

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ВЕРСТАТІВ
З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ**

Методичні рекомендації
до практичних занять
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол №__ від_____р.

2022 рік

Зміст

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	4
Практична робота №1.....	4
Знайомство з режимами системи ЧПК	4
Практична робота №2.....	13
Введення в програмування мовою HeidenHain.....	13
Практична робота №3.....	21
Простий контур	21
Список літератури	23

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Практичні роботи з дисципліни «Обладнання автоматизованого виробництва – 1. Верстати з ЧПК» є етапом вивчення курсу і мають на меті допомогти студенту використовувати теоретичні знання при розробці програми управління для обробки деталей на верстатах з ЧПУ.

Завдання на практичні роботи наведені в додатках і вибирається відповідно до номера варіанта, виданого викладачем.

Завдання полягає в набутті практичних знань по роботі на системі ЧПУ Heidenhain TNC640.

Кожна практична робота містить: загальну частину та індивідуальні завдання. Назва робіт і їх короткий опис наведено нижче.

Практичні роботи включають:

- Вивчення теоретичної частини;
- Розробку технології обробки;
- Вибір ріжучих інструментів і режимів обробки;
- Керуючу програму для системи ЧПУ з коментарями;
- Висновки;
- Список літератури.

Практична робота №1

Знайомство з режимами системи ЧПК

Мета роботи:

- Отримання загальних відомостей про систему ЧПК Heidenhain TNC640.
- Вивчення інтерфейсу оператора.
- Вивчення системи команд і роботи в різних режимах.

Порядок виконання роботи:

1. Ознайомитись з теоретичною частиною: отримати загальні відомості про систему ЧПК Heidenhain TNC640, вивчити інтерфейс оператора, системи команд і роботи в різних режимах.
2. Встановити систему ЧПК Heidenhain TNC640 на свій ПК.
3. Оформлення протоколу до даної роботи не вимагається.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1. Установка і видалення програмного забезпечення для TNC640

1.1. Установка програмного забезпечення для TNC640

1. Запустити файл *Setup.exe* із папки з інсталяційними файлами (рис.1.1).

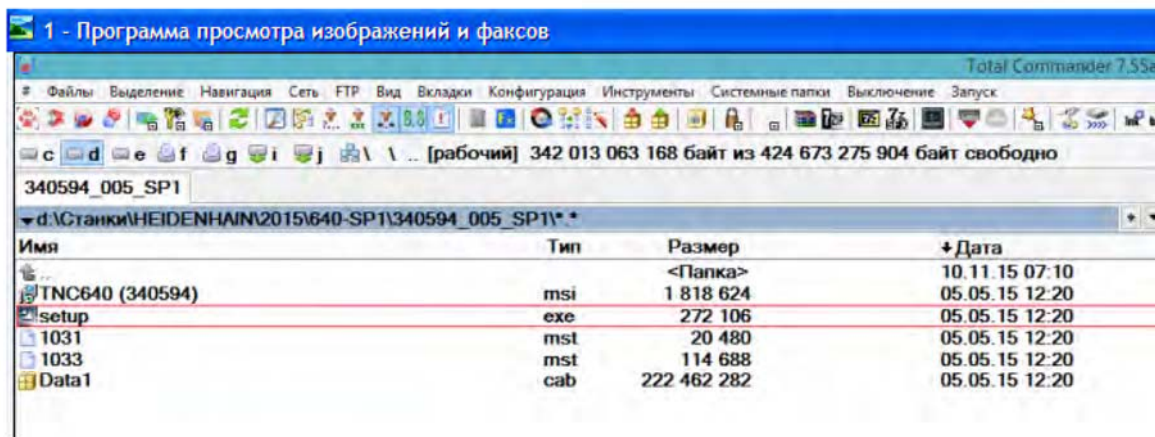


Рисунок 1.1- Запуск файла *Setup.exe*

2. Вибрати мову інсталяції із запропонованих: англійської та німецької (рис.1.2).



Рисунок 1.2- Вибір мови інсталяції

3. У діалоговому вікні натиснути *Continue*, в наступному вікні – *Continue* (рис.1.3, 1.4).



Рисунок 1.4 – Діалогове вікно

4. Вибрати папку установки або погодитися з обраною за замовчуванням і натиснути *Continue* (рис.1.5).

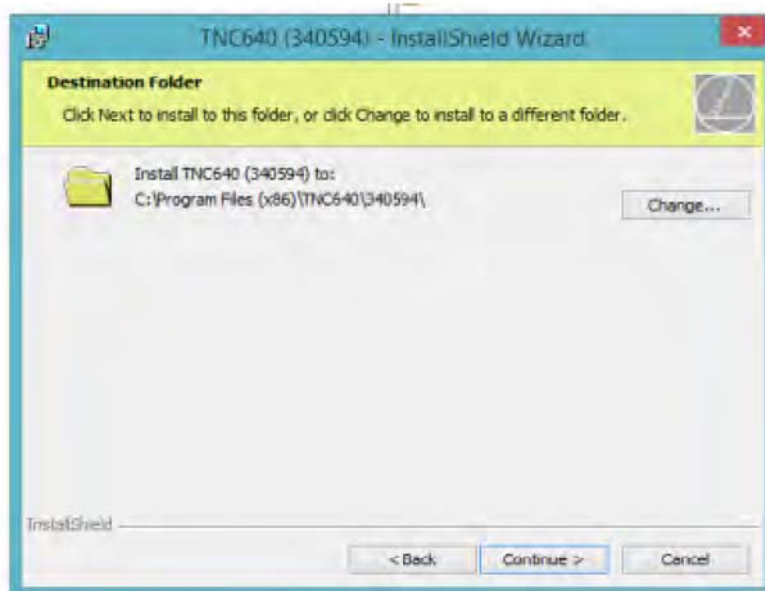


Рисунок 1.5 - Вибір папки установки

5. Вибрати тип установки і натиснути *Continue* (рис.1.6).

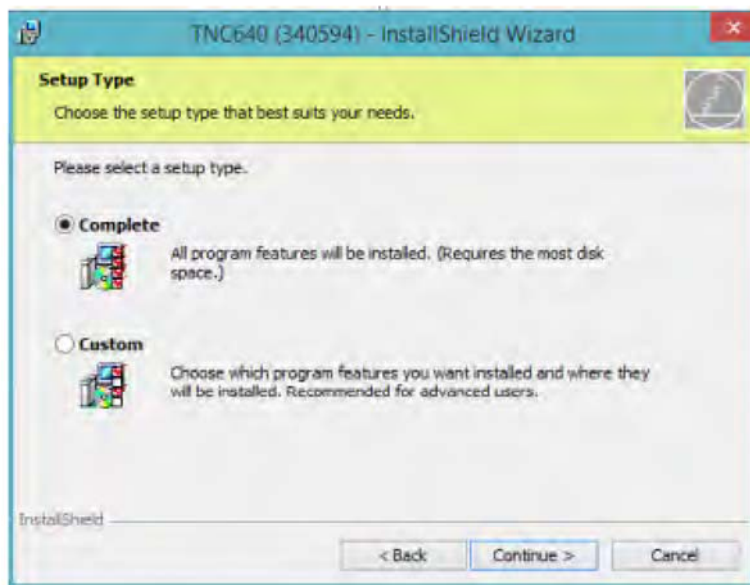


Рисунок 1.6- Вибір типу установки

6. У діалоговому вікні натиснути **Instal** і чекати закінчення установки.
(рис.1.7, 1.8).

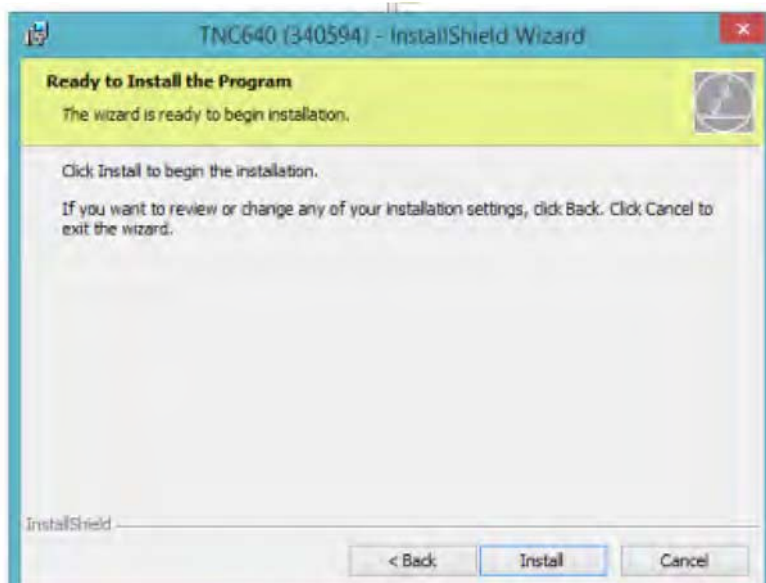


Рисунок 1.7- Діалогове вікно

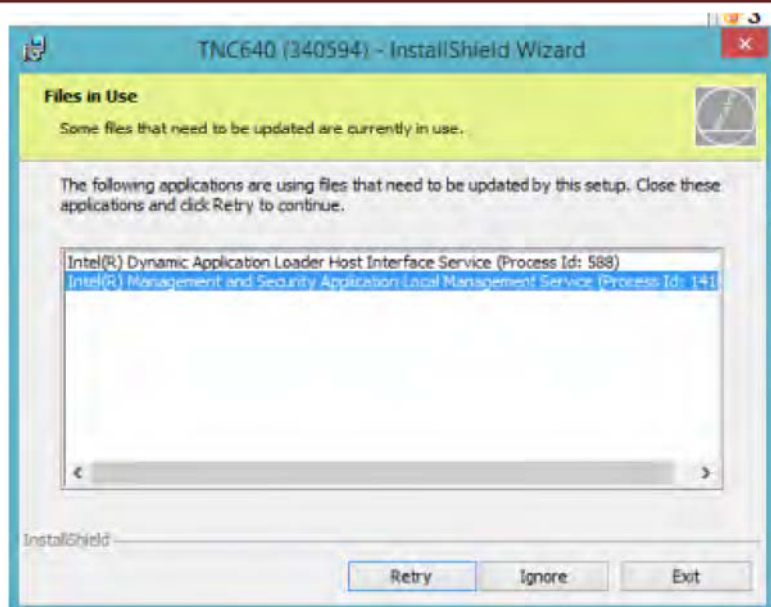


Рисунок 1.8- Діалогове вікно

7. Після появи вікна про успішну установку програми натиснути Finish (рис.1.9).

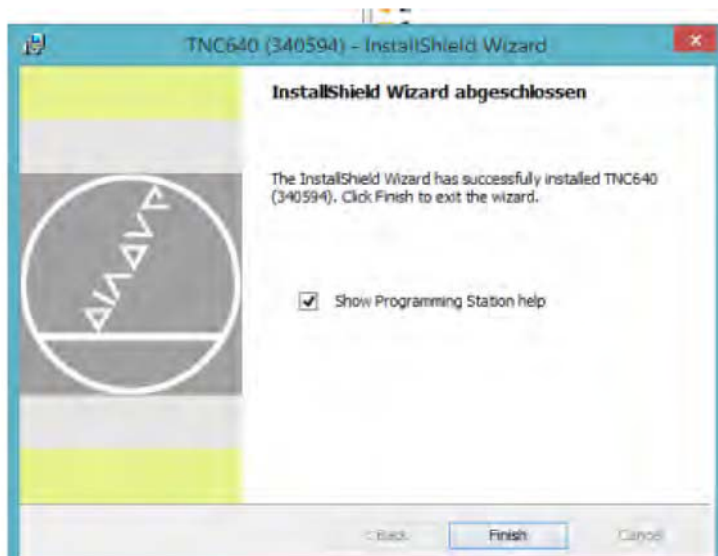


Рисунок 1.9- Закінчення установки

1.2. Видалення програмного забезпечення для *TNC640*

Видалення програми здійснюється через меню Пуск> Програми> (рис.1.10).

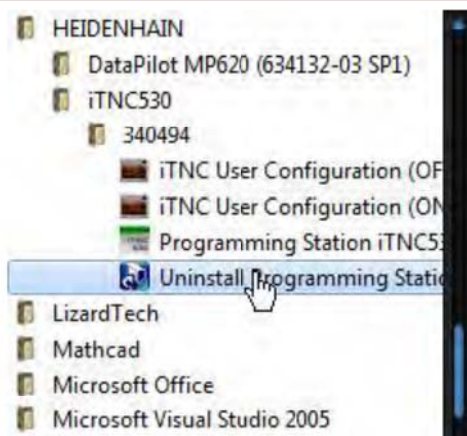


Рисунок 1.10- Видалення програмного забезпечення для *TNC640*

2. Запуск, русифікація та вимикання програмного забезпечення для

TNC640

1.2.1. Запуск програми

Запуск програми здійснюється через меню Пуск> Програми> або ярлик на робочому столі (рис.1.11).



Рисунок 1.11 – Ярлик на робочому столі

Перше завантаження програми буде тривалішим наступних.

На екрані з'явиться три вікна: головна панель iTNC640, панель управління - TNCControlPanel і екранна клавіатура - *Keypad*.

У вікні iTNC640 з'явиться повідомлення про демо-версії (рис.1.12).

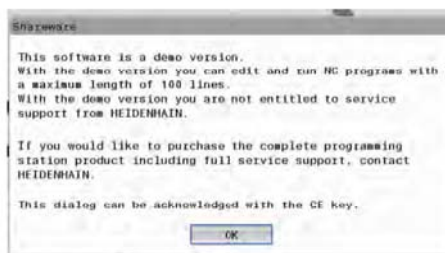




Рисунок 1.12 – Повідомлення про демо-версію

На екранній клавіатурі знову натиснути клавішу .

Після стабілізації змін на екрані ще раз натиснути клавішу . Тепер система ЧПК готова до експлуатації і знаходиться в режимі роботи **Ручное управление** (рис.1.13).

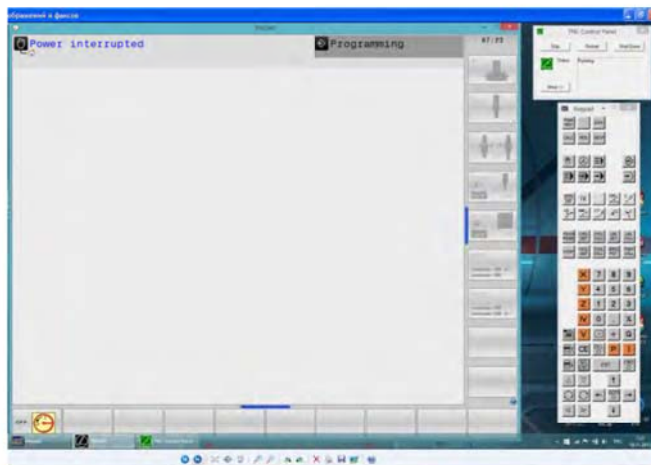

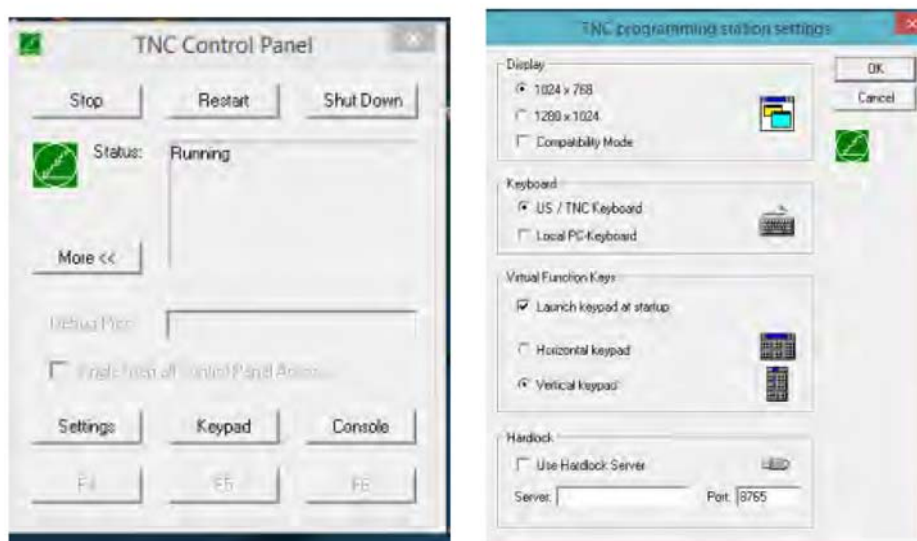


Рисунок 1.13 – Режими роботи

2.2. Налаштування панелей

Через панель управління iTNCControlPanel можна налаштувати режими розташування робочих панелей. Якщо вона не відображена на екрані, то її можна викликати подвійним натисканням на іконку  (рис.1.14, а).



а

б

Рисунок 1.14- Налаштування режимів розташування робочих панелей

Розширити функції панелі управління можна за допомогою кнопки **More** і далі натиснути **Settings** (рис.1.14, б). В полі **Display** вибрати розширення екрана.

Також потрібно вибрати горизонтальне або вертикальне розташування екранної клавіатури. Для широкоекранних моніторів зручним є вертикальне розташування екранної клавіатури. Натиснути **Ok** і **Restart**.

2.3. Русифікація програмного забезпечення для *TNC640*

1. Після перезавантаження програми натиснути **MOD** (рис.1.15).



Рисунок 1.15 – Розташування клавiші **MOD** на клавіатурі
Потім у вікні ввести код **123** (рис.1.16).

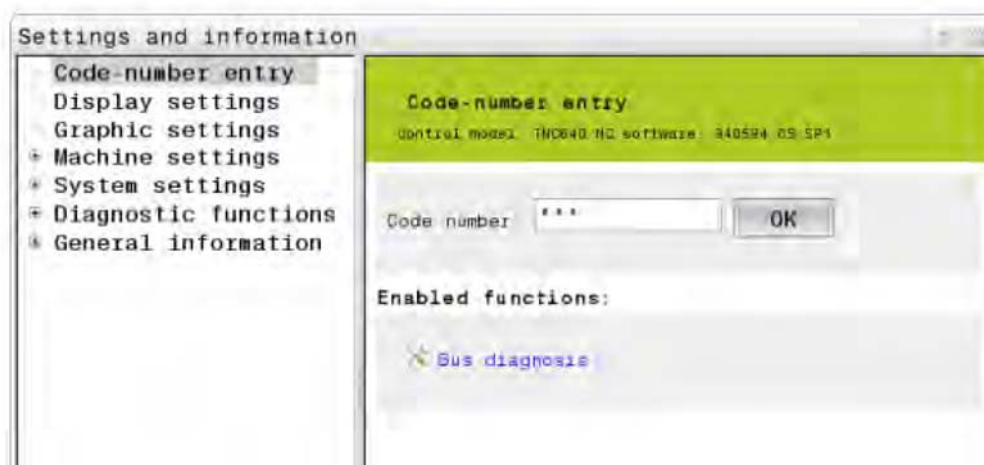
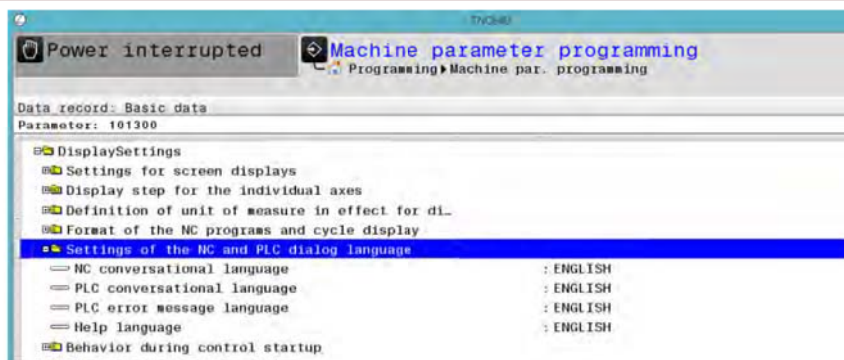


Рисунок 1.16 – Вікно для введення коду

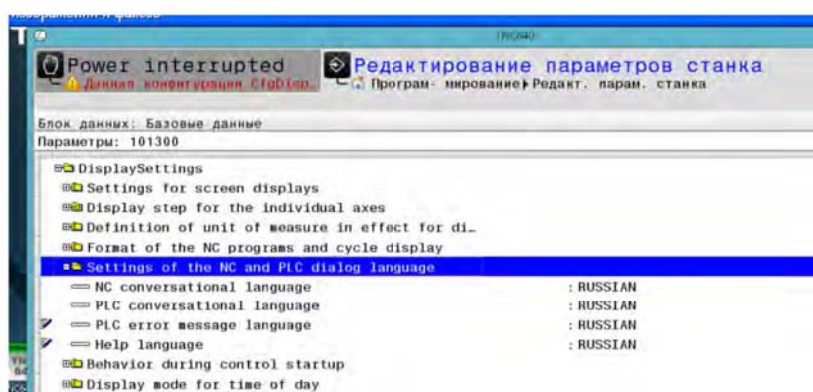
Далі встановити російську мову в кожному пункті і натиснути кнопку **КОНЕЦ** (рис.1.17).



а



б



в

Рисунок 1.17 – Послідовність введення даних для русифікації програмного забезпечення

2.4. Вимкнення програмного забезпечення для TNC640

Для виключення програми потрібно перейти в один з режимів: **Ручное**

управление  або **Электронный маховичок** .

1. Натиснути крайню праву вузьку смужку - закладку - безпосередньо над панеллю *Softkey*, що внизу екрану. Клавіші панелі *Softkey* змінять своє значення.

2. Потім натиснути крайню ліву клавішу панелі *Softkey* і підтвердити вимикання (рис.1.18).



Рисунок 1.18 – Підтвердження вимикання

Практична робота №2

Введення в програмування мовою HeidenHain

Мета: Опанувати основні поняття: структуру побудови програми, структуру кадру, функції вибору інструменту, задання заготовки, М-функції і розробити програму обробки деталі в середовищі HeidenHain за заданими вихідними даними.

Порядок виконання роботи:

1. Ознайомитись з теоретичною частиною: зі структурою побудови програми, структурою кадру, функціями вибору інструменту, задання заготовки, М-функціями.
2. Отримати завдання.
3. Виконати креслення/ескіз деталі згідно завдання.
4. Вибрати нуль деталі, призначити систему координат.
5. Вибрати інструмент-свердло спіральне (розміри, матеріал).
6. Вибрати за довідниками режими різання (подачу, швидкість різання).
7. Написати програму обробки деталі з поясненнями до кожного кадру.

8. Зробити СКРІН екрану при тестуванні програми.

9. Зробити висновок.

10. Список використаної літератури (довідники, за якими Ви обирали режими різання).

11. Оформити протокол –на А4 (штамп на 40мм- 1 сторінка, наступні- на15мм).

Теоретична частина

Структура NC-програми в діалозі відкритим текстом HEIDENHAIN

Програма обробки складається з ряду кадрів програми.

Система ЧПК нумерує кадри програми обробки по зростаючій (рис.2.1).

Перший кадр програми позначається за допомогою **BEGIN PGM**, імені програми та діючої одиниці виміру.

Наступні кадри несуть в собі наступну інформацію:

- Параметри заготовки.
- Параметри інструменту, вісь шпинделя, частота обертання, подача.
- Переміщення інструменту в безпечну позицію.
- Рух по траєкторіях, цикли та інші функції.
- Відведення інструменту в безпечну позицію.

Останній кадр програми позначений за допомогою **END PGM**, імені програми та діючої одиниці виміру.

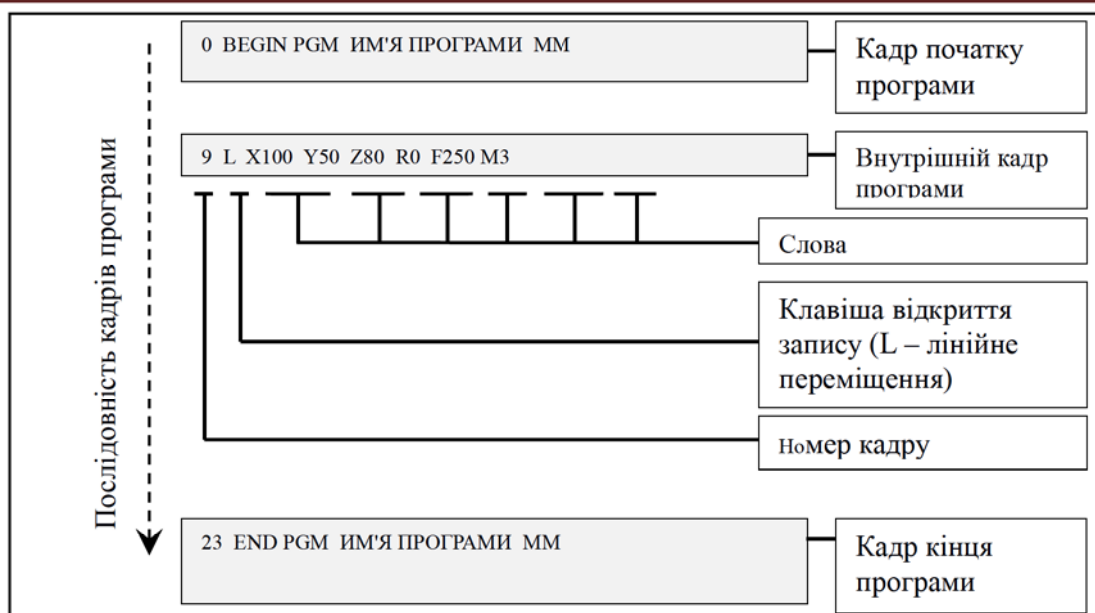


Рисунок 2.1- Структура запису даних

Визначення параметрів заготовки

Відразу після того, як буде відкрита нова програма, ЧПК запустить діалогове вікно введення визначення заготовки.

Для додаткового визначення заготовки натиснути кнопку ***SPEC FCT***, потім ***Softkey*** СТАНДАРТНІ ЗНАЧЕННЯ ПРОГРАМИ, а після цього - ***Softkey*** ***BLK FORM***.

Для визначення заготовки в iTNC530 завжди використовується паралелепіпед, для якого задаються MIN- і MAX-точки щодо обраної точки прив'язки.

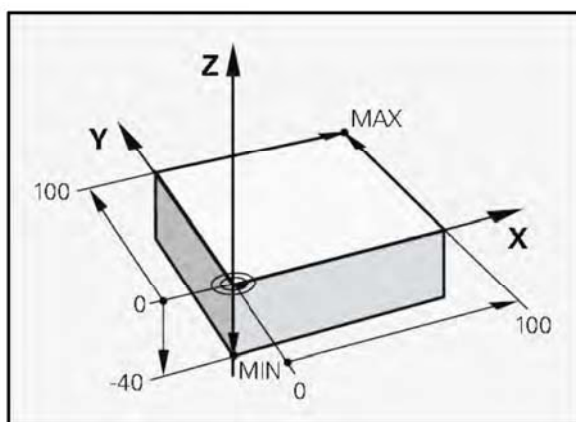


Рисунок 2.2- Визначення точок прив'язки заготовки

Порядок внесення даних наступний:

- **Вісь шпинделя?** Вводимо Z.
- **Мін. розмір?** Введіть послідовно X-, Y- и Z-координати MIN-точки,

кожен раз підтверджуючи введення клавішею

ENT

- **Макс. розмір?** Введіть послідовно X-, Y- и Z-координати MAX-

точки, кожен раз підтверджуючи введення клавішею

ENT

```



0 BEGIN PGM Name MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 END PGM Name MM

```

Рисунок 2.3 – Фрагмент програми


Система ЧПК TNC640 пропонує використати різні форми заготовок, представлені в табл 2.1.

Таблиця 2.1- Способи задання заготовки в системі ЧПК TNC640

Функція, клавіша SoftKey	Приклад індикації BLK FORM	Пояснення
Визначення прямокутної заготовки 	<pre> 0 BEGIN PGM NEU MM 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 3 END PGM NEU MM </pre>	Введення активної вісі шпинделя. Опис заготовки двома кутовими точками MIN–точка (найменші координати X,Y,Z паралелепіпеда) MAX – точка (найбільші координати X,Y,Z паралелепіпеда)
Визначення циліндричної заготовки 	<pre> 0 BEGIN PGM NEU MM 1 BLK FORM CYLINDER Z R50 L105 DIST +5 RI110 2 END PGM NEU MM </pre>	Ввід активної вісі шпинделя X, Y, Z. Радіус циліндра (з додатнім знаком), довжина циліндра (з додатнім знаком). DIST- зміщення вздовж вісі обертання. RL – внутрішній радіус для порожнистого циліндра

Функція, клавіша SoftKey	Приклад індикації BLK FORM	Пояснення
Визначення заготовки будь-якої форми, симетричної відносно вісі обертання 	Контур заготовки повинен бути заданий в підпрограмі, в визначенні заготовки ви зсилаєтесь на опис контура. Контур повинен бути замкненим.	DIM_D, DIM_R – діаметр або радіус заготовки, що симетрична відносно вісі обертання. LBT – підпрограма з описом контура.

Виклик і зміна інструменту

Виклик або зміна інструменту здійснюється клавішею .

- Виклик інструменту?** За допомогою клавіш *Softkey* можна викликати інструмент по його номеру, назвою або безпосередньо з таблиці інструментів. За замовчуванням, номер інструменту відповідає його радіусу.
- Вісь шпинделя?** Вводимо Z.
- Швидкість обертання шпинделя? S** Вводимо частоту обертання або швидкість різання.
- Подача? F**
- Похибка довжини інструмента? DL**
- Похибка радіуса інструмента? DR**
- Похибка радіуса інструмента 2? DR2** Для радіусної фрези.

```
3 TOOL CALL 4 Z S1000 F200 DL+1
DR+0.5 DR2:+0.5
```

Рисунок 2.4 – Фрагмент програми

Таблиця 2.2 - Додаткові М-функції

Функція	Дія
M0	Останов виконання програми. останов шпинделя
M1	Виконання програми. Останов за вибором оператора. Останов за необхідності.
M2	Останов виконання програми. Останов шпинделя. Подача ЗОР виключена. Повертання до кадру 1.
M3	Включення обертання шпинделя за годинниковою стрілкою
M4	Включення обертання шпинделя проти годинникової стрілки
M5	Останов шпинделя
M6	Зміна інструменту. Останов шпинделя. Останов виконання програми
M8	Включення подачі ЗОР
M9	Виключення подачі ЗОР
M13	Включення обертання шпинделя за годинниковою стрілкою. Включення подачі ЗОР
M14	Включення обертання шпинделя проти годинникової стрілки. Включення подачі ЗОР
M30	Останов виконання програми. Останов шпинделя. Подача ЗОР виключена.

Приклад виконання практичної роботи №2

(деякі пункти порядку виконання роботи не наведені)

Вихідні дані:

Тип виробництва – дрібносерійне. Шорсткість поверхні Ra12,5мкм.

Квалітет точності -14.

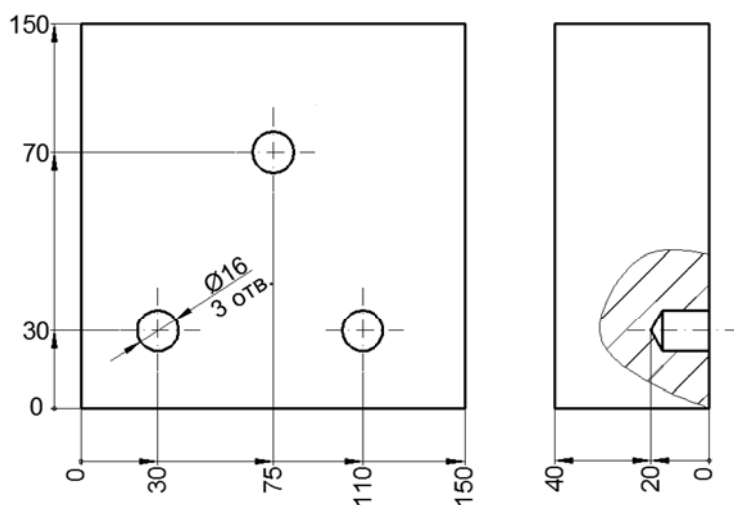


Рисунок 2.5- Ескіз деталі

Таблиця 2.3 – Програма обробки деталі з поясненнями

Програма	Пояснення до кадру
0 BEGIN PGM 01.2016 MM	Початок програми 01.2016
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-60	Задання параметрів заготовки призматичної форми 150x150x60мм
2 BLK FORM 0.2 X+150 Y+150 Z+0	
3 TOOL CALL 230 Z S2000	Виклик інструменту – свердло спіральне Ø8мм, частота обертання шпинделя n=2000об/хв
4 L X+200 Y+200 Z+200 R0 FMAX M3	Вихід інструменту на безпечну відстань на максимальній подачі, ввімкнення обертання шпинделя
5 L X+30 Y+30 Z+200 R0 FMAX	Вихід на координати отвору
6 L Z+2 R0 FMAX	Підвід інструменту до поверхні заготовки
7 L Z-20 R0 F200	Свердління з подачею s=200мм/хв
8 L Z+2 R0 FMAX	Виведення інструменту з отвору на максимальній подачі
9 L X+110 Y+30 R0 FMAX	Вихід на координати отвору на максимальній подачі
10 L Z-20 R0 F200	Свердління
11 L Z+2 R0 FMAX	Виведення інструменту з отвору на максимальній подачі
12 L X+75 Y+100 R0 FMAX	Вихід на координати отвору на максимальній подачі
13 L Z-20 R0 F200	Свердління
14 L Z+2 R0 FMAX	Виведення інструменту з отвору на максимальній подачі
15 L X+200 Y+200 Z+200 R0 FMAX M30	Вихід інструменту на безпечну відстань на максимальній подачі, вимкнення обертання шпинделя
16 END PGM 01.2016 MM	Закінчення програми

Тестування програми.

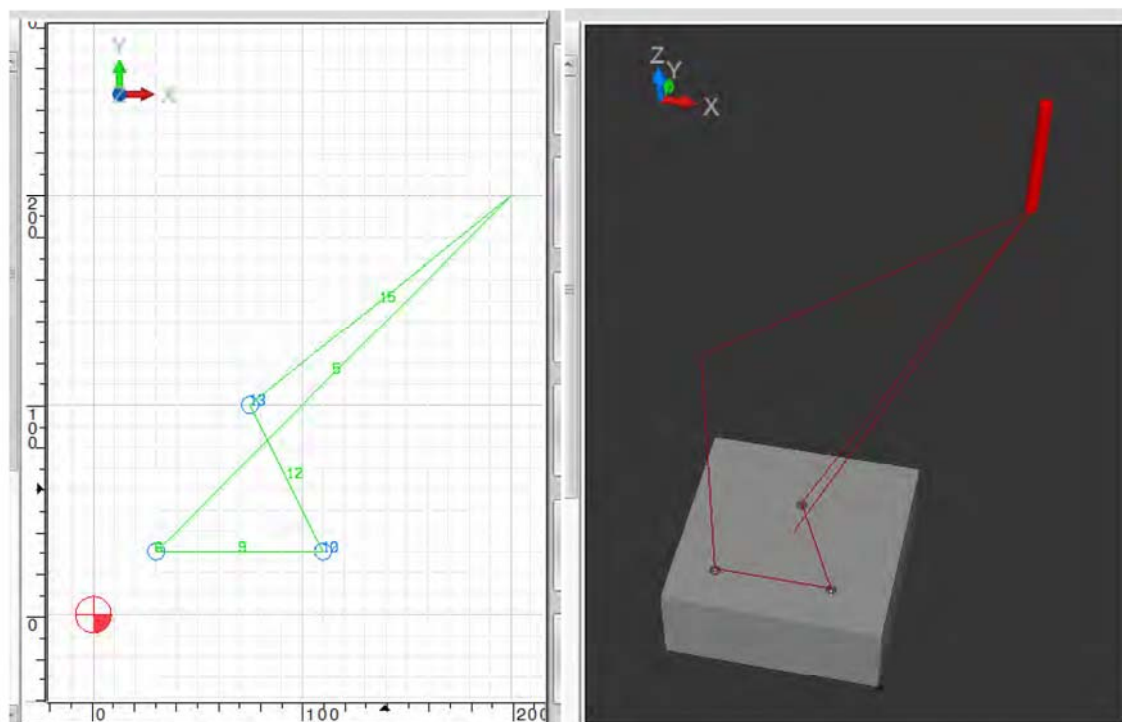


Рисунок 2.6 – Тестування програми обробки деталі

Висновок:

Програма обробки деталі складається з ____ кадрів, необхідний час для виконання обробки ____

PS: Не варто повністю копіювати програму і коментарі з прикладу. В них можливі помилки!!!!!!!

Завдання для виконання практичної роботи №2 наведено в додатку А (номер варіанта співпадає з номером по списку студента).

Практична робота №3

Простий контур

Мета: Опанувати використання функцій підведення-відведення інструменту (використати APR LN/DEP LN, APR CT/DEP CT, APR LT/DEP LT, функції переміщення при програмуванні простого контуру і розробити програму обробки деталі в середовищі HeidenHain за заданими вихідними даними.

Порядок виконання роботи:

1. Ознайомитися з функціями підведення-відведення інструменту (використати APR LN/DEP LN, APR CT/DEP CT, APR LT/DEP LT, функціями переміщення при програмуванні простого контуру.
2. Отримати завдання.
3. Виконати ескіз/креслення деталі.
4. Вибрати інструмент.
5. Вибрати режими різання.
6. Написати програму обробки деталі з поясненнями до кадрів.
7. Тест програми. Навести скріни режиму тестування програми.
8. Написати програму обробки деталі з поясненнями до кадрів, змінивши напрямок обробки (проти годинникової стрілки), використати функції траєкторії підведення-відведення інструменту (використати APR LN/DEP LN, APR CT/DEP CT, APR LT/DEP LT).
9. Навести текст програми з поясненнями до кадрів.
10. Тест програми. Навести скріни режиму тестування програми.
11. Висновок.
12. Список використаної літератури (довідники, за якими Ви обирали режими різання).
13. Оформити протокол –на А4 (штамп на 40мм- 1 сторінка, наступні- на15мм).

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Підведення-відведення інструменту при фрезеруванні зовнішнього контуру виконується за допомогою функцій APR LN/DEP LN, APR CT/DEP CT, APR LT/DEP LT. В таблиці наведені схеми обробки з використанням функцій APR LN/DEP LN, APR CT/DEP CT, APR LT/DEP LT та пояснення до них.

Приклад написання програми

Вихідні дані:

Матеріал деталі-сталь 45 ГОСТ1050-88.

Квалітет точності-14.

Шорсткість поверхні-Ra12,5мкм.

Тип виробництва-дрібносерійний.

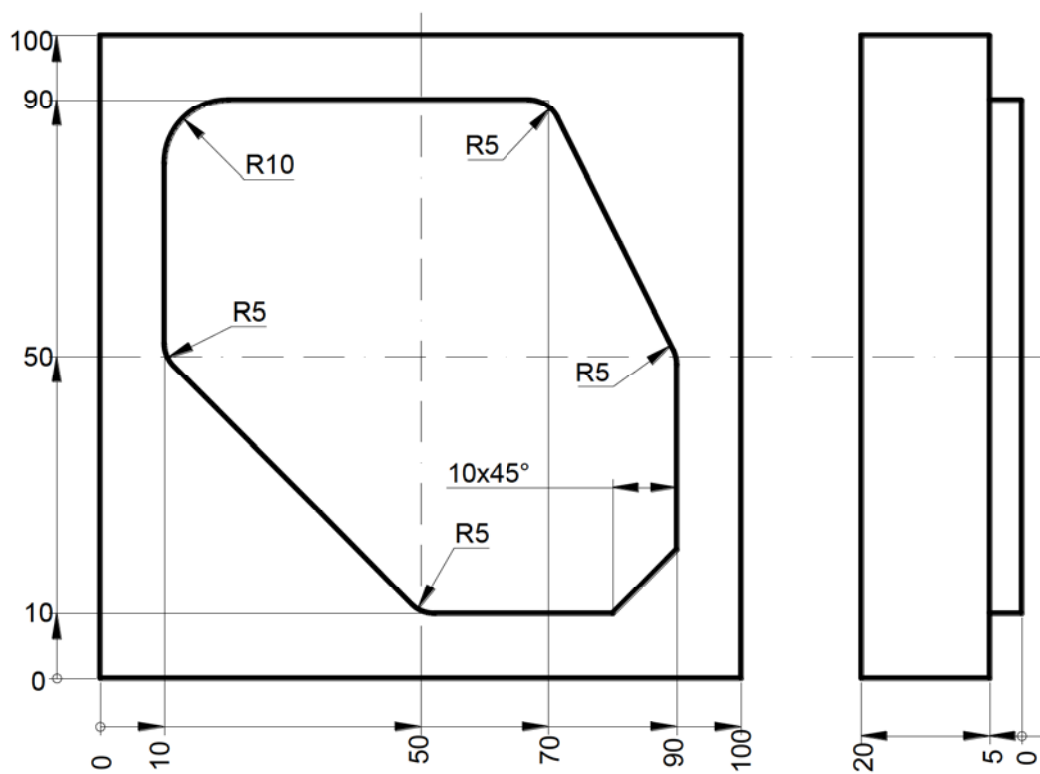


Рисунок 3.2- Ескіз деталі

Список літератури

1. Руководство пользователя Heidenhain. TNC 640
<https://www.Heidenhain.ua/>
 2. TNC 640. Руководство пользователя «Диалог открытым текстом HEIDENHAIN» [Электронный ресурс] – 2013. – Режим доступа до ресурсу:
http://content.heidenhain.de/doku/tnc_guide/pdf_files/TNC640/34059x-02/bhb/892903-R0.pdf
 3. TNC 640. Руководство пользователя. Программирование циклов – 2013.
– Режим доступа до ресурсу:
http://content.heidenhain.de/doku/tnc_guide/pdf_files/TNC640/34059x-02/zyklen/892905-R0.pdf
-