

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Навчально-науковий інститут
«Механічна інженерія і транспорт»
Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»


Доля В.М.

ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ
ДЛЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ
з дисципліни «Програмування верстатів з ЧПУ»

**Питання та завдання для поточного та підсумкового контролю
з дисципліни
«Програмування верстатів з ЧПУ»**

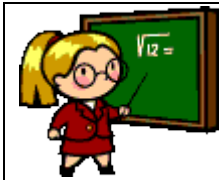
Верстат токарний програмний з оперативною системою управління моделі 16K20T1 призначений для токарної обробки за один або кілька проходів у замкненому напівавтоматичному циклі зовнішніх та внутрішніх поверхонь деталей типу тіл обертання зі ступінчастим та криволінійним профілем різної складності, включаючи нарізування кріпильної різьби.

Програма переміщень інструмента та допоміжні команди вводяться до пам'яті оперативної системи управління з клавіатури пульта або касети зовнішньої пам'яті.

	<ol style="list-style-type: none">1. Призначення токарного верстата з ЧПУ мод. 16K20T1?2. Які системи числового програмного управління застосовуються на верстатах моделі 16K20T1?3. Які системи числового програмного управління Ви знаєте?4. Як ввести управляючу програму у систему числового програмного управління?
---	---

Пристрій ЧПУ «Електроніка НЦ-31» забезпечує введення та редагування управляючої програми за допомогою клавіатури пульта, а також здатність передачі програми в касету зовнішньої пам'яті та з неї. Система ЧПУ «Електроніка НЦ-31» належить до типу CNC і містить у собі як традиційні функції оперативної системи, так і функції введення та корекції програми обробки, управління верстатом, розрахунку управляючої програми за мінімальним обсягом вхідних даних безпосередньо на робочому місці. Ця система має широкі технологічні здатності щодо завдання та корекції програми в режимі діалогу оператора з пристроєм ЧПУ. Використовується при обробці деталей різноманітної конфігурації (деталі ступінчастої форми з низкою додаткових геометричних елементів, розташованих вздовж контуру, наприклад конуса, різьби, канавки, галтелі та ін.) в умовах дрібносерійного та одиничного виробництва. Система ЧПУ «Електроніка НЦ-31», що вмонтована у верстат 16K20T1, дозволяє зберігати протягом декількох діб з вимкненим обладнанням до чотирьох управляючих програм формату до 250 кадрів, а в касету зовнішньої пам'яті можна записати до восьми управляючих програм того ж формату. У кожному кадрі програмується тільки одне слово, яке складається з буквенної адреси та числового значення. Дискретність завдання розмірів є 0,01 мм.

Значення подачі програмується за адресою F від F1 до F280, що відповідає значенню подачі від 0,01 до 2,8 мм/об. На верстаті моделі 16K20T1 встановлений шестипозиційний автоматичний поворотний різцеутримувач, який забезпечує встановлення за командами від T1 до T6 у робочу позицію одного з шести інструментів, розташованих у ньому.



5. Складіть фрагмент управляючої програми з кодуванням наступних подач:

$S=0,25$ мм/об;

$S=1,25$ мм/об

$S=0,05$ мм/об

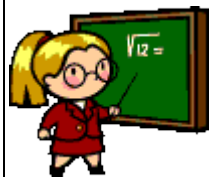
$S=0,18$ мм/об

$S=2,27$ мм/об

Встановлення необхідної частоти обертів шпинделя відбувається за рахунок автоматичної коробки швидкостей, яка має дев'ять ступеневих положень, що вмикаються за командами S1 – S9 від СЧПУ та рукоятки перебору на передній шпиндельній бабці, яка має три положення, що перемикаються оператором. Частоти обертів шпинделя, які використовуються на верстаті моделі 16K20T1, зазначені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Частота обертів шпинделя, об/хв.

Положення рукоятки	Команди контролю	Команди від СЧПУ «Електроніка НЦ-31»								
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
	M38	12,5	18	25	35,5	50	71	100	140	200
	M39	50	71	100	140	200	280	400	560	800
	M40	125	180	250	355	500	710	1000	1400	2000



6. Складіть фрагмент управляючої програми з кодуванням наступних частот обертів шпинделя:

$n= 500$ об/хв;

$n= 18$ об/хв;

$n= 50$ об/хв;


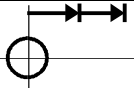
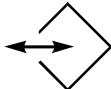
$n= 1400$ об/хв;


$n= 560$ об/хв;

Таблиця 2 – Адреси та спеціальні знаки

Символ	Значення
M	Допоміжна функція
N	Номер кадру
P	Параметри верстата та технологічних функцій
G	Технологічні функції
S	Команда на швидкість шпинделя
T	Команда на зміну інструмента


Закінчення таблиці 2

Символ	Значення
F	Подача
X	Напрямок руху поперек
Z	Напрямок руху вздовж
	Знак швидкого переміщення
	Знак завдання відносної системи відліку
*	Знак об'єднання кадрів
+45°	Знак завдання ознаки зняття фаски під кутом +45°
-45°	Знак завдання ознаки зняття фаски під кутом -45°
-	Мінус
	Кінець кадру

	<p>7.Що називається абсолютною системою координат?</p> <p>8.Що називається відносною системою координат?</p> <p>9.Як запрограмувати частоту обертів шпинделя?</p> <p>10.Перелічить адреси, що використовуються при програмуванні верстата.</p>
--	--

Таблиця 3 – Значення допоміжних функцій

Функція	Значення
M0	Зупинник управляючої програми обробки
M3	Праві оберти шпинделя
M4	Ліві оберти шпинделя
M5	Зупинник шпинделя
M8	Вмикання охолодження
M9	Вимикання охолодження
M30	Кінець управляючої програми обробки
M38	Нижній ступінь швидкостей шпинделя
M39	Середній ступінь швидкостей шпинделя
M40	Верхній ступінь швидкостей шпинделя

	<p>11.Перелічить допоміжні функції, що використовуються при програмуванні верстата.</p> <p>12.Перелічить допоміжні функції, за допомогою яких програмуються діапазони частот обертів шпинделя?</p> <p>13.Що таке праві оберти шпинделя?</p> <p>14.Що таке ліві оберти шпинделя?</p>
---	---

Таблиця 4 – Значення технологічних функцій

Функція	Значення
G2	Обробка дуги, меншої ніж 90° , за годинниковою стрілкою
G3	Обробка дуги, меншої ніж 90° , проти годинникової стрілки
G4	Витримка часу
G12	Обробка однієї чверті кола за годинниковою стрілкою
G13	Обробка однієї чверті кола проти годинникової стрілки
G25	Звертання до підпрограми обробки
G31	Група циклів різьбонарізання
G32	
G33	
G55	Запланований програмний зупинник
G70	Група однопрохідних циклів
G71	
G73	Цикл глибокого свердління
G74	Цикл обробки торцевої проточки
G75	Цикл обробки прямих зовнішніх канавок
G77	Багатопохідний цикл зняття припуску вздовж (паралельно осі Z)
G78	Багатопохідний цикл зняття припуску поперек (паралельно осі X)
G92	Автоматичне зміщення нульової точки



15. За допомогою якого стандартного циклу можна запрограмувати обробку заготовки, виготовленої з прокату до потрібних розмірів з значними перепадами діаметрів без програмування поетапного зняття припуску?

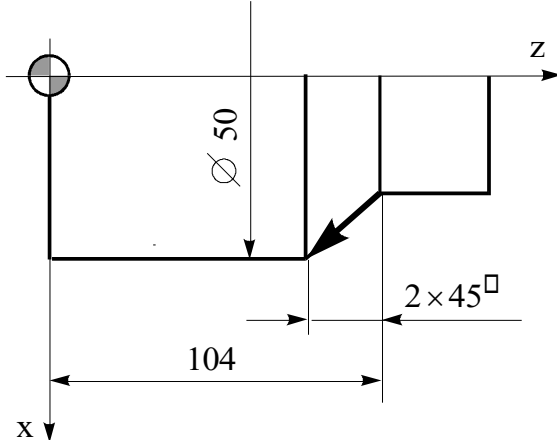


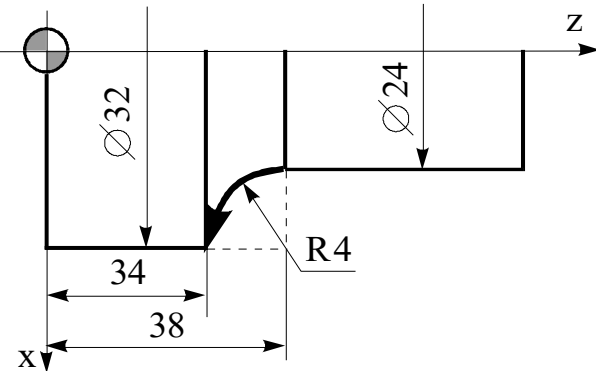



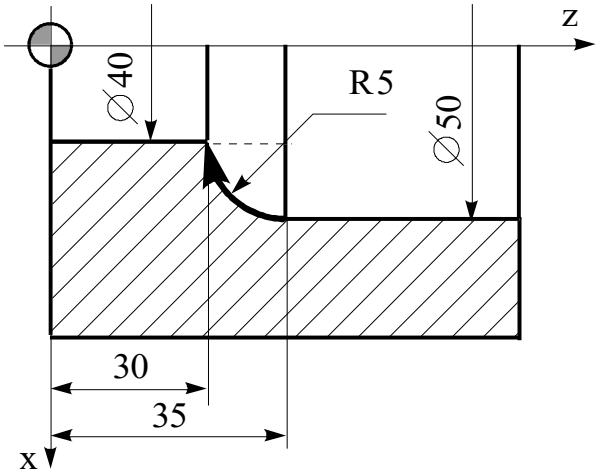



16. Які схеми нарізання різьби Ви знаєте?

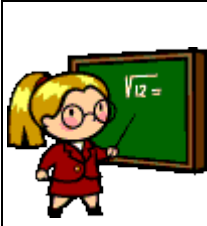
17. Чи потрібно використовувати цикл обробки однієї чверті кола, якщо радіус кола менш 2 мм.?

Таблиця 5 – Приклади фрагментів УП

Рисунок поверхні	Фрагмент програми
<p>Програмування конуса</p>	<pre> N100 X2000 N101 Z16000 N102 X10000 * N103 Z15000 або N102 X8000 N103 Z-1000 </pre>

Закінчення таблиці 5

<p>Програмування фасок під кутом 45°</p> 	<p>N98 X4600 N99 Z10400 N100 X5000-45° або N100 Z10200+45° або N100 X400-45°  або N100 Z-200+45° </p>
<p>Програмування радіусів</p> 	<p>N100 G13 * N101 X3200 * N102 Z3400 або N100 G13  * N101 X800  * N102 Z-400 </p>
	<p>N100 G12 * N101 X4000 * N102 Z3000 або N100 G12  * N101 X-1000  * N102 Z-500 </p>




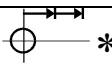
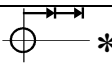
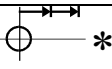
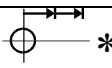
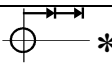
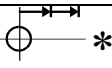
- 18.Складіть фрагмент управляючої програми для обробки конуса під кутом 30° . Розміри конуса і деталі довільні.
- 19.Складіть фрагмент управляючої програми для обробки фаски. Розміри фаски $5 \times 45^{\circ}$.
- 20.Складіть фрагмент управляючої програми для обробки однієї чверті кола з $R=10$ мм.
- 21.Складіть фрагмент управляючої програми для обробки шарової поверхні діаметром 40 мм.

У пам'яті сучасних СЧПУ постійно зберігається низка типових технологічних циклів, що значно спрощують підготовку УП. Ці цикли мають код G. Усі G-цикли вводяться в режимі «Діалог», що дозволяє автоматизувати цей процес та зменшити кількість помилок. Ознака * (знак об'єднання кадрів) вводиться автоматично. G-цикл складається з послідовності кадрів: перший кадр – заголовок циклу – містить буквену адресу G та номер циклу; наступні кадри характеризують формат циклу. Окрім розглянутих циклів G12 та G13 в СЧПУ «Електроніка НЦ-31» реалізуються G-цикли, наведені у таблиці 6.




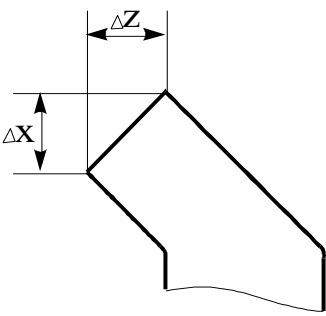



Таблиця 6 – Формат та значення G-циклів

Формат циклу	Значення змісту G-циклу
Програмування радіусних поверхонь вздовж дуги, меншої за 90° $G3(G2) * (\text{---})$ $X...(X... \text{---}) *$ $Z...(Z... \text{---}) *$ $R... *$	Обхід дуги проти годинникової стрілки (Обхід дуги за годинниковою стрілкою) } Координати кінцевої точки дуги (прирощення координат) Відстань від першої точки дуги до її центра паралельно осі X
$R...$	Відстань від першої точки дуги до її центра паралельно осі Z Якщо перша точка дуги знаходиться в мінусі відносно центра, то відповідне значення параметра «R» треба програмувати з «-»

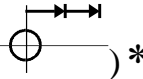
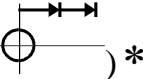
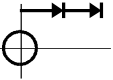
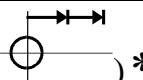
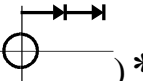
Продовження таблиці 6

Формат циклу	Значення змісту G-циклу
Програмування циклу зняття припуску вздовж	
 G77 *	
X... *	Кінцевий діаметр
Z... *	Координата Z кінцевої точки проходу на кінцевому діаметрі
R... *	Глибина різання за один прохід
R... або	Довжина скосу припуску вздовж координати Z
G77  *	
X...  *	Повний припуск
Z...  *	Довжина, на якій знімається припуск, мінімальна на кінцевому діаметрі
R... *	Глибина різання за один прохід
R... або	Довжина скосу припуску вздовж координати Z
Програмування циклу зняття припуску поперек	
G78 *	
X... *	Діаметр, що обмежує довжину проходу
Z... *	Координата торця з урахуванням зняття припуску
R... *	Припуск на прохід
R... або	Перепад діаметра, що обмежує довжину проходу
G78  *	
X...  *	Довжина проходу
Z...  *	Повний припуск
R... *	Припуск на прохід
R... або	Перепад діаметра, що обмежує довжину проходу
Команда витримки часу	
G4	
R...	Витримка часу в 0,01 с
Команда на зміну послідовності виконання кадрів УП Наприклад,	
N100 P150	З кадру N100 перейти на виконання кадру N150

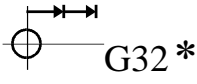
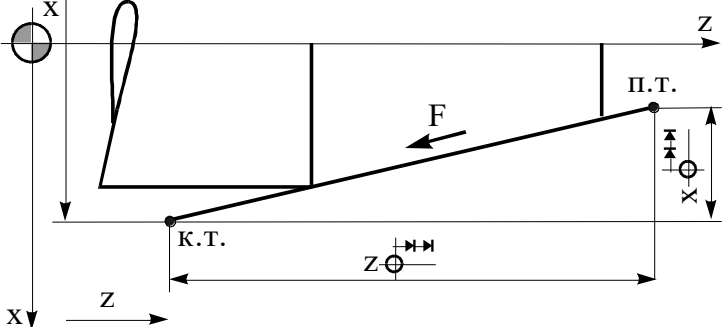
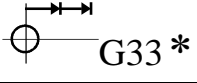
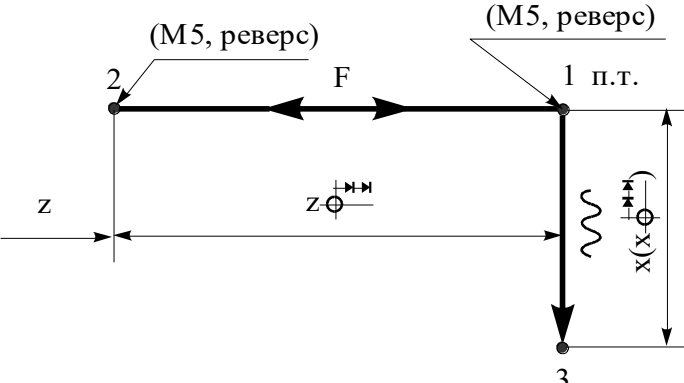
Продовження таблиці 6

Формат циклу	Значення змісту G-циклу
Команда виводу підпрограми Наприклад,	
N100 G25	
N101 P052080	Повторити програму з кадру N52 до кадру N80
N102P4	Повторити 4 рази
Зміщення нульової точки та корекція положення інструмента	
G92 *	
<p>X... * Z...</p> <p>або</p> <p>G92  *</p> <p>X...  *</p> <p>Z...  *</p>	<p>} Нові координати точки</p> <p>Δx Δz</p>  <p>Команда діє тільки на попередньо заданий інструмент і відміняється при зміні інструмента</p>
Програмування циклу глибокого свердління	
G73 *	
<p>X...(X... ) *</p> <p>Z...(Z... ) *</p>	<p>Координата (зміщення) інструмента після виконання циклу</p> <p>Координата кінцевої точки отвору (глибина отвору)</p>
P...	<p>Глибина свердління за один прохід</p> <p>Умова: $P \leq Z$ </p> <p>$P \neq 0$</p> <p>X можна не програмувати</p>



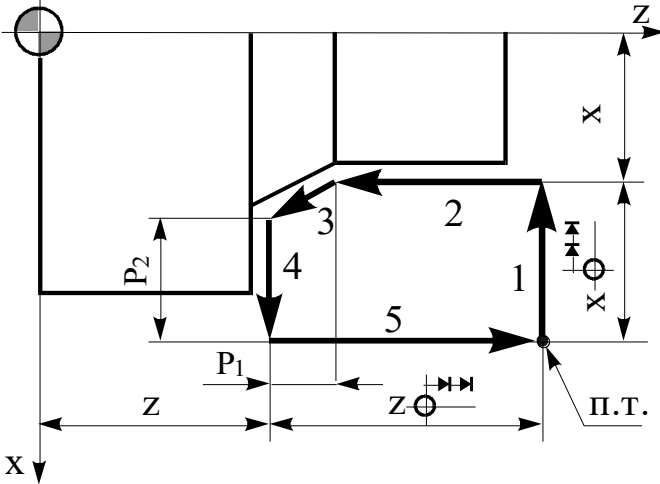




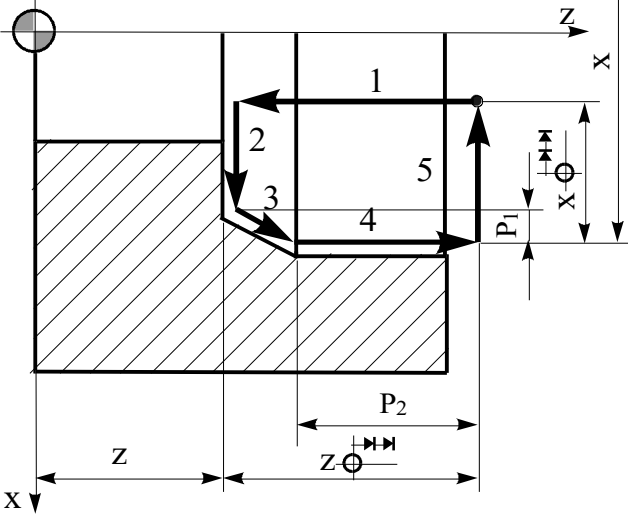
Продовження таблиці 6

Формат циклу	Значення змісту G-циклу
Програмування циклу глибокого свердління	
G73 *	
<p>X...(X... )*</p> <p>Z...(Z... )*</p>	<p>Координата (зміщення) інструмента після виконання циклу</p> <p>Координата кінцевої точки отвору (глибина отвору)</p>
P...	<p>Глибина свердління за один прохід</p> <p>Умова: $P \leq Z$ </p> <p>$P \neq 0$</p> <p>X можна не програмувати</p>
Програмування багатопрохідного циклу різьбонарізання	
G31 *	
X...(X... )*	Зовнішній діаметр різьби (зміщення до зовнішнього діаметра з початково-кінцевої точки циклу)
Z...(Z... )*	Координата кінцевої точки різьби (довжина різьби)
F... *	Крок різьби в 0,0001 мм. Діапазон різьб, що нарізають 0,0001...99,99 мм
R... *	Глибина різьби (додатна, на радіус)
R... *	Глибина різання на першому проході (додатна, на радіус)
R...	<p>Конусність різьби (додатна, на діаметр)</p> <p>Початкова точка циклу повинна знаходитись на відстані 8...10 мм від деталі по осі X та на відстані 2...3 кроки різьби по осі Z</p>



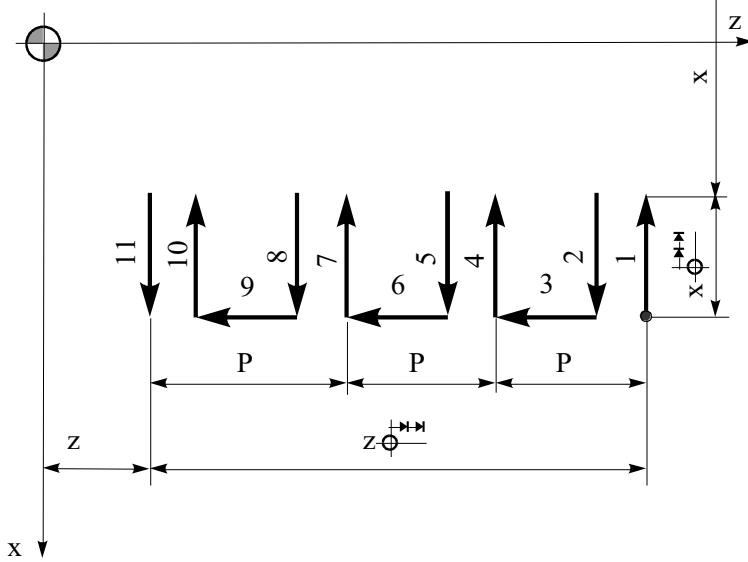

Продовження таблиці 6

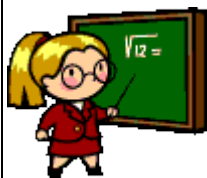
Формат циклу	Значення змісту G-циклу
Програмування однопрохідного циклу різьбонарізання	
	
$X...(X... \text{ })*$	Координата кінцевої точки (зміщення кінцевої точки відносно початкового положення по осі X)
$Z...(Z... \text{ })*$	Координата кінцевої точки (зміщення кінцевої точки відносно початкового положення по осі Z)
F...	Крок різьби в 0,0001 мм
	
Нарізання різьби плашкою або мігчиком	
	
$X...(X... \text{ })*$	Координата (зміщення) інструмента після виконання циклу
$Z...(Z... \text{ })*$	Координата кінцевої точки різьби (глибина різьби)
F...	Крок різьби в 0,0001 мм
	

Продовження таблиці 6

Формат циклу	Значення змісту G-циклу
<p>Програмування однопрохідних циклів</p> <p>$\sim G70^*$</p> <p>X...(X...)*</p> <p>Z...(Z...)*</p> <p>P₁ ... *</p> <p>P₂ ...</p>	 <p>Умова: $P_1 \leq Z$ </p> <p>$P_2 \leq X$ </p> <p>P₁ та P₂ можуть дорівнювати нулю</p> <p>1. F (\sim) 4. F</p> <p>2. F 5. \sim</p> <p>3. F</p>
<p>$\sim G71^*$</p> <p>X...(X...)*</p> <p>Z...(Z...)*</p> <p>P₁ ... *</p> <p>P₂ ...</p>	

Закінчення таблиці 6

Формат циклу	Значення змісту G-циклу
<p>Програмування циклу обробки прямих зовнішніх канавок</p> <p>~~~~~G75*</p> <p>X...(X...)*</p> <p>Z...(Z...)*</p> <p>R...</p>	 <p>Умова: $P \leq Z$ </p> <ol style="list-style-type: none"> 1. F 2. ~~~~~ 3. F(~~~~~) 4. F 5. ~~~~~ 6. F(~~~~~) 7. F 8. ~~~~~ 9. F(~~~~~) 10. F 11. ~~~~~



22. Складіть фрагмент управляючої програми для обробки радіусної поверхні довільної форми.
23. Складіть фрагмент управляючої програми для обробки деталі з перепадом двох сусідніх діаметрів у 50 мм. Інші розміри деталі довільні.
24. Складіть фрагмент управляючої програми для обробки деталі з різьбою М36Х1,5 мм. Інші розміри деталі довільні.
25. Складіть фрагмент управляючої програми для обробки деталі що має канавку діаметром 36 мм., завширшки 3 мм. Інші розміри деталі довільні.
26. Складіть фрагмент управляючої програми для обробки деталі що має канавку діаметром 36 мм., завширшки 56 мм. Інші розміри деталі довільні.

	<p>27.Складіть фрагмент управляючої програми для обробки деталі що має внутрішній отвір діаметром 20 мм., довжиною 350 мм. Інші розміри деталі довільні.</p> <p>28.Запрограмуйте паузу 5 секунд.</p> <p>29.Складіть фрагмент програми для проточування деталі за один прохід що має діаметр 36,65 мм., на довжину 146,74 мм.</p> <p>30.Складіть фрагмент програми для нарізання різьби плашкою на довжину 100 мм.</p>
--	---

У табл. 7 наведено приклад управляючої програми для обробки деталі, зображеної на рис. 1, на верстаті моделі 16K20T1 з СЧПУ «Електроніка НЦ-31».

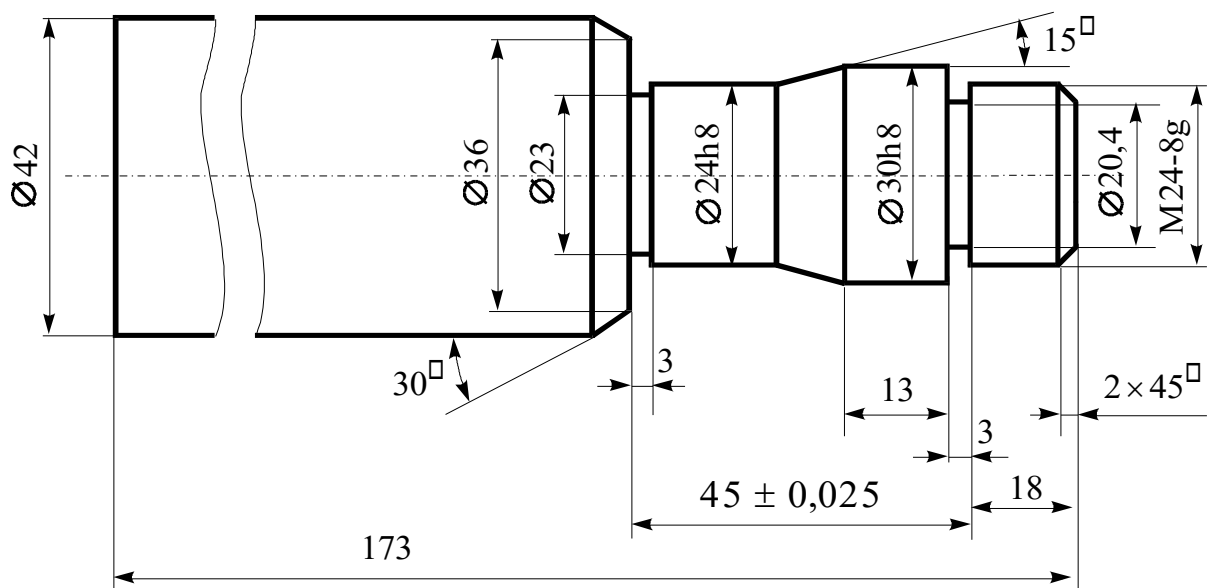



















Рисунок 1 – Креслення деталі

Таблиця 7 - Приклад управляючої програми

№ кадру	Команда	Елементи управляючої програми
0	M39	Вибір діапазону швидкостей
1	M3	Вмикання обертання шпинделя
2	S5	Встановлення $n = 500$ об/хв
3	F35	Встановлення подачі $S = 0,35$ мм/об
4	T1	Встановлення різця 1, прохідного контурного
5	Z17400 \sim	Вихід по осі Z у початкову точку циклу
6	X4200 \sim	Вихід по осі X у початкову точку циклу
7	G77	Багатопрхідний цикл точіння вздовж

Продовження таблиці 7

№ кадру	Команда	Елементи управляючої програми
8	X3100	Координата по осі X останнього робочого ходу
9	Z-6370	Довжина кожного робочого ходу циклу
10	P300	Глибина робочого ходу
11	X2500 	Вихід по осі X
12	Z-1870 	Проточити $\varnothing 25$ на довжину 18 мм згідно з кресленням
13	X3200	Вихід по осі X
14	Z-1300  	Вихід по осі Z на попередню обточку конуса
15	Z-1120  	Обточка конуса попередньо з урахуванням похибки на радіус інструмента $R = 1$ мм
16	X2500	
17	Z11030	Обточити $\varnothing 24$ до $\varnothing 25$ попередньо на довжину 62, 8 мм
18	X4500 	Відхід по осі X
19	Z17400 	Відхід по осі Z
20	X2000 	Вихід на фаску по осі X
21	S7	Встановлення $n = 1000$ об/хв
22	F25	Встановлення подачі $S = 0,25$ мм/об
23	Z-100 	Підхід до торця деталі на робочій подачі
24	X2360 – 45°	Зняти фаску $2 \times 45^\circ$
25	Z15500	Проточити $\varnothing 23,60$ остаточно на довжину 18 мм
26	X2998	Вихід на розмір по осі X
27	Z-1300 	Проточити $\varnothing 30h8$ остаточно
28	X2398 *	Проточити конус остаточно
29	Z-1120 	
30	Z11000	Проточити $\varnothing 24h8$ остаточно на довжину 63 мм
31	X3600	Вихід на розмір по осі X
32	Z-520  	Зняти фаску 30° на $\varnothing 42$
33	X4200	
34	X10000 	Вихід по осі X у точку зміни інструмента
35	Z25000 	Вихід по осі Z у точку зміни інструмента
36	F15	Встановлення подачі $S = 0,15$ мм/об
37	T2	Встановлення різця 2 канавкового
38	Z15500 	Вихід по осі Z на прорізання канавки 1

Закінчення таблиці 7

№ кадру	Команда	Елементи управляючої програми
39	X3100~	Підхід по осі X
40	S5	Встановлення $n = 500$ об/хв
41	X2030	Прорізання канавки $\varnothing 20,4 \times 3$
42	X3800~	Відхід по осі X
43	Z11000~	Вихід по осі Z на прорізання канавки 2
44	X2290	Прорізання канавки $\varnothing 23 \times 3$
45	X10000~	Вихід по осі X у точку зміни інструмента
46	Z25000~	Вихід по осі Z у точку зміни інструмента
47	T3	Встановлення різця 3 для різьбонарізання
48	S6	Встановлення $n = 710$ об/хв
49	Z18300~	Вихід у початкову точку по осі Z
50	X2700~	Вихід по осі X в початкову точку циклу
51	G31	Функція циклу різьбонарізання
52	X2400	Зовнішній діаметр різьби
53	Z15700	Координата Z кінцевої точки різьби
54	F15000	Крок різьби 1,5 мм
55	P96	Глибина різьби
56	P30	Глибина першого робочого ходу
57	X10000~	Вихід по осі X у точку зміни інструмента
58	Z25000~	Вихід по осі Z у точку зміни інструмента
59	M30	Кінець програми