

Рисунок 3.3 – РТК оброблення чистового точіння деталі «Опора» (перший установ, чистове точіння): 1, 2, ..., 13 – опорні геометричні точки; 2', ..., 12', 13' – опорні технологічні точки

Лабораторна робота № 4

СКЛАДАННЯ КЕРУВАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК

Мета роботи – вивчення методики і набуття практичних навичок складання керувальних програм для токарної обробки на верстаті з ЧПК в режимі прямого керування від комп'ютера.

4.1 Загальні рекомендації щодо складання керувальних програм для верстатів із ЧПК

Терміни в області систем ЧПК металорізальними верстатами встановлені ДСТУ 2579-94.

Керувальна програма (КП) – сукупність команд мовою програмування, що відповідає заданому алгоритму функціонування верстата для оброблення конкретної заготовки. Програма складається з кадрів.

Кадр – складова частина КП, що вводиться й оброблюється як єдине ціле й містить не менше однієї команди. Кадр складається з послідовності слів.

Слово – складова частина кадру КП, що містить дані про параметр процесу оброблення та (або) інші дані до виконання керування. Слово є командою для верстата про геометричні або програмно-технічні дії. Кожне слово КП складається з адрес.

Адреса – частина слова КП, що визначає призначення наступних за ним даних, що містяться в цьому слові.

Кожен кадр програми має містити порядковий номер кадру, числову інформацію з відповідними адресами, символ кінця кадру.

4.2 Методика розроблення КП для верстатів із ЧПК

Для запису керувальної інформації використовують семирозрядний буквено-цифровий код ISO-7.

Значення букв і символів у термінах числового програмного керування коду:

N – номер кадру; *X* – переміщення по осі X; *Z* – переміщення по осі Z; *I* – координата початкової точки дуги по осі X; *K* – координата початкової точки дуги по осі Z; *S* – команда на частоту обертання шпинделя; *T* – позиція інструменту; *F* – подача; *G* – підготовча функція; *M* – допоміжна функція; % – початок програми; *LF* – кінець кадру; *L* – звернення до коректора.

Рекомендована послідовність адрес у кадрі:

% *N G F X Z I K M S T L LF*.

Присутність тієї або іншої адреси (слова) зумовлена КП. Відсутність слова вказує на незмінність певної інформації щодо попереднього кадру. Повторення в одному кадрі слів з однойменними адресами не допускається.

Задання підготовчої функції

Підготовча функція визначає режим і умови роботи верстата й кодується адресою *G* дворозрядним числом.

Усі підготовчі команди розділені на функціональні групи (таблиця 4.1). Тривалість дії заданої підготовчої функції визначається часом приходу іншої підготовчої функції. Винятком є функція, *G40*, дія якої припиняється автоматично після закінчення відпрацьовування кадру.

Можливі два режими задання геометричної інформації: у прирощеннях *G26* (*G91*) і в абсолютних розмірах *G27* (*G90*). При роботі в прирощеннях *G26* у кадрах після адрес *X* і *Z* задається числова інформація, що відповідає прирощенням за координатами.

Після адрес *X*, *Y*, *I*, *K* числова інформація про переміщення видається кількістю імпульсів з відповідними знаками. Знак присвоюється залежно від того, з яким напрямком координатних осей верстата збігається напрямок руху різця при заданні у прирощеннях.

Таблиця 4.1 – Задання підготовчих функцій

Підготовча функція	Код функції	Розмір переміщення
Лінійна інтерполяція	<i>G01</i> <i>G10</i> <i>G11</i>	Нормальний Довгий Короткий
Кругова інтерполяція. Рух за годинниковою стрілкою	<i>G02</i> <i>G20</i> <i>G21</i>	Нормальний Довгий Короткий
Кругова інтерполяція. Рух проти годинникової стрілки	<i>G03</i> <i>G30</i> <i>G31</i>	Нормальний Довгий Короткий
Розмір у прирощеннях	<i>G26</i> (<i>G91</i>)	Відлік переміщення відносно попередньої точки
Абсолютний розмір	<i>G27</i> (<i>G90</i>)	Відлік переміщення відносно нульової точки
Скасування корекції	<i>G40</i>	–

Задання переміщень при лінійній інтерполяції

Задання довжини відрізка прямої у випадку лінійної інтерполяції виконується програмуванням команд *G01*, *G10*, *G11* і адрес *X*, *Z* з відповідною інформацією. При лінійній інтерполяції в одному кадрі КП можна задати тільки один відрізок прямої.

Ознаки нормальних, довгих і коротких розмірів впливають тільки на розрядність геометричної інформації, що задається в кадрі:

– «Нормальний розмір» (функції *G01*, *G02*, *G03*) – задають п'ять десяткових розрядів геометричної інформації;

– «Довгий розмір» (функції *G10*, *G20*, *G30*) – задають шість десяткових розрядів геометричної інформації;

– «Короткий розмір» (функції $G11$, $G21$, $G31$) – задають чотири десяткові розряди геометричної інформації.

Для одержання кодового числа, що визначає кількість імпульсів для програмування геометричного переміщення по осях, величину переміщення множать на 1000 для осі X і на 500 для осі Z , мм:

$$N_{X_{IMP}} = 1000 X ; N_{Z_{IMP}} = 500 Z .$$

Приклад

Задання переміщення з точки $P1$ у точку $P4$ (рисунок 4.1):

N014 G26 LF

N015 G01 Z – 10500 X – 15000 LF

N016 Z – 25000 LF

N017 Z – 12500 X + 25000 LF.

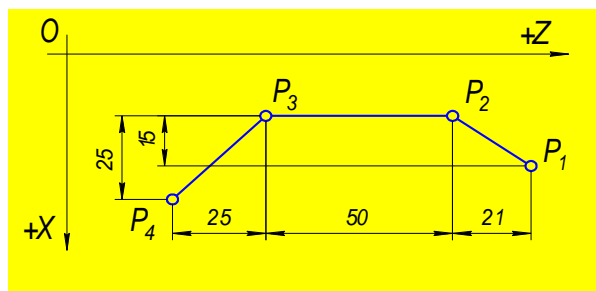


Рисунок 4.1 – Схема задання координат опорних точок у приращеннях

При роботі в абсолютних розмірах $G27$ у кадрах після адрес X і Z наводиться числова інформація, що відповідає координатам кінцевих точок відрізків переміщення в системі координат верстата ZMX .

Приклад

Задання переміщення з точки $P1$ у точку $P4$ (рисунок 4.2).

N023 G27 LF

N024 G01 Z + 41000 X + 50000 LF

N025 Z + 17500 LF

N026 Z + 07000 X + 35000 LF.

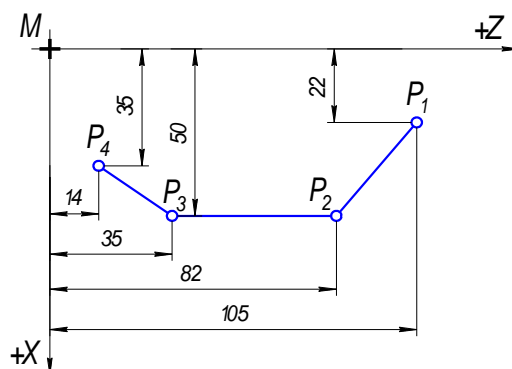


Рисунок 4.2 – Схема задання координат опорних точок в абсолютних розмірах

Задання переміщень при круговій інтерполяції

Кругова інтерполяція задається у відносних $G26$ або абсолютних $G27$ розмірах однієї з підготовчих функцій $G02$, $G20$, $G21$ (рух за годинниковою стрілкою) або $G03$, $G30$, $G31$ (рух проти годинникової стрілки) залежно від напрямку руху й ознаки розміру.

Ділянка програмування дуги кола повинна лежати в межах одного квадранта. Якщо дуга кола розташована в різних квадрантах, то при програмуванні її розбивають на ділянки з опорними геометричними точками, що відповідають певній умові.

При роботі у прирощеннях $G26$ необхідно задати числову інформацію:

– за адресами X , Z – про координати кінцевої точки дуги у прирощеннях відносно початкової точки;

– за адресами I , K – про координати центра дуги P_c відносно її початкової точки. Адресою I позначають відрізок, паралельний осі X , адресою K – відрізок, паралельний осі Z .

Прирощенням ΔX і ΔZ присвоюють знаки залежно від напрямку руху в координатах X , Z . Інформацію під адресами I , K записують завжди з позитивним знаком.

Приклад

Задання дуги кола в прирощеннях (рисунок 4.3):

а) рух за годинниковою стрілкою (рисунок 4.3, а)

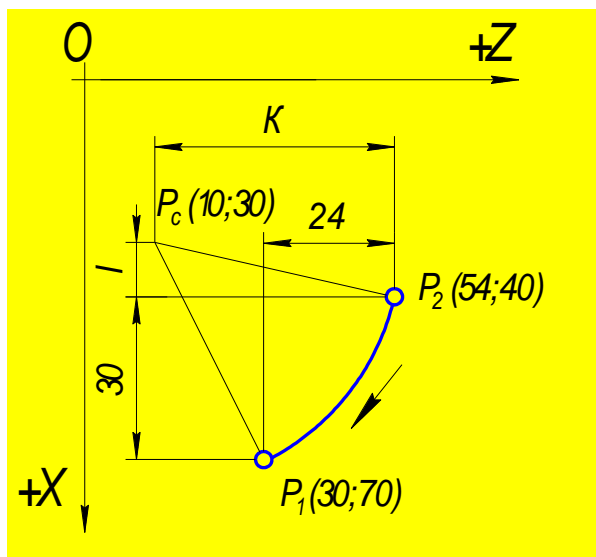
N015 G26 LF

N016 G02 Z - 12000 X + 30000 K + 22000 I + 10000 LF;

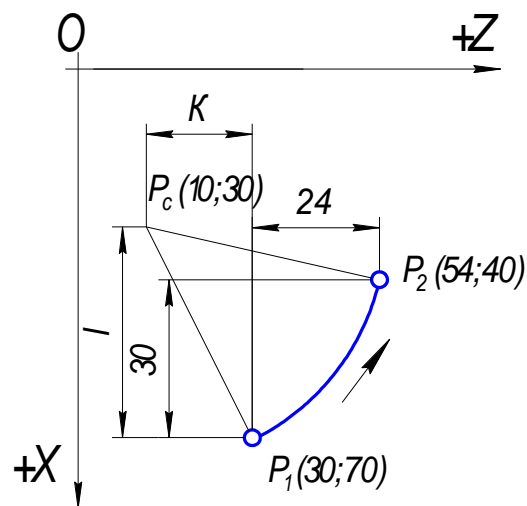
б) рух проти годинникової стрілки (рисунок 4.3, б)

N015 G26 LF

N016 G03 Z + 12000 X - 30000 K + 10000 I + 40000 LF.



а



б

Рисунок 4.3 – Задання дуги кола в прирощеннях:

а – рух за годинниковою стрілкою; б – рух проти годинникової стрілки

При роботі в абсолютних розмірах $G27$ до кадру за адресами X , Z й адресами I , K вводять координати кінцевої точки дуги кола і координати центра дуги кола P_c відносно початкової точки дуги аналогічно заданню дуги в приращеннях.

Приклад

Задання дуги кола в абсолютних розмірах (рисунок 4.4):

а) рух за годинниковою стрілкою

N023 G27

N024 G02 Z + 15000 X + 70000 K + 22000 I + 10000;

б) рух проти годинникової стрілки

N023 G27

N024 G03 Z + 27000 X + 40000 K + 10000 I + 40000.

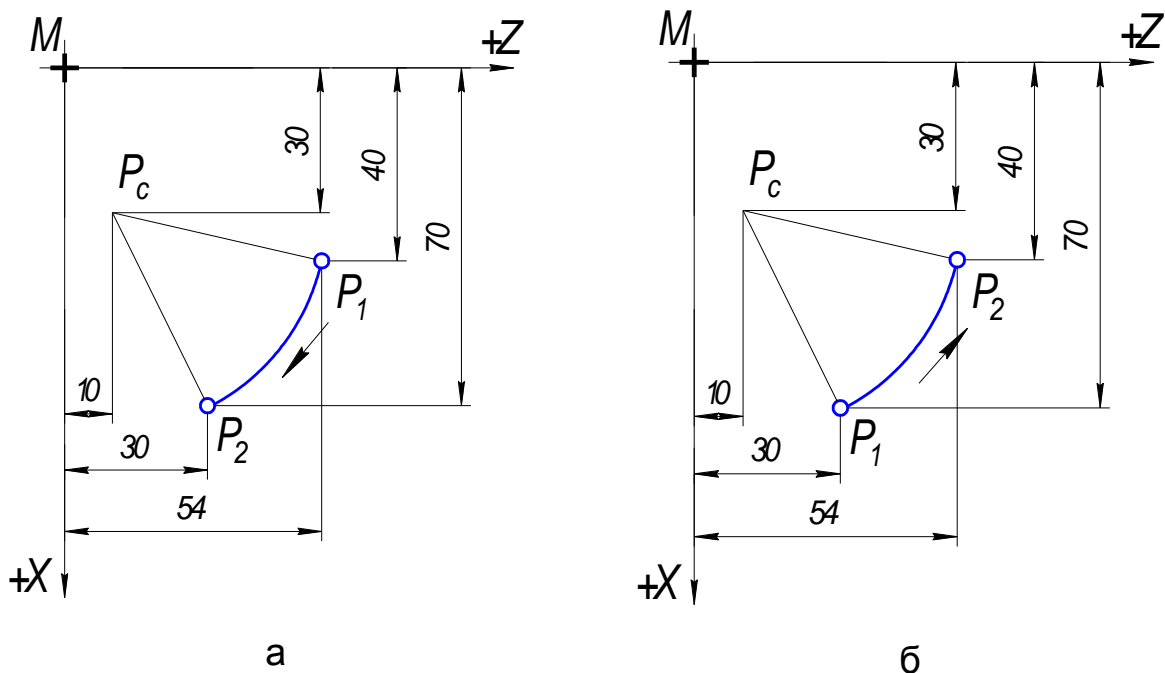


Рисунок 4.4 – Задання дуги кола в абсолютних розмірах:
а – рух за годинниковою стрілкою; б – рух проти годинникової стрілки

Задання подачі

Хвилинна подача інструменту уздовж оброблюваного контуру програмується під адресою F п'ятирозрядним ($A_1 A_2 A_3 A_4 A_5$) числом з використанням кодової таблиці (таблиця 4.2). Уведена хвилинна подача зберігається в процесі відпрацювання КП до приходу нової величини хвилинної подачі, тобто нового слова з адресою F .

У першому розряді A_1 після адреси F цифрами 1, 2 або 7 задають ознаку стану генератора пристрою ЧПК. Для кодування значення власне хвилинної подачі S_m використовують коефіцієнти K і K_1 . Отримані числа ставлять у розряди $A_2 A_3 A_4 A_5$, вільні розряди заповнюють нулями.

Таблиця 4.2 – Задання подачі

Ознака стану генератора			Код подачі					
Режим робочих подач	Інтервал робочих подач S_m , мм/хв	Значення розряду A_1	Значення розрядів $A_2 A_3 A_4 A_5$				Коефіцієнт	
							K	K_1
I («Перший»)	0,2...240	1	$S_m K$				5	—
II («Другий»)	0,01...24	2	$S_m K K_1$				5	20
«Швидкий хід»	400	7	0000				—	—

Приклад

F10350 – адреса програмування хвилинної подачі, що становить 70 мм/хв.

У режимі «Швидкий хід» у КП задається код F70000 без вказання величини подачі по координатах. Швидке переміщення допускається тільки по одній з координат.

Уводити в КП коду функції подачі можна як окремим кадром, так і разом з геометричною інформацією, що буде оброблятися з цією хвилинною подачею.

Задання допоміжної функції

Допоміжна функція програмується у КП під адресою M трирозрядним числом.

Деякі характерні значення допоміжної функції:

M000 – програмований останов. Після відпрацьовування кадру, у якому записана ця команда, припиняється обертання шпинделя. Робота з КП відновляється натисканням кнопки «Пуск» на пульті пристрою керування верстатом;

M001 – останов з підтвердженням. Є командою на останов верстата, якщо на пульті оператора натиснуто кнопку «Технологічний останов»;

M002 – кінець КП. Указує на завершення відпрацьовування КП і приводить до останова шпинделя і подачі, вимикання охолодження після виконання всіх команд у кадрі;

M003 – обертання шпинделя за годинниковою стрілкою. Вмикає шпиндель у напрямку, при якому гвинт із правою різьєю, закріплений у шпинделі, входить у заготовку;

M004 – обертання шпинделя проти годинникової стрілки. Вмикає шпиндель у напрямку, при якому гвинт із правою різьєю, закріплений у шпинделі, виходить із заготовки;

M005 – останов шпинделя. Скасовує команди **M003** і **M004** з початку відпрацьовування кадру, в якому вони зазначені.

Задання швидкості обертання шпинделя

Виконується командою з адресою S . Для токарного верстата з ЧПК моделі ТПК-125ВН передбачено програмування п'яти номерів швидкості шпинделя: **S001**, **S002**, **S004**, **S008**, **S010**. Числові значення частоти обер-

тання шпинделя виставляють на пульті верстата до початку роботи.

Для вмикання заданого номера швидкості обертання шпинделя крім команди S необхідно задати й команду на напрямок обертання шпинделя ($M003$ або $M004$).

Програмування позиції інструменту

Здійснюється командою з адресою T , за якою іде трирозрядне десяткове число. Старший розряд набуває значення одиниці, два молодших – номери інструменту. Для пошуку потрібного інструменту за адресою T програмують кількість прохідних інструментальних позицій n токарного різця за формулою $T = n + 2$.

Приклад

$T105$ – кількість прохідних інструментальних позицій різця $n = 3$.

Корекція переміщення інструменту

Корекція компенсує неточності виставляння інструменту у вихідну точку верстата і розмірне спрацювання інструменту. Величину корекції уточнюють у процесі оброблення пробної деталі.

Корекцію задають тільки в режимі лінійної інтерполяції ($G01$, $G10$, $G11$). В КП корекція задається командою з адресою L , під цією адресою вказують дворозрядний десятковий код. Старший розряд коду набуває значень: 1 – одиночна корекція по осі X ; 2 – одиночна корекція по осі Z ; 3 – парна корекція по осях Z , X . Молодший розряд коду – це номер коректора.

Приклад. $L16$ – одиночна корекція по осі X , коректор № 6.

Корекція геометричних величин починається з кадру, що містить адресу L , і враховується далі до кадру, що містить команду на скасування корекції $G40$.

4.3 Комплектування лабораторної роботи

1. Токарний верстат із ЧПК моделі ТПК-125ВН із пристроєм ЧПК моделі Н22-1М. Режим керування – DNC (безпосередньо від комп'ютера). Координати вихідної точки верстата: $XMO = 126$ мм; $ZMO = 32$ мм.

2. Пристрій контролю КП планшетного типу.

3. Різець прохідний 2142-0019 марки Т15К6.

4. Варіанти для розроблення КП (Додаток Г).

4.4 Порядок проведення експериментальних досліджень

1. Ознайомитися з методикою розроблення КП для токарної обробки на верстатах із ЧПК.

2. Розробити КП для одного з варіантів (див. Додаток Г) за завданням викладача.

3. Заповнити карту кодування інформації (таблиця 4.3) даними про координати геометричних і технологічних опорних точок РТК у системі коорди-

нат верстата *ZMX* і приростах відносно вихідної точки верстата *O*.

4. На основі карти кодування інформації розробити КП токарної обробки заданих поверхонь деталі «Опора».

5. Виконати графічне моделювання токарної обробки заданого варіанта КП на пристрої контролю планшетного типу.

6. Увести в комп'ютер команду корекції інструменту на задану величину, перевірити на супорті координати фіксованої точки верстата, відносно якої задано положення токарного різця.

7. Обробити деталь за КП, визначивши при цьому час автоматичної роботи верстата.

8. Відповісти на контрольні запитання.

9. Оформити звіт з лабораторної роботи.

Таблиця 4.3 – Карта кодування інформації

Номер кадру	Траєкторія			Приріст		Номер коректора	Подача, мм/хв	Шпиндель, позиція	Інструмент, позиція
	Точка	Z, мм	X, мм	ΔZ	ΔX				

4.5 Зміст звіту

1. Короткий конспект, що відбиває методику складання КП для токарної обробки.

2. Варіант кінематичного переміщення різця згідно з рисунком 3.5 і відповідна КП.

3. Карта кодування інформації для токарної обробки деталі «Опора» у заданому установі відповідно до таблиці 4.3.

4. КП токарної обробки заданих поверхонь деталі «Опора».

5. Висновки з лабораторної роботи.

Контрольні запитання

1. Які елементи має містити кожен кадр КП?

2. На які функціональні групи поділені підготовчі команди?

3. Яка інформація необхідна для задання переміщень при круговій інтерполяції?

4. Як програмується хвилинна подача в КП?

5. Які допоміжні функції використовують при точінні деталі «Опора»?

6. Як виконується пошук інструменту в КП?

7. Для чого призначена команда на корекцію інструменту?

ДОДАТОК В (довідковий)

Основні технічні характеристики токарного верстата із ЧПК моделі ТПК-125ВН

1. Діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм –	200
2. Найбільша довжина установлюваного виробу, мм –	550
3. Найбільша довжина обробки, мм –	200
4. Биття осі шпинделя, мм –	не більш $\pm 0,002$
5. Кількість керованих координат –	2
6. Нормалізований ряд частоти обертання шпинделя, 1/хв –	50, 130, 335, 630, 900, 1250, 1500, 1700, 2500, 3300, 4000
7. Діапазон робочих подач супорта, мм/хв:	
поздовжнього –	від 6 до 180
поперечного –	від 3 до 90
8. Швидкість допоміжних ходів, мм/хв	400
9. Кількість позицій револьверної головки –	6
10. Дискретність переміщень, мм:	
поздовжніх –	0,002
поперечних –	0,001
11. Потужність електродвигуна приводу головного робочого руху, кВт –	1,75
12. Модель пристрою ЧПК –	H22-1M

Основні дані пристрою ЧПК моделі H22-1M

1. Тип пристрою – з імпульсним множенням.
2. Система відліку координат – абсолютна і відносна.
3. Вид інтерполяції – лінійна і кругова.
4. Система задання розмірів – метрична.
5. Кількість керованих координат – дві.
6. Дискретність задання розмірів у напрямку, мм:
 поздовжньому (вісь Z) – 0,002;
 поперечному (вісь X) – 0,001.
7. Точність інтерполяції, мм – $\pm 0,01$.

ДОДАТОК Г

Варіанти траєкторії для розроблення керувальних програм

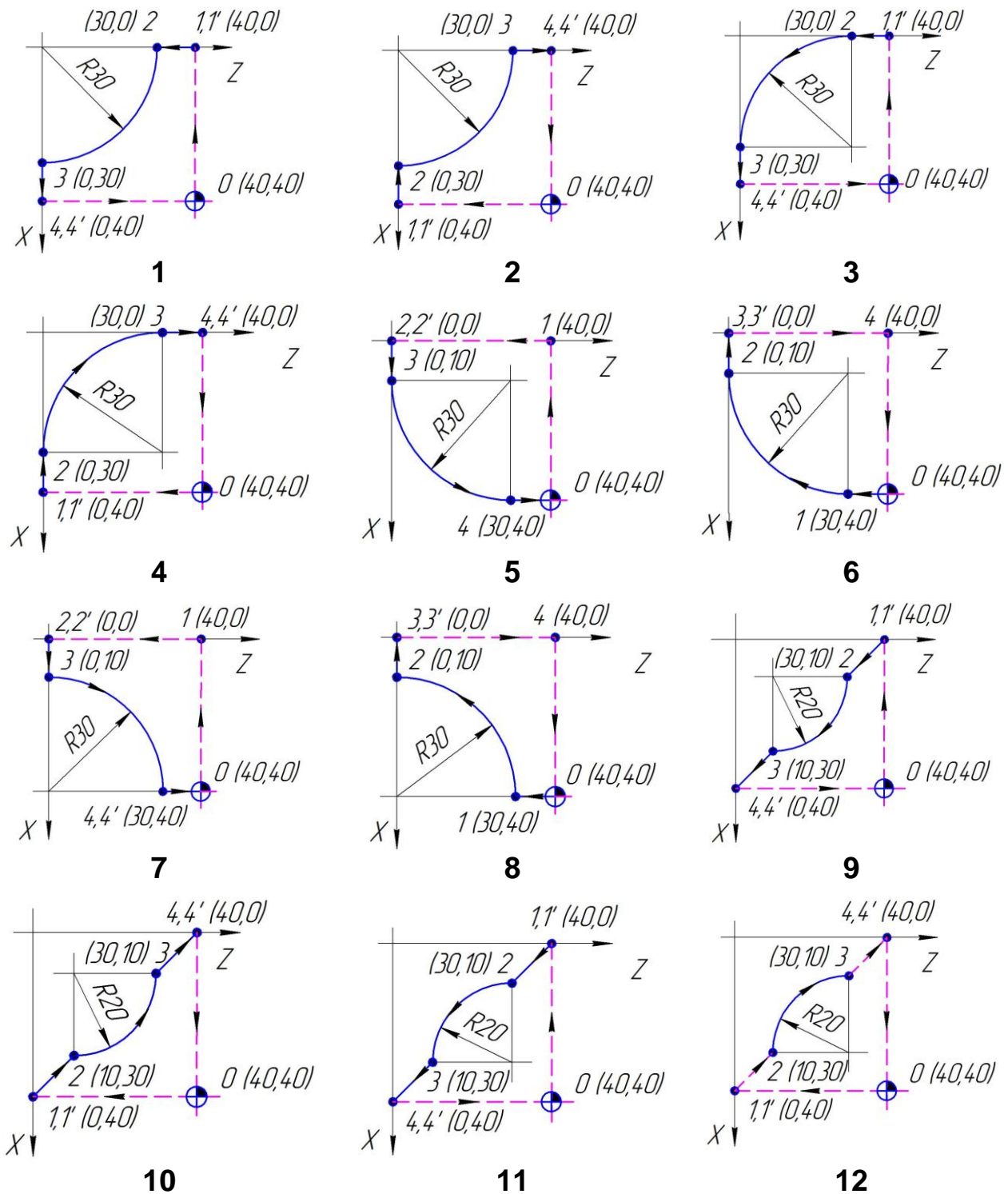


Рисунок Г.1 – Варіанти траєкторії руху інструменту: хвилинна подача на ділянках робочого ходу: лінійних – $S_m = 90$ мм/хв, кругових – $S_m = 18$ мм/хв. Умовні позначення ділянок траєкторії:

●—● — робочий хід; ●- - -● — допоміжний (швидкий) хід