу в секундах
025	P2	Час відповіді на блок при зв'язку з ЕОМ верхнього рангу в секундах
026	P4	Час на передачу блоку при зв'язку з ЕОМ верхнього рангу в секундах
027	P1	Код номера УЧПУ для ЕОМ верхнього рангу

Для індикації параметрів верстата (послідовного виведення їх на екран Боси) необхідно натиснути клавіші 5 (введення), 2 (введення констант), Р (параметр), 9 (зсув кадру).

Після кожного натискання клавіші 9 висвічується черговий параметр. Про закінчення кількості параметрів сигналізує напис КР на екрані Босі.

12.3. Прив'язка системи відліку до верстата

Прив'язку системи відліку до верстата виробляють шляхом переміщення різцетримача в фіксоване положення. Прив'язку здійснюють в основному режимі «Ручне управління» і в допоміжному режимі «Вихід в фіксоване положення верстата».

Фіксоване положення (ФП) визначається положенням кінцевих вимикачів, змонтованих на суппортній групі верстата, і кулачків, що знаходяться в пазах лінійок поперечного та поздовжнього переміщень. На кожній з лінійок встановлено по два кулачка, що визначають ФП. Перший кулачок служить для подачі команди на попереднє уповільнення швидкості переміщення при підході до ФП, а другий кулачок - для подачі команди про досягнення ФП.

Для виходу різцетримача в ФП необхідно:

- Натиснути клавішу 4 (ручне управління). Над клавішею загориться лампочка, на першому рядку Боси висвітиться «Ручне управління»;

- Натиснути клавішу 16 (фіксоване положення). Над клавішею загориться лампочка, на першому рядку Боси висвітиться ФП;

- Натиснути клавішу 17 (пуск). Над нею загоряється лампочка.

Після натискання клавіші 17 починається рух по координаті Х. Напрямок руху від осі шпинделя до оператора. При досягненні положення, що визначається кінцевими вимикачами, рух по координаті Х припиняється і починається рух по координаті Z у напрямку до шпинделя. При досягненні положення, що визначається кінцевими вимика-

чами, рух по координаті Z припиняється. Вимикається світлова сигналізація над клавішею 16, а на екрані Боси (четверта і п'ята рядки) висвічуються цифри, які характеризують координати фіксованого положення.

12.4. Напівавтоматичний введення вихідного положення і вихід інструменту в це положення

Для здійснення прив'язки інструменту до системи відліку необхідно встановити різцетримача у вихідне положення, т. Е. Найбільш зручне положення для зміни інструменту і закріплення заготовки в патрон при обробці кожної конкретної деталі.

При зміні інструменту в процесі обробки або після її закінчення різцетримач переміщається в початкове положення.

Різцетримач встановлюють у вихідне положення в режимах «Ручне управління» (основний) і «Напівавтоматичний введення вихідного положення» (допоміжний). Для цього необхідно виконати наступні операції:

- Натиснути клавішу 4, встановивши режим «Ручне управління», над клавішею загориться світло діод, на першому рядку Боси висвітиться фраза «Ручне управління»;

- Натиснути клавішу 2, встановивши допоміжний режим «Напівавтоматичний введення констант», над клавішею загориться світло діод, на першому рядку Боси висвітиться фраза «Введення констант напівавтоматичний»;

- Користуючись мнемо рукояткою і штурвалами, встановити різцетримач в необхідне положення;

- Натиснути клавішу 15 (вихідне положення), на шостому рядку екрану Боси висвітяться координати вихідного положення;

- Натиснути клавішу 20 (введення даних). Величини координат вихідного положення стираються з екрану і записуються в пам'ять.

Тепер в пам'яті пристрою зберігаються координати вихідного положення. Якщо їх необхідно змінити, описані вище операції повторюють для нового положення різцетримача. У випадку, коли інструмент виведений з вихідного положення і його необхідно повернути назад, натискають послідовно клавіші 4 (ручне управління), 15 (вихідне положення) і 17 (пуск).

Тема 13 Прив'язка системи відліку до деталі. Ввід та редагування керуючої програми.

13.1. Прив'язка інструменту до системи відліку

Прив'язка інструменту до системи відліку виробляється послідовно в два етапи. На першому попередньому етапі вводять значення плаваючого нуля і нульові вильоти інструментів, а на другому основному етапі виконують прив'язку кожного інструменту до системи відліку.

На першому етапі встановлюють основний режим роботи «Введення» і допоміжний режим «Введення констант». Вводять плаваючий нуль по координаті Z . Для цього натискають клавіші 5 (введення), 2 (введення констант), Z і набирають числове значення плаваючого нуля, наприклад $Z = 0$. Набрана інформація висвічується на шостому рядку екрану Босі. Потім натискають клавішу 20 (введення даних), значення плаваючого нуля вводиться в пам'ять пристрою, а інформація про нього стирається з екрану Босі. Після цього в пам'ять пристрою вводять нульові значення вильотів всіх, наявних в револьверній голівці, інструментів. Для чого натискають клавіші T (номер інструменту), Z (координата Z), набирають числове значення, рівне нулю, натискають клавішу X (координата X) і 0. Набрана інформація висвічується на шостому рядку екрану Босі. Вводять набрання вильоти інструменту в пам'ять пристрою, натискаючи клавішу 20 (введення даних). При цьому інформація, що вводиться стирається з екрану Босі. Таким же чином вводяться вильоти інших наявних у різцетримачі інструментів.

Прив'язку інструменту до системи відліку роблять у такій послідовності: закріплюють оброблювану заготовку, встановлюють режими роботи «Ручне управління» (основний) і «Напівавтоматичний введення констант» (допоміжний), встановлюють у револьверній головці необхідні ріжучі інструменти, задають значення номера позиції прив'язувати інструменту, частоти обертання шпинделя і подачі. Наприклад, на клавіатурі пульта набирають інформацію T01 S3 500 F0,25, яка означає розміщення прив'язувати інструменту в першій позиції револьверної головки, третій діапазон чисел оборотів, обертання шпинделя з частотою 500 об / хв, подача 0,25 мм / об. Після натискання клавіші 17 (пуск) револьверна головка повертається в необхідну позицію і відбувається запуск обертання шпинделя.

Користуючись мнеморукоюткою і маховичками, проточують циліндричну частину заготовки. Інструмент відводять по координаті Z, не змінюючи його положення по координаті X. Потім натискають клавішу 18 (стоп) і зупиняють обертання шпинделя.

Вимірюють діаметр проточеної частини заготовки, натискають клавішу X (координата X) і набирають за допомогою клавіатури пульта управління числове значення вимірюного діаметра в міліметрах.

На сьомому рядку екрану Боси висвітиться введена величина. Після натискання клавіші 14 (введення за зразком) на шостому рядку екрану Боси висвітяться номер інструменту і обчислене системою ЧПУ значення вильоту інструменту по координаті X.

Потім включають обертання шпинделя, натискаючи клавішу 17 (пуск) і користуючись мнеморукоюткою і маховичками, підрізають торець. Інструмент відводять по координаті X, не змінюючи його положення по координаті Z, і зупиняють обертання шпинделя, натискаючи клавішу 18 (стоп).

На клавіатурі набирають поточне значення по координаті Z , яке записано на п'ятому рядку екрану Босі. Введена величина висвітиться на шостому рядку екрану Босі. Потім натискають клавішу 14 (введення за зразком). На шостому рядку до наявної інформації додається значення вильоту інструменту по координаті Z . Далі натискають клавішу 20 (введення даних). Значення вильотів інструменту записуються в пам'ять пристрою і стираються з екрану Босі.

Для того щоб ввести в пам'ять нове значення плаваючого нуля, отримане після прив'язки інструменту, натискають клавішу 14 (введення за зразком). На шостому рядку екрану Босі висвітиться значення плаваючого нуля. Потім натискають клавішу 20 (введення даних). У цьому випадку значення плаваючого нуля записується в пам'ять пристрою. Поточне значення по координаті Z стане одно 0. На восьмому рядку екрану Босі висвітиться значення плаваючого нуля.

Для того щоб встановити в робочу позицію наступний інструмент, натискають клавішу T і набирають числове значення нової позиції інструменту (наприклад, $T02$) і натискають клавішу 17 (пуск).

Різцетримач переміщається в початкове положення, відбувається зміна інструменту і запуск обертання шпинделя.

Потім проводять прив'язку наступного інструменту.

13.2. Прив'язка системи відліку до деталі

Прив'язку системи відліку до деталі роблять у такій послідовності: закріплюють оброблювану заготовку, встановлюють режими ро-

боти «Ручне управління» (основний) і «Напівавтоматичний введення констант» (допоміжний), встановлюють інструмент, прив'язаний до системи відліку, в робочу позицію; задають необхідні значення подачі, частоти обертання шпинделя, номери інструменту; користуючись мнеморукою і маховичками, обточують торець заготовки і відводять інструмент по координаті X, не змінюючи його положення по координаті Z; вимикають шпиндель натисканням клавіші 18 (стоп); натискають клавішу 14 (введення за зразком), на шостому рядку екрану Боси висвітиться величина «плаваючого нуля» по координаті Z; натискають клавішу 20 (введення даних), величина плаваючого нуля вводиться в пам'ять і стирається з шостого рядка екрану; раніше записана величина «плаваючого нуля» замінюється новим його значенням.

13.3. Введення керуючої програми в пам'ять пристрою ЧПУ 2P22 і її індикація

Для введення керуючої програми слід натиснути клавіші 5 (введення), 13 (скидання пам'яті), N (номер кадру) і набрати номер першого кадру програми. Набір і введення проводиться послідовно по кадрам. Набирається програма висвічується на екрані Боси в шостий, сьомий і восьмий рядках. Під час набору останню фразу можна стерти натисканням клавіші 11 (чистка). Набраний кадр вводиться в пам'ять натисканням клавіші 5 (введення) і стирається з екрана Боси, де автоматично висвічується номер наступного кадру і т. Д. Якщо програма закінчена, т. Е. Набраний кадр, що містить слово M02, то в правому кутку першого рядка екрану Боси висвічується КП (кінець програми).

Для продовження роботи в раніше перерваному режимі введення програми необхідно натиснути клавіші 5 (введення), 1 (пошук кад-

ру) і набрати номер останнього кадру раніше введеної програми. Потім натискають клавішу 9 (зсув кадру). На екрані Босі висвітиться останній кадр введеної програми. При повторному натисканні клавіші 9 шоста, сьома і восьма рядки екрану Босі стираються, висвічується наступний номер кадру.

Для індикації, введеної в пам'ять пристрою програми, необхідно натиснути клавіші 5 (введення) і 9 (зсув кадру). У цьому випадку перший кадр програми висвічується на екрані Босі. Послідовними натисканнями клавіші 9 висвічуються наступні кадри.

У разі закінчення програми при подальшому натисканні клавіші 9 індикація знову починається з першого кадру.

Для перегляду програми з певного кадру необхідні дії, які аналогічні введенню програми з певного кадру. Перегляд програми продовжують натисканням клавіші 9.

13.4. Редагування керуючої програми

При редагуванні раніше введеної в пам'ять пристрою програми можна виробляти стирання будь-якого кадру, введення одного або декількох кадрів в будь-яке місце програми, виключення будь-якого слова з будь-якого кадру, введення одного або декількох слів в будь-який кадр програми.

Для стирання будь-якого кадру його необхідно знайти і вивести на екран Босі. Потім натиснути клавішу 11 (чистка). Кадр стирається з пам'яті системи і з екрана Босі.

Для введення одного або декількох кадрів в будь-яке місце програми слід знайти кадр, після якого здійснюється введення, і ввести

необхідні кадри, керуючись методом, викладеним у попередньому розділі.

Щоб виключити слово з будь-якого кадру програми, слід вивести його на екран Боси, потім послідовним натисканням клавіші 10 (зсув фрази) знайти потрібне слово і натиснути клавішу 11 (чистка).

Для введення одного або декількох слів в будь-який кадр програми вводять на екран Боси слово, після якого необхідно провести введення, і виконують дії набору і введення потрібних слів. Відредатований кадр контролюють натисканням клавіші 9 (зсув кадру).

13.5. Введення програми з програмоносія

При сталій номенклатурі деталей, оброблюваних на верстаті, для скорочення часу та зменшення можливості виникнення помилок доцільно керуючу програму вводити не з клавіатури пульта, а з магнітної стрічки або перфострічки.

Для цього необхідно встановити касету з магнітною стрічкою в касетний накопичувач або перфострічку в фотозчитувач пристрій, натиснути клавішу 5 (введення). У разі введення керуючої програми з магнітної стрічки (МЛ) один раз натиснути клавішу 8 (носій інформації) і набрати номер керуючої програми, при введенні керуючої програми з перфострічки (ПЛ) два рази натиснути клавішу 8.

На першому рядку екрану Боси з'явиться повідомлення «Введення програми МЛ» або «Введення програми ПЛ». Потім натиснути клавішу 17 (пуск). Розпочнеться введення програми з програмо носія в пам'ять пристрою ЧПУ.

Після закінчення введення УП з перфострічки на першому рядку екрану Боси висвічується КП (кінець програми), продовжує горіти

світлова індикація клавіші 5 (введення), гасне світлова індикація над клавішею 8 (носій інформації). При правильному зчитуванні МЛ горить світлова індикація клавіші 5 (введення), гасне світлова індикація над клавішею 8 (носій інформації), номер програми з екрану Боси стирається.

При неправильному введенні на екрані Боси з'являється повідомлення оператору, яке вказує ознака помилки.

У режимі «Введення» діє клавіша 18 (стоп). Після скасування її дії режим введення програми необхідно повторити.

13.6. Режим «Вивід»

У режимі «Вивід» здійснюють запис відпрацьованої програми, що знаходиться в пам'яті УЧПУ, на програмо носій.

Для виведення програми необхідно встановити касету з магнітною стрічкою в касетний накопичувач або перфострічку в перфоратор, натиснути клавішу 6 (висновок), 8 (носій інформації) один раз у разі виведення на магнітну стрічку (два рази у разі виведення на перфострічку) і задати з клавіатури пульта управління номер програми.

На першому рядку екрану Боси з'явиться повідомлення «Висновок МЛ» або «Висновок ПЛ». Далі слід натиснути клавішу 17 (пуск) для виведення керуючої програми на програмо носій.

Якщо запис програми відбувається без збоїв, світлова індикація над клавішею 8 (носій інформації) гасне. При виникненні збоїв у запису на екрані Боси з'являється повідомлення оператора з ознакою помилки, номер програми не стирається і світлова індикація над клавішею 8 не гасне. У цьому випадку необхідно програму записати за-

ново. При повторній записи на МЛ номер програми необхідно збільшити на одиницю.

Завданням нульового номера програми N0 раніше записану на магнітну стрічку інформацію стирають.

У режимі «Вивід» діє клавіша 18 (стоп). Після скасування її дії запис УП необхідно повторити.

13.7. Режим «Ручне управління»

У режимі ручного управління оператор має можливість обробляти деталь за допомогою мнеморукоятці або маховичків, набирати і відпрацьовувати кадри, а також складати програми за зразком.

Для роботи мнеморукояткою або маховичками необхідно встановити режим ручного управління, натиснувши клавішу 4, потім задати обрану частоту обертання шпинделя і величину подачі і натиснути клавішу 17 (пуск). Шпиндель почне обертатися із заданою частотою.

Рух каретки або супорта, а також їх спільний рух отримують, обертаючи маховички за годинниковою стрілкою або проти неї. Координати поточного становища інструменту по осях X і Z висвічуються на четвертій і п'ятій рядках Босі.

При повороті мнеморукоятки в одне з чотирьох положень ($\leftarrow Z$, $\rightarrow Z$, $\uparrow X$, $\downarrow X$) супорт або каретка переміщуються на робочій подачі. Для отримання прискореного переміщення одночасно з поворотом мнеморукоятки необхідно натиснути розташовану на ній кнопку (якщо кнопку відпустити, прискорений рух припиниться).

Щоб вимкнути рух, мнеморукоятку встановлюють в нейтральне вертикальне положення.

Для автоматичної обробки в ручному режимі запрограмований кадр набирають на клавіатурі пульта без його номера і натискають клавішу 17 (пуск).

По закінченні відпрацювання кадру інформація на екрані Боси гаситься, можна набирати наступний кадр.

Якщо фраза задана неправильно, а клавіша 17 ще не натиснута, то для стирання інформації слід натиснути клавішу 11 (чистка).

Постійні цикли L08, L09, L10, L11 в цьому режимі не відпрацьовуються.

Для складання програми за зразком натискають клавіші 5 (введення), 13 (скидання) і 4 (ручне управління).

Набір кадру починається з його номера, який є ознакою складання програми за зразком. У першому кадрі програмується технологічна інформація.

Після набору кадру натискають клавішу 17 (пуск). По закінченні відпрацювання кадру інформація записується в пам'ять пристрою натисканням клавіші 20 (введення даних).

Потім на екрані Боси висвічується наступний номер кадру. Кадр набирають, відпрацьовують і записують в пам'ять, натискаючи клавіші 17 (пуск) і 20 (введення даних). Йде поступова обробка деталі із записом в пам'ять.

Окремі кадри можуть формуватися при обробці за допомогою маховичків і мнеморукоятки. Контроль розмірів здійснюється з індикації на четвертій і п'ятій рядках Босі. Після відпрацювання натискають клавішу 14 (введення за зразком). При цьому на екрані Боси, починаючи з шостого рядка, висвічуються координати ріжучої кромки інструменту. Введення в пам'ять здійснюється після натискання клавіші 20 (введення даних).

У тих випадках, коли при відпрацюванні кадру отримані розміри необхідно доопрацювати, це виконують за допомогою маховичків або мнеморукоятки. Перед записом інформації в пам'ять введені раніше в кадр числові значення за координатами X і Z необхідно спочатку стерти натисканням на клавіші 11 (чистка), а потім 14 (введення за зразком). Отримані числові значення за координатами X і Z висвітляться на екрані Босі. Натисканням клавіші 20 (введення) їх записують в пам'ять. Останній кадр повинен містити команду M02. Після його відпрацювання здійснюється вихід у вихідне положення.

13.8. Автоматичний режим

Відпрацювання керуючих програм з першого і заданого кадрів, а також покадрове відпрацювання виконують в автоматичному режимі.

Для автоматичної відпрацювання програми з першого кадру необхідно натиснути клавіші 3 (автомат), 12 (початок програми) і 17 (пуск). У процесі відпрацювання УП на другому рядку екрану Боси висвічується номер відпрацьованого кадру. Якщо в програмі є кадри з циклами L08, L09, то до відпрацювання кінцевого проходу висвічується тільки той номер кадру, в якому записаний цикл L08 або L09.

При відпрацюванні кінцевого проходу циклів L08 і L09 послідовно висвічуються номери кадрів опису контуру деталі. У тих випадках, коли відпрацювання необхідно зупинити, натискають клавіші 18 (стоп), а для подальшого продовження відпрацювання - клавішу 17 (пуск).

Якщо після натискання клавіші 18 вимагається скасування автоматичного режиму, натискають клавішу потрібного режиму.

Для попереднього випробування програми необхідно відпрацювати її кадр за кадром, починаючи з кадру N001. Для покадрового відпрацювання натискають клавіші 3 (автомат), 12 (початок програми), 1 (остонов по кінцю кадру), 17 (пуск). Після закінчення виконання кадру для відпрацювання наступного кадру необхідно знову натиснути клавішу 17 і натискати її після відпрацювання кожного чергового кадру, поки не буде відпрацьована вся УП.

Повторне (подвійне) натискання клавіші 1 (остонов по кінцю кадру) скасовує по кадрове відпрацювання. Для відпрацювання програми в автоматичному режимі з будь-якого кадру, крім першого, необхідно в ручному режимі «Введення» ввести величини T, S і F (якщо вони не містяться в даному кадрі) і включити верстат, натискаючи клавішу 17. При цьому відбудеться переміщення різцетримача в вихідне положення і запуск обертання шпинделя. Потім слід знайти необхідний кадр, натиснувши послідовно клавіші 5 (введення), 1 (пошук кадру), 9 (зсув кадру), перейти в режим «Автомат», натиснувши клавішу 3 (автомат), включити верстат в роботу клавішею 17. Якщо кадр, з якого необхідно розпочати відпрацювання УП містить геометричну інформацію, задану в збільшеннях (адреси U, W), то перед пошуком кадру необхідно за допомогою мнемо рукоятки (грубо) і маховичків (точно) виставити інструмент в точку, з якої повинна початися відпрацювання даного кадру.

У процесі автоматичної відпрацювання програми подачу можна коригувати. Величину корекції задають у відсотках. Для цього в режимі «Автомат» необхідно натиснути клавішу F (подача) і числове значення у відсотках, наприклад, F 150%. Для скасування корекції подачі необхідно натиснути клавіші F (подача) і 12 (корекція).

Для призначення режиму зупинки програми по команді M01 необхідно в режимі «Автомат» набрати M01%. Для відміни цього режиму необхідно набрати M%.

Якщо в процесі відпрацювання програми перемикач на верстаті встановити в положення «Стоп подачі», то переміщення робочого органу припиниться; якщо його встановити в положення «Стоп шпинделя», то обертання шпинделя також припиниться. При поверненні перемикача у вихідне положення поновлюються обертання шпинделя, а потім подача.

13.9. Режим «Тест» і автоматична діагностика

У математичному забезпеченні пристрою 2P22 закладена можливість перевірки його працездатності в режимі «Тест». При натисканні клавіш 7 (тест) і 12 (початок програми) на екрані висвітиться «Тест діагностика УЧПУ 2P22 ПО 00036-01» і почнеться перевірка пристрою по тесту, закладеному в пам'ять пристрою. Після першого проходження тесту автоматично починається його повторення. Число повторень висвічується на екрані Босі. Якщо тестування проходить нормально і в пристрої не виявлено несправностей, натисканням клавіші 11 (чистка) подальше тестування припиняється і встановлюється режим «Ручне управління».

У разі виявлення несправностей на екрані Босі висвічується найменування несправності. Для продовження перевірки натискають клавішу 9 (зсув кадру). Якщо інших несправностей немає, встановлю-

ється "Ручний режим», при наявності нової несправності висвітиться її найменування. Послідовне натискання на клавішу 9 (зсув кадру) дозволяє виявити всі несправності. Ознакою їх виявлення є перехід пристрою в режим «Ручне управління». Всі встановлені несправності для подальшої експлуатації верстата повинні бути усунені.

При виявленні спотворень в пам'яті на екрані висвічується «ТП ввести» (технологічну програму ввести), «До ввести» (константи ввести) або «Р ввести» (параметри ввести).

Діагностику основних блоків пристрою проводять і при включенні пристрою в роботу протягом перших 4-5 секунд. На екрані Боси висвічується «Діагностика УЧПУ 2P22 ПО 00036-01». Якщо несправності в пристрої відсутні, встановлюється режим «Ручне управління». У разі виявлення несправностей необхідно виконати дію, вказане вище.

Якщо при включенні пристрою в нижній частині екрана блоку Боси висвічується «173000», то необхідно відкрити приладовий блок і встановити перемикач режиму роботи ЕОМ «Електроніка 60М» у положення «Програма» і знову включити пристрій.

Необхідні перевірочні тести можна вводити в пам'ять пристрою з магнітної стрічки або перфострічки. Для цього касету з тестами встановлюють у касетний накопичувач (перфострічку в фотозчитувачний пристрій) і натискають клавішу 7 (тест). Для введення тесту з магнітної стрічки необхідно один раз натиснути клавішу 8 (носій інформації), задати номер тест програми і натиснути клавішу 17 (пуск). Для введення тесту з перфострічки клавішу 8 (носій інформації) необхідно натиснути двічі і потім натиснути клавішу 7. При правильному введенні на екрані Боси висвітиться число «17712», у разі неправильного - на екрані Боси висвітиться найменування несправності.

Для виходу з програмного режиму натискають клавішу 18 (стоп). На нижньому рядку екрану Боси висвітиться символ зірочка.

У процесі підготовки верстата до роботи і протягом всього процесу обробки деталі в УЧПУ пристроєм діагностики ведеться автоматичний контроль правильності його функціонування.

Сигналізація помилки виробляється висвічуванням на екрані Боси символу «?» і ознаки помилки.

Ознаки найбільш часто зустрічаються помилок і способи їх усунення наведені в табл. 13.1.

Таблиця 13.1 - Ознаки помилок і способи їх усунення

Ознака помилки	Ймовірна причина	Спосіб усунення
? СБОЙ МЛ	Збій в режимі введення на магнітну стрічку або виведення з неї	Повторити режим
? ЗАЩИТА	Захист запису і стирання на магнітній стрічці	Зняти захист або замінити касету з магнітною стрічкою
? НЕ ГОТОВ	Не готовий касетний накопичувач на магнітній стрічці	Перевірити справність касетного накопичувача на магнітній стрічці
? НЕТ ПРОГР	Немає програми на магнітній стрічці	Правильно задати номер програми
? КОНЦ МЛ	Немає місця на магнітній стрічці	Змінити магнітну стрічку
? ПЛ	Помилка перфоратора	Повторити режим
? ПРОГ	Немає технологічної про-	Задати програму

	грами в пам'яті	
? Конец	Немає місця в пам'яті	Виправити програму
? Цикл	Невірно заданий номер циклу	Виправити номер циклу
? E	Подача і швидкий хід задані в одному кадрі	Задати правильно кадр
? ОШ	Помилка оператора при наборі констант	Виправити помилку
?	Не задана частота обертання шпинделя в режимі «Введення»	Задати швидкість обертання шпинделя

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гжіров Р.І., Серебреніцькій П.П. Програмування обробки на верстатах з ЧПУ: Довідник // Л.: Машинобудування, 1990. - 588 с.
2. Стіскін Г.М., Гаєвський В.Д. Токарні верстати з оперативним програмним управлінням // К., Техніка, 1989. - 176 с.
3. Шарин, Ю.С. Підготовка програм верстатів з ЧПК. // М.: Машинобудування, 1980. - 144 с.
4. Анохін О.Н., Локшин Є.В. Технологія обробки на верстатах з ЧПК. Методичний посібник до вивчення дисциплін «Експлуатація верстатів з ЧПУ і ГПС», «Технологія обробки на верстатах з ЧПУ» // Орел: ОрелГТУ, 1997. - 93 с.

Наукове видання

Дмітрієв Юрій Олексійович
Мацулевич Олександр Євгенович
Щербина Віктор Михайлович
Холодняк Юлія Володимирівна

***ПРОЕКТУВАННЯ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ ДЛЯ
ВЕРСТАТІВ ТОКАРНОЇ ГРУПИ З ПРИСТРОЄМ
ЧИСЛОВОГО ПРОГРАМНОГО КЕРУВАННЯ***

Навчальний посібник

Підписано до друку 30.06.2018. Друк Rizo.
Друкарня ТДАТУ ім. Дмитра Моторного
7,8 умов. друк. арк. тираж 100 прим.

73312 ПП Верескун
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. М.Грушевського, 10
тел. (06192) 6-88-38