

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Бондар О.О., спеціаліст (НТУ "ХПІ")

У роботі наведені нові технологічні рішення по модернізації програмного забезпечення обробки типових елементів на токарних верстатах зі ЧПК

Вступ і постановка завдання. Основною перевагою верстатів з ЧПК є можливість їх переналадки при переході на обробку нової деталі за дуже короткий час, що дуже важливо при обробці малих партій деталей (15-25 штук), а також складних по конфігурації заготовок, виготовлення яких на універсальних верстатах є малоефективним [1]. Продуктивність праці при цьому зростає в 2-4 рази. Керування верстатом здійснюється автоматично з використанням спеціальної програми. Підготовка верстата до роботи полягає в основному в розробці керуючої програми для обробки конкретної заготовки із застосуванням програмного забезпечення типових елементів [2]. Чим вище рівень проектних рішень, отриманих на основі оптимізації траєкторії руху інструменту, тим вище ефективність обробки на верстаті з ЧПК. Тому метою роботи є розробка нових ефективних циклів обробки на токарних верстатах з ЧПК типових елементів заготовок.

Матеріали та результати досліджень. 1. Багатопрохідний цикл обробки закритих поверхонь по схемі "спуск". Стандартний цикл базового програмного забезпечення прорізання прямокутних канавок може оброблювати заниження тіл обертання з постійною глибиною. Завдання модернізації – розробка багато прохідного циклу обробки заниження з довільним контуром. У даному циклі потрібно визначити координату кінцевої точки переміщення різця ($R1$) на кожному проході: 1) при вирішенні системи рівнянь прямих щодо лівої кромки різця і координату ($R2$); 2) при вирішенні системи рівнянь прямих щодо правої кромки різця. Даний цикл реалізується наступним чином: через ліву і праву вершини різця, що знаходиться в початковій точці циклу, проводяться прямі перпендикулярні осі деталі, що оброблюється і знаходяться точки перетину цих прямих з прямими що обмежують кінцевий контур деталі. Для цього необхідно вирішити системи з їх рівнянь. Далі порівнюються ці точки. Якщо $R1 \geq R2$, тоді різець переміщається на величину $R1$. Якщо $R1 < R2$, тоді різець переміщається на величину $R2$, а потім відводиться на прискореному ході в початкову точку циклу по координаті X . Далі від ширини канавки $R3$ віднімається $R4$ - величина зміщення різця по координаті Z . Якщо отримана величина $R3 > 0$, то можливі два випадки:

- 1) $R3 > R4$, тоді різець переміщається на величину $W + R4$;
- 2) $R3 < R4$, різець переміщається на величину $W + R3$ і далі весь цикл повторюється знову до досягнення кінцевого контуру деталі.

Якщо отримана величина $R3 \leq 0$, тоді кінець циклу.

Структура циклу L13 (рис. 1) має наступний вигляд: *L13 D X A P*;

Фрагмент основної програми з використанням циклу L13 можна представити таким чином:

```

N001 S2 700 F0.5 T3 LF
N002 X34 Z-60 E LF
N003 L13 DR2 XR1 AR3 PR0 LF
N004 Z-10 LF (Опис деталі)
N005 X20 Z-30 LF
N006 Z-60 Q3 LF
N007 X30 M17 LF
.....
N015 M02 LF
    
```

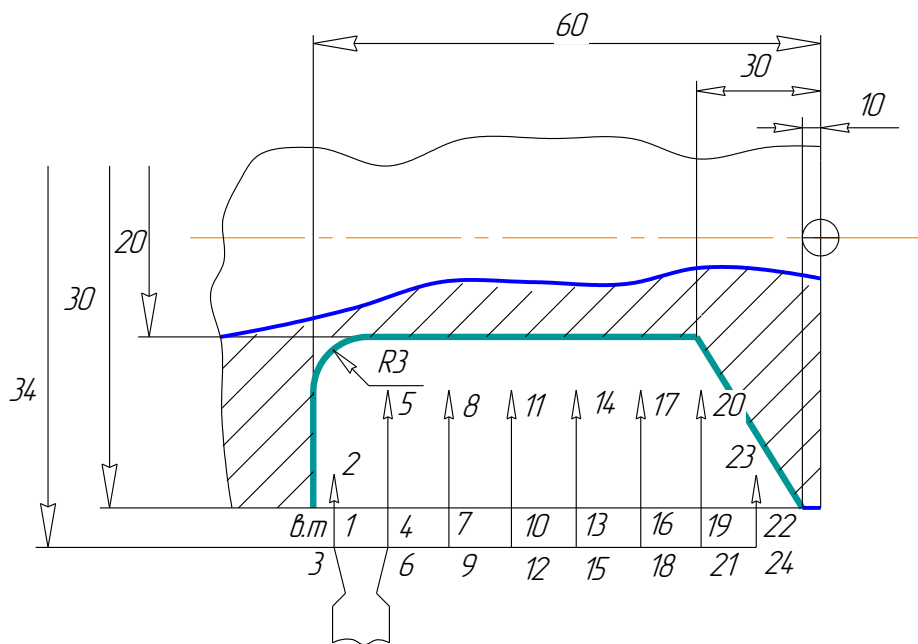


Рис. 1. Схема реалізації циклу обробки закритої поверхні по схемі “спуск”.

Формалізований алгоритм виконання циклу L13 матиме наступний вигляд (тут і надалі будемо використовувати формалізовану форму запису технологічного алгоритму для більшої наочності та скорочення запису):

N1 IF [пряма паралельна осі, або конусна поверхня] THEN

$$\left. \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} R1 = \frac{(Z - Z1)(X2 - X1)}{Z2 - Z1} + X1 \\ R1 = \frac{(Z - Z3)(X4 - X3)}{Z4 - Z3} + X3 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} R2 = \frac{(Z - Z5)(X6 - X5)}{Z6 - Z5} + X5 \\ R2 = \frac{(Z - Z7)(X8 - X7)}{Z8 - Z7} + X7 \end{array} \right\} \end{array} \right\} \text{GOTO N3 LF (1)}$$

N2 IF [дуга, галтель] THEN

$$\left. \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} R1 = \frac{(Z - Z1)(X2 - X1)}{Z2 - Z1} + X1 \\ R1 = \sqrt{R^2 - Z^2 + 2Za - a^2 + 2Xb - b^2} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} R2 = \frac{(Z - Z1)(X2 - X1)}{Z2 - Z1} + X1 \\ R2 = \sqrt{R^2 - Z^2 + 2Za - a^2 + 2Xb - b^2} \end{array} \right\} \end{array} \right\} \quad (2)$$

N3 IF R1 >= R2 THEN XR1 DR5 GOTO N5 LF

N4 IF R1 < R2 THEN XR2 DR5 LF

```

N5 Xітц E LF
N6 R3=R3-R4 LF
N7 IF R3>0 THEN GOTO N9 LF
N8 IF R3<=0 THEN GOTO N11 LF
N9 IF R3>R4 THEN W+R4 GOTO N1 LF
N10 IF R3<=R4 THEN W+R3 GOTO N1 LF
N11 M17 LF

```

Використовувані формальні параметри: R0 - ширина різця; R1- внутрішній діаметр канавки, при прямій що проходить через ліву кромку різця; R2 - внутрішній діаметр канавки, при прямій що проходить через праву кромку різця; R3 - ширина канавки; R4- величина зміщення різця по осі Z; R5- витримка часу, с.

2. Розробка технологічного алгоритму обробки відкритих поверхонь по схемі “зигзаг”. Даний алгоритм забезпечує зниження загального часу обробки за рахунок зменшення допоміжних переміщень. Цикл по даній схемі (рис. 2) реалізується таким чином: різець встановлюється в початкову точку циклу і відразу ж перевіряється умова $X_t \geq X_k + A$. Якщо умова не виконується, тоді кінець програми. Якщо умова виконується, різець переміщується на величину XX_t . На початку циклу $X_t = X_{ітц}$, тому різець стоїть на місці, далі йде переміщення на робочій подачі по контуру на величину R1 в зворотному напрямку. Далі від поточного значення по координаті X віднімається глибина різання P і відразу ж перевіряється умова $X_t \geq X_k + A$. Якщо умова не виконується, тоді кінець програми. Якщо умова виконується, різець переміщується на величину XX_t і далі по контуру в позитивному напрямку на величину R1, потім від поточного значення по координаті X віднімається глибина різання P і весь цикл повторюється. Структура циклу L16 має наступний вигляд: $L16 X W A P$, де X - кінцевий діаметр обробки; W - довжина петлі; A - припуск під чистову обробку; P- глибина різання.

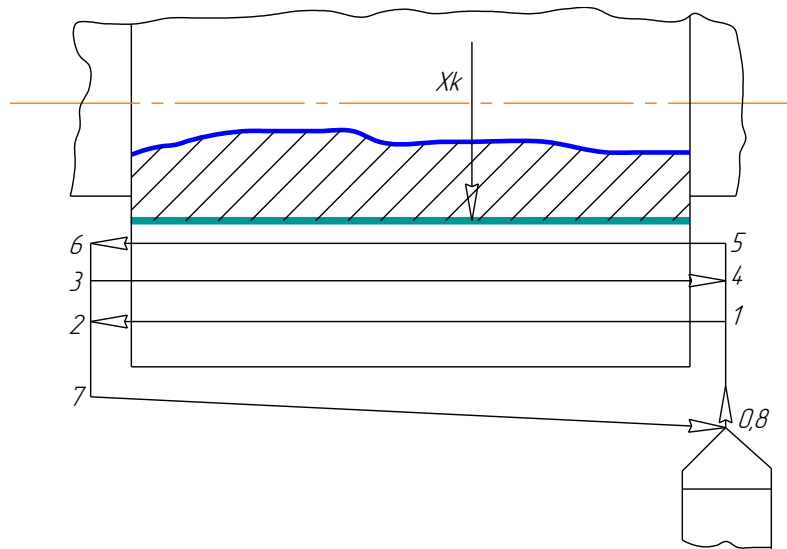


Рис. 2. Схема обробки відкритих поверхонь по схемі “зигзаг”.

Формалізований алгоритм виконання циклу L16 матиме наступний вигляд:

```

N1 IF  $X_T \geq X_K + A$  THEN  $XX_T$  GOTO N3 LF
N2 IF  $X_T < X_K + A$  THEN GOTO N9 LF
N3 W-R1 LF
N4  $X_T = X_T - P_i$  LF
N5 IF  $X_T \geq X_K + A$  THEN  $XX_T$  GOTO N7 LF
N6 IF  $X_T < X_K + A$  THEN GOTO N9 LF
N7 WR1 LF
N8  $X_T = X_T - P_i$  GOTO N1 LF
N9 M17 LF

```

Використовувані формальні параметри: R1 - довжина петлі; R2 - припуск під чистову обробку; $X_T = X_{itc}$ - поточне значення по координаті X; R3 - глибина різання.

3. Багатопрохідний цикл обробки відкритих поверхонь по схемі "петля". Програмування цього алгоритму можна виконати з використанням стандартного циклу G27. Але, у тих випадках, коли загальна величина припуску по діаметру значна і потребує багатопрохідної обробки, керуюча програма містить багато кадрів, оскільки така обробка потребує безпосереднього програмування кожного переміщення на глибину поточного проходу і багаторазового використання циклу G27. Модернізований цикл G27M повинен забезпечувати як компактний запис у складі керуючої програми, так і автоматизоване відпрацювання усіх необхідних переміщень.

Даний цикл реалізується таким чином, різець встановлюється в початкову точку циклу і відразу ж перевіряється умова $X_T \geq X_K + A$. Якщо умова не виконується, тоді кінець програми. Якщо умова виконується різець переміщується на величину XX_T , на початку циклу $X_T = X_{itc}$, тому різець стоїть на місці і далі проводиться обробка по контуру за допомогою циклу L03, в якому R1 - довжина петлі, потім від поточного значення по координаті X віднімається глибина різання P і весь цикл повторюється.

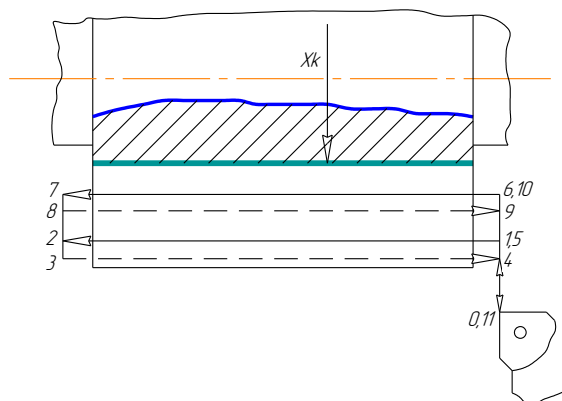


Рис. 3. Схема обробки відкритих поверхонь по схемі "петля".

Структура циклу L17 (рис. 3) має наступний вигляд: $L17 X W A P$, де X - кінцевий діаметр обробки; W - довжина петлі; A - припуск під чистову обробку; P - глибина різання.

Формалізований алгоритм виконання циклу L17 матиме наступний вигляд:
N1 IF $X_T \geq X_K + A$ THEN XX_T GOTO N3 LF
N2 IF $X_T < X_K + A$ THEN GOTO N5 LF
N3 L03 W-R1 LF
N4 $X_T = X_T - P_i$ GOTO N1 LF
N5 M17 LF

Використовувані формальні параметри: R1 - довжина петлі; R2 - припуск під чистову обробку; $X_T = X_{itc}$ - поточне значення по координаті X; R3 - глибина різання.

Висновки. Наведені у роботі цикли багато прохідної токарної обробки дозволяють значно скоротити час обробки деталей за рахунок зменшення часу, що відводиться на допоміжні переміщення, та часу безпосередньої обробки деталі. Також значно зменшується час переналаджування верстата за рахунок зменшення керуючої програми. Наведені алгоритми є можливим використовувати при модернізації застарілих верстатів з ЧПК, які є досить поширені у країнах СНД.

Список літератури

1. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
2. Стискин Г.М. Токарные станки с оперативным программным управлением / Г.М. Стискин, В.Д. Гаевский. – К.: Техника, 1989. – 176 с.
3. Рудько А.П. Программирование токарной обработки на микроЭВМ Электроника МС 1201.01: Методические указания к выполнению индивидуального задания / А.П. Рудько. – Харьков, 1991. – 57 с.

Аннотация

Модернизация программного обеспечения обработки типовых элементов на токарных станках с ЧПУ

В работе приведены новые технологические решения по модернизации программного обеспечения обработки типовых элементов на токарных станках с ЧПУ

Abstract

Upgrade processing software model elements on CNC lathes

The paper presents new solutions for the software upgrade process model elements on a lathe with numerical control