

Міністерство освіти України

Контрольні завдання та методичні вказівки до курсу
“Програмування обробки на верстатах з ЧПК” для студентів
спеціальності 7.092501 «Автоматизація управління
технологічними процесами та виробництвом»
всіх форми навчання

«Підготовка керуючих програм для верстатів
свердильно-розточувальної групи»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол №1 от 09.02.2000 р.

Харків ХДПУ 2000

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу
«Програмування обробки на верстатах з ЧПК» для студентів
спеціальності 7.092501 «Автоматизація управління
технологічними процесами та виробництвом»
денної і заочної форми навчання / Упоряд. Г.Л.Хавін. –
Харків: ХДПУ, 2000.- с.- Укр. мовою.

Упорядники: Хавін Геннадій Львович

Кафедра технології машинобудування та
металорізальні верстати

ФОРМУВАННЯ ТА ПОРЯДОК ПОБУДОВИ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ ВЕРСТАТІВ СВЕРДЛИЛЬНО- РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГРУПИ

Змістом даної теми є вивчення організації, технічних характеристик, принципів підготовки і запису керуючих програм (КП) для верстатів свердлильно-розточувальної групи. Освоєння призначення та складу постійних циклів, підготовчих та допоміжних функцій, програмування інструментального налагоджування.

Методичні вказівки

У загальному випадку на свердлильних верстатах з ЧПК (чисельним програмним керуванням) отвори обробляють без попередньої розмітки і кернування, не використовуючи кондукторів або інших пристосувань, що направляють інструмент, працюючий в автоматичному циклі, визначеному КП. Повну обробку деталі виконують за одне або декілька встановлень залежно від складності деталі, кількості типорозмірів отворів та числа позицій револьверної головки.

Для направлення інструменту на верстатах з ЧПК найчастіше використовують операцію центрування отворів перед свердлінням, що підвищує точність відносного положення отвору. Також для якісної обробки зменшують

довжину робочої частини свердла, що збільшує жорсткість останнього і підвищує точність обробки.

Програмування свердлувальних операцій, як і інших операцій обробки на верстатах з ЧПК, починається із складання РТК (розрахунково-технологічної карти), визначення координат опорних точок та інш. Ескіз оброблюваної деталі подається в двох системах координат: верстата і деталі. Для простих операцій на РТК показують вихідне положення усіх інструментів (вказують також їх виліт) та шпинделя.

Для приведення розмірів у двокоординатній системі необхідно здійснити вибір бази на основі принципу єдності баз. За таку базу використовують осі «плаваючого нуля», який, як правило, являє собою вихідну точку для початку обробки за програмою. «Плаваючий» нуль показує, що точка може бути розташована при настройці верстата у будь якій точці стола. У відношенні вибору бази уздовж осі Z слід пам'ятати, що автоматична зміна інструмента, яка забезпечується поворотом револьверної головки, здійснюється у верхньому вихідному положенні.

При програмуванні свердлувальних операцій до розрахунку траєкторій інструментів спочатку визначають попередній склад переходів для кожного отвору та обирають інструмент. Після цього уточнюють склад переходів і загальну їх послідовність. Далі будують схеми осьових зміщень інструментів відносно опорних точок (центрів отворів) та призначають режими різання.

Режими різання при обробці отворів на свердильних верстатах з ЧПК слід призначати з урахуванням зменшення періоду економічної стійкості інструмента при збільшенні вартості верстата. Можуть бути рекомендовані такі періоди

стійкості при обробці отворів діаметром 10/30 мм для сталі: свердла - 15...45 хв; зенкери - 10...20 хв; цековки - 25...30 хв. Для чавуну ці значення зменшуються на 30%.

Загальний алгоритм розробки КП для верстатів свердлильно-розточувальної групи містить у собі послідовність наступних дій:

- розробка технологічного процесу та вибір різального інструменту;
- розрахунок режимів різання та корекція за паспортними даними верстата;
- складання схеми граничного положення різальних інструментів, при цьому особливу увагу слід приділити завданню довжини інструмента, що визначається відстанню від торця шпінделя до нижнього кінця інструменту;
- вибір пристосувань, що забезпечують кріплення деталі та її орієнтацію відносно координат стола верстата;
- визначаються координати осей отворів, що обробляються від єдиної бази («плаваючого нуля»);
- розробляється схема послідовності робіт та зміщення інструменту;
- складається КП.

Кодування інформації

На теперішній час існує багато видів верстатів з ЧПК, обладнаних різними типами обчислювальних пристроїв. У загальному випадку усі мови програмування базуються на використанні міжнародного коду ISO-7біт або дотримуються його рекомендаціям. Кодування інформації

для верстатів свердлильно-розточувальної групи містить у собі:

- кодування процесу зміни інструменту та призначення нових технологічних параметрів;
- кодування зміщень (позиціонування) інструменту від однієї опорної точки до другої;
- введення в дію циклів обробки отворів у моменти, коли інструмент знаходиться над потрібною точкою.

Кодування процесу зміни інструменту, частоти обертання шпинделя та подачі

Реалізація цього процесу визначається конструктивними особливостями верстата та ЧПК. У більшості випадків заміна потребує мінімум дві команди, що задаються послідовно в кадрах КП. У першій команді за адресою Т вказується потрібний інструмент, а за другим командою M06 він встановлюється до шпинделя. Окрім цього за команді M06 відпрацьований інструмент знімається та повертається до магазину, якщо останній присутній на верстаті. Процес заміни здійснюється у безпечному положенні шпинделя. У це положення шпиндель автоматично встановлюється за командою M06 або за спеціальною командою, що вказується в кадрах КП поперед командою M06.

Корекція інструменту

Призначення інструменту в кадрах КП у більшості випадків супроводжується вказаннями його корекцій. Корекція необхідна для зміни вильоту інструмента у

період настройки верстата. Код коректора вказується разом із кодом інструменту, наприклад T0205, де останні дві цифри код коректора.

Для завдання вісепаралельної корекції довжини інструмента, характерної для верстатів свердлильно-розточувальної групи, використовують підготовчі функції G43 та G44. Для корекції вильоту інструмента (рис.1) до коректора заноситься абсолютна різниця між розрахунковою та дійсною аплікатами вершин інструмента: $Z_0 - Z_1 = \Delta Z$ або $Z_0 - Z_2 = \Delta Z$. Тоді в УП записується

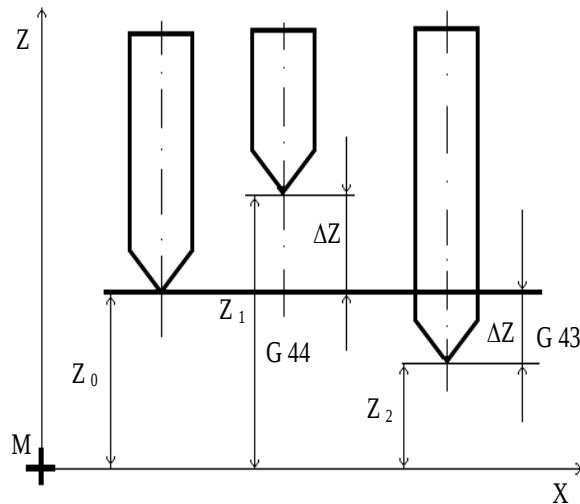


Рис.1. Схема визначення корекцій вильоту інструмента

N ... G44 ... Z{ Z_0 } ... T0205 ...,

якщо інструмент коротше запрограмованого, коли він довше, то кадр буде

N ... G43 ... Z{ Z₀} ... T0205 ...

При цьому припускається, що величина ΔZ встановлена на коректорі вказаного номера, у даному випадку на коректорі 05. Підготовчі функції:

- G43 - корекція на положення інструменту позитивна, вказує на те, що значення корекції необхідно скласти з координатою, заданою у відповідальному кадрі або кадрах;
- G44 - корекція на положення інструменту негативна, вказує на те, що значення корекції необхідно відняти від координати, заданою у відповідальному кадрі або кадрах.

У багатьох сучасних ЧПК корекція на довжину задається за адресою H (або іноді D). У цьому випадку функція G43 визначає, що числове значення зміщення, встановлене на коректорі із знаком «+» або «-», додається до заданої координати. Функція G44 визначає, що величина зміщення, встановлена на коректорі за адресою H, віднімається від заданого в даному кадрі значення координатного розміру. Також корекція може задаватися за адресою L і наступною комбінацією з двох цифр від 01 до 09 (УЧПК «Координата С70-3»). Величина корекції встановлюється декадним вмикачем на пульті ЧПК верстата.

Завдання подачі та частоти обертання шпинделя

Частота обертання шпинделя і подача здійснюються за адресами S (об/хв) та F (мм/хв) відповідно, та кодуються двозначним числом за методом геометричної прогресії. Значення величин частоти обертання наведено в паспортних даних верстата і кодується, наприклад, для верстата 2P135Ф2 (у об/хв)

S01	S02	S03	S04	S05	S08	S09	...
31,5	45	63	90	125	355	500	...

і величина подачі (у мм/хв)

F01	F02	F03	F04	...	F12	F13	F14	...
10	12,5	16	20	...	125	160	200	...

Основні підготовчі функції. Кодування зміщень інструменту

Режими руху та позиціонування задають за допомогою підготовчих функцій G60 - G62, де: G60 - точне позиціонування 1 (високоточне); G61 - точне позиціонування 2 (середньої точності); G62 - швидке позиціонування (грубе). Ці функції забезпечують характер підходу інструменту до заданої точки і зупинку його у конкретній зоні, яка і визначає точність позиціонування. Найбільш частіше використовують функцію G60 - точне позиціонування з боку руху та G62 - позиціонування з прискореного ходу.

Функція G60 знаходить застосування:

- для організації постійного управління по осі Z. У цьому випадку вона програмується з координатами R і Z (рис.2). Цикл здійснюється наступним чином: швидкий підхід інструмента до координати R, рух на робочій подачі до координати Z і зупинка;
- для програмування швидкого зміщення інструменту уздовж осі Z до координати R. У даному випадку G60 програмується тільки з координатою R;
- для програмування робочого руху (наприклад фрезерування) уздовж осей X та Y.

Функція G62 здійснює:

- відміну функції G60;
- програмування робочого руху уздовж осей X та Y.

Записи, що несуть цифрову інформацію про зміщення уздовж осей X та R – зміщення уздовж осі Z до

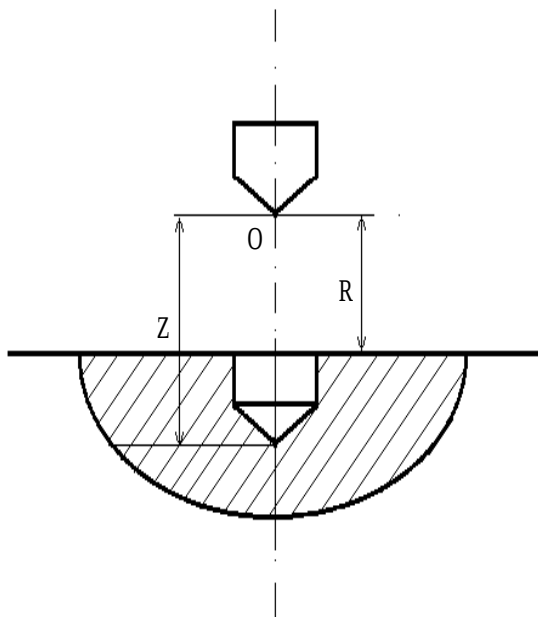


Рис.2. Розташування точки О «плаваючого» нуля по осі Z.

точки біля поверхні деталі (рис.2), записуються слідуючим чином:

- ознака адреси X або R;
- знак координати «+» або «-»;
- значення зміщення уздовж осей X і R, у сотих долях міліметра доповнені до 6 цифр шляхом дозапису нулів ліворуч.

Максимальна величина може бути, наприклад, уздовж X - 1999,99 мм, по R - 0999,99 мм. Аналогічно по Z та Y тільки число доповнюється до 5 цифр записом нулів ліворуч. Наприклад:

X+0142977 R-0045673 Z+00353 Y-067854

На теперішній час більша частина ЧПК має традиційну форму запису значень координат з плаваючою точкою.

«Плаваючий» нуль

УЧПК можуть мати системи з фіксованим початком системи координат верстата або системи «плаваючий» нуль. Для ЧПК з фіксованим початком системи координат верстата параметри R і Z мають відлік від нульової площини верстата. У системах з «плаваючим» нулем за командою з пульта оператора або у програмі можна зробити нульовою площиною будь-яку площину. Для цього використовується підготовча команда G59. Наприклад, N067 G59 Z 23,78 - нульова площина верстата має координату Z= 23,78. Ця команда зберігається в КП до впровадження аналогічної команди з новим чисельним значенням або до команди G53 - відміна зміщення, тільки для кадру, де записана команда G53. Зміщення нуля лише в одному кадрі задається функцією G92. При використанні функції G59 повернення нуля до системи координат верстата кодується тією ж функцією G59 з нульовим значенням параметра Z: N089 G59 Z0.

Постійні цикли обробки отворів

Цикли реалізуються завданням підготовчих функцій G81-G89. Кожна з них відповідно до ГОСТ 20990-83 або (СТ СЕВ 3585-82) визначає конкретну операцію або перехід із зміщенням по осі Z. Цикли містять у собі два параметри R

та Z. Параметр R у більшості ЧПК визначає координату, з якої починається робоча подача при виконанні заданого постійного циклу. Ця величина зберігається в пам'яті ЧПК до появи нового значення R. Параметр Z у постійному циклі визначає координату точки, в яку інструмент переміщується на робочій подачі.

Функції постійних циклів

- G80 - відміна постійних циклів.
- G81 - свердлення.

Швидкий підхід інструмента до координати R, робоча подача до координати Z (обробка деталі), швидкий вивід інструмента до координати R.

- G82 - підрізування торця (аналогічно G81, тільки після обробки по координаті Z витримка у часі).
- G84 - різенарізування (аналогічно G81, тільки після обробки по координаті Z реверс та вивід інструмента на робочій подачі до координати R).
- G86 - розгортання (аналогічно G81, тільки після обробки по координаті Z зупинка обертання шпинделя та швидкий вивід інструмента до координати R).

Функції G91(свердлення), G92 (підрізка торця), G94 (різенарізування), G96 (розточування) роблять аналогічно функціям G81, G82, G84, G86, тільки повернення здійснюється до координати R=0.

Контрольне завдання

1. Вивчити основні принципи програмування свердлильно-розточувальних операцій на верстатах з ЧПК

2. Ознайомитись з базовими функціями, постійними циклами, їх призначенням та застосуванням.

3. Вивчити порядок зміни інструменту, задання частоти обертів шпинделя та подачі.

4. Скласти КП свердлення отворів у плиті на рис.3 для вказаного викладачем варіанта завдання в системі з фіксованим нулем з табл.1 (матеріал - Ст.3) та на рис.4 (матеріал - дуралюмін) у системі з «плаваючим» нулем (табл. 2). Частоту обертання шпинделя і подачу визначити за допомогою посібника [2]. Нульова точка верстата в обох випадках має координату $Z=300$ мм. Загальна послідовність переходів для першого завдання:

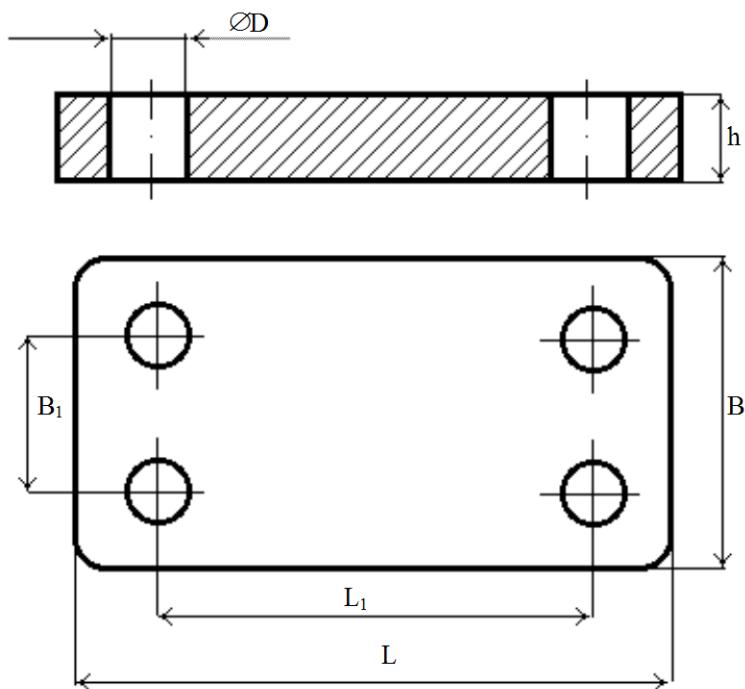


Рис.3 Ескіз деталі до виконання контрольного завдання в системі з фіксованим нулем.

- центрування отворів на глибину 3 мм центральним свердлом $\varnothing 16$ мм;
- свердлення отворів на повну глибину;
- розгортання отворів розверткою відповідного діаметра.

Для виконання першого завдання розташування початку системи координат у площині XOY вибрати самостійно. Для другої частини завдання загальна послідовність переходів наступна:

- центрування отворів на глибину 3 мм центрувальним свердлом $\varnothing 16$ мм;
- свердлення крайніх отворів на повну глибину;
- зенкування крайніх отворів;
- свердлення центрального отвору на повну глибину;
- нарізання різі мітчиком у центральному отворі.

Для виконання другої частини завдання прийняти положення системи координат деталі W у системі координат верстата M : $X = 320$ мм, $Y = 180$ мм.

Система координат деталі суміщена з лівим кутом деталі (рис. 5).

Приклад побудови КП свердлування отворів деталі, наведеної на рис.5.

Вихідні дані до прикладу на рис.5:

- центрування отворів 1-5 на глибину 4 мм центрувальним свердлом $\varnothing 16$ мм, подача $F = 40$ мм/хв., частота обертання шпинделя $S = 500$ об/хв, інструмент у першій позиції, коректор 01;
- свердлення на повну глибину отворів 1-4 свердлом $\varnothing 7,8$ мм, подача $F = 100/60$ мм/хв, частота обертання шпинделя $S = 700$ об/хв, інструмент у другій позиції, коректор 02 та свердлення на повну глибину отвору 5 свердлом $\varnothing 16$ мм, з тими ж технологічними даними, інструмент у третій позиції, коректор 03;
- розгортання отворів 1-4 $\varnothing 8H8$ на повну глибину, подача $F = 80$ мм/хв, частота обертання шпинделя

$S = 500$ об/хв, інструмент у четвертій позиції,
коректор 04.

Таблиця 1. Варіанти вихідних даних до ескіза на рис.3.

N	D	B	B_1	L	L_1	h
1	20	100	70	140	100	16
2	16	102	72	150	112	20
3	18	112	82	160	122	14
4	20	98	68	150	108	18
5	16	94	64	160	114	24
6	12	108	78	164	118	14
7	20	112	82	164	122	16
8	18	100	70	150	110	20
9	24	98	68	150	108	14
10	16	112	82	160	122	22
11	18	106	76	150	118	18
12	14	100	70	160	116	20
13	18	106	76	160	116	18
14	24	112	82	170	124	24
15	16	98	68	160	120	14
16	16	100	70	154	114	18
17	22	110	80	162	122	22
18	20	120	90	172	132	16
19	24	94	64	156	116	24
20	18	106	76	160	118	20

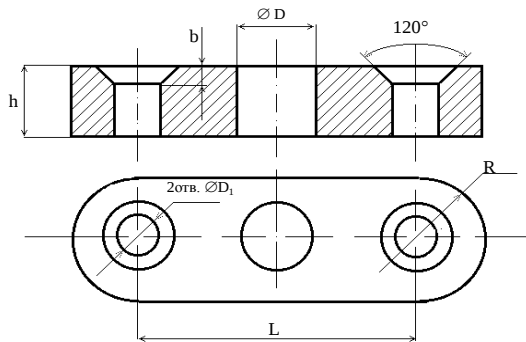


Рис.4. Ескіз деталі до виконання контрольного завдання в системі з «плаваючим» нулем.

Таблиця 2. Варіанти вихідних даних до ескіза на рис.4.

N	D	D ₁	L	R	b	h
1	28	12	100	30	2	36
2	32	16	120	40	3	40
3	24	10	130	32	2	32
4	36	14	110	36	4	44
5	28	16	136	40	3	38
6	30	15	128	42	4	40
7	30	14	120	30	3	30
8	28	12	150	42	2	34
9	36	16	130	36	3	38
10	26	14	144	32	4	46
11	30	12	120	40	3	40
12	28	10	132	42	3	42
13	32	16	144	36	2	36

14	24	12	140	30	2	45
----	----	----	-----	----	---	----

Продовження таблиці 2.

N	D	D ₁	L	R	b	h
15	30	16	120	34	3	39
16	28	10	130	38	4	50
17	26	14	150	40	2	46
18	36	12	130	44	3	36
19	30	16	120	40	3	40
20	28	12	140	30	2	37

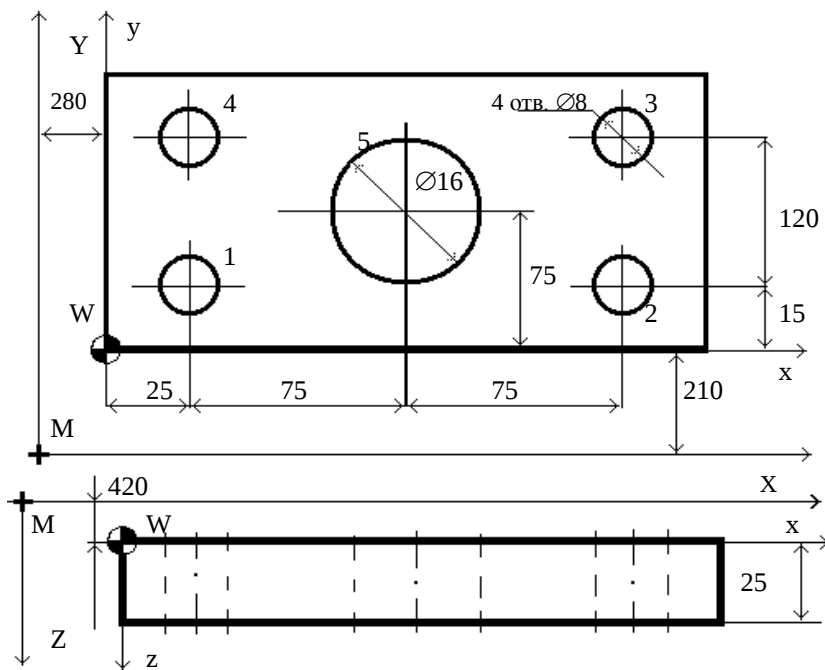


Рис.5. Ескіз деталі до прикладу побудови КП свердлування отворів.

Керуюча програма

% LF - початок програми;

N001 G60 G80 T0101 LF

N002 F40. S500. M06 LF

Перший кадр містить у себе: G80 - відміну усіх постійних циклів обробки для очищення пам'яті ЧПК від запрограмованих раніш команд за постійними циклами; G60 - точне позиціонування інструменту; T01 - інструмент з першої позиції, коректор - 01. Другий кадр: задані режими різання, подача $F = 40$ мм/хв, частота обертання шпинделя $S = 500$ об/хв; M06 - змінити (встановити) інструмент. LF - ознака закінчення кадру.

N003 G59 X280. Y210. Z420. LF - команда на зміщення нуля по усім трьом осям;

N004 X25. Y15. LF - точне позиціонування за командою G60 з першого кадру в точку з координатами $X = 25$ мм, $Y = 15$ мм, центр першого отвору.

N005 G81 R-2. Z4. LF - постійний цикл свердлення на глибину 4 мм;

N006 X175. LF - позиціонування на центр другого отвору та свердлення на 4 мм;

N007 Y135. LF - центрування третього отвору;

N008 X25. LF - центрування четвертого отвору;

N009 X100. Y75. LF - центрування п'ятого отвору;

N010 G80 T0202 LF - завершення роботи свердлом $\varnothing 16$ мм (T0101), підготовка до вводу в дію нового інструмента - свердла $\varnothing 7,8$ мм з другої позиції з коректором 02;

N011 F100. S700. M06 LF - зміна інструменту та завдання режимів його роботи;

N012 X25. Y15. M08 LF - позиціонування до центру першого отвору, M08 - вмикання охолодження;

N013 G81 R-2. Z20. LF - постійний цикл свердлення на глибину 20 мм;

N014 Z30. F60. LF - свердлення з глибини 20 мм до кінця (з перебігом 5 мм) із зменшеною подачею до 60 мм/хв;

N015 X175. Z20. F100. LF - позиціонування на центр другого отвору, свердлення на глибину 20 мм з відновленою подачею 100 мм/хв;

N016 Z30. F60. LF - свердлення з глибини 20 мм до кінця із зменшеною подачею до 60 мм/хв;

N017 Y135. Z20. F100. LF - позиціонування на центр третього отвору, свердлення на глибину 20 мм з відновленою подачею 100 мм/хв;

N018 Z30. F60. LF - свердлення з глибини 20 мм до кінця із зменшеною подачею до 60 мм/хв;

N019 X25. Z20. F100. LF - позиціонування на центр четвертого отвору, свердлення на глибину 20 мм з відновленою подачею 100 мм/хв;

N020 Z30. F60. LF - свердлення з глибини 20 мм до кінця із зменшеною подачею до 60 мм/хв;

N021 G80 T0303 LF - завершення роботи свердлом Ø7,8 мм (T0202), підготовка до вводу в дію свердла Ø16 мм з третьої позиції з коректором 03;

N022 F100. S500. M06 LF - зміна інструменту та задання режимів його роботи;

N023 X100. Y75. LF - позиціонування до центру п'ятого отвору;

N024 G81 R-2. Z20. LF - постійний цикл свердлення на глибину 20 мм.

N025 Z30. F60. LF - свердлення з глибини 20 мм до кінця із зменшеною подачею до 60 мм/хв;

N026 G80 T0404 LF - завершення роботи свердлом Ø16 мм (T0303), підготовка до вводу в дію розвертки Ø8H8 мм з четвертої позиції з коректором 04;

N027 F80. S500. M06 LF - зміна інструменту та задання режимів його роботи;

N028 X25. Y15. LF - позиціонування до центру першого отвору;

N029 G86 R-2. Z30. LF - постійний цикл розгортання на глибину 30 мм;

N030 X175. LF - позиціонування на центр другого отвору та розгортання;

N031 Y135. LF - розгортання третього отвору;

N032 X25. LF - розгортання четвертого отвору;

N033 G59 X0. Y0. Z0. LF - відміна зміщення нуля та відключення охолодження;

N034 G00 X0. Y0. Z420. M00 LF - вивід шпинделя в нульову точку верстата з координатою Z= 420 мм, кінець програми.

Контрольні запитання

1. Опишіть загальний алгоритм розробки КП для верстатів свердлильно-розточувальної групи.

2. Як кодується інформація в КП та її склад?

3. Перелічіть команди позиціонування інструмента та їх роботу.

4. Як задається частота обертання шпинделя та подача інструмента?

5. Опишіть кодування процесу зміни інструменту.

6. Як здійснюється корекція інструмента в кадрах КП, код коректора та можливості реалізації корекції?
7. Постійні цикли обробки отворів.
8. Складання КП у системі з «плаваючим» нулем.
9. Команда на зміщення нуля, відміна цієї команди, повернення до системи координат верстата.

Навчальне видання

Контрольні завдання та методичні вказівки до курсу “Програмування обробки на верстатах з ЧПК” для студентів спеціальності 7.092501 “Автоматизація управління технологічними процесами та виробництвом” денної і заочної форми навчання. Підготовка керуючих програм для верстатів свердильно-розточувальної групи.

Укладач Хавін Геннадій Львович

Відповідальний за випуск Ю.В.Тимофієв

Редактори О.С.Самініна, Л.Л. Яковлева.

Роботу рекомендував до видання О.М.Шелковой.

Рецензент О.П.Рудько.

План 2000 р., поз.14.

Підписано до друку Формат 60×84 1/16. Папір друк. №

Друк – різнографія. Умовн.-друк. арк. 0,8. Облік.-вид. арк.
0,82. Тираж прим. Зам. №
Ціна

ХДПУ, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21