

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

А.С. Довбиш

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

«Система управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A»

Керівник проекту

Доцент к.т.н.

Студент групи СумДУ СУ-71

Толбатов В. А.

Домрачев С. В.

Ном.поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. лист.	Кільк. екз.	Примітка
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	1	1	
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4	СУ-71.6.151.02.ДП.ТЗ	Технічне завдання	2	1	
3	A4	СУ-71.6.151.02.ДП.ПЗ	Реферат	1	1	
4	A4	СУ-71.6.151.02.ДП.ПЗ	Пояснювальна записка	55	1	
			<u>Документація конструкторська</u>			
5	A4	СУ-71.6.151.02.ДП.ЭЗ	Функціональна схема автоматизації	1	1	

					<b>СУ-71.6.151.11.ДП</b>		
<i>Змн</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		Домрачев С. В.			<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>		Толбатов В. А.			Т	2	1
<i>Реценз.</i>					<b>СумДУ СУ-71</b>		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затвердив</i>							
					<b>Система управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A</b>		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

А.С. Довбиш

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту  
Домрачеву Степану Владиславовичу

1. Тема проекту: Система управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A.
2. Затверджено наказом ректора університету № 0185-VI від 14.04.2021 року.
3. Термін здачі студентом закінченого проекту «31» травня 2021 р.
4. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, тези, перелік літературних джерел з матеріалами та технічна документація, в якій описана технологічна документація системи управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A.
5. Зміст пояснювальної записки: аналіз технологічного процесу роботи токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A; розробка та проектування функціональної схеми автоматизації та опис роботи; вибір засобів для автоматизації, захисту, сигналізації та програмного забезпечення.
6. Перелік графічних матеріалів: 1 додаток, 30 рисунків.

## 7. План проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок – кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Пошук, аналіз та підбір літератури та джерел.	23.02.2021 – 27.02.2021
2	Ознайомлення з документацією для засобу автоматизації	28.02.2021 – 04.03.2021
3	Опис технологічного процесу.	05.03.2021 – 12.03.2021
4	Розробка основних схем автоматизації.	13.03.2021 – 25.03.2021
5	Розробка пояснювальної записки.	26.03.2021 – 20.04.2021
6	Вибір засобів автоматизації для проекту.	21.04.2021 – 09.05.2021
7	Завершення написання дипломного проекту та додаткової документації.	10.05.2021 – 31.05.2021

## 8. Дата видачі завдання 20.02.21

Керівник проекту:  
доцент, к. т. н.

Толбатов В. А.

До виконання прийняв:  
студент-дипломник  
групи СУ-71

Домрачев С. В.

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

*на проектування системи управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A*

Погоджено:

Керівник проекту

Толбатов В. А.

Доцент ктн

Проектував:

Студент групи СумДУ СУ-71

Домрачев С. В.

1. Тема проекту та галузь застосування: система управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A, може використовуватися на виробництвах

2. Затвержено ректором Сумського державного університету № 0185-VI від 14.04.2021 року.

3. Призначення і мета проекту: розробити систему управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A

Для досягнення поставленої задачі була розроблена технічна документація, а саме: розробка та побудова функціональної схеми автоматизації.

4. Література для розроблення та джерела: аналіз різноманітних систем керування за тематикою, конструкторська документація, яка була отримана в процесі проходження переддипломної практики, вебсайти, статті, тези.

5. Функціонування об'єкта: періодичність технічного огляду не рідше 2-4 разів на рік. Щоб забезпечити надійну роботу без завад, система управління має бути обрана з урахуванням визначеного об'єкта автоматизації.

6. Технічні вимоги: система управління має бути надійною, швидкодіююю, точною, забезпечувати безпечну експлуатацію і монтажні роботи, зручною в управлінні.

7. Економічні показники якості: зменшення витрат на обслуговування системи за рахунок використання сучасних систем управління та ефективних алгоритмів функціонування, що в свою чергу підвищує якість функціонування.

8. План для проектних робіт:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок – кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Пошук, аналіз та підбір літератури та джерел.	22.03.2021 – 23.04.2021
2	Ознайомлення з документацією для засобу автоматизації	26.03.2021 – 05.04.2021
3	Опис технологічного процесу.	04.04.2021 – 12.05.2021
4	Розробка основних схем автоматизації.	12.04.2021 – 25.05.2021
5	Розробка пояснювальної записки.	25.04.2021 – 20.05.2021
6	Вибір засобів автоматизації для проекту.	20.05.2021 – 21.05.2021
7	Завершення написання дипломного проекту та додаткової документації.	22.05.2021 – 31.05.2021

## РЕФЕРАТ

Домрачев Степан Владиславович. Система управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A. Пояснювальна записка до дипломного проекту. Сумський державний університет. Суми, 2021 рік.

Система автоматизації розроблена на базі контролера Sinumeric 840D.

Проект містить 47 аркушів пояснювальної записки, в яку входить 30 рисунків, 4 таблиці 1 додаток, та 26 джерел інформації.

Проведено технічний аналіз роботи токарного верстата. В результаті аналізу розроблено систему управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A. У пояснювальній записці представлено короткий опис технологічного процесу та підібрані необхідні засоби автоматизації для даної системи.

Ключові слова: верстат, автоматизація, програмований логічний контролер, панель управління, виконуючі механізми, сигнальні модулі, програмне забезпечення, система управління, функціональна схема автоматизації.

## ABSTRACT

Domrachev Stepan Vladislavovich. PDL-T8A CNC lathe control system. Explanatory note to the diploma project. Sumy State University. Sumy, 2021.

The automation system is developed on the basis of the **Sinumeric 840D**.

The project contains 47 sheets of explanatory note, which includes 30 figures, 4 table, 1 appendices, and 26 sources of information.

The technical analysis of work of the lathe is carried out. As a result of the analysis the control system of the CNC lathe of the PDL-T8A model is developed. The explanatory note provides a brief description of the technological process and selected the necessary automation tools for this system.

Keywords: machine, automation, programmable logic controller, control panel, actuators, signal modules, software, control system, functional scheme of automation.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

**«Система управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A»**

Керівник проекту  
доцент к. т. н.

Толбатов В. А.

Студент групи СумДУ СУ-71

Домрачев С. В.



## ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначення .....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 Огляд систем управління токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.....	6
1.1 Призначення .....	6
1.2 Основні технічні дані.....	6
1.3 Склад, будова та робота токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.....	8
1.4 Алгоритм роботи токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A .....	10
РОЗДІЛ II. Система управління токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.....	12
2.1 Структура системи управління токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.....	12
2.2 Ріжучі інструменти та умови різання.....	12
2.3 Апаратна частина системи токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.....	15
РОЗДІЛ 3. Обладнання системи управління токарним верстатом PDL-T8A.....	22
3.1 Система ЧПУ SINUMERIK 840D.....	22
3.1.1 Область застосування.....	22
3.1.2 Характеристики.....	23
3.1.3 Конструкція.....	23
3.1.4 Функції.....	23
3.1.5 Інтеграція.....	24
3.2 Програмований контролер Siemens S7-300.....	25
3.3 Контактний давач OLP40.....	26
3.4 Електропривод Bosch Rexroth.....	27
3.5 Електропривод подачі ABB DCS 550.....	28
3.6 Розробка структурної схеми токарного верстата системи ЧПУ.....	29
РОЗДІЛ 4. Програмне забезпечення системи управління токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.....	32
4.1 Середовище для побудови програми для ПЛК системи управління.....	32
4.2 Програмне забезпечення для системи токарним верстатом.....	36
4.3 Інтерфейс оператора.....	41
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
4.1 Загальні положення .....	45
4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	46
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48

					<b>СУ-71.6.151.11.ДП</b>							
<i>Змн</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>								
<i>Розробив</i>	Домрачев С. В.				Система управління токарного верстату з ЧПУ моделі PDL-T8A			<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>		
<i>Перевірів</i>	Толбатов В. А.							Т	2	55		
<i>Реценз.</i>								<b>СумДУ СУ-71</b>				
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затвердив</i>												

### Скорочення та умовні позначення

ЧПУ – число програмне управління

САПР – система автоматичного проектування

АСУ – автоматизована система управління;

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПЗО – прилад зв'язку з об'єктом;

АРМ – автоматизоване робоче місце;

ЕОМ – електронно обчислювальна машина;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

МК – мікроконтролер;

ВМ – виконавчий механізм;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – промисловий комп'ютер;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПУ – панель управління;

ТПВ – технологічна підготовка виробництва;

КП – керуюча програма;

САП – система автоматичного програмування;

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

## ВСТУП

У наш час все частіше можна зустріти нові верстати, які керуються не людьми, як ми всі звикли, а комп'ютерної програмою. Такий метод управління називається «Числове Програмне Управління».

Числове програмне управління використовується на виробництвах, а також в майстернях. Система автоматизованого управління допоможе витратити менше часу на виробництво та підвищить якість виробленої продукції.

У автоматизовану систему входять асинхронні двигуни з векторною програмою керування, мають три осі руху електричного гравера: X, Z, Y.

Як правило, на верстатах у яких присутня технологія ЧПУ використовується гравер, або фрезер, на якому є можливість змінювати насадки. Верстати з числовим управлінням застосовується для матеріалів елементів декору і не тільки. ЧПУ верстати, в зв'язку з популяризацією в комп'ютерному світі, повинні мати безліч функцій. До таких функцій відносяться: фрезерування; гравірування; свердління; лазерне різання; графічний пристрій. Фрезерування - механічний процес оброблення матеріалу, в процесі якого, ріжучої суб'єкт (насадка у вигляді фрези), виробляє обертальні ходу на поверхні заготовки.

Гравірування - полягає в нанесенні будь-якої фігури на поверхні заготовки. Для цього застосовують фрези або різець (ріжучий інструмент, клинкоподібній, призначений для оброблення твердих матеріалів на токарних верстатах. Обробка проводиться поглибленням ріжучої кромки в поверхню корпусу заготовки завдяки руху різця відносно поверхні заготовки. Свердління - загальнопоширений технологічний спосіб отримання отворів різанням, а також вид механічної обробки матеріалів різанням, при якому за допомогою особливого інструменту (свердла), за допомогою якого отримують отвори різноманітного діаметру і глибини, або багатогранні отвори різного перетину і глибини. Лазерне Різання - метод термічного різання і розкрою матеріалів, при якій в якості джерела енергії застосовується промінь піднесеної потужності. Сфокусований лазерний промінь, керований числовим програмним управлінням гарантує високу концентрацію енергії і дозволяє розрізати абсолютно всі матеріали незалежно від їх теплофізичних властивостей. Випромінювання які є достатніми для використання лазерів при технологічних процесах різання (розкрою), має в своєму розпорядженні діапазон довжини хвиль від 0,4 до 10,6 мкм. Зокрема, для різання різноманітних матеріалів найкращий результат приносить довжина хвилі 10,6 мкм, яка виробляється газовими CO2 лазерами з активним середовищем суміші

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4

вуглекислого газу з азотом і гелієм. Випромінювання з даною довжиною хвилі непогано поглинається безліччю неметалічних матеріалів і в дещо меншій ступені металевими сплавами. Матеріали з високим коефіцієнтом відображення (мідь, алюміній) гірше піддаються лазерному різанню.

Технологічні властивості і можливості наданих верстатів прирівнюються до багатоцільовим верстатів. Однак, в сьогоденному світі, акцентують увагу на дві варіації верстатів: токарні та фрезерні.

Призначення токарних верстатів полягає в створенні деталей по типу тіл обертання, полягає в обробці поверхні заготовки. Також виробництво внутрішніх й зовнішніх різьб. Фрезерний верстат, призначений для обробки фрезою плоских і фасонних поверхонь, тіл обертання, зубчастих коліс та інших заготовок. Деталь, прикріплена на столі, робить поступальний переміщення (криволінійне або прямолінійний), при цьому фреза робить обертальний рух. Управління металорізальних верстатом здійснюється вручну, механічно або автоматично за допомогою системи ЧПУ.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## РОЗДІЛ 1

### Огляд систем управління токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A

#### 1.1 Призначення.

Верстаки з ЧПУ мають переміщувати заготовку по заданим умовним параметрам з високою швидкістю при збереженні точності цих переміщень в межах заданих оператором протягом тривалої експлуатації. Компоновка верстатів з ЧПУ повинна поєднувати у собі різні види обробки, автоматичне завантаження і вивантаження деталей, автоматично або дистанційно керувати зміною інструменту, можливість монтування у загальну систему управління. Точність обробки визначається жорсткістю верстата і точністю виготовлення.

У верстатах з ЧПУ використовуються короткі кінематичні ланцюги, це підвищує жорсткість верстатів, як статичну так динамічну. Для всіх виконавчих механізмів застосовуються автономні приводи з мінімальним числом механічних передач. Ці приводи повинні мати високу швидкість спрацювання. Точність верстатів з ЧПУ підвищується шляхом усунення зазорів в передаточних механізмах приводів, зменшення витрат на тертя в направляючих і механізмах, підвищенням стійкості до вібрацій, а також зменшення деформацій причинених теплом.

За технологічними можливостями і ознаками верстата з ЧПУ класифікуються аналогічно універсальним верстатам, за допомогою яких виготовляється більша частина верстатів з ЧПУ. Токарні верстата з ЧПУ призначені для обробки внутрішніх і зовнішніх поверхонь деталей, а також для нарізання різьби.

#### 1.2 Основні технічні данні.

Найменування / модель	PDL-T8A
Система ЧПУ <b>Sinumeric 840D</b>	
Переміщення	
Обробка над станиною	Ø550mm
Обробка над супортом	Ø330mm
Максимальний діаметр обробки (mm)	Ø250(VDI)/
	Ø350(8 T)/
	Ø300(10T)
Переміщення по осі X	220mm

Переміщення по осі Z	650mm
Похила станина	450
<b>Шпіндель</b>	
Відстань від центру шпинделя до статі	950mm
Конус шпинделя	A2-8
Система затиску в патроні	Гидравлическа я
<b>Діаметр патрона</b>	10 <sup>3</sup> /254mm
Скорость шпинделя	3,500 об/мин
Потужність шпинделя	11/15 кВт
Револьверна голова	
Діаметр диска револьверної голови	Ø318mm (8 шт.)
Конус	VDI-40
Кількість інструменту	
Розмір інструменту	25*25mm
Задня бабка	
Конус задньої бабки	MT#5
Діаметр / переміщення	Ø95*125mm
Максимальна зажимное зусилля	30кг/см2
Осі	
Загальна інформація	
Система охолодження	165 литров
Система змазки	Автоматическ ая
Розміри верстата (см)	200*355*196
Вага	5,000 кг

Таблица 1 – Основні технічні дані.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

### 1.3 Склад, будова та робота токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.

Існує два типи токарних верстатів з ЧПУ: 1) горизонтальна ось обертання шпинделя 2) вертикальна ось обертання шпинделя

Центрові верстати відносно не популярний вид токарних верстатів з ЧПУ. Вони призначені для зовнішньої обробки валів, включаючи нарізання різьби різцем. Патронні верстати дуже популярний вид токарних верстатів. Вони призначені для зовнішньої та внутрішньої обробки деталей типу фланців та втулок. Патронні верстати можуть проводити свердління, зенкерування, розвертування, нарізання різьби мітчиками й плашками, а також нарізання зовнішньої та внутрішньої різьби різцем. Патронно–центрові верстати являють собою широко розповсюджений вид токарних верстатів. Вони поєднують технологічні можливості перших двох груп. Їх використовують для патронної та центральної обробки деталей. Карусельні верстати використовують для обробки деталей типу фланців, дисків і корпусів великих розмірів. Поверхні деталей розподіляють на головні і допоміжні, в залежності від призначення та точності обробки. Циліндричні та конічні, а також поверхні з криволінійною твірною та неглибокі (до 1 мм) канавки й виточки відносять до головних поверхонь. Обробка головних поверхонь виконується прохідними, контурними та розточувальними різцями.

Торцеві та кутові канавки, нарізні поверхні, канавки під клинові паси відносяться до допоміжних поверхонь. Існує багато різних поверхонь, що обробляється, але для всіх типів поверхонь використовують такий алгоритм дій: 1) центрування; 2) свердління; 3) підрізання торців; 4) попередня обробка головних поверхонь; 5) попередня обробка допоміжних поверхонь; 6) фінішна обробка допоміжних поверхонь; 7) фінішна обробка всіх поверхонь. Послідовність може змінюватись. Послідовність визначається кількістю різального інструменту на револьверній головці чи в магазині верстата, формою деталі, та іншими технологічними факторами.

Заготовки, що обробляються на верстатах з ЧПУ, набувають кінцеву форму шляхом виточування циліндричних, конічних, сферичних та торцевих поверхонь, з можливим додаванням канавок, фасок, тощо. Різні типи різців використовуються для торцевої, зовнішньої та внутрішньої обробки вказаних поверхонь, а також для проточки канавок та нарізання прорізів. Свердлами, зенкерами та розвертками проводять обробку отворів. Вибір різців використовується за однаковими правилам і рекомендаціями, які використовуються й для верстатів із ручним керуванням.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		8

При цьому слід враховувати, що під час механічного циклу оброблення геометрія ріжучої частини різця зобов'язана гарантувати надійне стружколомання.

Будь-яка ділянка токарного оброблення на верстатах з ЧПУ безумовно підходить для одного технологічного переходу і визначається в підпорядкованості від конфігурації чорнових або чистових контурів компонентних і технологічних здібностей різця, використовуваного на цьому переході. Залежно від конфігурації відділення чорнового або чистового силуету деталі, обумовлюється технологічний перехід, відділи оброблення ділять на відкриті, напіввідкриті, закриті і комбіновані. Відкрита зона (рис. 1.1, а) формується для знімання припуску або напуску з циліндричної або конічної поверхні. Конфігурація цієї зони не впливає на вибір головного та допоміжного кутів у плані. Найтиповішою є напіввідкрита зона (рис. 1.1, б), конфігурацію якої регламентує головний кут в плані різця. Закриті ділянки (рис. 1, в), які зустрічаються переважно при обробленні додаткових поверхонь, накладають обмеження як на величини головного, так і допоміжних кутів в плані. Комбіновані зони (рис. 1.1, г) є поєднанням двох або трьох зон, що розглянуті вище.

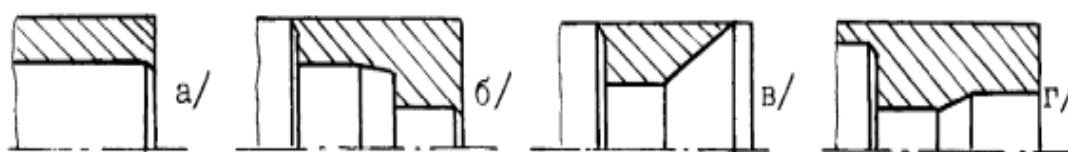


Рисунок 1.1 – Зони токарної обробки (а – відкрита; б – напіввідкрита; в - закрита; г – комбінована).

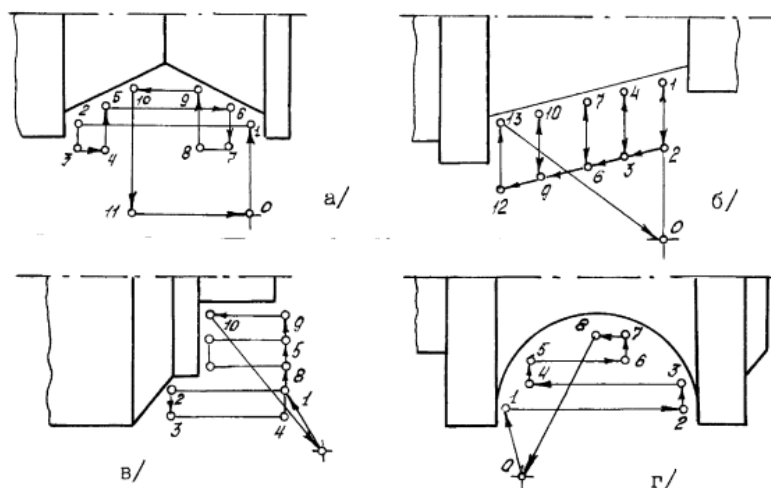


Рисунок 1.2 – Типові схеми руху інструмента: а – «петля»; б – «зигзаг»; в – «виток»; г – «спуск».



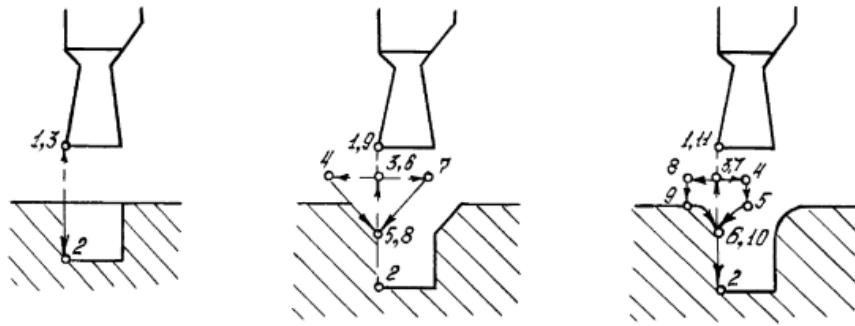


Рисунок 1.3 – Типові схеми обробки простих канавок: а – прямокутної; б - з фасками; в - зі округленнями.

#### 1.4 Алгоритм роботи токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.

ТПВ — це сукупність заходів, для забезпечення технологічної готовності до запуску виробництва нового виробу при мінімальних матеріальних, трудових і часових витратах. Іншими словами це тестовий запуск виробництва деталі з проробкою усіх технологічних процесів, з побудовою по крокової інструкції для переміщення інструмента для певного геометричного елемента поверхні деталі (дуга, циліндр, конус та інші). Кроками називають певне переміщення інструменту або технологічний процес оброблення деталі різьбленими режимами різання.

Результатом програмування є КП, яка являє собою сукупність команд на мові програмування і визначає алгоритм функціонування верстата по обробці конкретної заготовки. При автоматизованому програмуванні в ідеальному випадку всі завдання ручного програмування повинні вирішуватися на ЕОМ.

Оператор, керуючий станком з ЧПУ, зазвичай не бере безпосередньої участі у формуванні деталі, точність одержуваних розмірів і якість обробки забезпечується КП і точністю верстата.

"Автоматизоване" програмування полягає в тому, що ряд завдань виконується за допомогою САП. САП - це комплекс технічних, програмних, мовних та інформаційних засобів, що здійснюють перетворення даних креслення і технології в коди пристрою для управління обладнанням з ЧПУ. Структуру САП можна уявити собі у вигляді, рис. 1.4. Вони зазвичай організовані по структурі: вхідна мова, процесор, проміжна мову, постпроцесор.

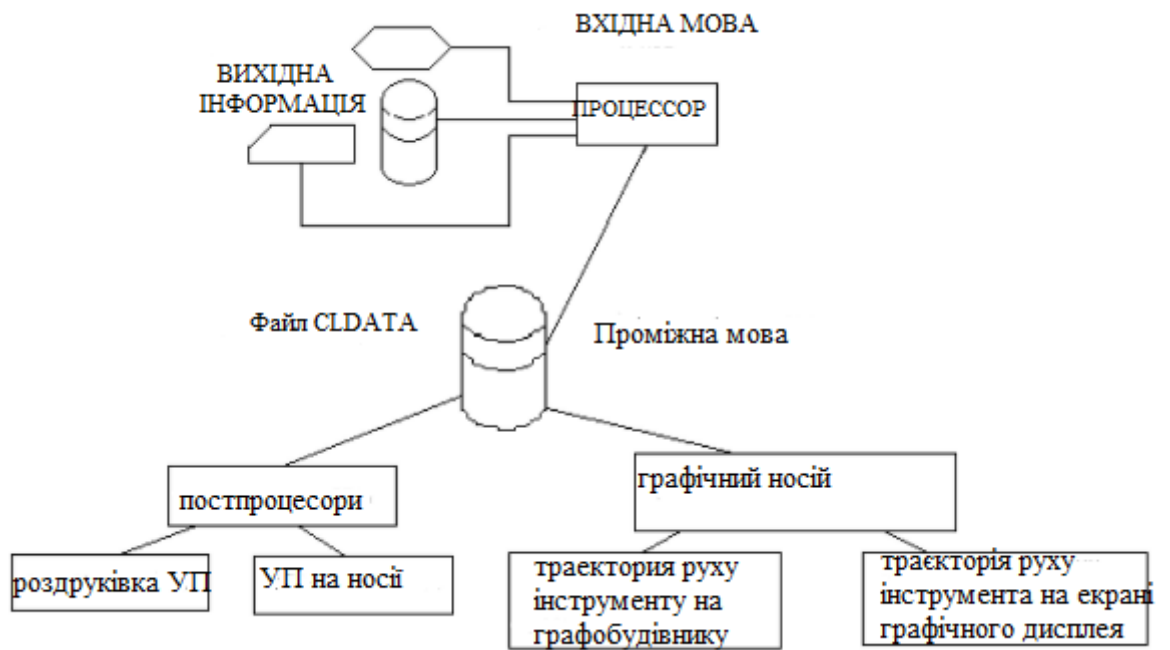


Рисунок 1.4 – Структурна схема САП.

## РОЗДІЛ 2

### Система управління токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A

#### 2.1 Структура системи управління токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.

Система управління призначена для роботи з датчиками, допоміжним обладнанням а також механізмами агрегату. Вхідними та вихідними сигналами системи управління є параметри агрегату та його механізмів, що вимагають контролю та управління. Для обробки деталі за допомогою верстата з ЧПУ спочатку створюють програму на основі креслення деталі, а потім приступають до роботи на верстаті з ЧПУ з використанням цієї програми.

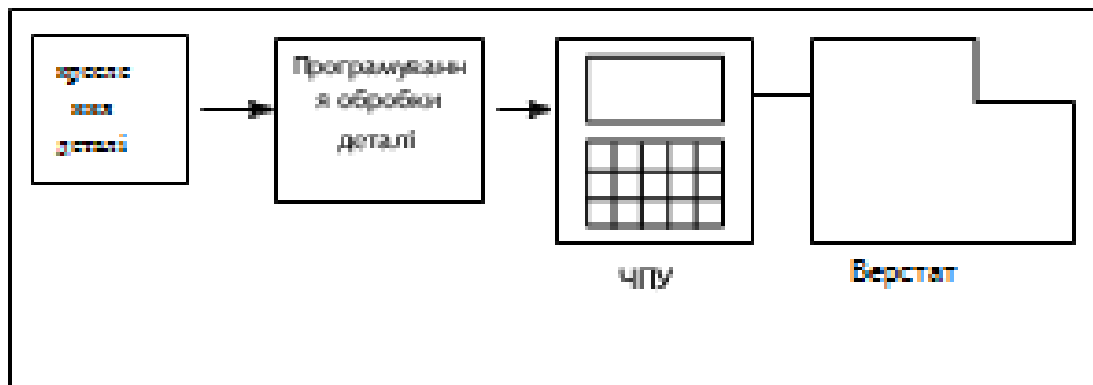


Рисунок 2.1 – Порядок обробки деталі.

Перед початком програмування складіть план обробки деталі. План обробки: 1) визначення діапазону обробки заготовок; 2) Метод закріплення заготовок на верстаті; 3) Послідовність обробки для кожного процесу різання.

#### 2.2 Ріжучі інструменти та умови різання/

Інструмент переміщається уздовж прямих ліній і дуг, які складають фігуру оброблюваних заготовок.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

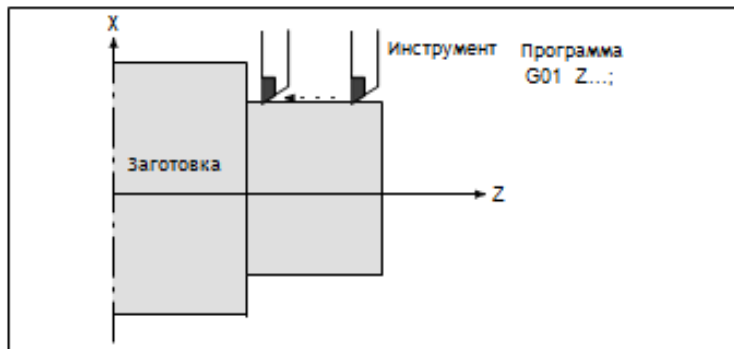


Рисунок 2.2 - Переміщення інструменту уздовж прямої лінії, паралельної осі Z.

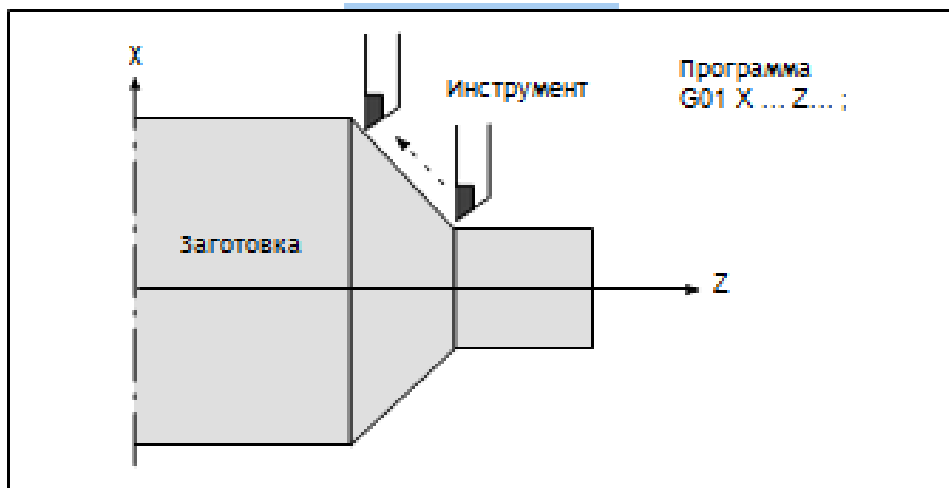


Рисунок 2.3 - Переміщення інструменту уздовж лінії конуса.

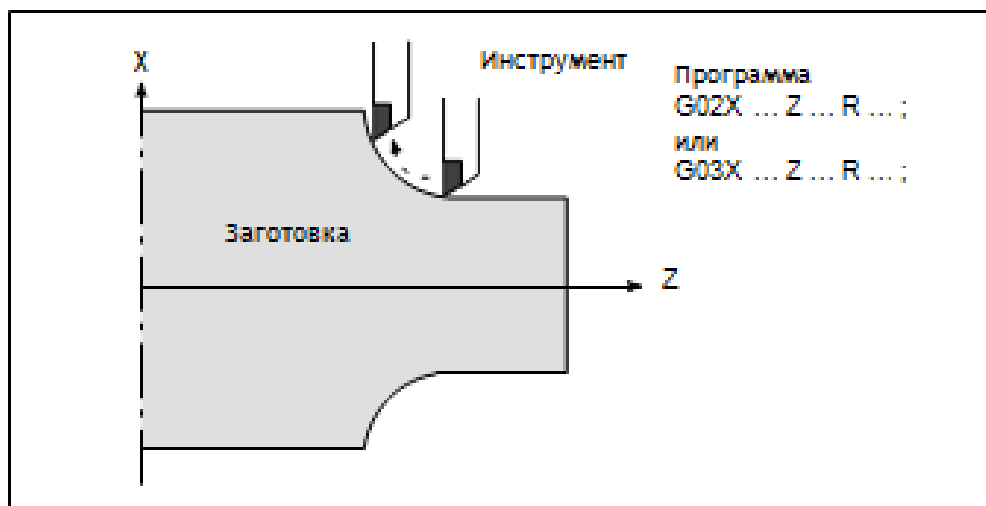


Рисунок 2.4 - Переміщення інструменту по дузі.

Термін "інтерполяція" відноситься до операції, при якій інструмент переміщається уздовж прямої лінії або дуги описаним вище способом. Символи запрограмованих команд G01, G02, ... називаються підготовчої функцією; задають тип інтерполяції, виконуваної в пристрої управління.

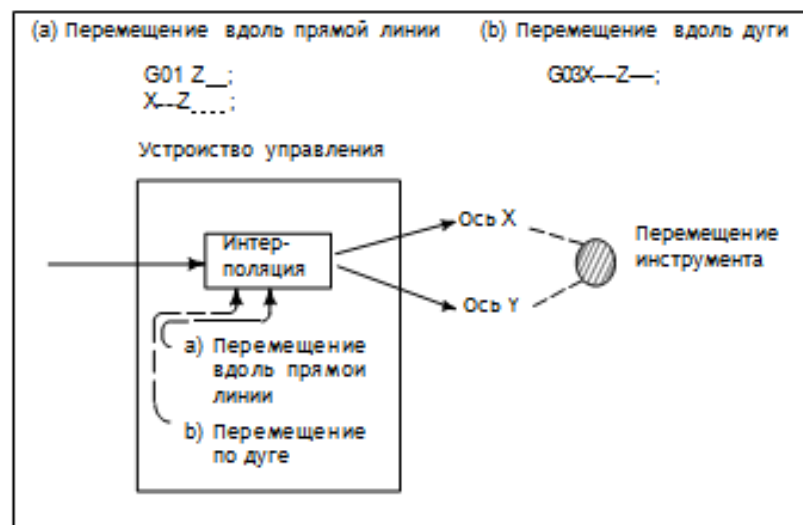


Рисунок 2.4– Функція інтерполяції.

Різьба може бути нарізана за допомогою переміщення інструменту синхронно з обертанням шпинделя. У програмі задайте за допомогою G32 функцію нарізування різьблення.

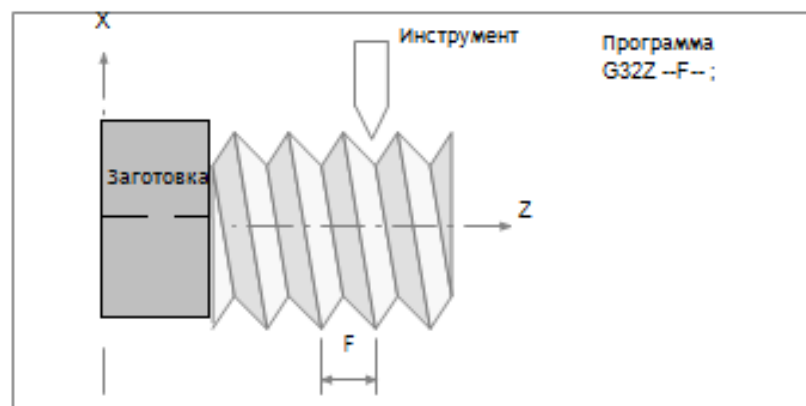


Рисунок 2.5 - Нарізання прямий циліндричного різьблення.

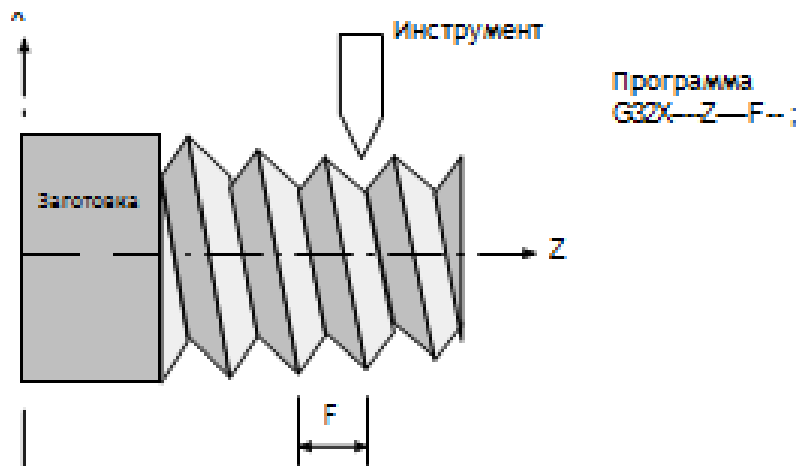


Рисунок 2.6 - Нарізання конічного різьблення.

Переміщення інструменту із заданою швидкістю різання заготовки називається подачею.

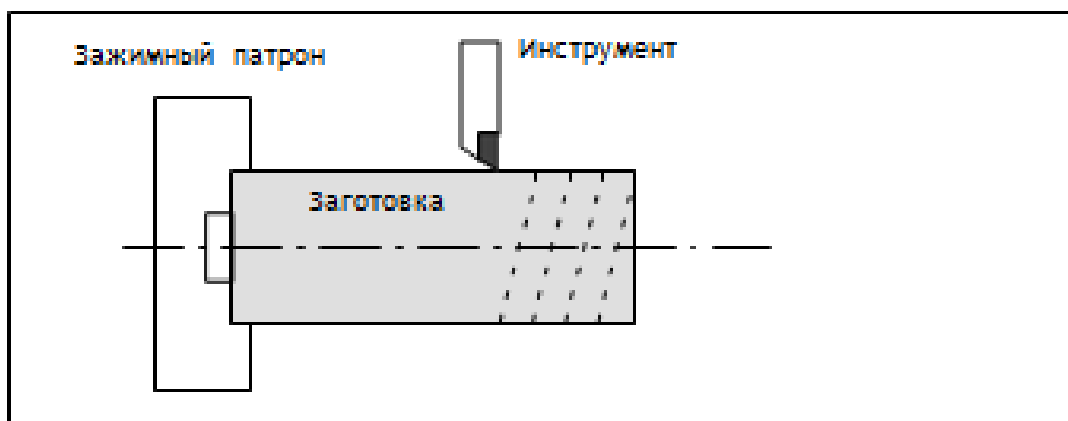


Рисунок 2.7 – Функція подачі.

Швидкість подачі можна задати за допомогою дійсних чисел. Наприклад, для подачі інструменту на 2 мм за один оборот заготовки можна скористатися наступною командою: F2.0

### 2.3 Апаратна частина системи токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A.

За допомогою класифікації архітектурних розв'язків можна побачити еволюцію ЧПУ.

Існує дві основні групи систем ЧПУ: 1) Програмно-апаратні системи CNC; 2) Однокомп'ютерні й двухкомп'ютерні системи PCNC.

Лише фірми, які мають досвід розробки власної високоякісної мікроелектронної апаратури можуть випускати програмно-апаратні системи. На сьогодні ми можемо бачити багато пропозицій з модифікацією класичної системи з персональним комп'ютером. У данному випадку комп'ютер є терміналом з інтерфейсом оператора.

Існують системи в яких міститься два компоненти термінал та обчислювальний пристрій. Такі системи називають однокomp'ютерні та двокomp'ютерні системи PCNC.

У таких системах особливість у тому, що кожен компонент реалізован окремо (двокомп'ютерний варіант), або він може бути реалізованим на одному комп'ютері, але на різних платах. Центральною частиною усієї системи числового програмування є підсистема керування верстата з ЧПУ. Підсистема керування аналізує програму та віддає накази агрегатам верстата на виконання різних операцій. А також вона виводить на дисплей данні, які в свою чергу дозволяють оператору контролювати процес роботи.

Існує два типи систем керування закриті та відкриті, так би мовити ПК-сумісні. Закриті системи керування більш надійні бо вони мають власну логіку, власні алгоритми та цикли роботи. Тому самостійно оновлювати програмне забезпечення та редагувати налаштування такої системи практично неможливо. Відкриті системами керування вважають ПК-сумісні системи. Їх архітектура схожа на архітектуру домашнього персонального комп'ютера. Головний аспект чому саме ПК-сумісні системи настільки популярні полягає в невеликій вартості електронних компонентів та їх доступності. Але надійність цих систем нижча ніж систем керування закритого типу.

Процесор – це серце підсистеми керування. Зазвичай він розташований в корпусі ЧПУ, який обладнаний клавіатурою та монітором для відображення процесів, що відбуваються. Контролер – комп'ютеризований пристрій який керує траєкторією руху різального інструменту, реалізує технологічні команди керування пристроями верстата, виконує загальне керування, редагування, діагностику та допоміжні розрахунки.

Промисловий комп'ютер виконує функції контролера, на ньому побудована система, що програмується, також використовують. Постійна пам'ять (ПЗП) та оперативна пам'ять (ОЗП) входять до структурного складу ЧПУ. Постійна пам'ять потрібна у якості карти пам'яті або жорсткого диску для довготривалого зберігання інформації (роки і десятки років). Оперативна пам'ять у свою чергу потрібна для тимчасового зберігання керуючих та системних програм, що використовуються в даний момент. Усі ці складові являють собою інтерфейс користувача.

Розробка програм на сьогоднішній день робиться із застосуванням особливих модулів для систем автоматичного проектування (САПР) або окремих систем автоматизованого програмування (САМ), які у свою чергу генерують програму обробки. Оператор може відредагувати керуючу програму в процесі створення або навіть в процесі роботи. За допомогою системної програми редактора виводячи на дисплей усю потрібну йому інформацію.

Керуюча програма виконує крок за кроком під час роботи в режимі виготовлення. Контролер викликає із постійної пам'яті відповідні системні підпрограми у відповідності до команд керуючої програми. Підпрограми у свою чергу заставляють працювати підключене до ЧПУ обладнання в відповідності з алгоритмом дій. На привод подач, головний привод чи пристрій керування автоматикою верстата поступає електричний сигнал, який в свою чергу є результатом роботи контролера. Інтерполятор використовується для визначення потрібної траєкторії переміщення робочого органу у відповідності до керуючої програми. Він за допомогою заданих в програмі початковими та кінцевими точками розраховує положення проміжних точок траєкторії.

Верстати з ЧПУ завдяки системі керування мають великі технологічні можливості при збереженні високої надійності. Системи ЧПУ розподіляють на позиційні, синхронні, універсальні, контурні в залежності від їх характеру руху виконавчих органів. Якщо вам потрібно переміщення виконавчого органу в задану координату, вам потрібне позиційне керування. При цьому вид траєкторії переміщення не задається і оброблювання не виконується. Точність потрібна тільки при зупинці на певній координаті. Для отримання потрібної форми оброблюваної поверхні з установленою швидкістю по заданій траєкторії виконується при контурному керуванні.

Існують контурні криволінійні та прямокутні системи, та синхронні системи ЧПУ. Контурні прямокутні системи можуть керувати рух лише по одній координаті для оброблювання поверхні, що паралельна даній вісі. Як і в позиційній системі програмуються кінцеві координати точок переміщення, але вказується швидкість переміщення відповідно до заданих режимів різання. По кожній із координатних вісей виконується послідовне переміщення. Формоутворення при оброблюванні заготовки з одночасним узгодженим рухом виконавчого органу по декількох координатах забезпечують контурні криволінійні системи. Відповідно до заданої форми обробленої поверхні та результуючої швидкості, яка в свою чергу розрахована для заданих режимів різання розробляють програму переміщення виконавчих органів. Як по створенню програм так і по вимогам до приводу подач це

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17



найскладніші системи. В основному в зубооброблювальних верстатах, де необхідно витримувати постійне співвідношення швидкостей не менше ніж по двох координатних вісях використовують синхронні системи. Завдяки конфігурації інструменту реалізується формоутворення. Принципи позиційного та контурного криволінійного об'єднуються в універсальному керуванні, це дозволяє виконувати позиціонування в задану координату та рух виконавчих органів по відповідній траєкторії. Таке управління є найбільш ефективне для багатоцільових верстатів.

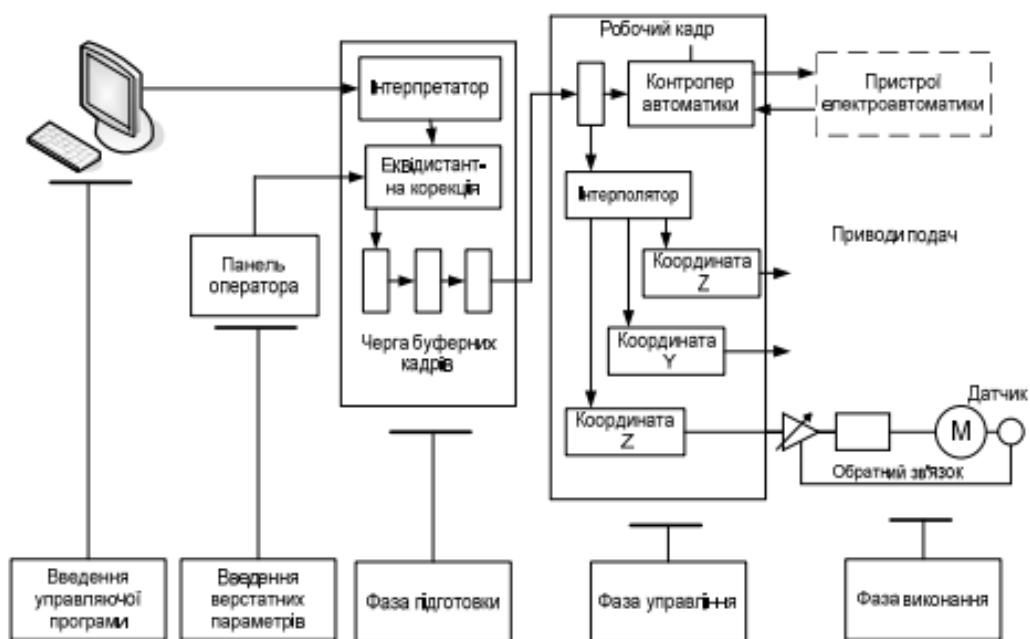


Рисунок 2.8 – Архітектура системи ЧПУ.

Пристрої ЧПУ, які використовуються в цих системах мають компактні модулі й відрізняються між собою числом входів-виходів для підключення засобів електроавтоматики й мережних ресурсів, а також числом координат. За допомогою цих систем формуються незалежні канали ЧПУ, які допускають використання як аналогових так і цифрових приводів, а також підключення до локальної мережі.

Підсистема керування процесами є найважливішою частиною операційної системи. Процес (або по-іншому, завдання) – це результат, що описує програму, яка виконується. Процес являє собою одиницю роботи для операційної системи, заявку на споживання системних ресурсів. Планування виконання процесів, тобто розподілення процесорного часу між декількома одночасно існуючими в системі процесами, а також створенням і знищенням процесів керує підсистема керування процесами. Вона підтримує взаємодію між

процесами, а також забезпечує процеси необхідними системними ресурсами. Процес може перебувати в одному із трьох основних станів у багатозадачній (багатопроектній) системі. А саме «процес виконання» – являє собою активний стан процесу, під час якого процес безпосередньо виконується процесором та має всі необхідні ресурси. «Процес очікування» – являє собою пасивний стан процесу, а саме коли він не може виконуватися по своїх внутрішніх причинах, можливо він чекає завершення операції введення-виводу, звільнення якого-небудь необхідного йому ресурсу, або одержання повідомлення від іншого процесу. «Процес готовність» – також являє собою пасивний стан процесу, але в цьому випадку процес не проводиться у зв'язку з обставинами які знаходяться ззовні, або процес має всі необхідні для старту ресурси, він може виконуватися, однак процесор зайнятий виконанням іншого процесу. Відповідно до алгоритму планування процесів, реалізованим у даній операційній системі у ході життєвого циклу кожний процес переходить із одного стану в інший. У стані «процес виконання» в однопроцесорній системі може перебувати тільки один процес, а в кожному зі станів «процес очікування» та «процес готовності» – кілька процесів. Черги готових процесів утворюються завдяки процесам очікування, готовності, виконання. Зі стану «процес готовності» починається життєвий цикл процесу, коли процес готовий до виконання й чекає своєї черги. При активації роботи процес переходить у стан «процес виконання» й перебуває в ньому доти, поки або він сам звільнить процесор, перейшовши в «процес очікування» якої-небудь події, або буде насильно «викинутий» із процесора, наприклад, внаслідок вичерпання відведеного даному процесу кванта процесорного часу. В останньому випадку процес повертається в «процес готовність». У цей ж стан процес переходить зі «процес очікування», після того, як очікувана подія відбулася.

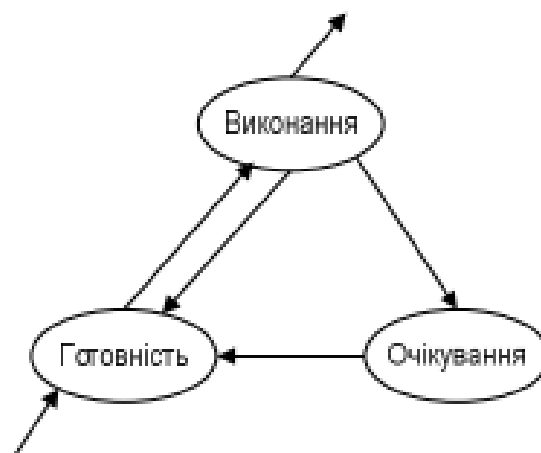


Рисунок 2.9 – Граф станів процесу в багатозадачному середовищі.

Виконання може бути багаторазово перерване й продовжене протягом існування процесу. Для того, щоб відновити виконання процесу, необхідно відновити стан його операційного середовища. Стан операційного середовища відображається станом регістрів і програмного лічильника, режимом роботи процесора, показниками на відкриті файли, інформацією про незавершені операції введення-виводу, кодами помилок виконуваних системних викликів і т.д. Ця інформація називається контекстом процесу. Крім цього, раційній системі для реалізації планування процесів потрібна додаткова інформація: ідентифікатор процесу, стан процесу, дані про ступінь привілейованості процесу, місце знаходження кодового сегмента й інша інформація.

У деяких ОС (наприклад, в ОС UNIX) інформацію такого роду, використовувану ОС для планування процесів, називають дескриптором процесу. Дескриптор процесу в порівнянні з контекстом містить більш оперативну інформацію, яка повинна бути легко доступна підсистемі планування процесів. Контекст процесу містить менш актуальну інформацію й використовується операційною системою тільки після того, як ухвалено рішення про поновлення перерваного процесу. Черги процесів являють собою дескриптори окремих процесів, об'єднаних в списки. Таким чином, кожний дескриптор, крім усього іншого, містить принаймні один показник на інший дескриптор, що сусідить із ним у черзі. Така організація черг дозволяє легко їх переупорядковувати, включати й виключати процеси, переводити процеси з одного стану в інший.

Програмний код тільки тоді почне виконуватися, коли для нього операційною системою буде створений процес. В залежності від рівня використання засобів обчислювальної техніки системи ЧПУ класифікують наступним чином: 1. Системи типу NC (Numerical Control) виконують адресування команд, інтерполяцію проміжних координат, реалізацію типових циклів за жорстко заданими алгоритмами. Інформація в систему ЧПУ вводиться з керуючої програми окремими кадрами. 2. Системи типу MNC (Memory NC) або SNC (Stored NC) оснащуються додатковим блоком оперативної пам'яті, що дозволяє зберігати інформацію про керуючу програму. Програма в пристрій ЧПУ вводиться зразу, перевіряється та видається для оброблювання окремими кадрами. Перевага в порівнянні з системою NC – це висока надійність в роботі, оскільки відпадає необхідність в складному фото зчитувальному пристрої для зчитування кожного кадру. 3. Системи типу HNC (Hand NC) дозволяють задавати програму вручну на пульті керування. В цьому випадку відпадає необхідність підготовки керуючої програми технологом-програмістом. 4. Системи типу CNC (Computer NC) – це системи з вбудованими однією або декількома мікропроцесорами та з програмною реалізацією алгоритмів, які записуються в постійний запам'ятовуючий

пристрій при виготовленні системи ЧПУ. Ці системи дозволяють формувати типові цикли оброблювання для різних технологічних задач. Програмноматематичне забезпечення для реалізації цієї можливості зберігається в запам'ятовуючому пристрої, що постійно перепрограмується. 5. Система DNC (Direct Numerical Control) керує групою верстатів від однієї ЕОМ, що має загальну пам'ять для зберігання програм і розподілу їх за запитами окремих верстатів. Такі системи використовують в гнучких виробничих системах (ГВС) для організації узгодженої роботи окремих технологічних об'єктів 6. Системи PCNC (Personal Computer NC) будуються на основі персонального комп'ютера в промисловому виконанні.

Комп'ютер має спеціальну інтерфейсну плату, що забезпечує зв'язок з приводами, датчиками та електроавтоматикою верстата. Така будова дозволяє легко адаптувати систему ЧПУ до верстатів з різним функціональним призначенням за рахунок корекції відповідного програмного забезпечення, що в свою чергу дозволяє виконувати модернізацію застарілих систем ЧПУ. 7. Система STEP-NC (покрокова система керування) побудована на основі системи PCNC і її основна задача – виключити участь людини в підготовці процесу оброблювання. До складу програмного забезпечення обов'язково входять пакети САД, САПР, САМ. Функціонування системи виконується в наступній послідовності: а) Система САД забезпечує автоматизацію розроблювання креслення деталі та підготовку геометричної та технологічної інформації для передачі в САПР та системи САМ. б) Система САПР створює технологічний процес оброблювання (встановлює режими різання, визначає різальний та допоміжний інструменти, послідовність та склад переходів). в) Система САМ за результатами попередніх кроків виконує розрахунок траєкторії переміщення інструменту, визначає послідовність керування приводами та автоматикою верстата, тобто створює програму керування, яка в подальшому реалізується на верстаті. Розроблюються також системи САМ, що безпосередньо керують системою ЧПУ без формування керуючої програми. Лідерами на світовому ринку в області розробки та поставки високоефективних систем ЧПУ для верстатобудування є фірми Fanuc, Siemens та інші.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		21



для задач високошвидкісного різання, для обробки дерева і скла, для вантажно-розвантажувальних робіт, на автоматичних лініях і верстатах, в масовому і одиничному виробництві.

### 3.1.2 Характеристики.

SINUMERIK 840D - це система ЧПУ для складних і не дуже складних завдань.

Для складних багатоосьових систем данна система ЧПУ має максимальні робочі характеристики та гнучкість відносно інших систем. Великим плюсом данної системи є максимальна відкритість, починаючи від процесора ЧПУ закінчуючи експлуатацією. У данній SINUMERIK 840D застосована технологія SINUMERIK Safety Integrated. Вона має інтегральні сертифіковані функції безпеки для людини та верстата. Система має унікальне програмне забезпечення, таке як ShopMill, ShopTurn, а також Motion Control Information System (MCIS)

### 3.1.3 Конструкція.

SINUMERIK 840D – це унікальна система, яка поєднує у собі ЧПУ, HMI, PLC, а також задачі комунікації та регулювання в замкнутому циклі в одному SINUMERIK NCU (NCU 710. 1 / NCU 720. 1 / NCU 730. На високопродуктивному мультипроцесорному модулі NCU виконується програмне забезпечення, яке потрібне для експлуатації, програмування та візуалізації, яке вже інтегроване в програмне забезпечення NCU.

Також можна використовувати промисловий комп'ютер SINUMERIK PCU 50.3. для підвищення робочих характеристик. Унікальність системи полягає у тому, що можна використовувати до 4 окремих панелей оператора на одному NCU. Максимальна дистанція для установки панелі оператора вимірюється дистанцією до 100 м

Мультипроцесорний модуль NCU може знаходитися зліва від мережевого модуля SINAMICS S120. Для підключення використовують кабелі MOTION-CONNECT DRIVE-CLiQ от Siemens.

### 3.1.4 Функції.

Можливість розширення апаратного і програмного забезпечення - як в ЧПУ, так і в галузі управління - гарантує особливі умови для застосування SINUMERIK 840D в багатьох

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

областях. Починаючи з елементарних проблем позиціонування і завершуючи важкими багатоосьовими системами. Існує багато варіантів NCU для будь-якої обробки.

З SINUMERIK 840D з NCU 710.1 доступно максимум лише шість осей, на NCU 720.1 і NCU 730.1 ефективність ЧПУ може бути підвищена до тридцяти однієї осі. NCU 730.1 потрібно користуватися для найбільшої динаміки і точності у виробництві фігур або в області швидкісного різання.

Включені наступні функції

- 5-осьова трансформація з орієнтацією інструменту;
- 5-осьова компенсація довжини інструменту;
- орієнтований відведення інструменту;
- функція RTCP, орієнтована на інструмент;
- карданна фрезерна головка;
- багатоосьова інтерполяція;
- інтерполяція сплайнами;
- компенсація радіусу інструменту 3D.

Оператори можуть використовувати свої професійні знання дякуючи відкритості HMI, ЧПУ і PLC. Такі високі обчислювальні можливості системи SINUMERIK 840D та відкрита архітектура означають, що будь-які функції системи числового програмування можуть бути швидко та зручно адаптовані до будь-якої сучасної кінематиці верстатів. У якості циклів компіляції можуть бути додані додаткові функції, які являють собою специфічні функції для конкретної технології.

### 3.1.5 Інтеграція.

До SINUMERIK 840D sl можуть бути підключені наступні компоненти:

- панель оператора SINUMERIK з TCU, PCU 50.3, верстатний пульт і кнопкова панель;
- панель SIMATIC CE;
- ручні пульти SINUMERIK;
- периферія PLC через PROFIBUS DP;
- приводний система SINAMICS S120;
- двигуни подачі і головного шпинделя.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

### 3.2 Програмований контролер Siemens S7-300.

Програмований логічний контролер SIMATIC S7-300 - потрібен для побудови систем автоматизації низького і середнього рівня складності. Модульна будова контролера S7-300, робота з природним охолодженням, право використання структур локального і розподіленого вводу-виводу, безліч функцій, підтримуваних на рівні операційної системи, великі комунікаційні можливості, високий комфорт в експлуатації і обслуговуванні забезпечує можливість отримання оптимальних рішень для побудови систем автоматичного управління технологічними процесами в різних зонах індустріального виробництва.

Існування великої палітри модулів вводу-виводу дискретних і аналогових сигналів, а також застосування декількох видів центральних процесорів різної продуктивності, функціональних модулів і комунікаційних процесорів збільшує ефективність використання контролерів SIMATIC S7-300

Програмовані контролери Siemens SIMATIC S7-300 складаються з наступних елементів:

- Центральні процесори. Можна використовувати різні типи центральних процесорів можуть усе залежить від технічного завдання, які в свою чергу розрізняються продуктивністю, присутністю або відсутністю інтегрованих входів-виходів і особливих функцій, розміром пам'яті, числом і різновидом інтегрованих комунікаційних інтерфейсів, тощо.

- Блоки живлення, забезпечують живлення контролера від мережі змінного струму напругою 120/230 В або від джерела постійного струму напругою 24/48/60/110 В.

- Сигнальні модулі, які призначені для введення та виведення аналогових або дискретних сигналів з різними часовими та електричними параметрами.

- Комунікаційні процесори мають змогу підключатися до мережі PROFIBUS, мережі Industrial Ethernet, мережі AS-Interface, а також до організації зв'язку по PtP (point to point) інтерфейсу.

- Функціональні модулі - Вони можуть самостійно вирішувати завдання обробки сигналів, автоматичного регулювання, позиціонування. Функціональні модулі мають у своїй структурі вбудований мікропроцесор, тобто вони будуть виконувати свої функції навіть тоді коли основний процесор програмованого логічного контролера відмовить.

- Інтерфейсні модулі - Вони забезпечують можливість підключення до базового блоку (шкаф з CPU) стійок розширення введення-виведення. Програмовані контролери Siemens

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25



SIMATIC S7-300 мають можливість користуватися комунікаційними процесорами, які розподілені по 4 монтажним стійках, а також до 32 сигнальних і функціональних модулів.

### 3.3 Контактний датчик OLP40.

OLP40 – по суті датчик являє собою ретельно розроблений перемикач, що приводиться в дію при контакті з поверхнею і надає точні повторювані геометричні дані. Отримання і запит цих даних в ході виробництва може допомогти гарантувати те, що компоненти будуть залишатися у відповідних межах.

Вимірювання зазвичай асоціюється з контактними датчиками, які застосовуються для визначення розмірів (вимірювання) на координатно-вимірювальних машинах. Маленький контактний критичний 3D датчик з оптичною передачею сигналу, спеціально призначений для установки заготовки і контролю її обробки на токарних і шліфувальних верстатах. Сполучуваність з усіма наявними приймачами оптичних сигналів Renishaw дозволяє користувачам просто модернізувати наявні установки.

Точність - відхилення незначне або в межах, допустимих за стандартом. Прецизійність (повторюваність) - точно, як годиться виконання або точно кількість: точно і правильно.



Рисунок 3.2 - Контактний датчик OLP40.

Особливості та переваги:

- Випробувана на практиці кінематична конструкція.
- Винятковий захист від світлових перешкод і передача модульованого оптичного сигналу.
- Прийом і передача сигналів в межах 360 °.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- Надкомпактна конструкція.
- Підвищений захист від впливу навколишнього середовища.
- Повторюваність 1 мкм (2σ).

### 3.4 Електропривод Bosch Rexroth.



Рисунок 3.3 – Електропривод головного руху верстату Bosch Rexroth.

Bosch Rexroth випускає електроприводи, що відповідають високим вимогам сучасного ринку, що розвивається. Так, частотні перетворювачі даного виробництва мають такі переваги: Контроль швидкості і крутного моменту - економія електроенергії; Універсальна модульна конструкція, що дозволяє підлаштується під робочі потреби; Компактні габарити; Простота монтажу; Широкий модельний ряд - від промислових до домашніх. Так, перетворювачі частоти Bosch Rexroth в промислових цілях широко застосовуються в системах вентиляції, опалення та кондиціонування, текстильної промисловості, деревообробній галузі, конвеєрах на заводах і повітряних компресорах. Інші сфери застосування: Будівельна техніка; Друковані машини; Техніка для обробки полімерів; Харчове, пакувальне обладнання; Переробка паперу; Очисне обладнання та ін. Пристрої надзвичайно безпечні, практично всі моделі мають захист від перевантажень, перегріву, переполюсовки, короткого замикання. Ну і німецька якість - це перевірений бренд, добре відомий у всьому світі.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

### 3.5 Електропривод подачі ABB DCS 550.

Він використовується в сотнях тисяч застосувань по всьому світу, забезпечуючи високу надійність, потужність і ефективне управління. ABB DCS 550 дозволяє збільшити продуктивність як нового обладнання, так і вже використовуваних електродвигунів постійного струму.



Рисунок 3.4 – Електропривод подачі ABB DCS 550.

Ефективна вбудована логіка дозволяє налаштовувати функції електроприводів відповідно до типів застосування і відмовитися від використання інших схем управління. Інтуїтивно зрозуміле програмне забезпечення на базі Windows спрощує процес конфігурування електроприводів.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



об'єкт керування, наприклад, привод подачі. Після цього здійснюється аналіз сигналів, необхідних для керування кожним структурним компонентом. Для аналізу вхідних і вихідних дискретних сигналів їх слід розділити по функціональному призначенню. У наведених нижче таблицях сигнали розділені на наступні групи:

- вхідні сигнали, відповідальні за живлення системи;
- вхідні сигнали керування елементами гідравтоматики;
- вхідні сигнали, відповідальні за позиціонування й роботу системи

керування приводом подачі супорта

- вихідні сигнали контролера, які ставляться до керування приводами подачі.

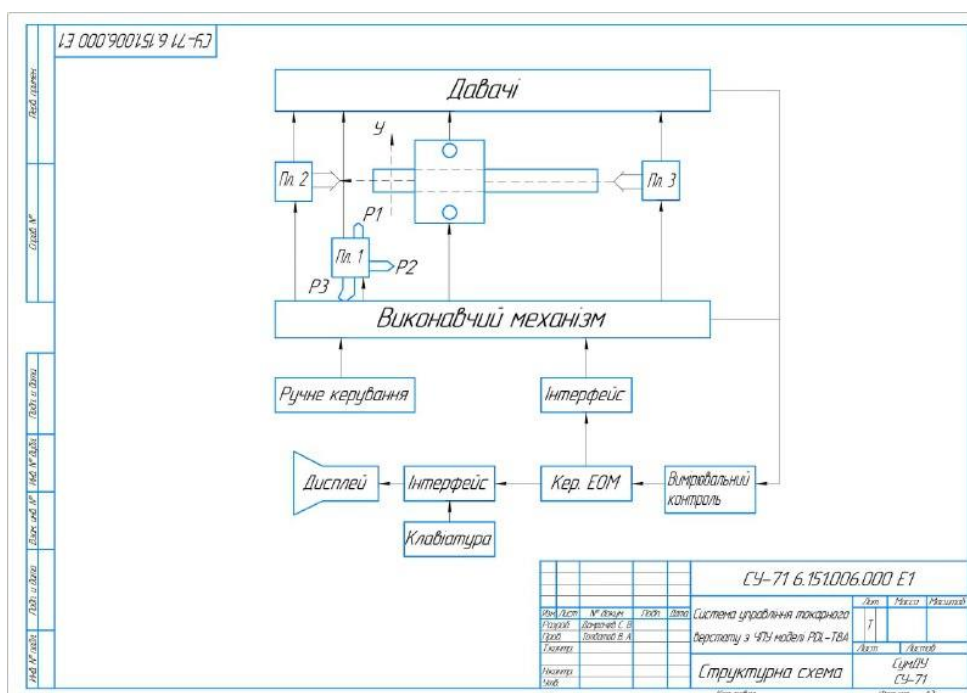


Рисунок 3.6 – Структурна схема токарного верстату з ЧПУ.

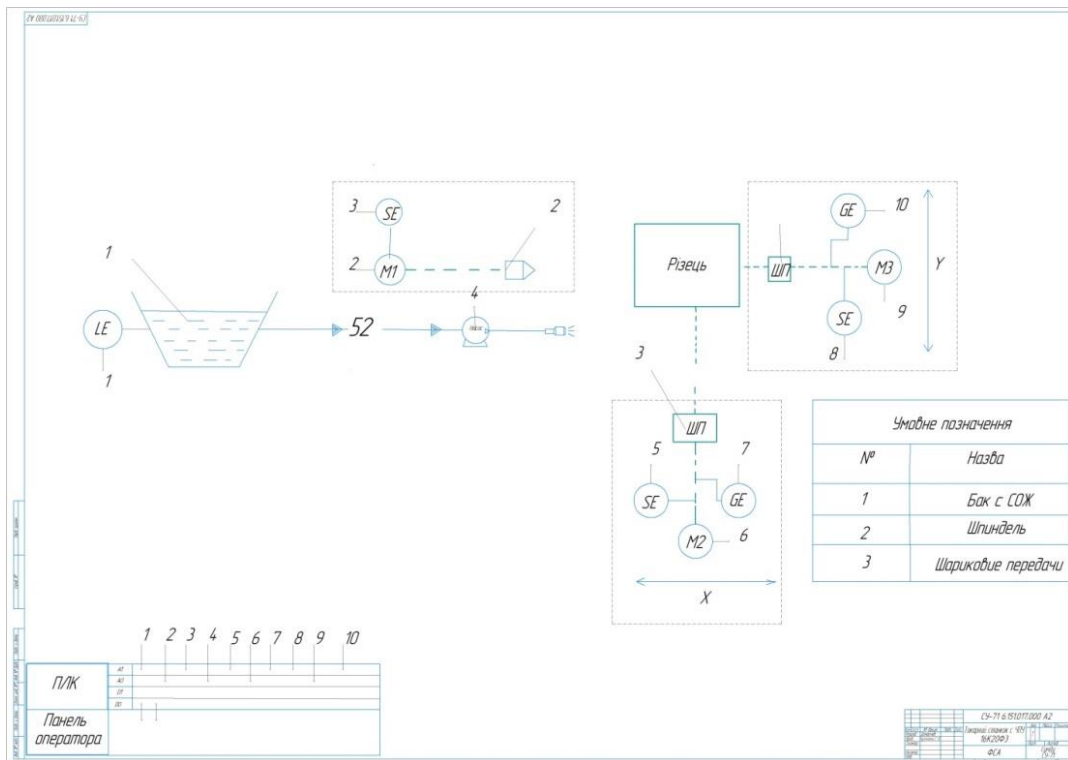


Рисунок 3.7 – Функціональна схема автоматизації.

## РОЗДІЛ 4

### Програмне забезпечення системи управління токарним верстатом з ЧПУ моделі PDL-T8A

#### 4.1 Середовище для побудови програми системи управління токарним верстатом.

Призначення. За допомогою циклу CYCLE 95 обробляють зовнішній і внутрішній контур, запрограмований в підпрограмі, токарними прохідним або розточувальним різцями. Даним циклом програмується чорнове і / або чистове точіння (розточування).

У керуючій програмі CYCLE 95 записується окремим кадром: CYCLE 95 (NPP, MID, FALZ, FALX, FAL, FF1, FF2, FF3, VARI, DT, DAM, VRT).

Створення CYCLE 95. Для створення CYCLE 95 необхідно виконати наступні дії:

- встановити курсор в чистій рядку блоку керуючої програми;
- натиснути в горизонтальному ряду кнопку «Turning» ( «H5»);
- натиснути в вертикальному ряду кнопку «Stock removal» ( «V3»).

В результаті виконаних дій відкриється робоче вікно CYCLE 95 з набором параметрів (рис. 4.1).

Опис параметрів CYCLE 95.

NPP - в цьому параметрі задається підпрограма контуру, для якого створюється цикл.

Operation - в цьому параметрі вибирається вид обробки: чорнова, чистова, комбінована.

Selection (1) - в цьому параметрі вибирається напрямок обробки:

уздовж осі X (Face) або уздовж осі Z (Long).

Selection (2) - в цьому параметрі вибирається оброблювана поверхня: зовнішня (Outside) або внутрішня (Inside).

Selection (3) - в цьому параметрі визначається, чи необхідна підтяжка інструменту в кінці робочого ходу.

MID - цим параметром визначається максимально можлива глибина різання при чорновій обробці. Цикл самостійно розраховує дійсну величину глибини різання в даний момент, що лежить в межах між запрограмованою глибиною різання і половиною від її значення. Виходячи із загальної глибини чорнового ділянки і запрограмованої глибини різання, цикл розраховує кількість робочих ходів.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

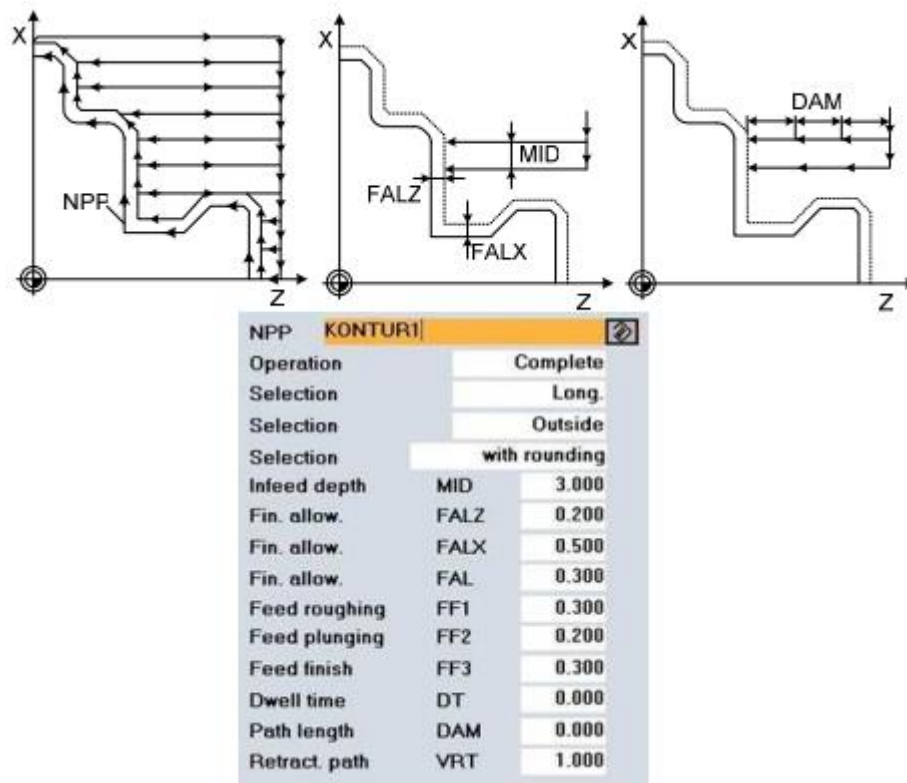


Рисунок 4.1 - Параметры CYCLE 95.

FALZ, FALX, FAL - припуск на чистове точіння. Значення присвоюються відповідно по осях Z, X і паралельно контуру (для похилих поверхонь). Чорнова обробка проводиться до зазначеного чистового припуску. Недоцільно програмувати всі три параметри - в цьому випадку значення будуть складатися. Програмуються або значення для FALZ, FALX і 0 для FAL, або навпаки. Якщо припуск на чистову обробку не запрограмований, то чорнова обробка буде виконуватися до остаточного контура.

FF1, FF2, FF3 - в цих параметрах задають значення подач. FF1 - подача на чорнову обробку; FF2 - подача на врізання; FF3 - подача на чистову обробку. DT і DAM - час витримки і довжина шляху обробки відповідно. У параметрі DAM задається значення довжини шляху, через яке необхідно зупинити інструмент на величину DT (в секундах) з метою облому стружки при чорновій обробці. VRT - шлях відведення. У цьому параметрі програмується відстань, на яке буде відбуватися відведення інструменту по обох осях при чорновій обробці.

#### Програмування контуру деталі для CYCLE 95.

Контур створюється як окрема підпрограма в тій же папці, що і головна програма, яка містить CYCLE 95. Файл підпрограми з контуром повинен мати розширення .SPF і назву



аналогічну тому, яку записано в CYCLE 95 в параметрі NPP. Наприклад, якщо в CYCLE 95 в параметрі NPP записано «CONTUR», то файл підпрограми матиме назву CONTUR.SPF.

Для створення контура необхідно зробити наступне:

- створити файл з розширенням .SPF в папці з тією деталлю, для якої пишеться програма (після створення файл автоматично відкриється);
- натиснути в горизонтальному ряду кнопку «Contour» («H2»);
- натиснути в вертикальному ряду кнопку «Generate contour» («V2»).

В результаті виконаних дій відкриється робоче вікно Editor Contour entry (рис. 4.2), в якому необхідно задати стартову точку контуру.

Залежно від виду обробки необхідно виконати наступне:

- вибрати робочу площину (за замовчуванням стоїть G18 – площину для токарного оброблення);
- визначити за кресленням деталі, в яких параметрах дані діаметральні розміри (за замовчуванням стоїть в діаметрах - DIAMON); якщо в радіусах, то включити DIAMOFF;
- визначити координати початку контуру щодо нуля деталі (За замовчуванням - координати стартової точки X0 Z0);
- визначити варіант підведення інструменту до заготівлі (за замовчуванням - підведення до стартової точки на швидкому ході, G0).

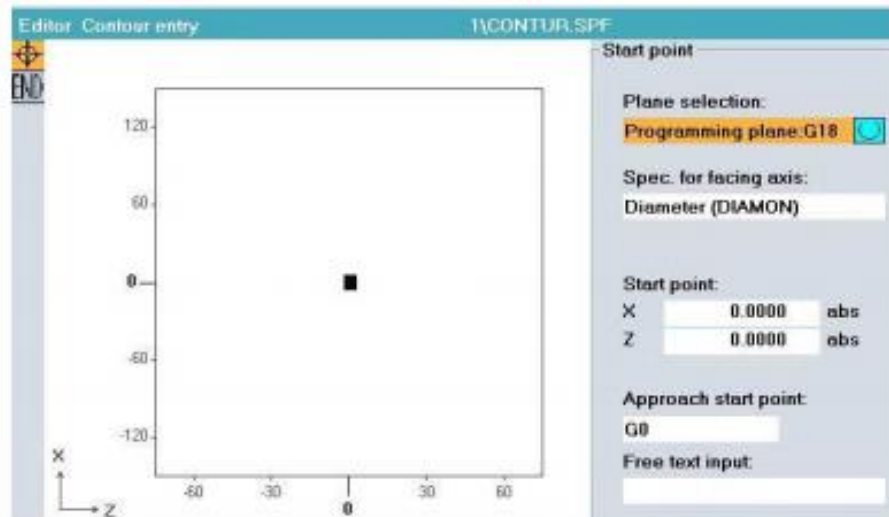


Рисунок 4.2 – Вікно введення параметрів стартової точки контура.

При натисканні кнопки із зображенням вертикальної лінії («V2») відкриється вікно (рис. 4.3), де необхідно вказати координату X в діаметральних розмірах або в радіусах, в

залежності від параметрів стартовою точки. При необхідності вказати розмір фаски або радіус.

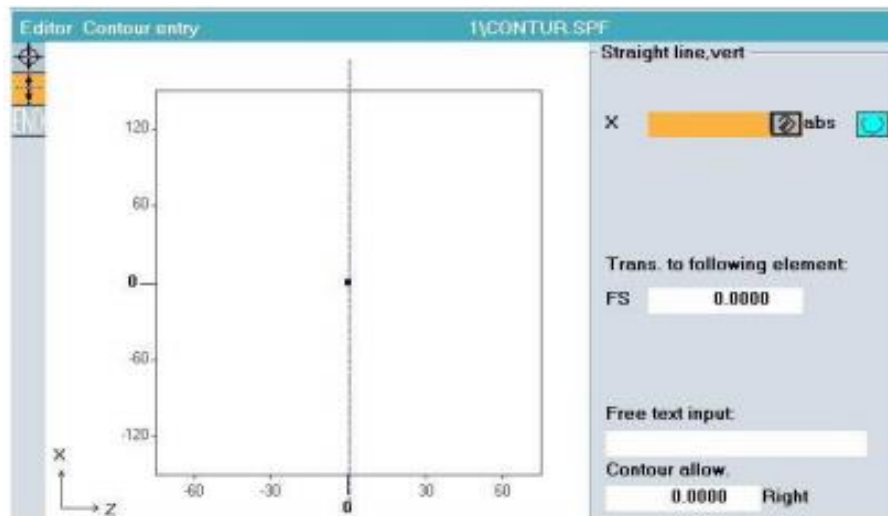


Рисунок 4.3 - Вікно введення параметрів вертикальної лінії.

При натисканні кнопки із зображенням горизонтальної лінії («V3») відкриється вікно (рис. 4.4), де необхідно вказати координату  $Z$  (з урахуванням знака).

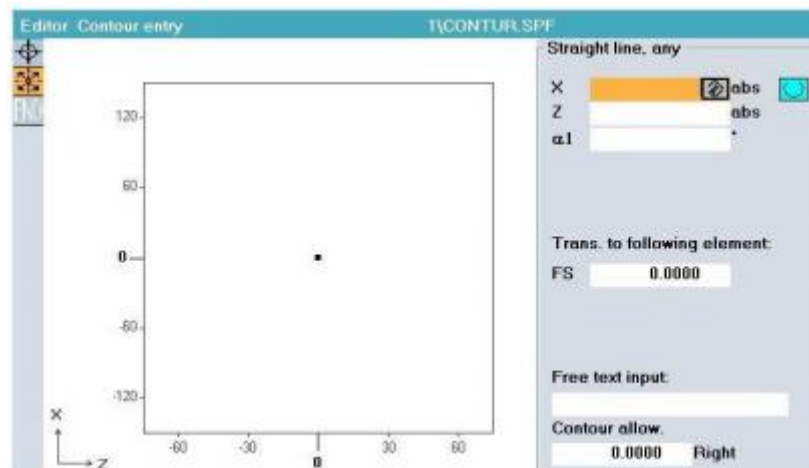


Рисунок 4.4 - Вікно введення параметрів діагональної лінії.

При натисканні кнопки із зображенням дуги («V5») відкриється вікно (Рис. 4), де необхідно вказати параметри дуги: радіус  $R$ , координати кінцевої точки  $X$  і  $Z$  або параметри дуги  $I$  і  $K$ .

Введені параметри кожної лінії необхідно підтверджувати натисканням в вертикальному ряду кнопки «Accept element» («V8»). Після створення всього контуру слід натиснути в вертикальному ряду кнопку «Accept contour» («V8»), після чого робоче вікно створення контуру закриється, і система перетворює графічну інформацію в код ISO 7bit.

#### 4.2 Програмне забезпечення для системи управління токарним верстатом.

Керуюча програма - це програма, яку готує технолог-програміст для виготовлення деталі.

КП складається з блоків, відокремлених один від одного на екрані відступом (рис. 3). Послідовність блоків в КП визначає послідовність обробки деталі на верстаті з ЧПК. Кожен блок містить інформацію про обробку поверхонь заготовки одним інструментом і являє собою послідовність кадрів (рис. 3). Кожен кадр є закінчену за змістом фразу, записану мовою кодування з використанням літер латинського алфавіта (A, B, C, D), арабських цифр (1, 2, 3, 4) і спеціальних символів (% , = , - і ).

```
N6 T31 D1 ; Schruppmeissel
N11 G96 S230 LIMS=3000 M4 M8
N16 G90 G54 G18 G0 X74 Z2.2 F0.32
N21 PLANEN P2 ; Unterprogramm für Plandrehen 2x abarbeiten
N26 CYCLE95("KONTUR1",3,0.2,0.5,0.3,0.3,0.2,0.3,1,0,0,1)
N31 WWP

N36 T30 D1 ; Schlichtmeissel
N41 G96 S300 LIMS=3000 M4 M8
N46 G90 G54 G18 G0 X5 Z4 F0.07
N51 G0 G42 X0
N56 G0 Z2
N61 KONTUR1
N66 G0 G40 X76
N71 WWP
```

1-й блок

2-й блок

Рисунок 4.5 – Структура керуючої програми.

N36 T30 D1 ; Schlichtmeissel	1-й кадр
N41 G96 S300 LIMS=3000 M4 M8	2-й кадр
N46 G90 G54 G18 G0 X5 Z4 F0.07	3-й кадр
N51 G0 G42 X0	4-й кадр
N56 G0 Z2	5-й кадр
N61 KONTUR1	6-й кадр
N66 G0 G40 X76	7-й кадр
N71 WWP	8-й кадр

Рисунок 4.6 – Структура блоку керуючої програми.

Кроки складаються зі слів, які задаються адресою та числом наступним чином:

Слово		Слово		Слово	
G0		G40		X76	
адреса	число	адреса	число	адреса	число

Таблиця 2 – Таблиця кроків.

Адресами є фіксовані і змінні параметри. До фіксованим параметрів відносять G- і M-адреси. G-адреси використовують, наприклад, для програмування типу переміщення (з лінійної або кругової інтерполяцією) і ін. Слова з G-адресами відносяться до інструкцій, які називаються підготовчими функціями. Підготовчі функції розбиті на групи, причому функції з різних груп взаємно незалежні. З іншого боку, G-функції однієї і тієї ж групи взаємно модальні, тобто діють до скасування або заміни G-функцією з тієї ж групи. Потрібно врахувати, що в кроці може бути тільки одна G-функція зі своєї групи. Перелік найбільш важливих G-функцій представлений в таблиці:

Команда	Значение
Визначення способу завдання розмірів	
G90	Завдання абсолютних розмірів

G91	Завдання інкрементних розмірів
Установка зсуву нуля деталі	
G54	Активізація першого зсуву нульової точки (нуль деталі)
G55, G56, G57	Друге, третє і четверте зміщення нульової точки
G53	Ліквідація всіх зсувів нульової точки (працює по блокам)
G500	Відключення всіх зсувів нульової точки
Вибір робочої площини	
G17	Робоча площину в координатах XY
G18	Робоча площину в координатах XZ
G19	Робоча площину в координатах YZ
переміщення інструменту	
G0	Швидкий хід (підведення) інструменту
G1	Прямолінійна інтерполяція (робітничий рух)
G2	Кругова інтерполяція за годинниковою стрілкою
G3	Кругова інтерполяція проти годинникової стрілки
Коригування радіусу інструменту	
G40	Скасування корекції на радіус інструменту
G41	Корекція на радіус інструменту зліва від контуру
G42	Корекція на радіус інструменту праворуч від контуру
Установка швидкості подачі	
G94	Швидкість подачі (F) в мм/мин
G95	Швидкість подачі (F) в мм / об
Установка швидкості різання	
G96	Постійна швидкість різання при точінні
G97	Постійне число обертів під час свердління і нарізання зовнішньої різьби
інші функції	
G4	Активація часу витримки (пауза)

Таблиця 3 – Перелік G-функцій.

M-адреси є допоміжними функціями і використовуються, наприклад, для запуску операцій включення шпинделя. В залежності від M-функції, система ЧПУ верстата активізує її або до переміщення, або під час переміщення, або після переміщення. Наприклад, команди M0, M1, M17 і M30 завжди активізуються після переміщення. Деякі M-функції представлені в таблиці:

Команда	Значення
M0	Запрограмована зупинка
M1	Зупинка за вибором
M3	Обертання шпинделя за годинниковою стрілкою
M4	Обертання шпинделя проти годинникової стрілки
M5	Зупинка (відключення) шпинделя
M2=3	Інструмент з механічним приводом включити за годинниковою стрілкою
M2=4	Інструмент з механічним приводом включити проти годинникової стрілки
M2=5	Інструмент з механічним приводом вимкнути
M6	зміна інструменту
M8	Подача мастильно-охолоджувальної рідини
M9	Відключення подачі мастильно-охолоджувальної рідини
M17	Кінець підпрограми
M20	Задня бабка назад
M21	Задня бабка вперед
M23	Відкриття контейнера для прийому готової деталі
M24	Закриття контейнера для прийому готової деталі
M25	Затиск кулачкового патрона
M26	Розтискання кулачкового патрона
M30	Кінець програми, перехід на початок програми

Таблиця 4 – Перелік M-функцій.

До змінних параметрів належать X, Y, Z, I, J, K, F, S, T та ін.

Адреси X, Y, Z, I, J, K та ін. Використовують для позначення координатних осей, уздовж яких здійснюються переміщення. Наприклад: G1 X45 Z2 (Прямолінійне переміщення інструменту в координату X45 Z2).

Адреса F (подача) в залежності від підготовчої G-функції може бути зазначена в мм / об або в мм / хв. Наприклад: G95 F0,2 (подача 0,2 мм / об). Адреса S (швидкість головного руху) встановлюється для певного виду обробки. Наприклад: G96 S200 (швидкість головного руху 200 м / хв при точінні). Адреса T (інструмент) визначає вибір інструменту з відповідної позиції в інструментальному магазині. Для кожної адреси присвоюється числове розширення. Спосіб присвоєння залежить від адреси:

1. Якщо адреса складається більш ніж з однієї літери чи має числове розширення, то між адресою та числом ставиться знак «=». наприклад: LIMS = 2000; F2 = 100.

2. Якщо число має від'ємне значення, то ставиться знак «-». Наприклад: Z-80.

Загальна послідовність запису кадру показана на рис. 5.

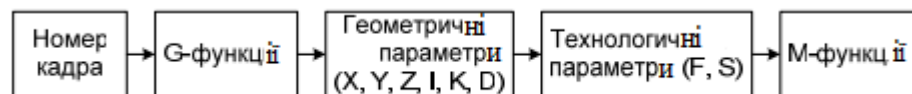


Рисунок 4.7 – Загальна структура запису кадру керуючої програми.

В цілому керуюча програма починається з виведення револьверної головки (інструментального супорта) в точку зміни інструменту. Далі описуються блоки програми. Кожен блок програми має наступну, загальну для всіх блоків, структуру:

1. У першому кадрі блоку здійснюється вибір інструменту. Наприклад: T31 D1.

2. У другому кадрі дається інформація про режими роботи головного шпинделя. Наприклад: G96 S230 LIMS = 3000 M4 M8.

3. У третьому кадрі даються вихідні дані: спосіб завдання розмірів, установка зміщення нуля, завдання робочої площини, переміщення інструменту по осях X, Y. Наприклад: G90 G95 G54 G18 G0 X74 Z2.2 F0.32.

4. У наступних кадрах даються такі відомості: опис типу підпрограми, вид обробки, значення параметрів обробки та ін. Наприклад: G0 G42 X0 G0 Z2 KONTUR1.

5. В кінці блоку ставиться позначення «WWP», яке є підпрограмою, що забезпечує вихід револьверної головки в положення зміни інструменту (викликається при кожній зміні інструменту).

### 4.3 Інтерфейс оператора.

Інтерфейс системи ЧПУ Sinumerik розділений на декілька зон (на рисунку вони позначені з 1 до 10).



Рисунок 4.8 – Інтерфейс системи ЧПУ Sinumerik.

1. Зона, яка відображає поточний режим системи ЧПУ Sinumerik (верстат, параметри, програма).

2. Зона, яка відображає назву каналу.

3. Зона, яка відображає режим роботи верстата (JOG, MDA або Auto).



4. Зона, яка відображає назву керуючої програми, завантаженої в відпрацювання, і шлях до неї.


5. Зона, яка відображає стан каналу (перезавантажений, припинен, активний).

6. Зона, яка відображає стан програми (зупинена, виконується, припинена).

7. У цій зоні (середня частина екрану) розташовані робочі вікна, вид і зміст яких змінюються в залежності від режиму роботи ЧПУ.

8. У цій зоні знаходяться горизонтальні функціональні клавіші, що використовуються для перемикання між режимами обробки і виклику основних функцій.

9. Зона, де розташовані вертикальні функціональні клавіші, що використовуються для виклику підменю і функцій.

10. Символ  в нижньому правому куті екрана вказує на можливість виклику інших функцій в горизонтальному ряду функціональних клавіш.

Робота в системі ЧПУ Sinumerik 810D / 840D може бути організована в одному з шести режимів: Machine («верстат»), Parameter («параметр»), Program («програма»), Services («сервіс»), Diagnosis («діагностика» ) і Start-Up («пуско-наладка»), що відображено в головному меню в горизонтальному ряду екранних клавіш (рис. 2). Доступ до клавіш здійснюється через кнопку «Menu select». Також за допомогою цієї кнопки можна викликати головне меню з будь-якого меню. При її повторному натисканні виконується повернення в поточне меню.

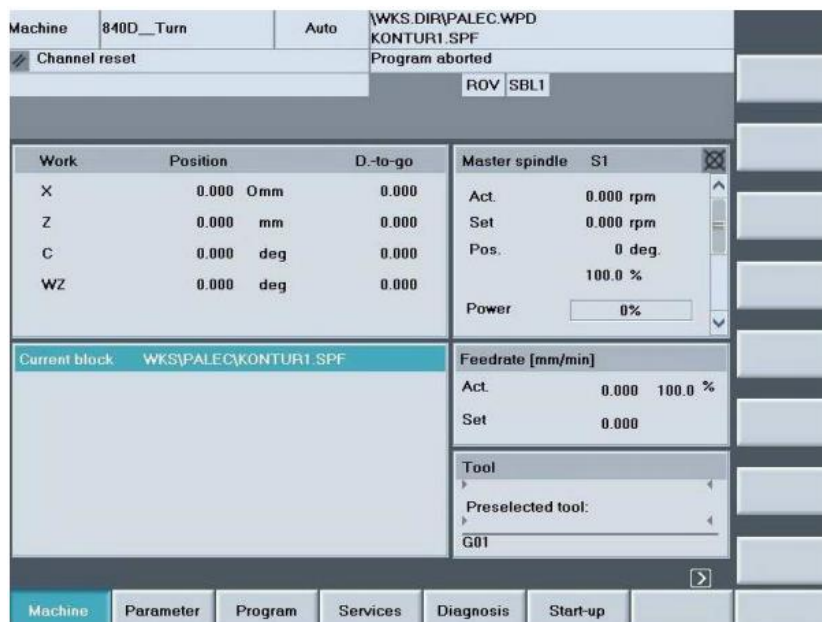


Рисунок 4.9 – Головне меню системи ЧПУ Sinumerik 840D.

У режимі Machine (кнопка «Н1» на спеціальній клавіатурі) здійснюються:

- ручне управління і налагодження верстата (в режимі верстата JOG);
- створення та відпрацювання програми в покадровому режимі (в режимі верстата MDA);
- автоматичне відпрацювання КП обробки деталі (в режимі верстата Auto).

У режимі Parameter (кнопка «Н2») вводяться і редагуються дані для програми (наприклад, встановлюється координата нуля деталі) і параметри корекції на інструмент.

У режимі Program (кнопка «Н3») можна створювати і редагувати КП обробки деталей, а також адмініструвати програми обробки різних типів:

- КП обробки деталі, що представляє собою послідовність команд для обробки деталі;
- підпрограму - послідовність команд КП, яка може бути викликана кілька разів з різними параметрами забезпечення.

Різновидом підпрограм є цикли. Цикли - це підпрограми для багаторазової відпрацювання з використанням етапів обробки деталі. Попередньо запрограмовані стандартні цикли не можуть бути змінені. Цикли для користувача можуть бути створені і змінені за бажанням користувача.

Існують наступні типи файлів:

- MPF - головна програма;
- SPF - підпрограма;
- TOA - дані інструменту;
- UFR - зсув нуля / фрейм;
- INI - файл ініціалізації;
- COM - коментар;
- DEF - визначення для глобальних даних користувача і макросів.

А також такі директорії:

- DIR - загальна директорія. Містить програми, робочі директорії і інші директорії з розширенням .DIR. Слід зазначити, що назви таких директорій (MPF.DIR, DPF.DIR, CLIP.DIR і т. д.) попередньо встановлені і не можуть бути змінені;
- WPD - робоча директорія. Містить програми і модулі даних, що належать деталі (не повинно міститися інших директорій з розширенням .DIR або .WPD);
- CLP - директорія буфера обміну. Може містити будь-які типи директорій і файлів.

При створенні і редагуванні КП можлива графічна імітація програмованих переміщень на екрані. Таким чином можна виконати перевірку геометричної і формальної

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						43
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коректності програми. Технологічні помилки залишаються нерозпізнані (наприклад, неправильний напрямок обертання, помилкова швидкість подачі).

Режим Services (кнопка «Н4») використовується для передачі даних на носії інформації або з них. На верстат програму можливо передати через мережу безпосередньо з комп'ютера, на якому писалася КП, - через дискету або flash-носій.

Режим Diagnosis (кнопка «Н5») відображає тривоги і повідомлення в повній формі. При наявності активної тривоги або повідомлення необхідно перейти в операційну зону Diagnosis для отримання такої інформації:

- номер тривоги (при наявності декількох активних тривог вони відображаються в порядку виникнення);
- точної дати, часу виникнення тривоги;
- критерію скасування (зображення клавіші, яку необхідно натиснути для видалення тривоги);
- повноформатного тексту тривоги.

Режим Start-Up (кнопка «Н6») не активний.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

## РОЗДІЛ 5

### Охорона праці

#### 5.1 Загальні положення.

Запити охорони праці при виконанні металообробки на верстатах токарних повинні тримають наступні запити охорони праці: 1) планшайбу при надяганні на закінчення шпинделя повинен очищати від забруднення і та отриманої стружки; при закріпленні отриманої деталі в патроні у вигляді кулака або використанні планшайби деталь потрібно фіксувати кулачками на максимально велику довжину. Потім як тільки деталь закріплена в кулачці вона не повинна вилазити з планшайби або патрону, а також за межі своїх зовнішніх діаметрів. У разі коли кулачки виступають, потрібно змінити патрон або встановити особливу огорожу; при встановленні планшайб або патронів під шпиндель, а тому на верстат потрібно підкладати колодку з використанням виїмки по формі патрона або планшайб не можна робити звинчення патрону або планшайби непередбаченою зупинки шпинделя; для згвинчування патрон або планшайби завдяки ударам кулачків по підставці дозволено виключно в разі його ручного обертання, при цьому потрібно використовувати підставки з довгими ручками; дозволяється кріпити в кулачковому патроні без підпору центром задньої бабки виключно короткі, довжиною не більш двох діаметрів, збалансовані деталі.

В інших варіантах заради підпору потрібно користуватися задньою балкою; для обробки в центрах деталей довжиною 12 діаметрів і більше, а також при швидкісному та силового різання деталей довжиною 8 діаметрів і більше потрібно використовувати додаткові опори (люнети). Робочий простір токаря зобов'язана володіти достатнім освітленням, в тому числі і місцевим. На робочому місці де працює токар не повинно бути якихось протягів. Пристрої для пуску, електродвигуни, і інше обладнання металеве, яке можливо знаходяться під напругою, їх необхідно заземлити. Ящики, що призначені для пусків електродвигунів, які потрібні мати блокуванням що дозволяє розкривати ящик виключно після вимкнення рубильника. Кнопки для пусків повинні бути забезпеченими заглиблені, що зменшує відсоток випадкових включень при ненавмисно дотику. Для того, щоб зменшити захворювання шкіри при використанні охолоджуючими рідинами такими, як: водяна емульсія, масло та інші. Тому перед початком роботи необхідно окунути руки в спеціалізовані пасти. Для подачі матеріалі до верстату можна скористуватися механічними візками, автотранспортом, автокарами та інших присторой.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						45
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.2 Вимоги безпеки перед початком роботи.

- Робочою ділянкою токаря представляється токарний верстат, саме біля останнього він знаходиться на протягом повної робочої зміни.
- Також на робочому місці токаря повинен розмішуватися комплект різців всіх необхідних інструментів для роботи (рис. 4.1).
- У кожного верстата повинна знаходитись інструкція по безпечному його використанні та таблиці в яких визначеними особами, які являються відповідальними за його експлуатацію.
- На робочому місці поблизу верстату, а саме на підлозі, необхідно зробити дерев'яні трапи, щоб покрити всю робочу зону по довжині та ширині не менше 0,6 м від кожної із частин верстата.
- Матеріал з прутків, який повинен надходити на верстат до обробки, не повинен бути кривим.
- Напередодні початку роботи необхідно одягнути спецодяг, йому про це, та необхідно заправити одяг, для того щоб не було частин одягу які звиваються, та одягнути головний убір.
- Перевірити наявність, придатності інструментів і розкласти їх у вигляді, комфортному для роботи.
- Відкоригувати світло так, щоб робоча ділянка була досить добре освітлена, а сонце та штучне світло не заважало працювати.
- Обстежити верстат на холостому ході: придатність органів управління, таких як: механізми основного руху, пуску, зупинки подачі та інші види, придатність системи змащення й охолодження, придатність правильного тримання важелів для включення та переключення, відсутність послаблень в частинах верстата, що рухається, також в шпинделях, поздовжніх і поперечних санчатах супорта. Випробувати придатність і наявність усіх огорожень і пристроїв, надійність закріплення різального інструменту. При виявленні поломок інструменту, оснащення верстата, не приступаючи до роботи, потрібно інформувати про це керівника робіт.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						46
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В рамках даного дипломного проекту проведено опис конструктивно-технічних особливостей токарного верстату з ЧПУ PDL-T8A. Описано основні агрегати та компоненти заводського виробу. Викладено основні види задач автоматизації для подібних верстатів. Можемо зробити висновок, що популярнішим за комбінацією параметрів є токарний верстат з ЧПУ PDL-T8A. Тому його і обрано в якості основи для автоматизації в даному проекті. На підставі вищевикладеного поставлено задачі проектування, що належать вирішенню в рамках проекту.

Система управління побудована на базі системи чпу фірми Sinumeric 840D. Для написання програмного забезпечення використане ефективне проектування з використанням потужних редакторів програм. Промислове програмне забезпечення нового покоління формує інтегровану робочу середу для швидкого і зручного рішення всіх задач автоматизації: конфігурації апаратури і промислових мереж, програмування контролерів, розробки проектів приладів і систем людино-машинного інтерфейсу, використання регульованих приводів.

Розроблені необхідні конструкторська документація та програмне забезпечення, детально розглянутий інтерфейс оператора розробленої системи. Проаналізовані потенційно небезпечні фактори та методи попередження і боротьби з ними.

В рамках охорони праці розглянуто основні небезпеки використання оператором токарно-револьверного верстату.

На цьому можемо вважати цілі та завдання даної роботи досягнутими та виконаними.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) "Проектирование систем автоматизации технологических процессов". Справочное пособие под редакцией А.С. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва, Энергоатомиздат, 1990.
- 2) Журнал «Промышленные АСУ и контроллеры. «Базовые вопросы технологии применения ПЛК (часть1)» Издательство «Научтехлитиздат»(Москва) ISSN: 1561-1531. №5, 2018 г.
- 3) Журнал «Chip News Украина. Инженерная микроэлектроника» №7, 2018 г. ООО «Булавиа-Посад» и НПК «ТИМ».
- 4) Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования/ Под. ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.
- 5) Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів атоматизації. Схеми з'єднань, підключень, загальні та розміщення / укладач О. Ю. Журавльов – Суми : СумДУ, 2006. – 28с.
- 6) Устрій, налагодження та налаштування токарно-револьверного верстата / В.Х. Фідаров, В.А. Ванін. – Тамбов: Вид-во Тамбо. держ. техн. ун-ту, 2018. – 28 с.
- 7) Оптимальне управління [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптимальное\\_управление](https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптимальное_управление)
- 8) Охорона праці на токарному обладнанні – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/prikladi-nstrukcj-z-ohoroni-prac-ukranskoju/4198-nstrukcja-z-ohoroni-prac-dlja-tokarja.html>
- 9) Фіраго Б.І. Теорія електроприводу: Навч. посібник / Б.І. Фіраго, Л.Б. Павлячік. – Мн .: ЗАТ "Техноперспектива", 2018. – 527 с.
- 10) Соколов Н.Г. і Єлісєєв В.А. Розрахунки з автоматизованого електроприводу металорізальних верстатів. Навч. посібник для вузів за спеціальністю «Електропривод і автоматизація промислових комплексів». – К.: Вища. школа, 1969 – 296 с.
- 11) Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації : Навч. посібник / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов – Харків: НТУ "ХПІ", 2021 р.
- 12) Числове програмне керування - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Числове\\_програмне\\_керування](https://uk.wikipedia.org/wiki/Числове_програмне_керування)

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

13) Програмування токарної обробки на верстатах з ЧПУ. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://docplayer.net/75336003-Programuvannya-tokarnoyi-obrobki-na-verstatah-z-chpk.html>

14) Устрій, налагодження та налаштування токарно верстата / В.Х. Фідаров, В.А. Ванін. – Тамбов: Вид-во Тамбо. держ. техн. ун-ту, 2018. – 28 с.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49