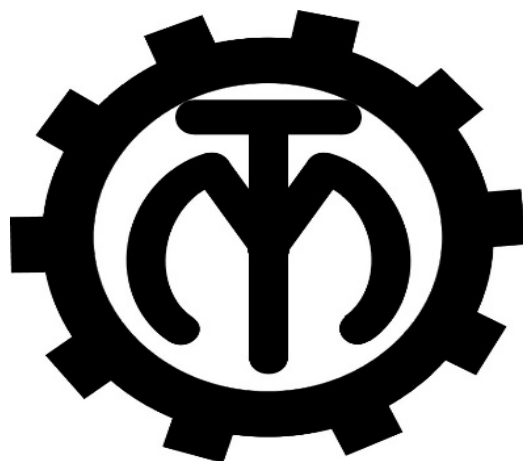


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

# ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

*Методические рекомендации к лабораторным работам для  
студентов специальности 1-36 01 04 «Оборудование и технологии  
высокоэффективных процессов обработки материалов»  
очной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 621.9.06  
ББК 34.63  
Т38

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» «1» июня 2022 г.,  
протокол № 13

Составители: канд. техн. наук, доц. А. М. Федоренко;  
Е. Ю. Демиденко;  
О. Н. Кляус

Рецензент Д. М. Свирепа

Изложены методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технология обработки на станках с ЧПУ», а также теоретические положения в области программирования обработки деталей на металлорежущих станках.

Учебно-методическое издание

## ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Ответственный за выпуск	В. М. Шеменков
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2022

## Содержание

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ .....	4
1 Лабораторная работа № 1. Токарный станок с ЧПУ. Основные узлы и особенности.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Токарный станок с ЧПУ. Наладка.....	11
3 Лабораторная работа № 3. Программирование токарной обработки с использованием технологических циклов.....	26
4 Лабораторная работа № 4. Программирование операций обработки отверстий.....	33
5 Лабораторная работа № 5. Программирование фрезерных операций.....	40
6 Лабораторная работа № 6. Программирование обработки. Переменные. Циклы. Подпрограммы.....	44
Список литературы.....	48

# **Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ**

## ***Общие требования безопасности***

Допуск студентов к лабораторным занятиям производится только после инструктажа по технике безопасности, о чем делается соответствующая запись в специальном журнале (бланке).

## ***Требования безопасности перед началом работы***

1 Внимательно изучить содержание и порядок проведения лабораторной работы, а также безопасные приемы его выполнения.

2 Перед каждым включением оборудования предварительно убедиться, что его пуск безопасен.

## ***Требования безопасности во время работы***

1 Точно выполнять все указания преподавателя.

2 Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрических цепей, к корпусам стационарного электрооборудования.

3 Запрещается во время работы оборудования снимать ограждения и предохранительные устройства, а также держать их открытыми.

4 Во время работы запрещается касаться руками нагретых, вращающихся и перемещающихся частей, вводить руки в зону движения.

## ***Требования безопасности по окончании работы***

1 Полностью выключить оборудование.

2 Привести в порядок рабочее место.

3 Предупредить преподавателя обо всех, даже малейших и незначительных, неисправностях оборудования.

## ***Требования безопасности в аварийных ситуациях***

1 В случае травмирования кого-либо немедленно доложить преподавателю.

2 При выходе оборудования из строя необходимо:

– отключить оборудование (обесточить);

– доложить преподавателю о случившемся, а в случае возгорания приступить к немедленной его ликвидации первичными средствами пожаротушения.

# 1 Лабораторная работа № 1. Токарный станок с ЧПУ. Основные узлы и особенности

**Цель работы:** ознакомление с основными узлами и элементами токарного станка с ЧПУ, приобретение практических навыков управления токарным станком с ЧПУ в ручном режиме.

## 1.1 Программное обеспечение

Программный комплекс Operating and programming 840D (Operating and programming 802SC).

## 1.2 Порядок выполнения лабораторной работы

1 Запустить среду обучения оператора станков с ЧПУ щелчком по соответствующему ярлыку на рабочем столе.

2 В открывшемся окне выбрать токарный вариант станка, английскую версию интерфейса «Machine familiarisation» – «Lathe familiarization» – «Complete machine».

3 Ознакомиться с клавишами управления камерой: щелкнуть кнопку «?», затем выбрать панель «Keyboard assignment» (рисунок 1.1).

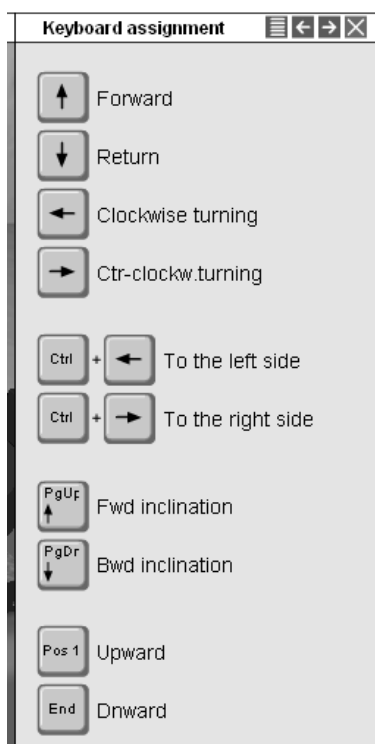


Рисунок 1.1 – Вид панели «Keyboard assignment»

Посредством пробных нажатий соответствующих клавиш ознакомиться с особенностями управления камерой. Затем закрыть панель.

4 Используя разделы меню «Machine familiarisation», изучить основные узлы токарного станка с ЧПУ и принцип их работы, представив промежуточные результаты в отчете в виде скриншотов экранных копий.

5 Изучить назначение клавиш пульта оператора (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Лицевая панель пульта оператора

6 Изучить назначение узлов станка:

- узлы, размещенные на станине;
- принцип действия передачи «винт – гайка»;
- узлы суппорта;
- револьверная головка;
- шпиндельный узел;
- задняя бабка;
- состав привода:
  - а) блок питания;
  - б) логика включения станка;
  - в) движения осей;
- основные элементы станка.

7 Управление станком.

Для получения практических навыков управления станком перейти в раздел «Machine set-up/Setting up the machine».

7.1 Отработать включение станка, выбрав подраздел «Switchin on».

7.2 Отработать ручные перемещения, выбрав подраздел «Manual movement».

8 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

### 1.3 Типовое содержание отчета по лабораторной работе

1 Наименование и цель лабораторной работы.

2 На рисунке 1.3 выносками указать назначение клавиш и элементов пульта.

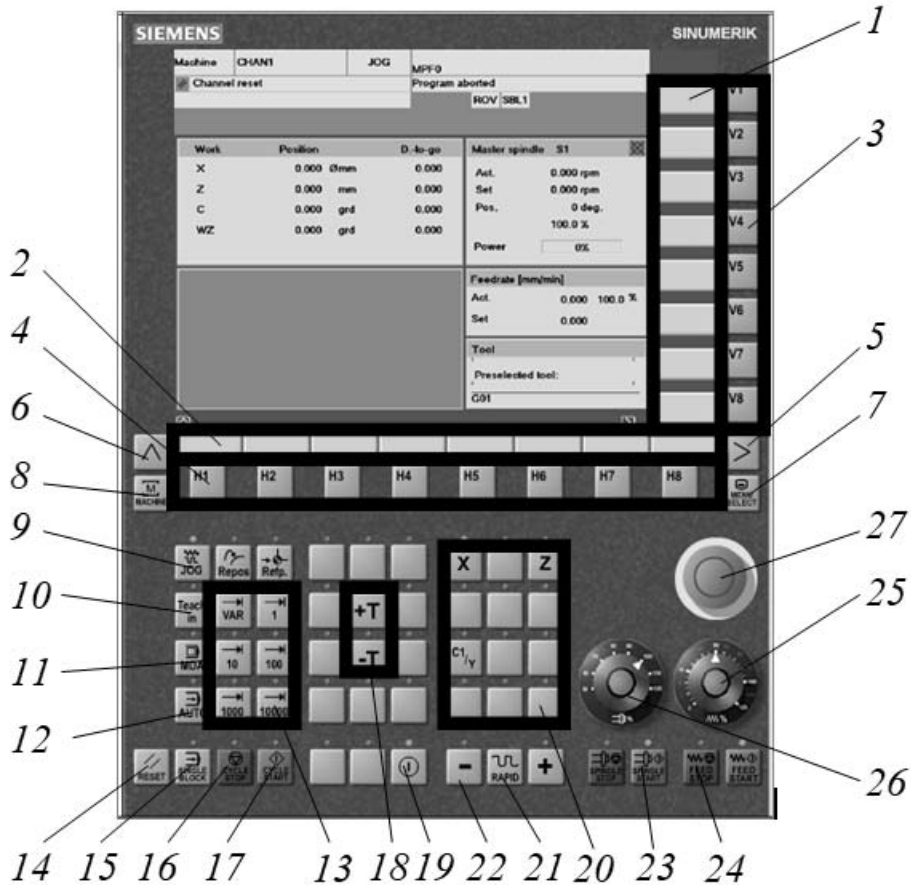


Рисунок 1.3 – Пульт управления

3 Основные узлы, размещенные на станине.

4 Принцип действия шарико-винтовой пары (ШВП) (рисунок 1.4).

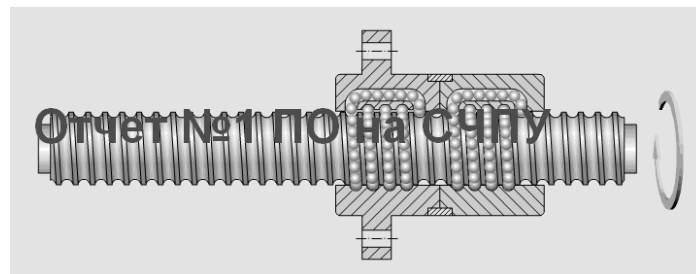


Рисунок 1.4 – Шарико-винтовая пара

5 Принцип действия измерителя перемещений (рисунок 1.5).

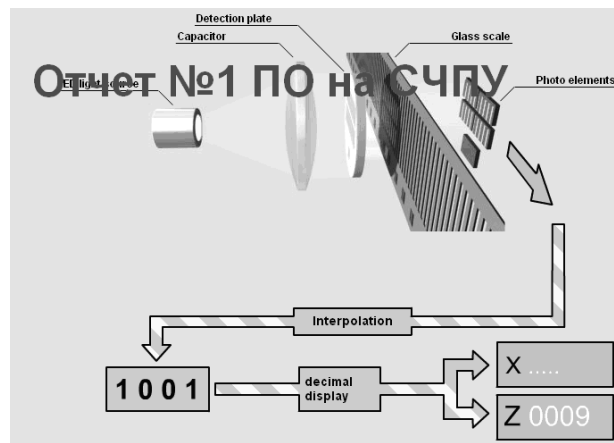


Рисунок 1.5 – Измеритель перемещений

6 Узлы суппорта.

7 Система координат токарного станка (рисунок 1.6).

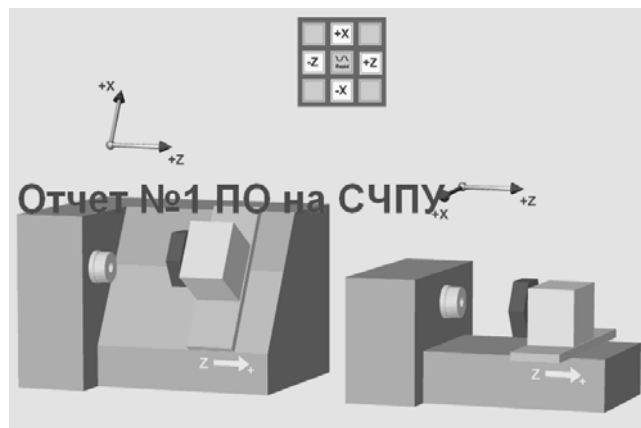


Рисунок 1.6 – Система координат токарного станка с ЧПУ

8 Принцип перемещений суппорта с помощью шарико-винтовой пары и линейного двигателя (рисунок 1.7).

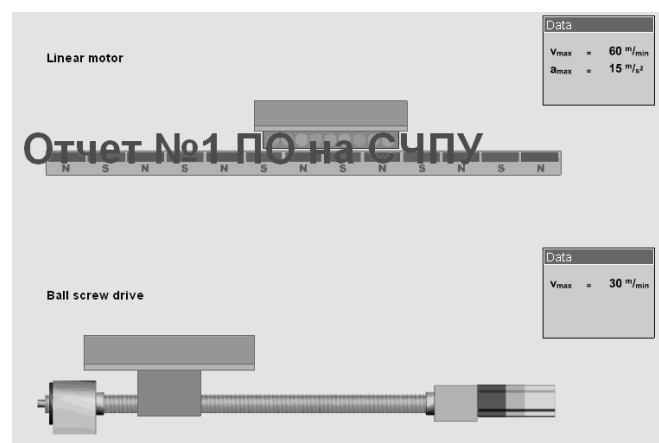


Рисунок 1.7 – Перемещение суппорта токарного станка с ЧПУ



9 Револьверная головка и режущий инструмент, применяемый на токарном станке (рисунок 1.8).

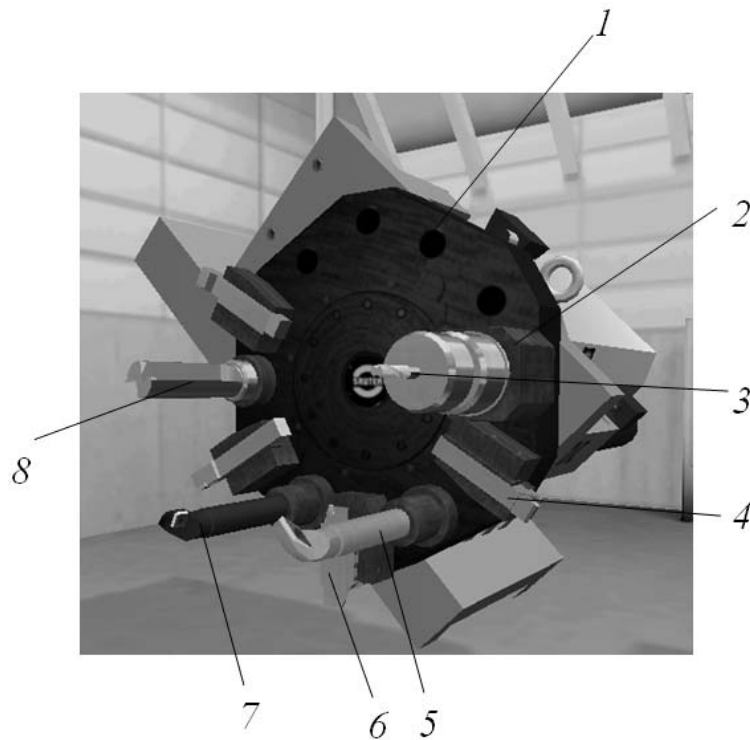


Рисунок 1.8 – Общий вид револьверной головки токарного станка с ЧПУ

10 Шпиндельный узел.

11 Закрепление заготовок (рисунок 1.9).

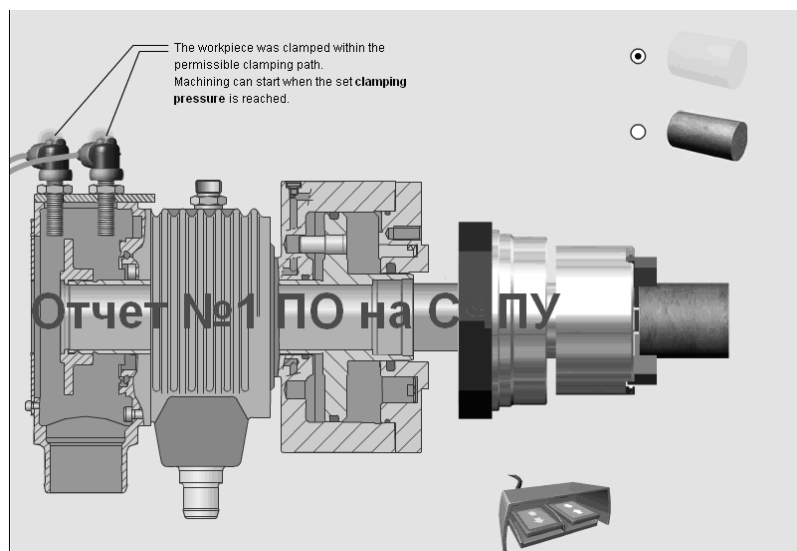


Рисунок 1.9 – Закрепление заготовки на токарном станке с ЧПУ

12 Состав и особенности работы приводов станка.

12.1 Условия включения станка (рисунок 1.10).

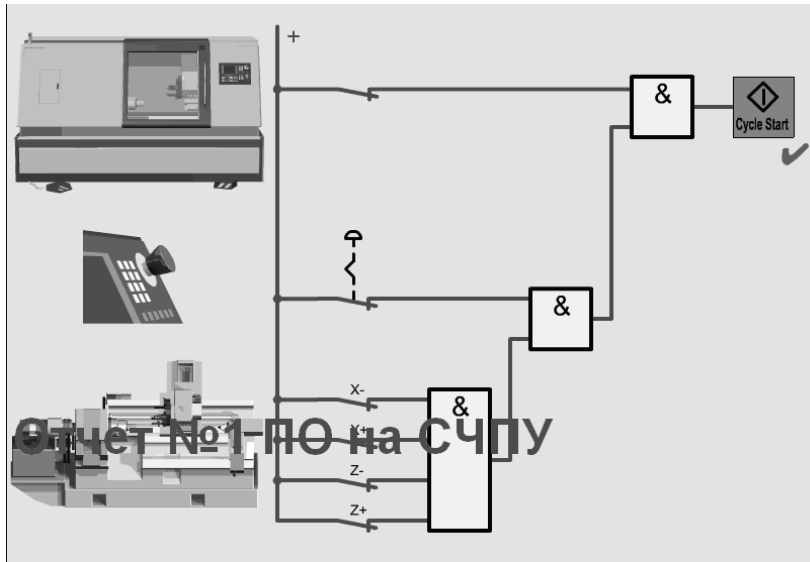


Рисунок 1.10 – Схема включения станка с ЧПУ

12.2 Отработка управляющих программ.

13 Основные элементы станка (рисунок 1.11).

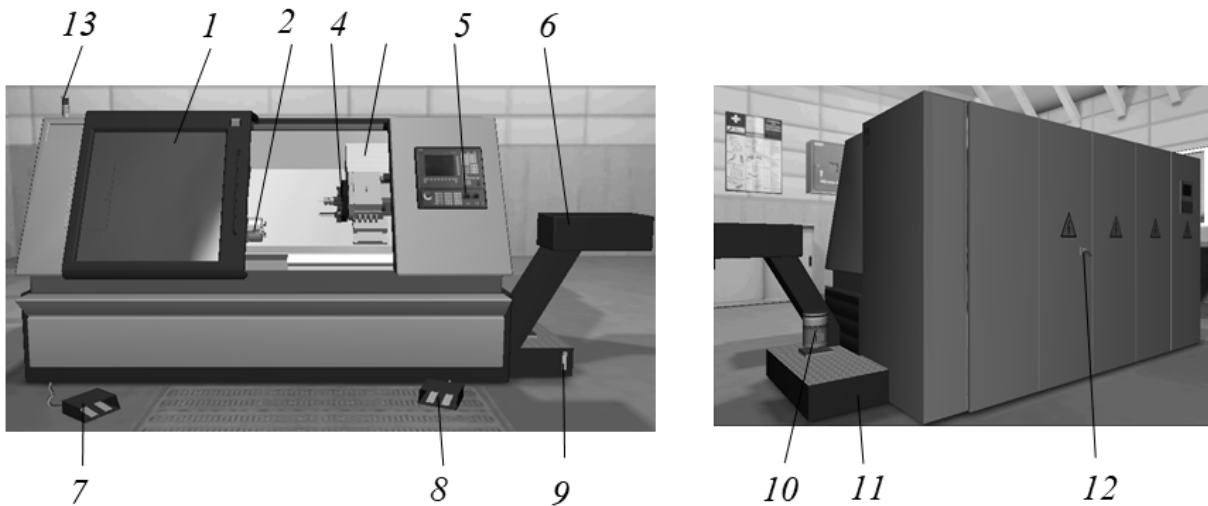


Рисунок 1.11 – Основные элементы конструкции токарного станка с ЧПУ

14 Управление станком – описать основные приемы, связанные с включением станка и ручными перемещениями.

15 Дать ответы на контрольные вопросы. Сделать выводы.

### *Контрольные вопросы*

1 Перечислите основные узлы токарного станка с ЧПУ.

2 Назовите условия старта управляющей программы.

3 Поясните назначение шарико-винтовой передачи и принцип ее работы.

## 2 Лабораторная работа № 2. Токарный станок с ЧПУ. Наладка

**Цель работы:** приобретение практических навыков разработки управляющих программ токарной обработки на основе программирования перемещений в СЧПУ семейства SINUMERIK.

### 2.1 Оборудование и программное обеспечение

- 1 Токарный станок с ЧПУ модели L28HS с СЧПУ SINUMERIK 808D.
- 2 Программный комплекс SwanSoft CNC (SSCNC).

### 2.2 Наладка токарного станка на обработку детали

- 1 Осуществить запуск программной симуляции токарного станка с СЧПУ SINUMERIK 808DT (рисунок 2.1).

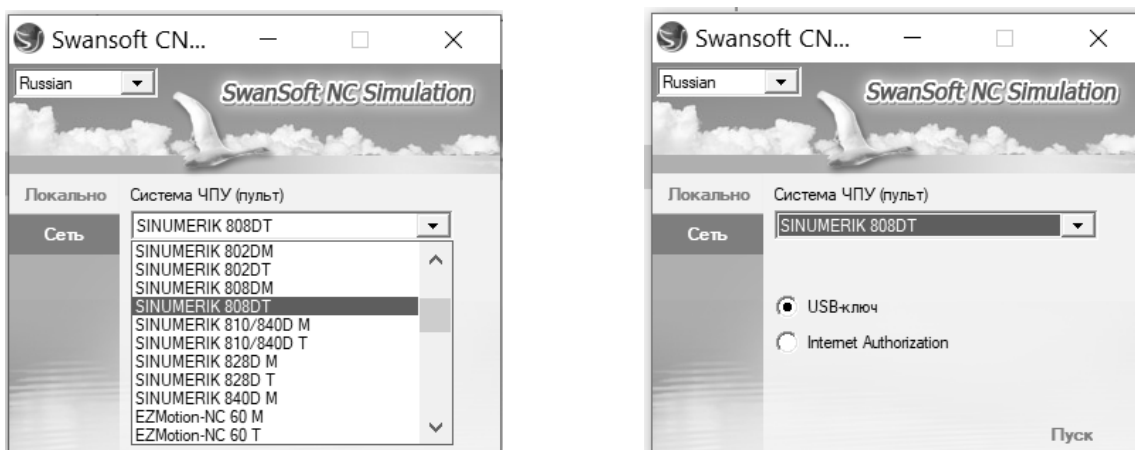


Рисунок 2.1 – Запуск программной симуляции токарного станка с ЧПУ

- 2 Включить питание станка нажатием на клавишу «POWER ON». Отжать кнопку аварийного останова (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Включение станка

3 Выполнить привязку осей в системе координат станка клавишами: режим «REF.POINT», «↑X», «→Z» (рисунок 2.3).

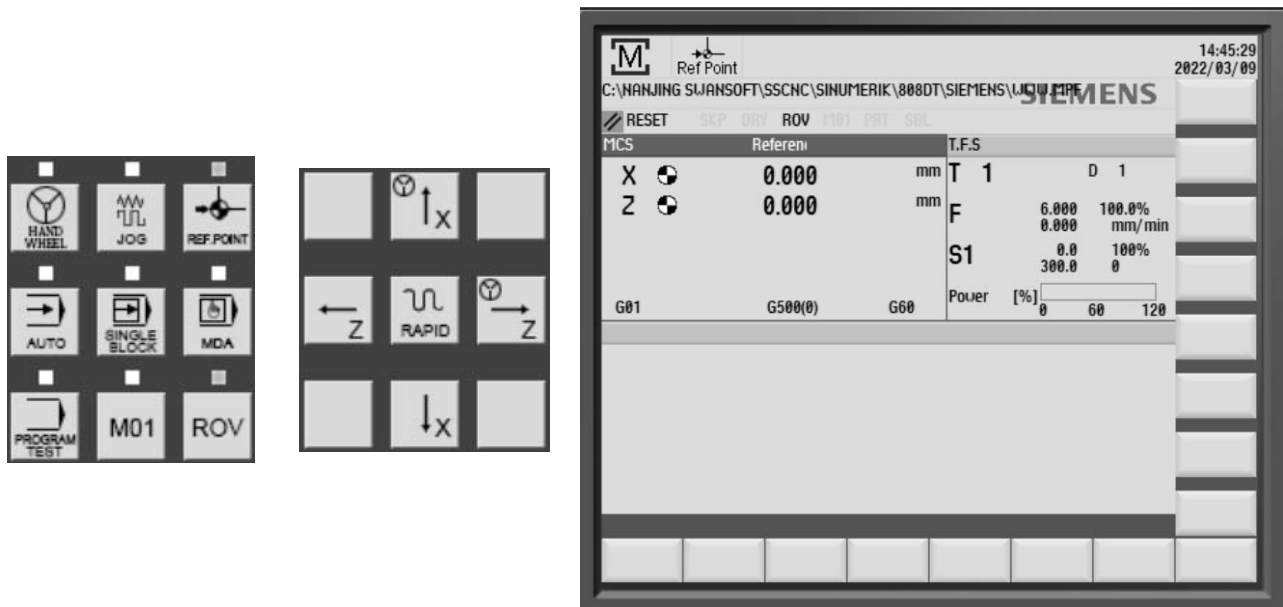


Рисунок 2.3 – Привязка осей в системе координат станка

4 Осуществить ввод управляющей программы.

4.1 Нажать клавишу «PROGRAM MANAGER» (рисунок 2.4).

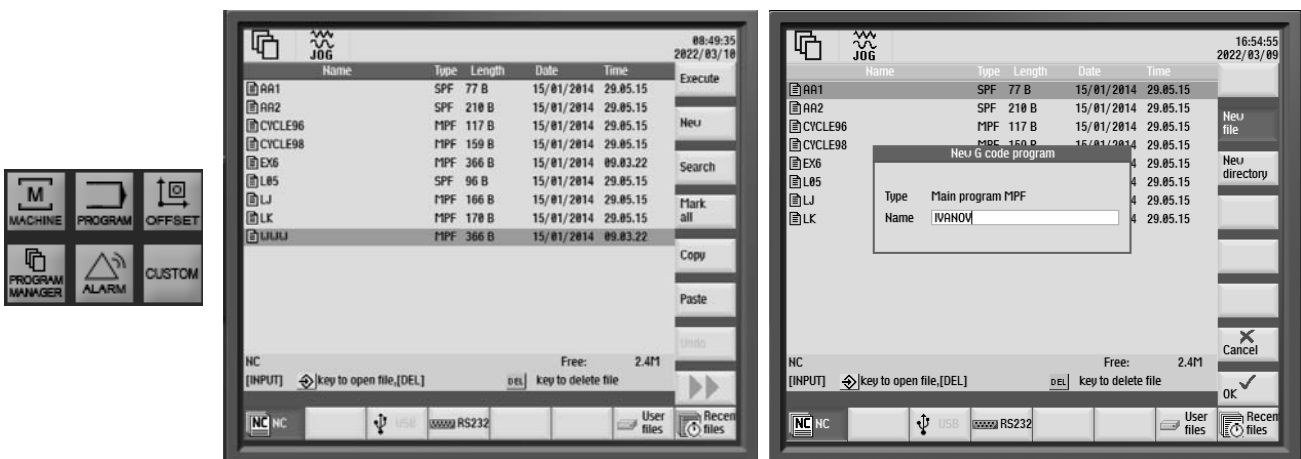


Рисунок 2.4 – Добавление новой управляющей программы

4.2 Нажать клавишу «New», ввести имя программы. Присвоить имя программы по фамилии студента и нажать клавишу «OK» (см. рисунок 2.4).

4.3 Осуществить ввод программы для обработки детали, представленной на рисунке 2.5. Текст управляющей программы представлен в таблице 2.1.

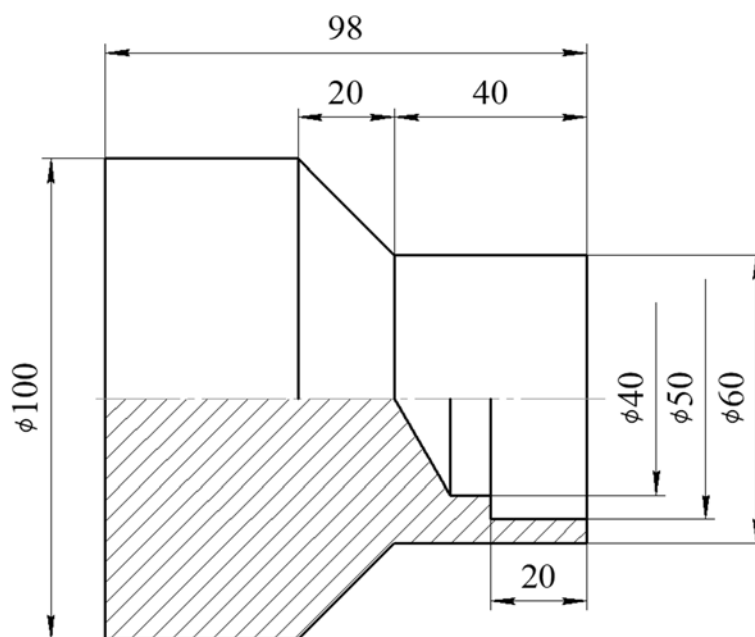


Рисунок 2.5 – Чертеж детали

Таблица 2.1 – Текст управляющей программы

Содержание кадра	Комментарий
1	2
T1 D1 M6	Смена инструмента (проходной резец)
F1 S500 M3	Задание режимов резания и включение вращения шпинделя
G00 X110 Z0	Ускоренное перемещение
G01 X-5	Перемещение с рабочей подачей
G00 X87 Z1	Ускоренное перемещение
G01 Z-53	Перемещение с рабочей подачей
X90	Перемещение с рабочей подачей
G00 Z1	Ускоренное перемещение
X74	Ускоренное перемещение
G01 Z-47	Перемещение с рабочей подачей
X78	Перемещение с рабочей подачей
G00 Z1	Ускоренное перемещение
X61	Ускоренное перемещение
G01 Z-39	Перемещение с рабочей подачей
X64	Перемещение с рабочей подачей
G00 Z1	Ускоренное перемещение
X60	Ускоренное перемещение
F0.5 S1000	Задание режимов резания
G01 Z-40	Перемещение с рабочей подачей
X102 Z-61	Перемещение с рабочей подачей
G00 X150 Z150	Ускоренное перемещение
T4 D1 M6	Смена инструмента (сверло)
F0.5 S500	Задание режимов резания
G00 X0 Z2	Ускоренное перемещение
G01 Z-60	Перемещение с рабочей подачей
G00 Z2	Ускоренное перемещение

## Окончание таблицы 2.1

1	2
X150 Z150	Перемещение с рабочей подачей
T6 D1 M6	Смена инструмента (расточной резец)
F1 S1000	Задание режимов резания
G00 X45 Z2	Ускоренное перемещение
G01 Z-20	Перемещение с рабочей подачей
X40	Перемещение с рабочей подачей
G00 Z2	Ускоренное перемещение
X50	Ускоренное перемещение
G01 Z-20	Перемещение с рабочей подачей
X45	Перемещение с рабочей подачей
G00 Z2	Ускоренное перемещение
X150 Z150	Ускоренное перемещение
M30	Конец программы

4.4 По завершении ввода программы загрузить управляющую программу на исполнение, нажав клавишу «Execute» (рисунок 2.6).

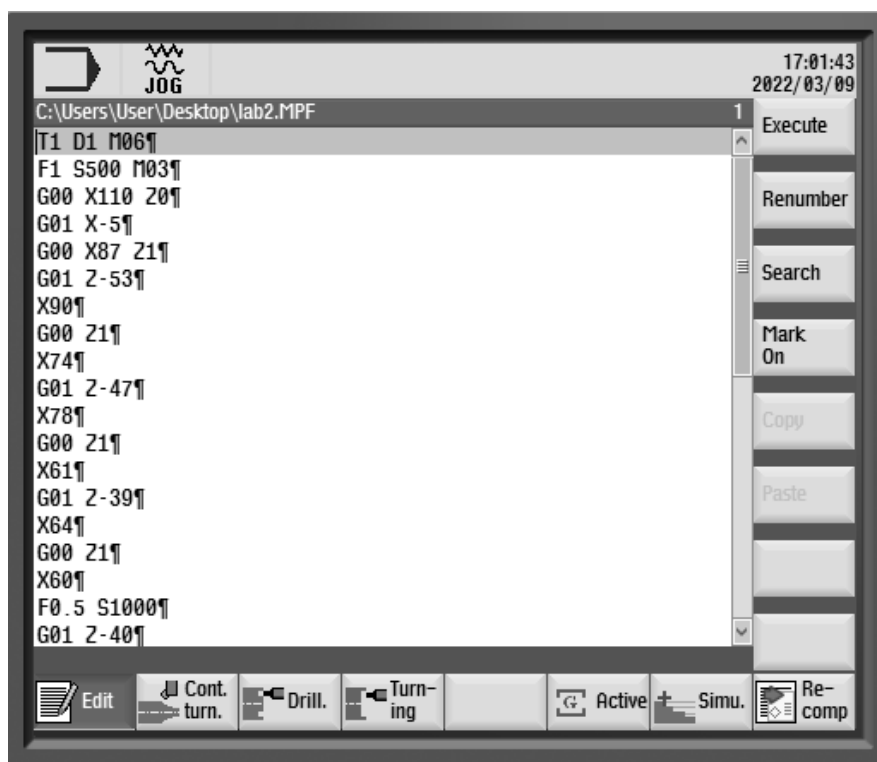


Рисунок 2.6 – Ввод управляющей программы

5 Осуществить наладку станка на обработку.

5.1 Задать размеры заготовки  $\varnothing 100$  мм и длину 100 мм во вкладке «Workpiece» – «Stock Size» – «Add».

5.2 Отрегулировать сопла подачи СОЖ, выбрав вкладку «Machine Operation» – «Adjust Coolant» (рисунок 2.7).

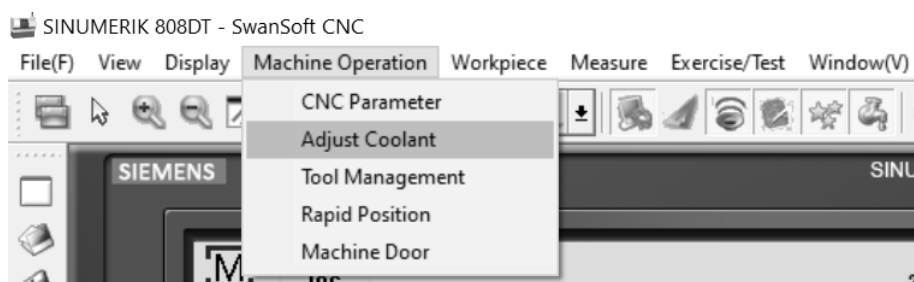


Рисунок 2.7 – Выбор вкладки «Adjust Coolant»

5.3 Подобрать и задать режущие инструменты, загрузить их в револьверную головку, выбрав вкладку «Machine Operation» – «Tool Management» (рисунок 2.8).

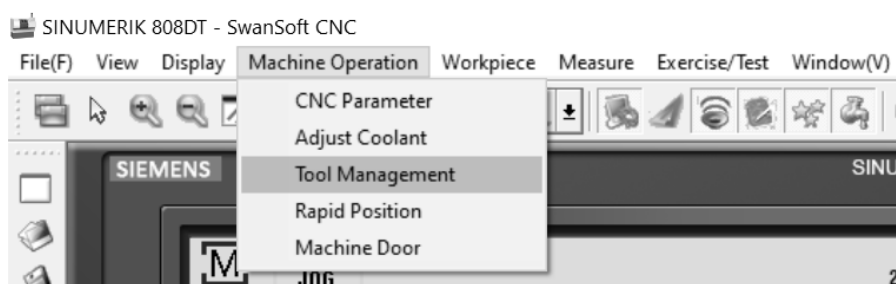


Рисунок 2.8 – Выбор вкладки «Tool Management»

5.4 Выбрать для позиции T1 токарный проходной резец (рисунок 2.9).

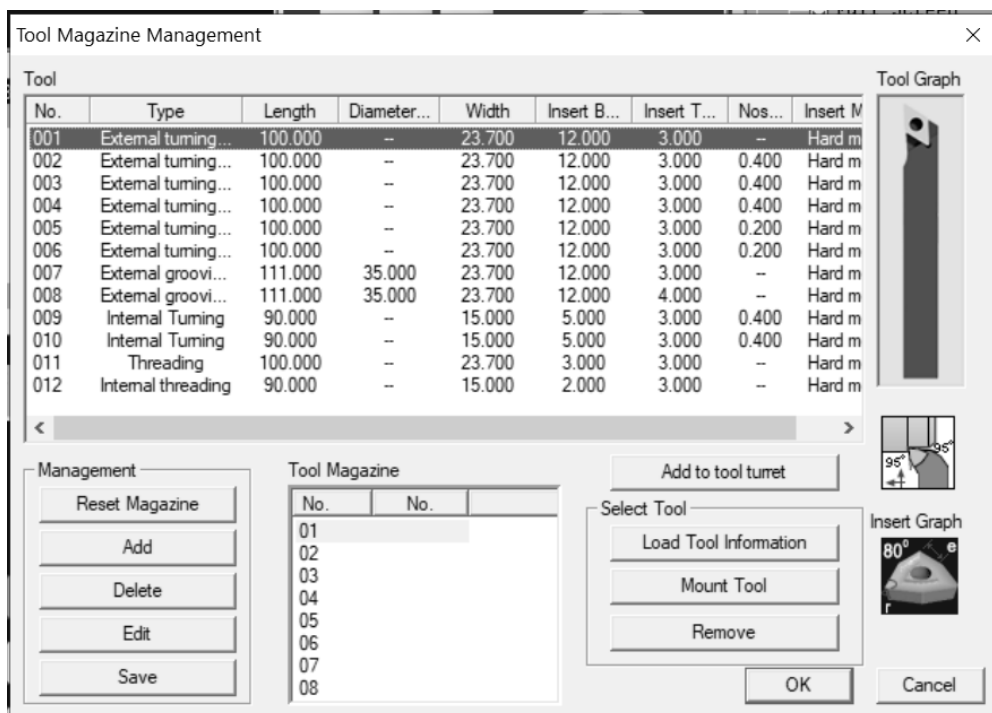


Рисунок 2.9 – Выбор токарного проходного резца из инструментальной базы данных

## 5.5 Загрузить токарный резец в револьверную головку (рисунок 2.10).

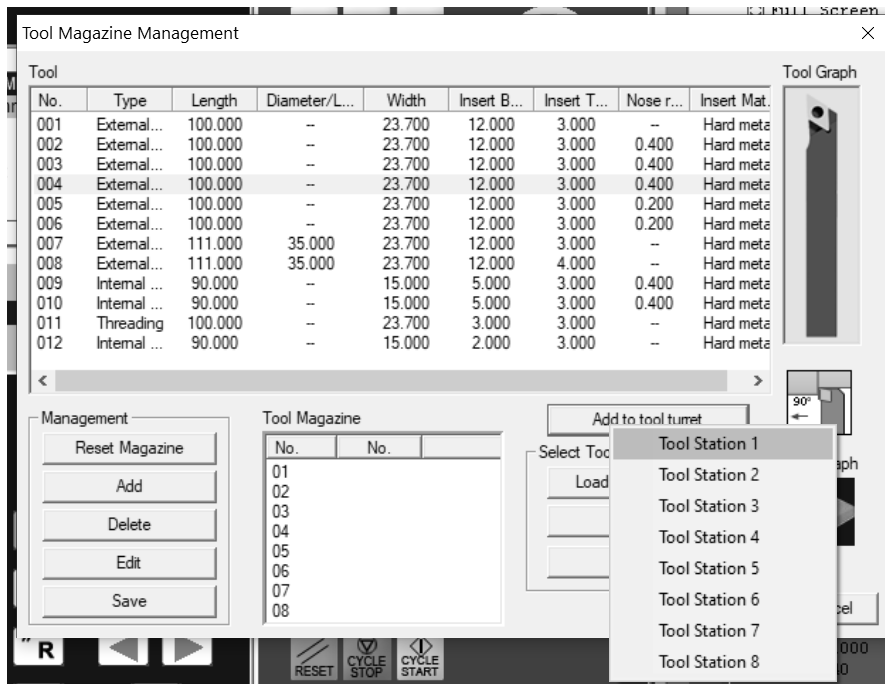


Рисунок 2.10 – Загрузка токарного проходного резца в позицию T1 револьверной головки

5.6 Добавить сверло (диаметр 40 мм) в инструментальную базу данных; выбрать для позиции T4 добавленное сверло и загрузить инструмент в револьверную головку.

5.7 Выбрать для позиции T6 токарный расточной резец и загрузить инструмент в револьверную головку.

6 Установить инструмент из позиции T1 в рабочее положение: режим «MDA», затем набрать T1 D1 M6 и нажать клавишу «CYCLE START» (рисунок 2.11).

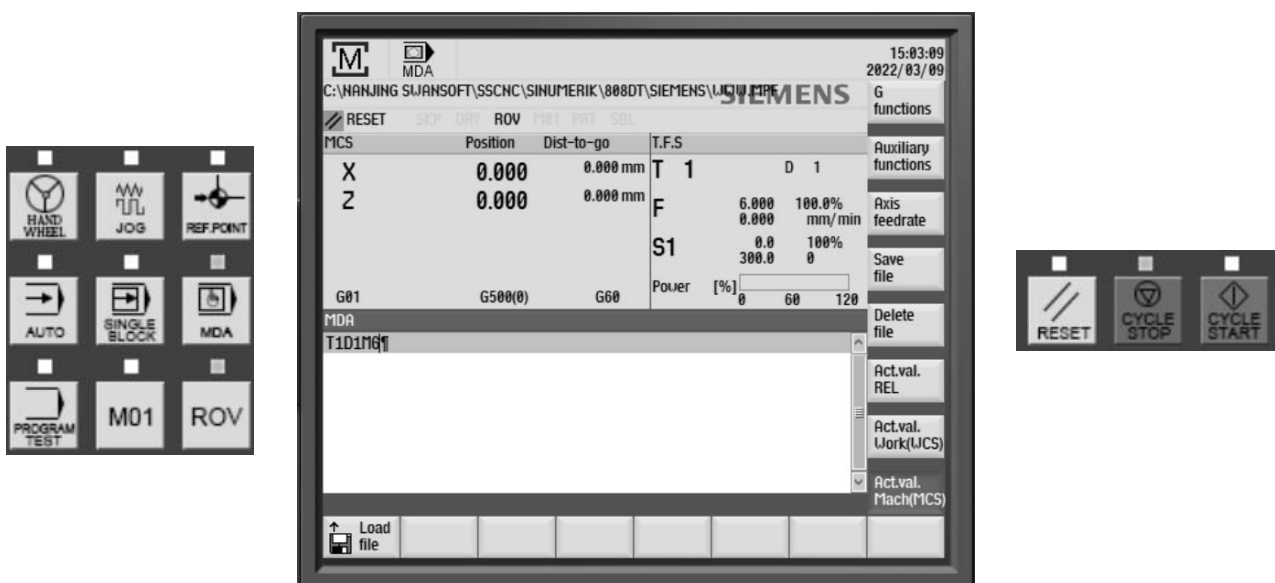


Рисунок 2.11 – Установка инструмента из позиции T1 в рабочее положение



7 Включить вращение шпинделя: режим «MDA», затем набрать G54 S1000 M3 и нажать клавишу «CYCLE START» (рисунок 2.12).

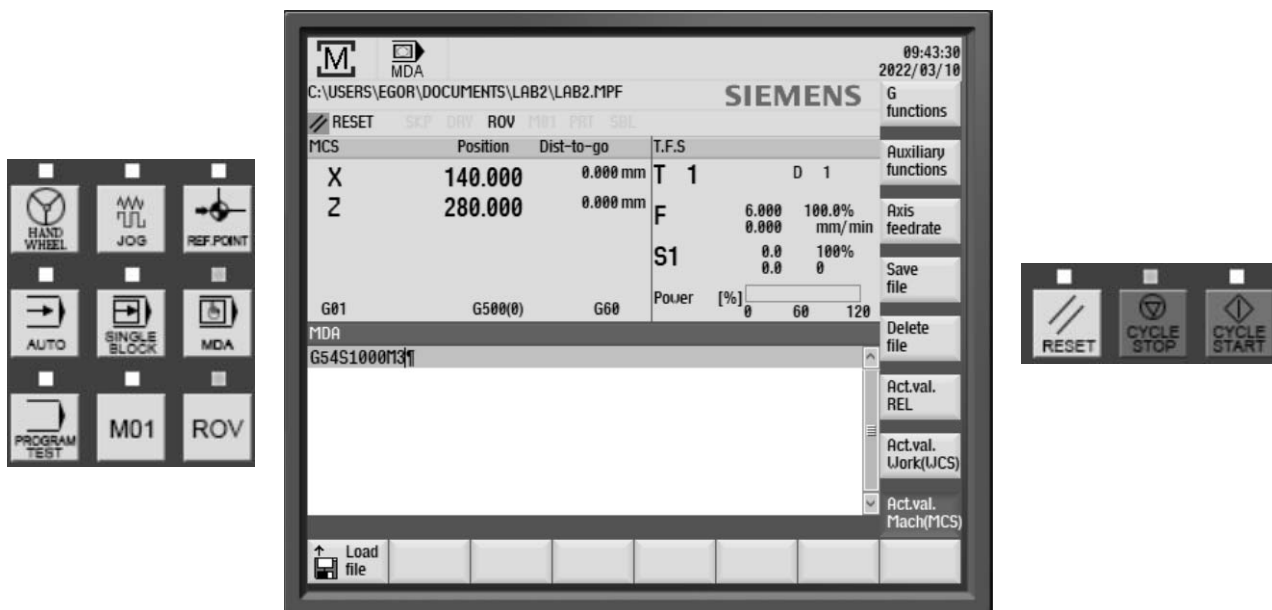


Рисунок 2.12 – Включение вращения шпинделя

8 Используя клавиши «↑X», «→Z», «↓X», «←Z», «RAPID» в режиме «JOG» точить цилиндрическую ступень длиной 2...4 мм (рисунок 2.13).

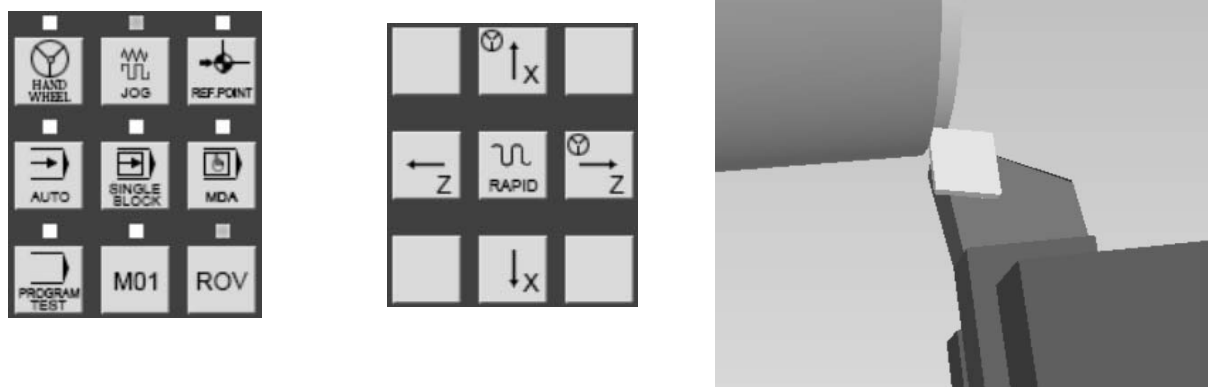


Рисунок 2.13 – Управление станком в ручном режиме «JOG»

9 Выключить вращение шпинделя и выполнить измерение диаметра и длины проточки. Для этого необходимо выбрать вкладку «Measure» – «Diameter» при измерении диаметра (рисунок 2.14) и «Measure» – «Measure Distance» при измерении длины (рисунок 2.15). Запомнить эти величины для дальнейшей коррекции резца. Резец не отводить от детали.

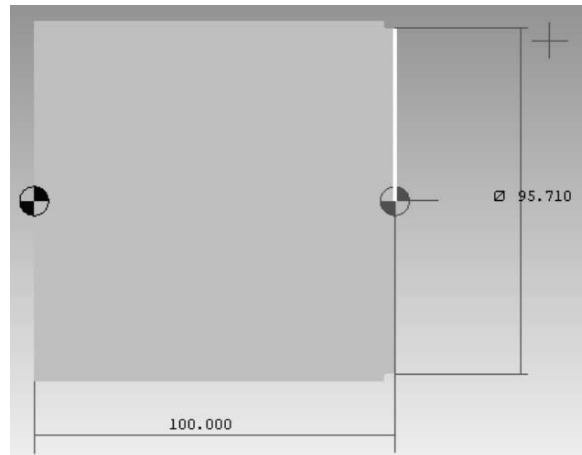
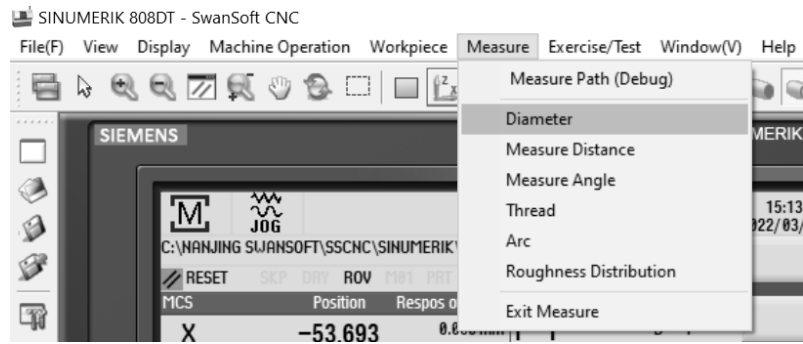


Рисунок 2.14 – Выбор вкладки «Diameter» и измерение диаметра проточки

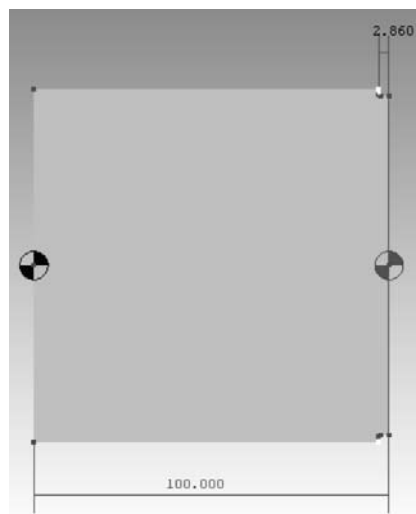
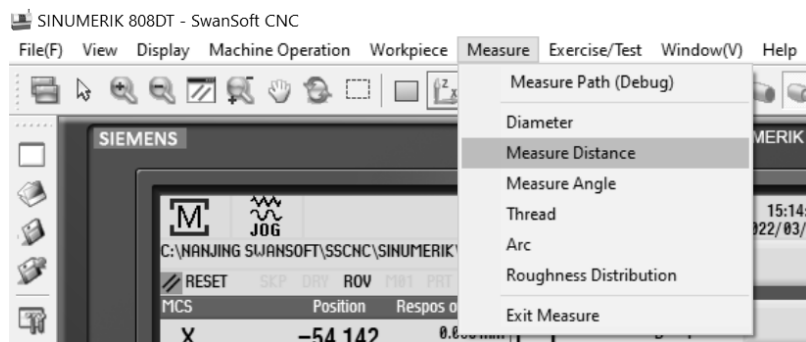


Рисунок 2.15 – Выбор вкладки «Measure Distance» и измерение длины проточки

10 Выполнить привязку токарного проходного резца.

10.1 В режиме «JOG» нажать клавишу «OFFSET» (рисунок 2.16).

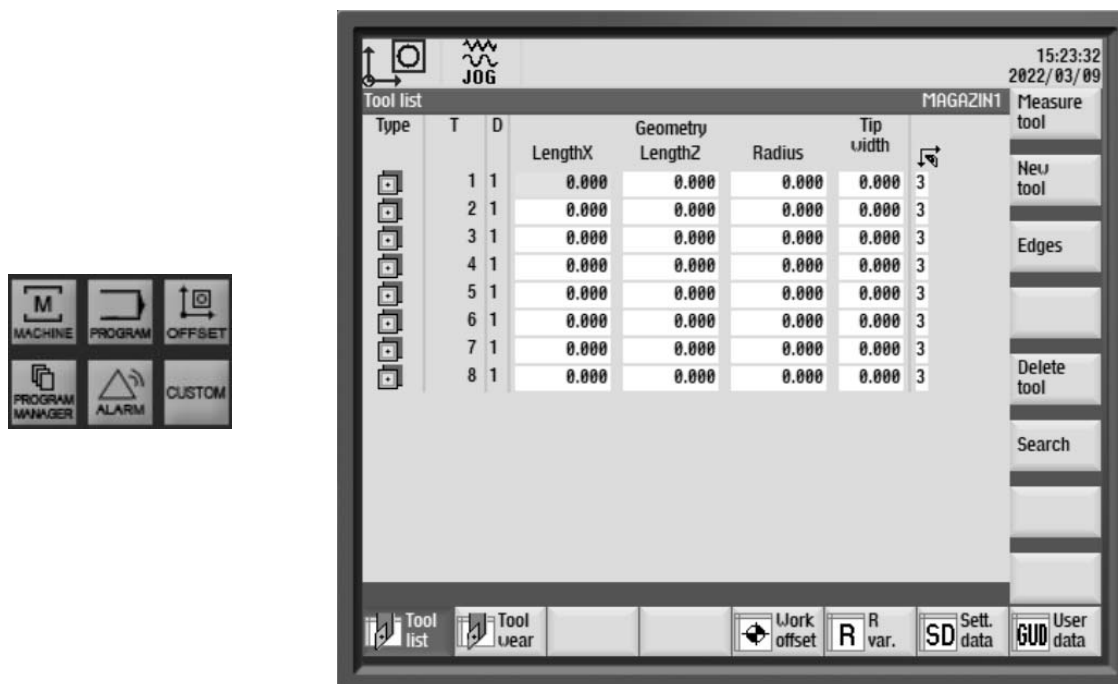


Рисунок 2.16 – Окно параметров привязка инструмента

10.2 Проверить соответствие типа («Type») и номера («T No») инструмента.

При необходимости произвести удаление инструментов из меню «Tool list» (клавиша «Delete tool») и создать новые инструменты (клавиша «New tool») (см. рисунок 2.19).

Для токарного проходного резца: тип инструмента – «Turning tool», «Edge position» – 3.

Для сверла: тип инструмента – «Drill tool», «Edge position» – 7.

Для токарного расточного резца: тип инструмента – «Turning tool», «Edge position» – 3.

10.3 Нажать клавиши «Measure tool», «Measure X» и выполнить привязку инструмента по диаметру (рисунок 2.17, см. рисунок 2.16):

- ввести диаметр, измеренный в пункте 9;
- нажать клавишу «Set length X».

10.4 Нажать клавишу «Measure Z» выполнить привязку инструмента по оси Z (см. рисунок 2.17):

- ввести координату режущего инструмента по оси Z, измеренную в пункте 9, учитывая, что на правом торце заготовки есть припуск, равный 1...2 мм;
- нажать клавишу «Set length Z».

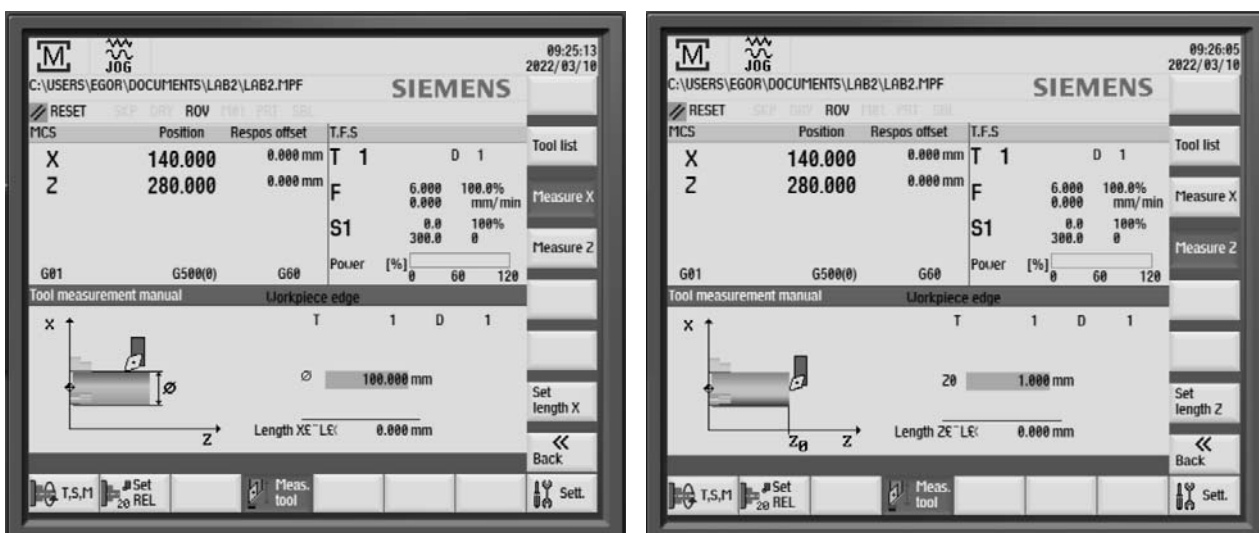


Рисунок 2.17 – Привязка инструмента

10.5 Привязка сверла и токарного расточного резца выполняется аналогично привязке токарного проходного резца. Для сверла точка привязки находится на оси детали (рисунок 2.18):

- установить инструмент из позиции T4 в рабочее положение: режим «MDA», затем набрать T4 D1 M6 и нажать клавишу «CYCLE START»;
- перевести инструмент к точке привязки, выбрав вкладку «Machine Operation» – «Rapid Position»;
- данные действия повторить для токарного расточного резца T6.

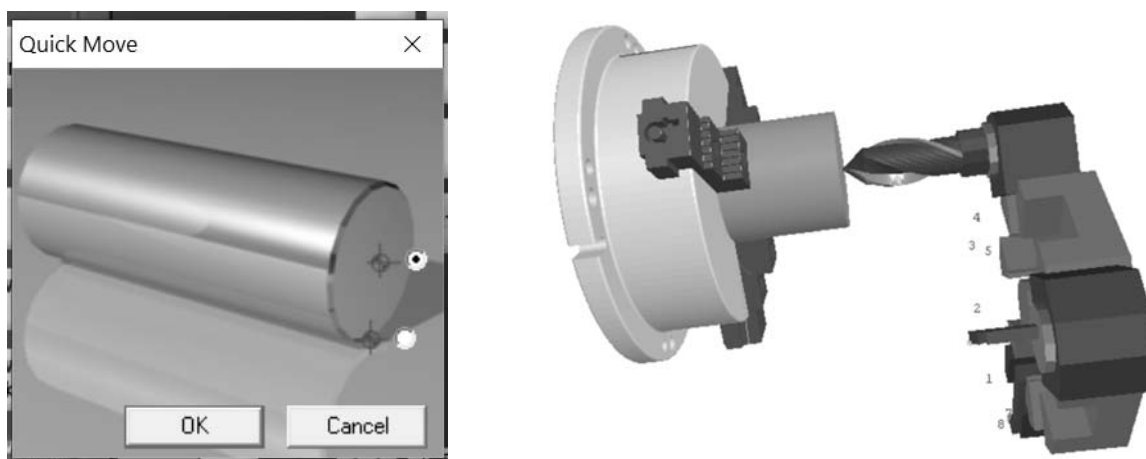


Рисунок 2.18 – Точка привязки сверла

11 Выполнить пробную обработку.

11.1 Закрывать дверь рабочей зоны, выбрав вкладку «Machine Operation» – «Machine Door».

11.2 Запустить управляющую программу, нажав последовательно клавиши «AUTO» и «CYCLE START».

11.3 В случае остановки обработки устранить ошибки управляющей программы или привязки.

11.4 После завершения обработки проверить размеры детали.

### 2.3 Порядок выполнения лабораторной работы

1 Изучить состав и назначение адресов при разработке управляющей программы с использованием линейной интерполяции.

2 Выполнить эскиз детали в соответствии с таблицами 2.2 и 2.3 и рисунком 2.19.

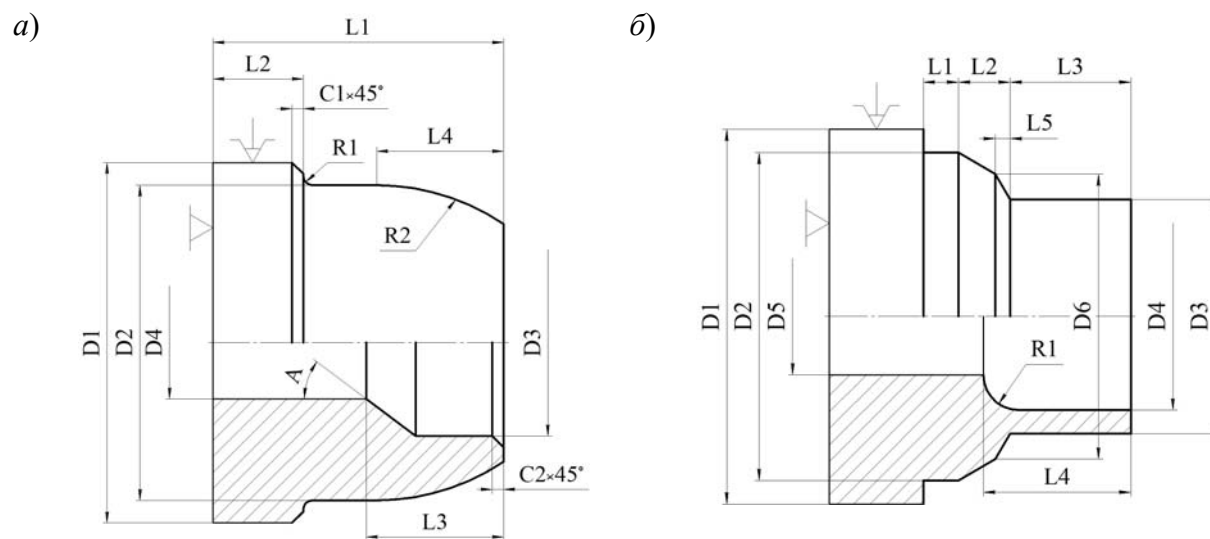


Рисунок 2.19 – Эскиз детали

Таблица 2.2 – Варианты заданий к рисунку 2.19, а

В миллиметрах

Вариант	D1	D2	D3	D4	L1	L2	L3	L4	C1	C2	R1	R2	A
1	152	140	90	40	70	10	16	20	3	10	2	70	45
2	126	100	50	20	88	16	18	18	2	8	5	88	60
3	124	104	54	22	60	14	20	20	4	6	3	60	50
4	132	112	52	28	90	20	22	22	5	3	4	90	45
5	138	108	58	22	120	28	24	5	3	9	8	20	60
6	112	90	40	20	100	18	26	8	2	7	6	30	50
7	142	110	72	48	110	16	28	10	4	5	5	40	45
8	120	98	60	30	92	30	30	15	5	10	4	52	60
9	110	90	60	28	86	12	32	12	3	8	4	66	50
10	150	120	76	42	74	26	34	10	2	4	10	44	45

Таблица 2.3 – Варианты заданий к рисунку 2.19, б

В миллиметрах

Вариант	D1	D2	D3	D4	D5	D6	L1	L2	L3	L4	L5	R1
11	140	112	60	40	80	22	18	5	4	3	7	20
12	130	106	52	22	108	12	20	15	5	9	4	58
13	128	104	54	26	112	8	22	10	3	7	6	72
14	144	108	70	42	104	20	24	10	2	5	12	64
15	120	88	60	40	96	18	20	10	4	6	8	46
16	100	90	70	50	40	80	10	10	16	24	5	20
17	120	100	76	52	48	90	12	16	18	26	9	24
18	110	100	72	54	46	84	14	14	20	28	8	22
19	150	130	100	56	44	110	16	20	22	30	10	40
20	140	120	80	58	42	100	18	28	24	32	12	25
21	130	110	74	60	40	90	20	18	26	34	10	15
22	128	122	88	62	48	100	22	16	28	18	9	14
23	144	130	96	64	46	110	24	30	30	40	15	20
24	90	84	60	50	44	70	26	12	32	50	6	10
25	160	130	90	66	42	110	28	26	34	30	13	18
26	158	140	106	68	40	120	30	22	18	32	11	24
27	98	92	70	52	46	80	32	12	20	34	6	14
28	104	88	70	54	44	60	34	8	22	36	4	14
29	124	112	80	70	42	90	36	20	24	38	10	10
30	114	100	74	60	40	90	40	18	20	42	9	12

3 Установить состав переходов при обработке детали (внутренний контур для рисунка 2.19, а и наружный контур для рисунка 2.19, б), определить количественные и качественные параметры необходимого инструмента.

4 Определить способ установки заготовки, установить ноль детали, положение исходной точки. Определить координаты опорных точек.

5 Определить режимы резания для каждого инструмента.

6 Разработать текст управляющей программы по обработке детали.

7 Выполнить ввод текста управляющей программы в стойку станка, установить и привязать инструмент, выполнить пробную обработку детали.

8 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

## 2.4 Типовое содержание отчета по лабораторной работе

- 1 Наименование и цель лабораторной работы.
- 2 Ввод текста управляющей программы (представлен на рисунке 2.20).

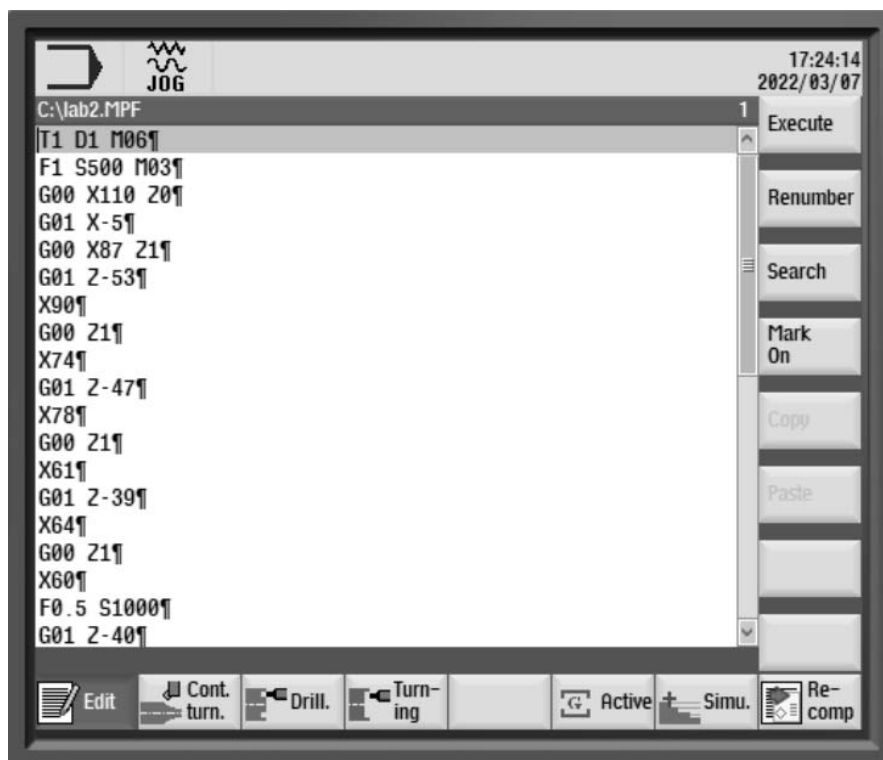


Рисунок 2.20 – Текст управляющей программы

- 3 Наладка режущих инструментов (представлена на рисунке 2.21).

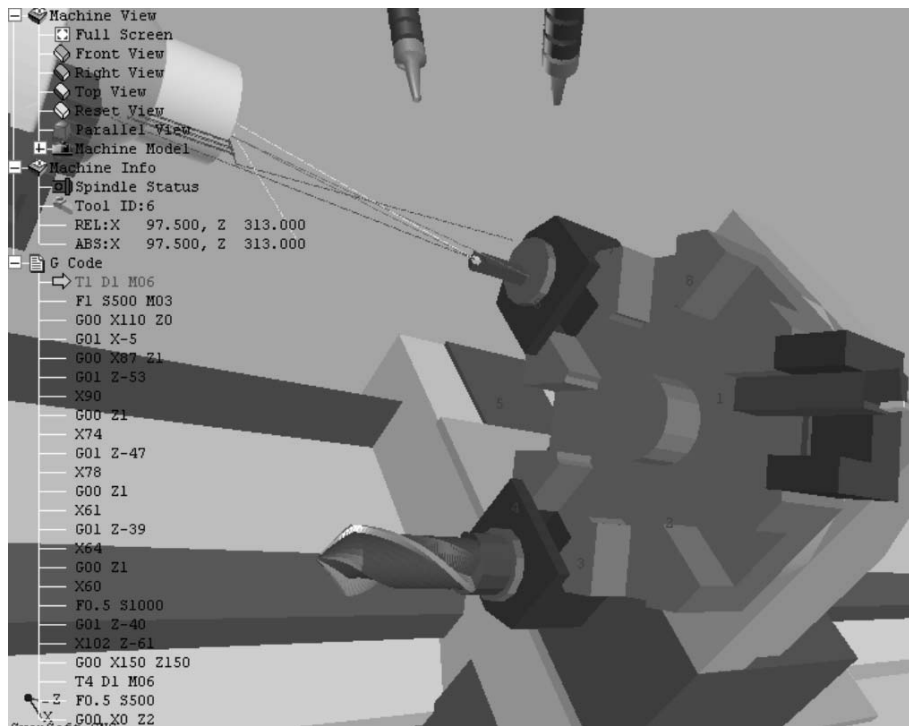


Рисунок 2.21 – Результат наладки режущих инструментов и установки их в револьверную головку

4 Результаты пробной обработки (представлены на рисунке 2.22).

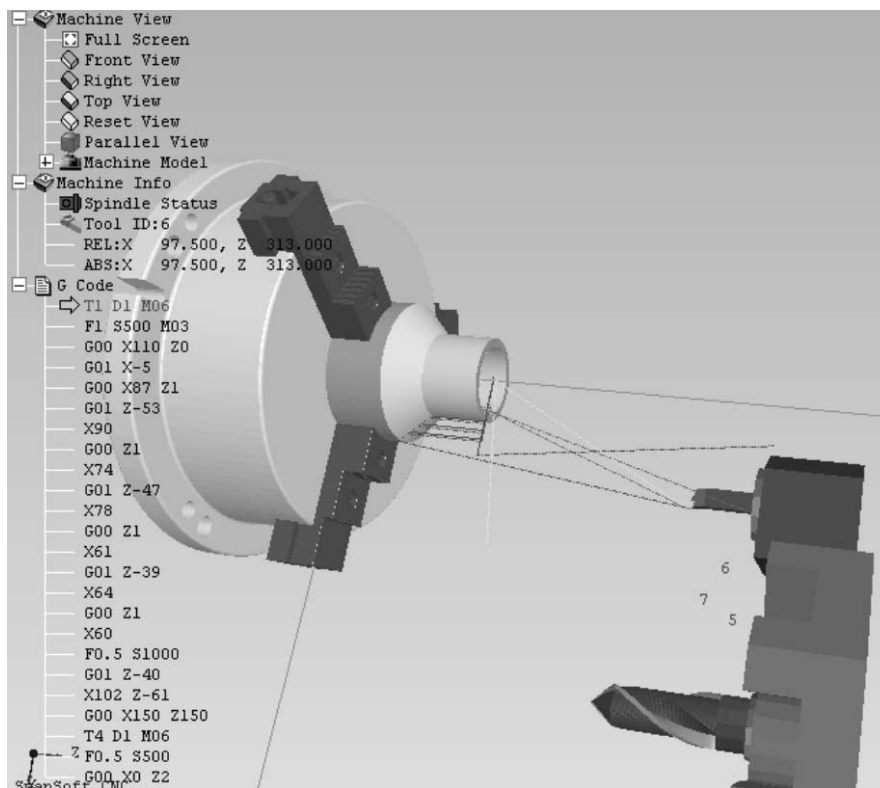


Рисунок 2.22 – Результат пробной обработки детали



5 Контроль параметров точности наружных и внутренних поверхностей детали (представлен на рисунке 2.23).

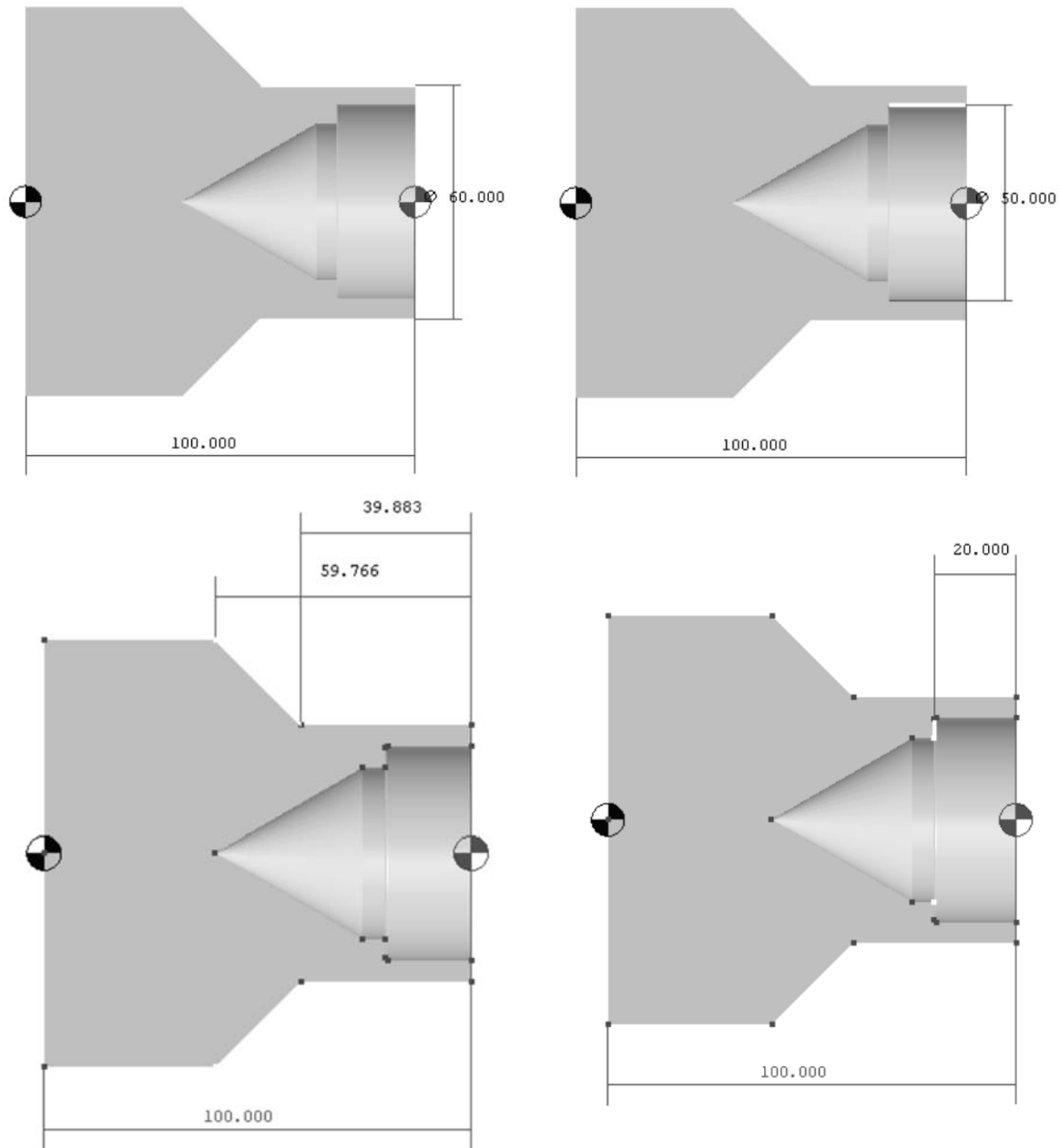


Рисунок 2.23 – Результаты измерения детали

6 Ответы на контрольные вопросы.

7 Выводы.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Перечислите основные этапы настройки станка с ЧПУ на обработку.
- 2 В чем суть привязки режущего инструмента и как ее выполнить?
- 3 Что такое привязка осей?

### 3 Лабораторная работа № 3. Программирование токарной обработки с использованием технологических циклов

**Цель работы:** приобретение практических навыков разработки управляющих программ обработки на основе применения токарных технологических циклов.

#### 3.1 Оборудование и программное обеспечение

- 1 Токарный станок с ЧПУ модели L28HS с СЧПУ SINUMERIK 808D.
- 2 Программный комплекс SwanSoft CNC (SSCNC).

#### 3.2 Сведения о программировании

**Обработка резанием с поднутрением – CYCLE95** (рисунок 3.1).

С помощью цикла обработки резанием можно изготовить запрограммированный в подпрограмме контур из заготовки посредством обработки резанием параллельной оси.

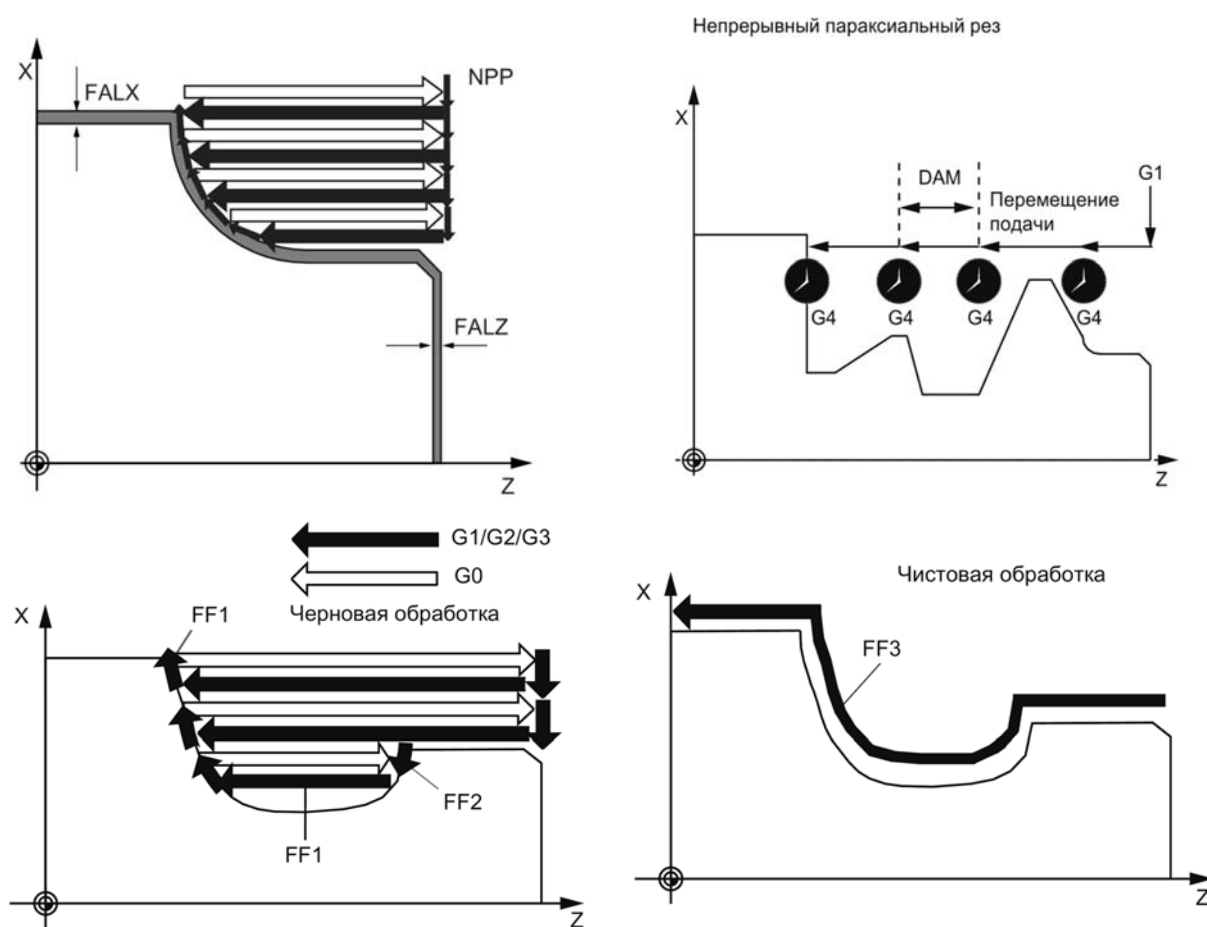


Рисунок 3.1 – Параметры цикла CYCLE95

CYCLE95(NPP, MID, FALZ, FALX, FAL, FF1, FF2, FF3, VARI, DT, DAM, \_VRT)

NPP – наименование подпрограммы контура.

MID – максимально возможная глубина резания для процесса черновой обработки (вводится без знака).

FALZ – чистовой припуск в продольной оси (вводится без знака).

FALX – чистовой припуск в поперечной оси (вводится без знака).

FAL – соответствующий контуру чистовой припуск (вводится без знака).

FF1 – подача для черновой обработки.

FF2 – подача для врезания в элементы поднутрения.

FF3 – подача для чистовой обработки.

VARI – режим обработки (таблица 3.1).

DT – пауза для ломки стружки при черновой обработке (в секундах).

DAM – длина пути, после которого черновой проход прерывается для ломки стружки.

\_VRT – величина отвода инструмента при обратном ходе в обеих осях (вводится без знака).

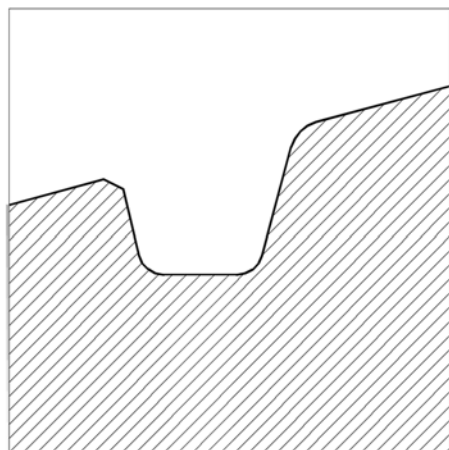
Таблица 3.1 – Кодирование режимов обработки

Вид обработки	Черновая	Чистовая	Черновая с чистовой
Продольная наружная	1	5	9
Поперечная наружная	2	6	10
Продольная внутренняя	3	7	11
Поперечная внутренняя	4	8	12

**Выточка – CYCLE93** (рисунки 3.2 и 3.3).

Цикл выточки позволяет создавать симметричный и асимметричные выточки для продольной и поперечной обработки на любых прямых элементах контура. Можно изготавливать наружные и внутренние выточки.

а)



б)

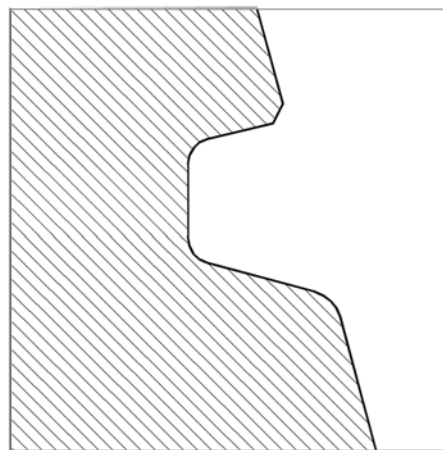


Рисунок 3.2 – Форма выточек

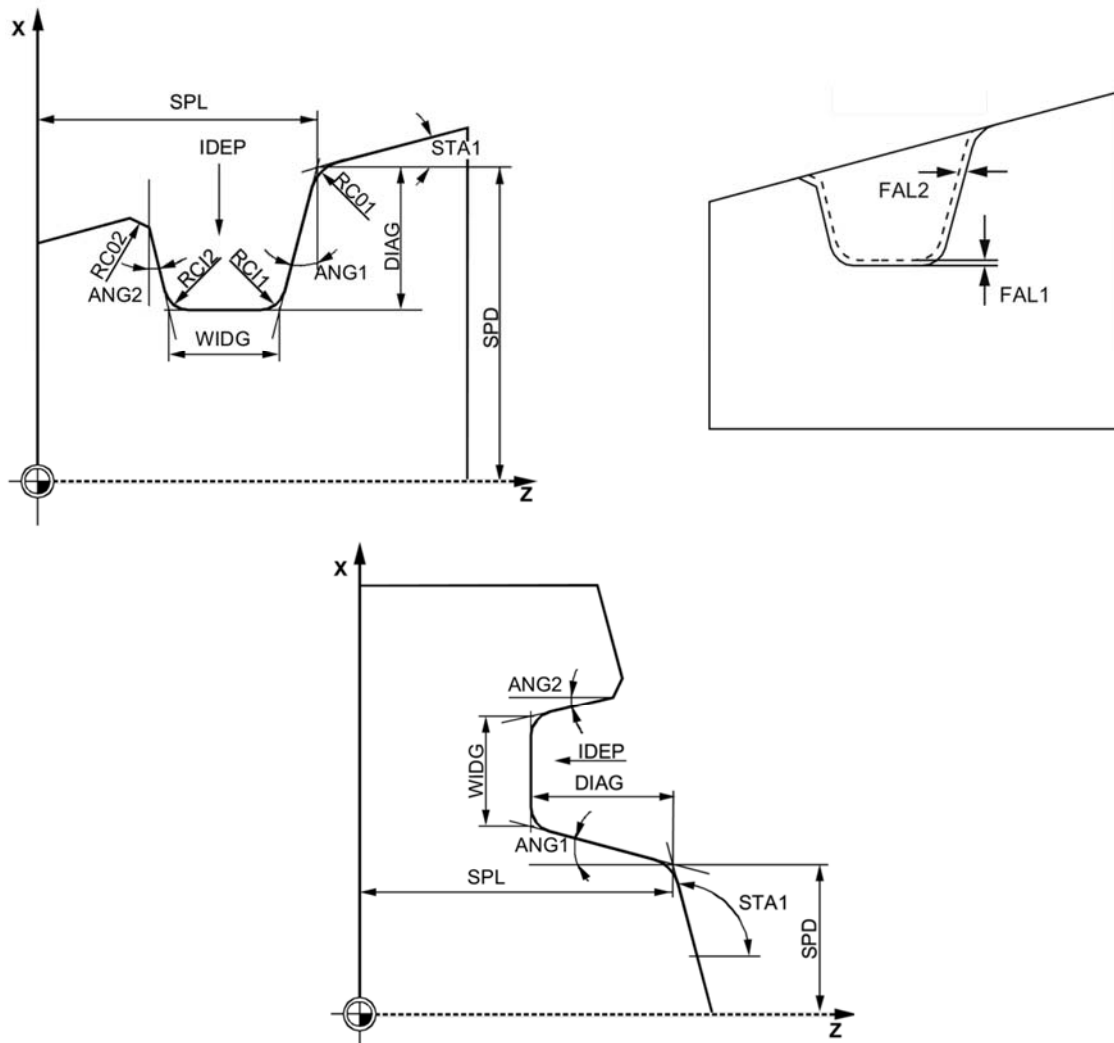


Рисунок 3.3 – Параметры цикла CYCLE93

Формат кадра: CYCLE93(SPD, SPL, WIDG, DIAG, STA1, ANG1, ANG2, RCO1, RCO2, RCI1, RCI2, FAL1, FAL2, IDEP, DTB, VARI, \_VRT)

SPD – начальная точка на поперечной оси.

SPL – начальная точка на продольной оси.

WIDG – ширина выточки (вводится без знака).

DIAG – глубина выточки (вводится без знака).

STA1 – угол между контуром и продольной осью. Угол всегда относится к продольной оси и может принимать значения между 0 и 180 град.

ANG1 – угол профиля на стороне, заданной начальной точкой (вводится без знака).

ANG2 – угол профиля на другой стороне (вводится без знака). Через задаваемые отдельно углы могут описываться ассиметричные выточки. Углы могут принимать значения между 0 и 89,999 град.

RCO1 – радиус (фаска), расположенный снаружи на стороне, заданной начальной точкой.

RCO2 – радиус (фаска), расположенный снаружи на другой стороне.

RCI1 – радиус (фаска), расположенный внутри на стороне, заданной начальной точкой.

RCI2 – радиус (фаска), расположенный внутри на другой стороне. Радиусы вводятся с положительным знаком, а фаски – с отрицательным.

FAL1 – чистовой припуск в основании выточки.

FAL2 – чистовой припуск на боковых сторонах.

IDEP – глубина подачи (вводится без знака).

DTB – время ожидания в основании выточки. Время ожидания программируется в секундах и должно составлять минимум один оборот шпинделя.

VARI – режим обработки. С помощью первой позиции параметра VARI можно определить режим обработки выточки (рисунок 3.4).

\_VRT – изменяемое расстояние отвода от контура, с приращением (вводится без знака).

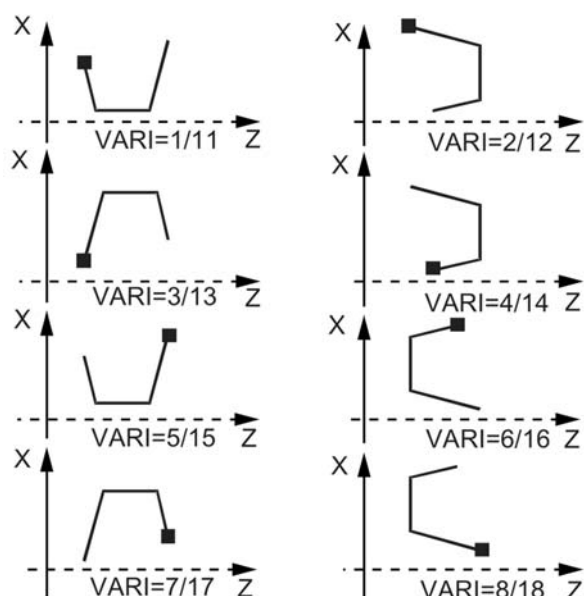


Рисунок 3.4 – Режимы обработки выточки

**Канавка – CYCLE94** (рисунок 3.5).

С помощью этого цикла можно обрабатывать канавки по DIN509 формы E и F при диаметре готовой детали больше 3 мм.

Формат кадра: CYCLE94(SPD, SPL, FORM, VARI)

SPD – начальная точка в поперечной оси (вводится без знака).

SPL – начальная точка коррекции в продольной оси (вводится без знака).

FORM – определение формы значения: E (для формы E), F (для формы F) по DIN509.

VARI – режим обработки.

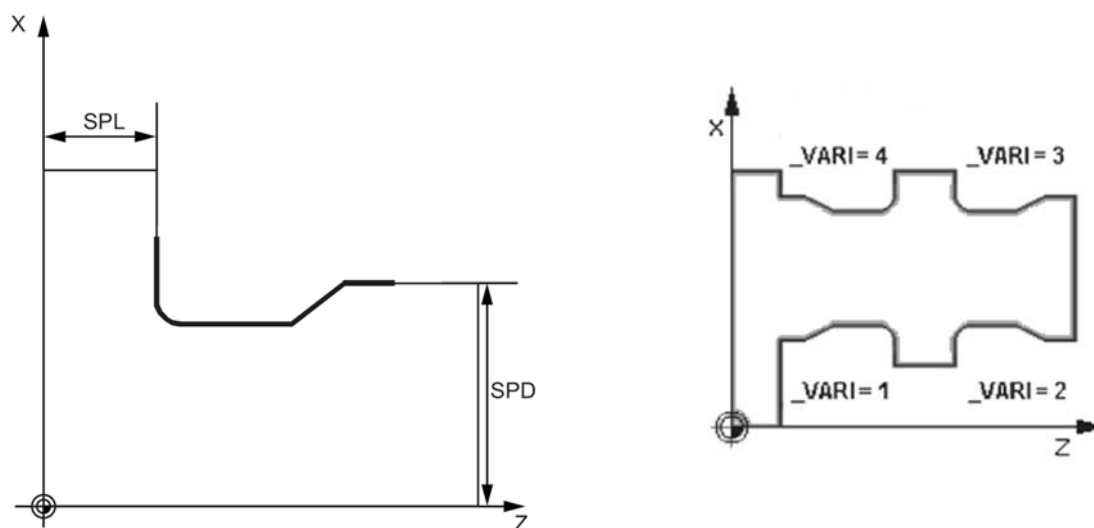


Рисунок 3.5 – Параметры цикла CYCLE94

### Зарезьбовая канавка – CYCLE96 (рисунок 3.6).

С помощью этого цикла можно обрабатывать резьбовые канавки для метрической ISO-резьбы от М3 до М68.

Формат кадра: CYCLE96(DIATH, SPL, FORM, \_VARI)

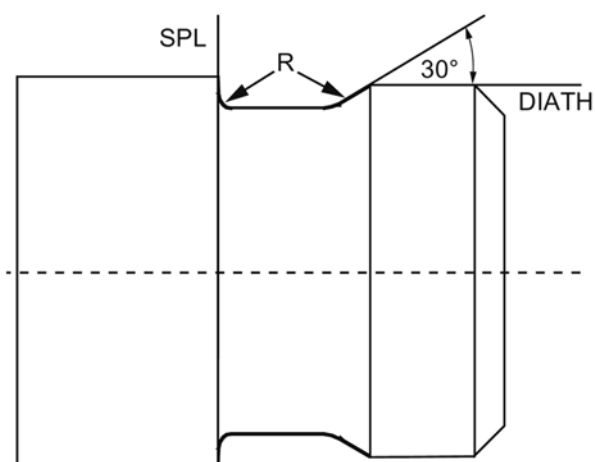
DIATH – номинальный диаметр резьбы.

SPL – начальная точка коррекции в продольной оси.

FORM – определение формы канавки: А, В, С, D. Резьбовые канавки форм А и В определены для наружной резьбы, форма А – для обычных сбегов резьбы, форма В – для коротких сбегов резьбы. Резьбовые канавки форм С и D используются для внутренней резьбы, форма С – для обычного сбега резьбы, форма D – для короткого сбега резьбы.

\_VARI – режим обработки.

ФОРМЫ А и В



ФОРМЫ С и D

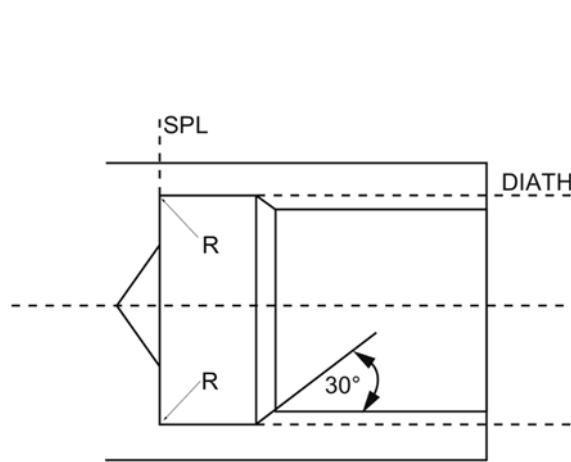


Рисунок 3.6 – Формы зарезьбовых канавок и параметры цикла CYCLE96

### Резьбонарезание – CYCLE97 (рисунок 3.7).

С помощью цикла резьбонарезания можно обрабатывать цилиндрическую и коническую наружную и внутреннюю резьбу с постоянным шагом с использованием продольной и поперечной обработки.

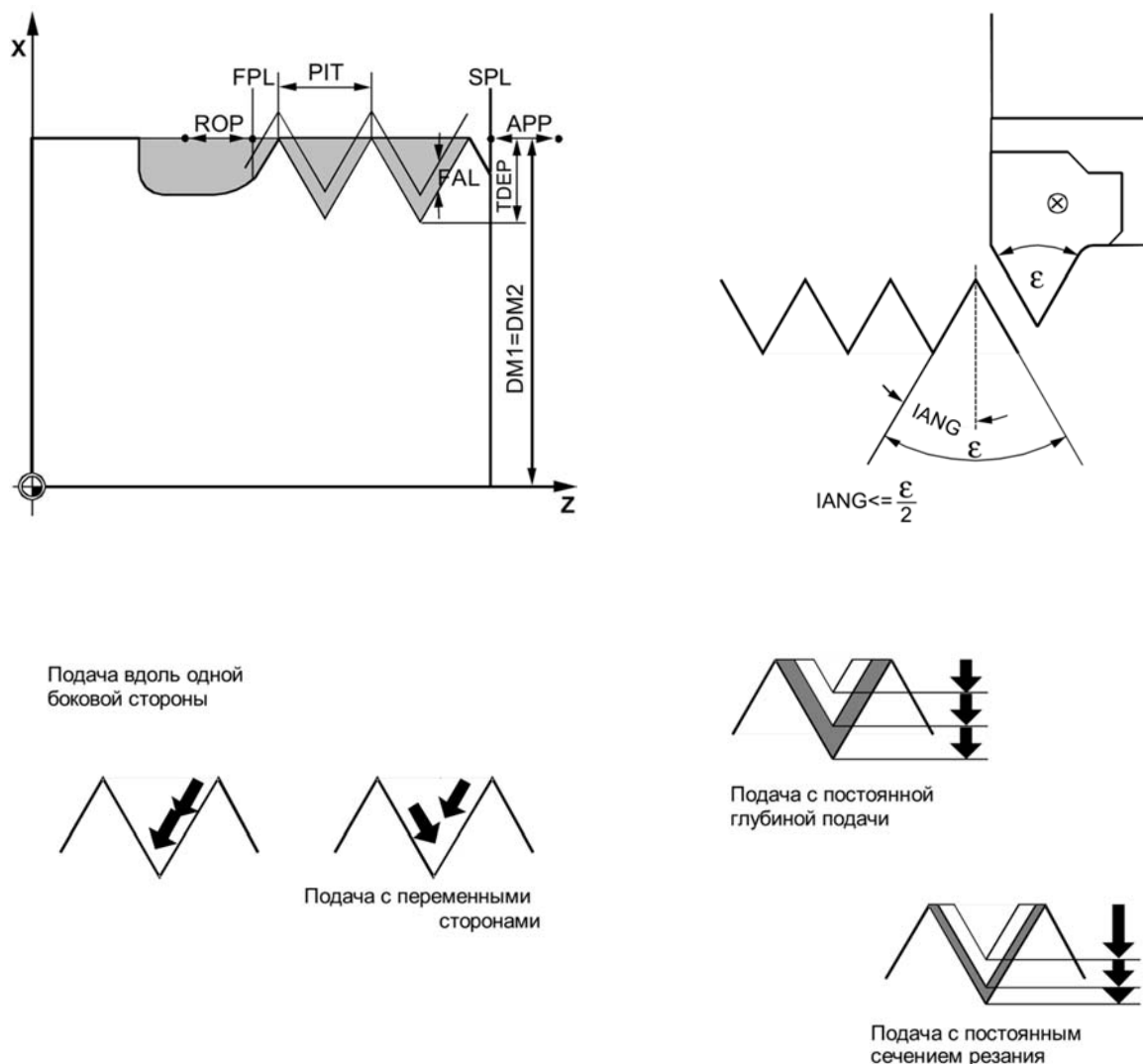


Рисунок 3.7 – Параметры цикла CYCLE97

Формат кадра: CYCLE97(PIT, MPIT, SPL, FPL, DM1, DM2, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, VARI, NUMT, \_VRT)

PIT – шаг резьбы как значение (вводится без знака).

MPIT – шаг метрической резьбы, как размер резьбы (3 для М3...60 для М60).

Параметры PIT и MPIT должны использоваться по выбору.

DM1 и DM2 – диаметр резьбы в начальной и конечной точках резьбы.

DM1 <> DM2 – коническая резьба.

SPL – начальная точка.

FPL – конечная точка.

APP – входной участок.

ROP – выходной участок.

TDEP – глубина резьбы.

FAL – чистовой припуск.

NID – количество холостых ходов резца.

IANG – угол врезания.

NSP – смещение стартовой точки. Диапазон: 0,0001...359,9999 град.

VARI – режим обработки: 1 – резьба наружная, постоянная подача; 2 – резьба внутренняя, постоянная подача; 3 – наружная резьба, постоянное поперечное сечение резания; 4 – внутренняя резьба, постоянное поперечное сечение резания.

NUMT – число заходов резьбы.

\_VRT – отскок инструмента. При \_VRT = 0 путь отвода составляет 1 мм.

### ***3.3 Порядок выполнения лабораторной работы***

1 Получить у преподавателя чертеж детали.

2 Установить состав переходов при обработке детали, определить количественные и качественные параметры необходимого инструмента.

3 Определить способ установки заготовки, установить ноль детали, положение исходной точки. Определить координаты опорных точек.

4 Определить режимы резания для каждого инструмента.

5 Разработать текст управляющей программы по обработке детали.

6 Выполнить ввод текста управляющей программы в стойку станка, установить и привязать инструмент, выполнить пробную обработку детали.

7 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

### ***3.4 Типовое содержание отчета по лабораторной работе***

1 Наименование и цель лабораторной работы.

2 Чертеж детали.

3 Ввод текста управляющей программы.

4 Наладка режущих инструментов.

5 Результаты пробной обработки.

6 Контроль параметров точности поверхностей детали.

7 Ответы на контрольные вопросы.

8 Выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1 Поясните типовые схемы многопроходной обработки.

2 Какие токарные технологические циклы Вы знаете?

3 Поясните назначение профиля.



## 4 Лабораторная работа № 4. Программирование операций обработки отверстий

**Цель работы:** приобретение практических навыков разработки управляющих программ обработки отверстий на основе применения технологических циклов в СЧПУ семейства SINUMERIK.

### 4.1 Оборудование и программное обеспечение

Программный комплекс SwanSoft CNC (SSCNC).

### 4.2 Общие сведения о программировании

Функции постоянных циклов позволяют программировать ряд операций (сверление, нарезание резьбы метчиком, растачивание и т. д.) без повторения для каждой из них размеров отверстия.

**Сверление, центрование – CYCLE81 (рисунок 4.1).**

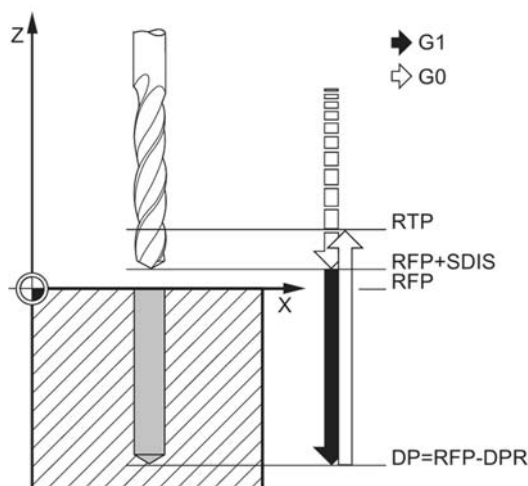


Рисунок 4.1 – Параметры цикла CYCLE81

Формат кадра: CYCLE81(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)

RTP – плоскость отвода.

RFP – базовая плоскость.

SDIS – безопасное расстояние (вводится без знака).

DP – конечная глубина сверления.

DPR – конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака), программируется или DP или DPR.

### Сверление, рассверливание – CYCLE82 (рисунок 4.2).

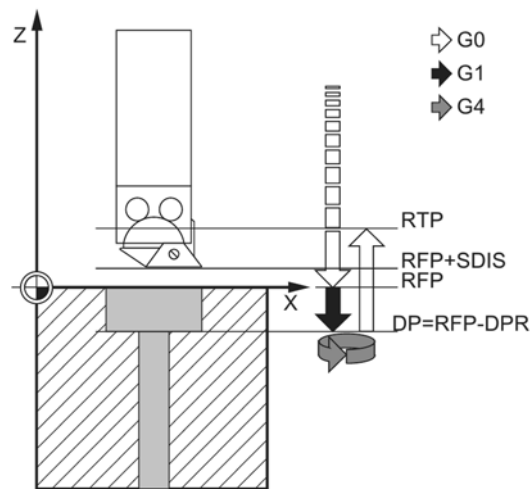


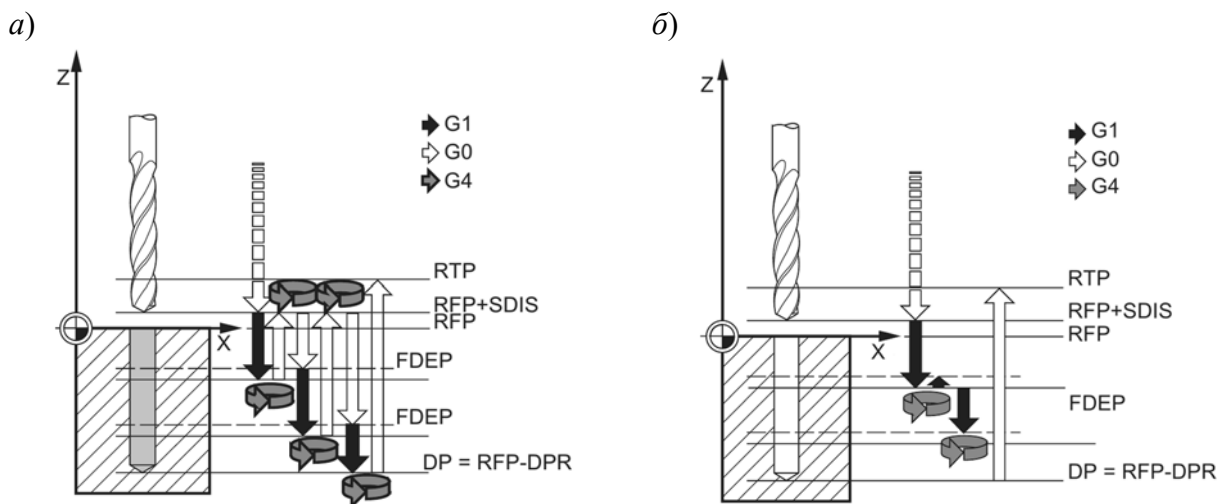
Рисунок 4.2 – Параметры цикла CYCLE82

Формат кадра: CYCLE82 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

RTP, RFP, SDIS, DP, DPR – см. CYCLE81.

DTB – время ожидания на конечной глубине сверления в секундах (стружкодробление).

### Глубокое сверление – CYCLE83 (рисунок 4.3).



$a - \text{VARI} = 0$ ;  $b - \text{VARI} = 1$

Рисунок 4.3 – Параметры цикла CYCLE83

Формат кадра: CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI, AXN, MDEP, VRT, DTD, DIS1)

RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB – см. CYCLE81, CYCLE82.

FDEP – первая глубина сверления (абсолютная).

FDPR – первая глубина сверления относительно базовой плоскости (без знака).

DAM – значение дегрессии (без знака).

DTS – время ожидания в начальной точке и при удалении стружки.

FRF – коэффициент подачи для первой глубины сверления (без знака): 0.001...1.

VARI – режим обработки: 0 – ломка стружки (отвод на 1 мм), 1 – удаление стружки (вывод сверла).

AXN – ось инструмента.

MDEP – минимальная глубина сверления (только в сочетании с коэффициентом опускания (ослабления)).

VRT – изменяемое значение отвода для стружкодробления (VARI=0).

DTD – время ожидания на финальной глубине сверления.

DIS1 – программируемое предельное расстояние для повторного введения в просверливаемое отверстие (для удаления стружки VARI=1).

### Нарезание резьбы без патрона – CYCLE84 (рисунок 4.4).

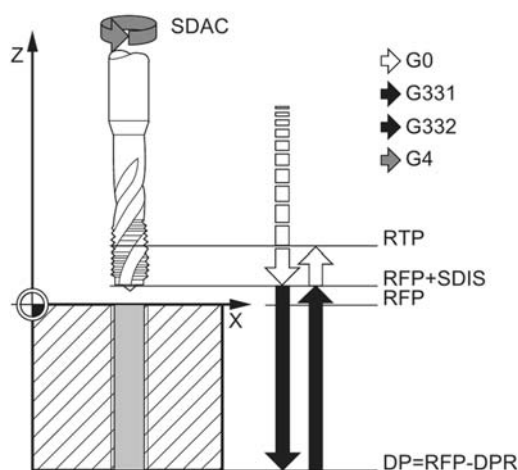


Рисунок 4.4 – Параметры цикла CYCLE84

Формат кадра: CYCLE84 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDAC, MPIT, PIT, POSS, SST, SST1, AXN, 0, 0, VARI, DAM, VRT)

RTP, RFP, SDIS, DP, DPR – см. CYCLE81.

DTB – время ожидания при нарезании в глухих отверстиях.

SDAC – направление вращения после завершения цикла – 3, 4 или 5 (для M3, M4 или M5).

MPIT – шаг резьбы как размер резьбы (со знаком): 3 (для M3)...48 (для M48), «+» – правая; «-» – левая.

PIT – шаг резьбы как значение (со знаком): 0.001...2000.000 мм.

POSS – позиция шпинделя для ориентированного останова шпинделя в цикле (в градусах).

SST – частота вращения для нарезания резьбы.

SST1 – частота вращения для отвода.

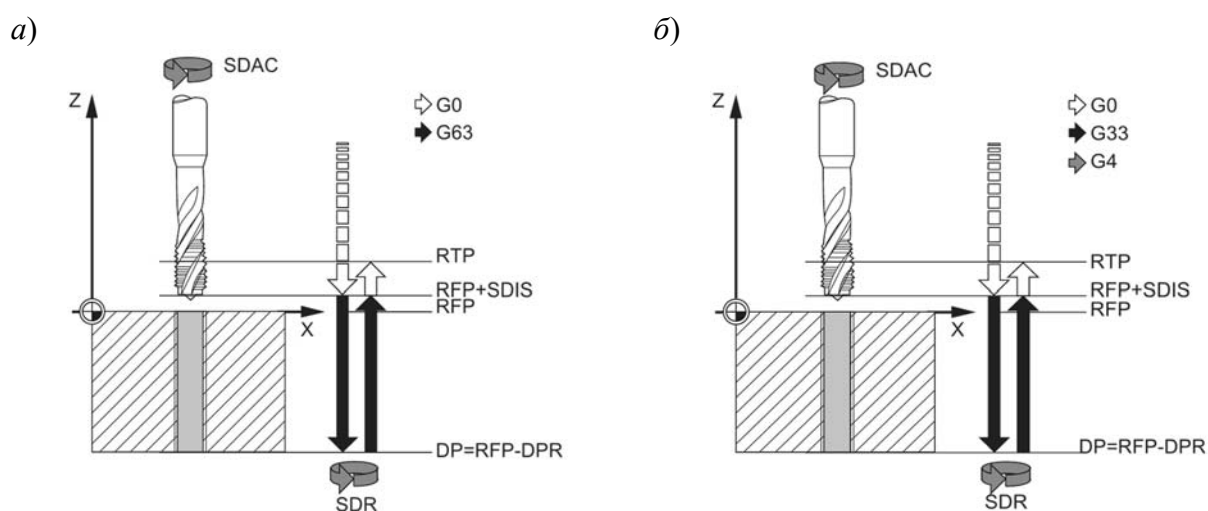
AXN – ось инструмента (AXN=1 – первая ось текущей плоскости; AXN=2 – вторая ось текущей плоскости; AXN=3 – третья ось текущей плоскости).

VARI – тип механической обработки: 0 – нарезание резьбы метчиком за один проход; 1 – цикл нарезания резьбы в глубоком отверстии со стружкодроблением; 2 – цикл нарезания резьбы в глубоких отверстиях с удалением стружки.

DAM – относительная глубина сверления для одного прохода: 0...максимальное значение.

VRT – изменяемое значение отвода для стружкодробления: 0...максимальное значение.

### Нарезание резьбы с патроном с коррекцией – CYCLE840 (рисунок 4.5).



*a* – нарезание резьбы с компенсирующим патроном без декодера; *б* – нарезание резьбы метчиком с компенсирующим патроном с декодером

Рисунок 4.5 – Параметры цикла CYCLE840

Формат кадра: CYCLE840 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDR, SDAC, ENC, MPIT, PIT, AXN)

RTP, RFP, SDIS, DP, DPR – см. CYCLE81.

DTB, SDAC, MPIT, PIT, AXN – см. CYCLE84.

SDR – направление вращения отвода: 0 (автоматическая смена направления); 3, 4 (для M3, M4).

ENC – нарезание резьбы с/без декодера: 0 – с декодером, 1 – без декодера.

### Развертывание – CYCLE85 (рисунок 4.6).

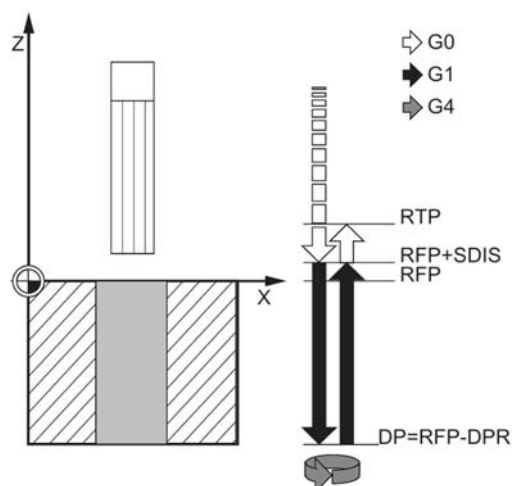


Рисунок 4.6 – Параметры цикла CYCLE85

Формат кадра: CYCLE85(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF)

RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB – см. CYCLE81.

FFR – подача.

RFF – подача отвода.

### Рассверливание – CYCLE86 (рисунок 4.7).

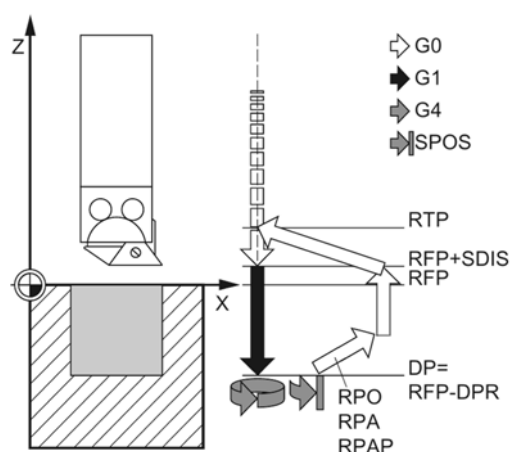


Рисунок 4.7 – Параметры цикла CYCLE85

Формат кадра: CYCLE86 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR, RPA, RPO, RPAP, POSS)

RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB – см. CYCLE81.

SDIR – направление вращения: 3 – для M3, 4 – для M4.

RPA – траектория отвода по первой оси плоскости (инкрементный, вводится со знаком).

RPO – траектория отвода по второй оси плоскости (инкрементный, вводится со знаком).

RPAР – траектория отвода по оси сверления (инкрементный, вводится со знаком).

POSS – положение шпинделя для ориентированного останова шпинделя в цикле (в градусах).

### ***4.3 Порядок выполнения лабораторной работы***

1 Изучить особенности программирования обработки отверстий.

2 Выполнить эскиз детали в соответствии с таблицей 4.1 и рисунком 4.8.

Таблица 4.1 – Варианты заданий

Вариант	A	B	C	D	E	F	G	O	M
1	140	100	50	70	32	33	25	16	M18
2	120	100	56	60	32	37	28	18	M18
3	200	130	42	100	42	28	21	14	M18
4	200	120	54	100	40	36	27	14	M16
5	160	140	40	80	46	26	20	14	M12
6	140	80	54	70	26	36	27	12	M18
7	120	70	52	60	22	34	26	8	M10
8	120	100	48	60	32	32	24	18	M16
9	150	80	40	75	26	26	20	18	M16
10	130	80	52	65	26	34	26	14	M18
11	190	160	60	95	52	40	30	12	M12
12	180	120	52	90	40	34	26	18	M12
13	170	90	42	85	30	28	21	10	M12
14	100	80	58	50	26	38	29	8	M20
15	100	90	48	50	30	32	24	8	M10
16	200	140	42	100	46	28	21	8	M18
17	140	100	52	70	32	34	26	18	M16
18	120	70	56	60	22	37	28	12	M18
19	200	110	44	100	36	29	22	18	M18
20	150	130	54	75	42	36	27	10	M10
21	170	120	50	85	40	33	25	8	M12
22	140	110	42	70	36	28	21	10	M18
23	190	130	60	95	42	40	30	12	M14
24	190	130	52	95	42	34	26	10	M12
25	180	150	46	90	50	30	23	18	M12
26	200	120	56	100	40	37	28	10	M12
27	140	80	52	70	26	34	26	8	M10
28	200	110	50	100	36	33	25	12	M20
29	140	90	44	70	30	29	22	14	M14
30	120	100	42	60	32	28	21	12	M10

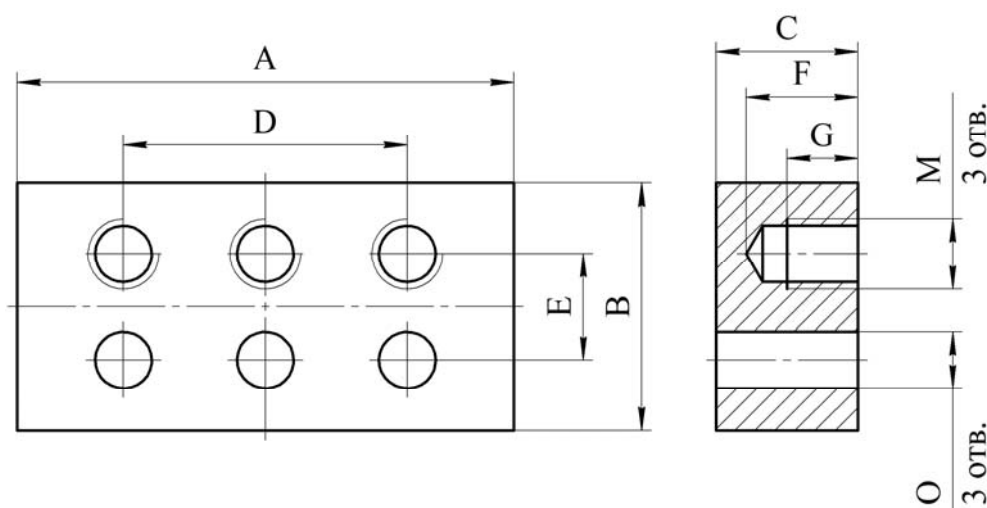


Рисунок 4.8 – Чертеж детали

3 Установить состав переходов при обработке детали, определить количественные и качественные параметры необходимого инструмента.

4 Определить способ установки заготовки, установить ноль детали, положение исходной точки. Определить координаты опорных точек.

5 Определить режимы резания для каждого инструмента.

6 Разработать текст управляющей программы по обработке детали.

7 Выполнить ввод текста управляющей программы в стойку станка, установить и привязать инструмент, выполнить пробную обработку детали.

8 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

#### ***4.4 Типовое содержание отчета по лабораторной работе***

1 Наименование и цель лабораторной работы.

2 Чертеж детали.

3 Ввод текста управляющей программы.

4 Наладка режущих инструментов.

5 Результаты пробной обработки.

6 Контроль параметров точности поверхностей детали.

7 Ответы на контрольные вопросы.

8 Выводы.

#### ***Контрольные вопросы***

1 Перечислите основные этапы обработки отверстий.

2 Какие технологические циклы обработки отверстий Вы знаете?

3 Расскажите особенности цикла глубокого сверления.

## 5 Лабораторная работа № 5. Программирование фрезерных операций

**Цель работы:** приобретение практических навыков разработки управляющих программ фрезерной обработки на основе применения технологических циклов в СЧПУ семейства SINUMERIK.

### 5.1 Оборудование и программное обеспечение

Программный комплекс SwanSoft CNC (SSCNC).

### 5.2 Общие сведения о программировании

До вызова циклов фрезерования следует активировать коррекцию на инструмент.

**Торцевое фрезерование – CYCLE71** (рисунок 5.1).

CYCLE71 позволяет программировать плоское фрезерование поверхностей торцевой фрезой.

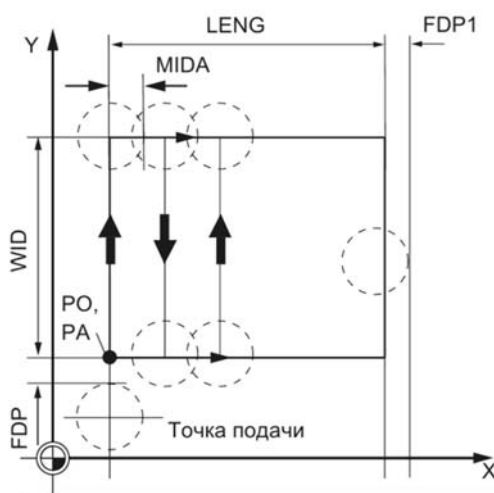


Рисунок 5.1 – Параметры цикла CYCLE71

Формат кадра: CYCLE71 (\_RTP, \_RFP, \_SDIS, \_DP, \_PA, \_PO, \_LENG, \_WID, \_STA, \_MID, \_MIDA, \_FDP, \_FALD, \_FFP1, \_VARI, \_FDP1)

\_RTP, \_RFP, \_SDIS – см. CYCLE81.

\_DP – глубина (абсолютно к опорной плоскости).

\_STA – угол между первой осью плоскости.

\_PA, \_PO – начальная точка поверхности в абсциссе и ординате.

\_LENG, \_WID – длина и ширина прямоугольника в плоскости; знак определяет положение прямоугольника относительно \_PA и \_PO.



\_MID – максимальная глубина подачи при черновой обработке.

\_MIDA – максимальная ширина подачи.

\_FDP – путь свободного хода в плоскости,  $FDP > 0$ .

\_FDP1 – путь перебега в направлении подачи в плоскости.

\_FALD – чистовой припуск.

\_FFP1 – подача при обработке.

\_VARI – режим обработки, кодируемый двумя цифрами.

### Траекторное фрезерование – CYCLE72 (рисунок 5.2).

CYCLE72 позволяет программировать траекторное (контурное) фрезерование поверхностей концевой фрезой.

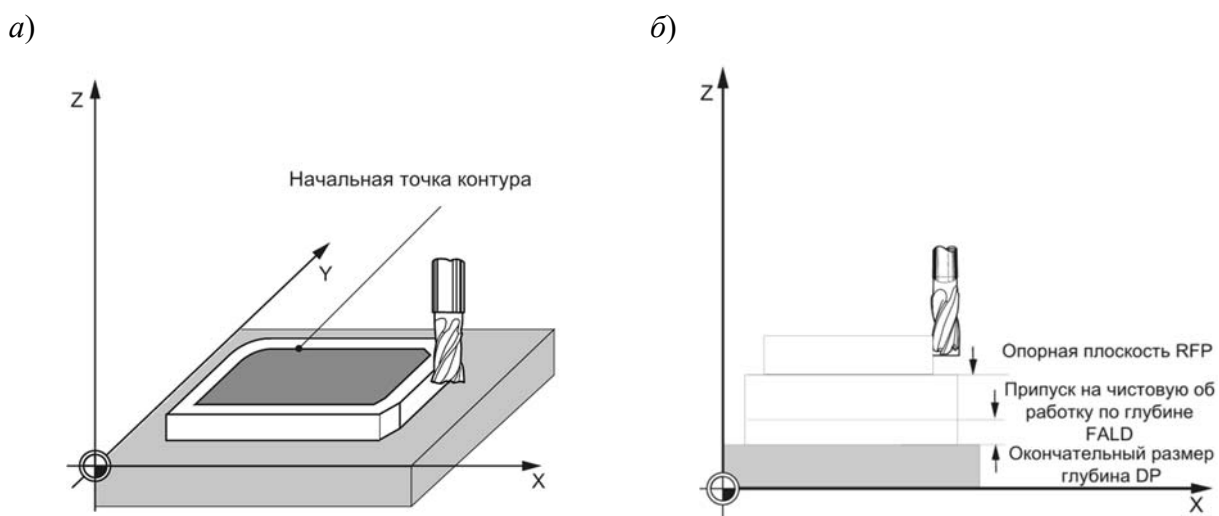


Рисунок 5.2 – Параметры цикла CYCLE72

Формат кадра: CYCLE72 (\_KNAME, \_RTP, \_RFP, \_SDIS, \_DP, \_MID, \_FAL, \_FALD, \_FFP1, \_FFD, \_VARI, \_RL, \_AS1, \_LP1, \_FF3, \_AS2, \_LP2)

\_KNAME – наименование подпрограммы контура.

\_RTP, \_RFP, \_SDIS, \_DP, \_MID – см. CYCLE71.

\_FAL – чистовой припуск на контуре кромки (без знака).

\_FALD – чистовой припуск на основании (без знака).

\_VARI – режим обработки, кодируется тремя цифрами.

\_RL – обход контура.

\_AS1 – подвод к контуру, вводится без знака.

\_AS2 – отвод от контура, кодируется тремя цифрами.

\_LP1 – путь подвода или радиус подвода (должно быть больше 0).

\_LP2 – путь отвода или радиус отвода (должно быть больше 0).

\_FFD – подача на глубину (вводится без знака).

\_FF3 – подача отвода для промежуточных позиционирований в плоскости (свободный ход).

### Фрезерование прямоугольного выступа – CYCLE76 (рисунок 5.3).

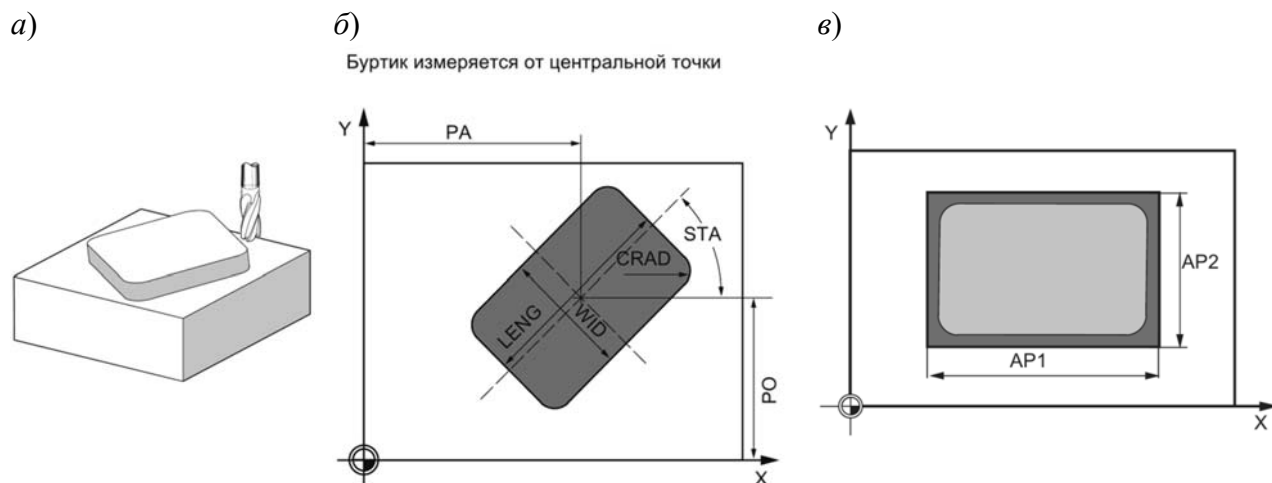


Рисунок 5.3 – Параметры цикла CYCLE76

Формат кадра: CYCLE76 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, LENG, WID, CRAD, PA, PO, STA, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, CDIR, VARI, AP1, AP2)

RTP, RFP, SDIS, DP, MID, FAL, FALD, LENG, WID, PA, PO, FFP1 – см. CYCLE81, CYCLE71, CYCLE72.

DPR – конечная глубина фрезерования относительно плоскости отсчета.

CRAD – радиус угла буртика (вводится без знака).

STA – угол между продольной осью и первой осью плоскости.

FFD – скорость подачи при подаче в глубину.

CDIR – направление фрезерной обработки (вводится без знака).

VARI – тип механической обработки.

AP1 – длина заготовки буртика.

AP2 – ширина пустого места буртика.

### Фрезерование цилиндрического выступа – CYCLE77.

Формат кадра: CYCLE77 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, PRAD, PA, PO, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, CDIR, VARI, AP1)

### Фрезерная обработка прямоугольного кармана – POCKET3.

Формат кадра: POCKET3 (\_RTP, \_RFP, \_SDIS, \_DP, \_LENG, \_WID, \_CRAD, \_PA, \_PO, \_STA, \_MID, \_FAL, \_FALD, \_FFP1, \_FFD, \_CDIR, \_VARI, \_MIDA, \_AP1, \_AP2, \_AD, \_RAD1, \_DP1)

### Фрезерная обработка цилиндрического кармана – POCKET4.

Формат кадра: POCKET4 (\_RTP, \_RFP, \_SDIS, \_DP, \_PRAD, \_PA, \_PO, \_MID, \_FAL, \_FALD, \_FFP1, \_FFD, \_CDIR, \_VARI, \_MIDA, \_AP1, \_AD, \_RAD1, \_DP1)

### ***5.3 Порядок выполнения лабораторной работы***

- 1 Изучить особенности программирования фрезерной обработки.
- 2 Получить у преподавателя чертеж детали.
- 3 Установить состав переходов при обработке детали, определить количественные и качественные параметры необходимого инструмента.
- 4 Определить способ установки заготовки, установить ноль детали, положение исходной точки. Определить координаты опорных точек.
- 5 Определить режимы резания для каждого инструмента.
- 6 Разработать текст управляющей программы по обработке детали.
- 7 Выполнить ввод текста управляющей программы в стойку станка, установить и привязать инструмент, выполнить пробную обработку детали.
- 8 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

### ***5.4 Типовое содержание отчета по лабораторной работе***

- 1 Наименование и цель лабораторной работы.
- 2 Чертеж детали.
- 3 Ввод текста управляющей программы.
- 4 Наладка режущих инструментов.
- 5 Результаты пробной обработки.
- 6 Контроль параметров точности поверхностей детали.
- 7 Ответы на контрольные вопросы.
- 8 Выводы.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какие типовые схемы обработки карманов Вы знаете?
- 2 Назначение функций G41/G42.
- 3 Расскажите особенности торцового фрезерования.

## 6 Лабораторная работа № 6. Программирование обработки. Переменные. Циклы. Подпрограммы

**Цель работы:** приобретение практических навыков программирования обработки деталей на станках с ЧПУ с использованием переменных, циклов и подпрограмм.

### 6.1 Программное обеспечение

Программный комплекс SwanSoft CNC (SSCNC).

### 6.2 Порядок выполнения лабораторной работы

1 Осуществить запуск программной симуляции токарного станка с ЧПУ SINUMERIK 828DM.

2 Включить питание станка. Отжать кнопку аварийного останова. Включить привода подач нажатием на клавишу «FEED START». Включить привод шпинделя нажатием на клавишу «SPINDLE START».

3 Выполнить привязку осей в системе координат станка клавишами: режим «REF.POINT», «X», «+», «Y», «+», «Z», «+».

4 Осуществить ввод управляющей программы.

4.1 Нажать клавишу «PROGRAM MANAGER».

4.2 Нажать клавишу «New», ввести имя программы. Присвоить имя программы по фамилии студента и нажать клавишу «OK».

4.3 Осуществить ввод программы для обработки детали, представленной на рисунке 6.1. Размеры элементов выдает преподаватель.

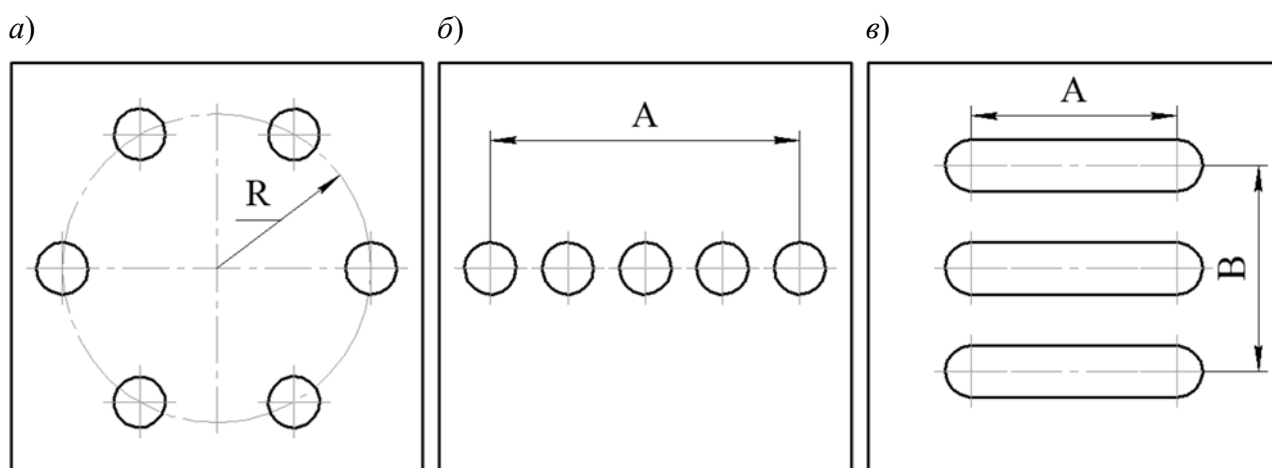


Рисунок 6.1 – Эскизы деталей

4.4 По завершении ввода программы загрузить управляющую программу на исполнение, нажав клавишу «Execute».

5 Осуществить наладку станка на обработку.

5.1 Задать размеры заготовки во вкладке «Workpiece» – «Stock Size» – «Add».

5.2 Отрегулировать сопла подачи СОЖ, выбрав вкладку «Machine Operation» – «Adjust Coolant».

5.3 Подобрать и задать режущие инструменты, загрузить их в магазин, выбрав вкладку «Machine Operation» – «Tool Management».

5.4 В окне «OFFSET» произвести добавление загруженных инструментов в технологическую базу станка: выбрать тип инструмента и имя инструмента заменить на соответствующий ему индекс (для T1 – имя «1»).

6 Установить инструмент из позиции T1 в шпиндель: выбрать режим «MDA», затем набрать T1 D1 M6 и нажать клавишу «CYCLE START».

7 Включить вращение шпинделя: режим «MDA», затем набрать G54 S1000 M3 и нажать клавишу «CYCLE START».

8 Выполнить привязку инструмента T1.

8.1 Используя клавиши «X», «Y», «Z», «+», «-», «RAPID» в режиме «JOG» переместить инструмент T1 по оси X к детали до касания (рисунок 6.2). Для ограничения скорости перемещения по осям рекомендуется уменьшить рабочую подачу с помощью корректора.

8.2 Нажать на клавишу «WCS MCS». В системе координат детали (WCS) перейти во вкладку «Set W0». В строке напротив координаты X указать положение оси инструмента относительно выбранного нуля детали, как показано на рисунке 6.3. Как правило, оно равно половине суммы размера заготовки по оси X и диаметра осевого инструмента. Необходимо при вводе данного значения учитывать его знак («+» или «-»).

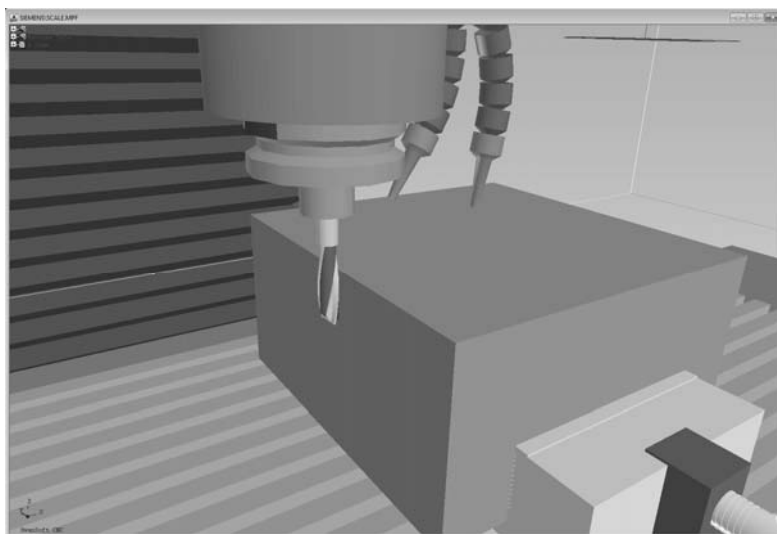


Рисунок 6.2 – Привязка инструмента по оси X

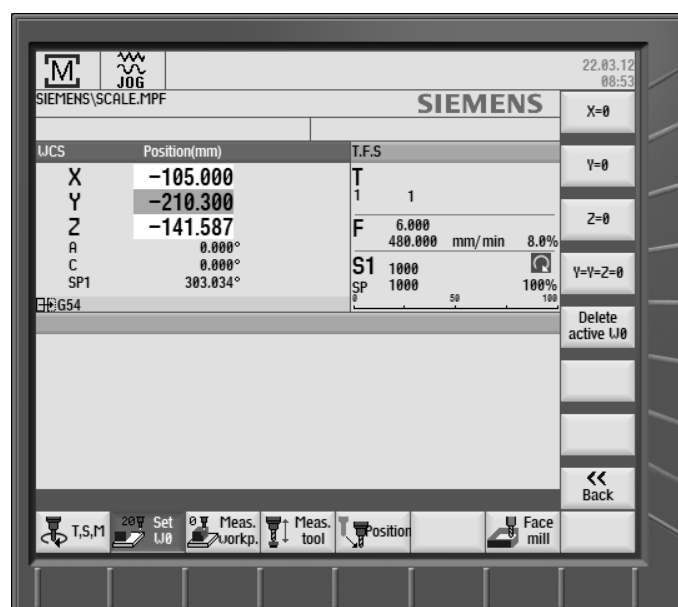


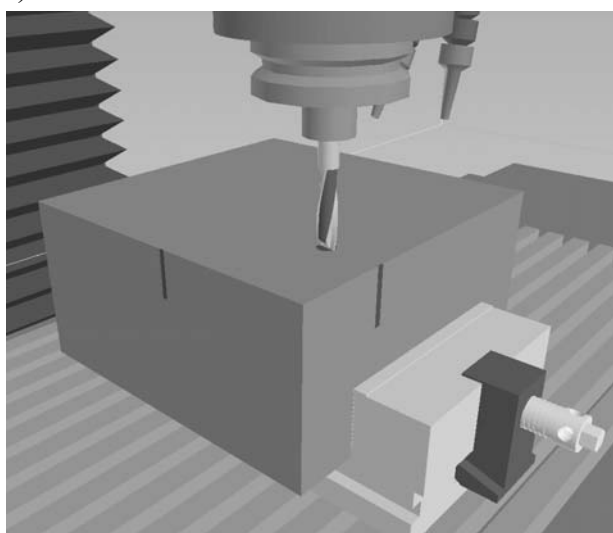
Рисунок 6.3 – Окно параметров «Привязка инструмента по оси X»

8.3 Данные действия повторить для оси Y.

8.4 Используя клавиши «X», «Y», «Z», «+», «-», «RAPID» в режиме «JOG» переместить инструмент T1 по оси Z к детали до касания (рисунок 6.4).

8.5 В окне «OFFSET» выбрать инструмент 1 (см. рисунок 6.4, б), нажать клавишу «Tool measure». Проверить соответствие параметров в окне параметрам выбранного инструмента (см. рисунок 6.5, а). Нажать клавишу «Set length». В системе координат WCS проверить правильность предварительной привязки инструмента по оси Z (см. рисунок 6.5, б).

а)



б)

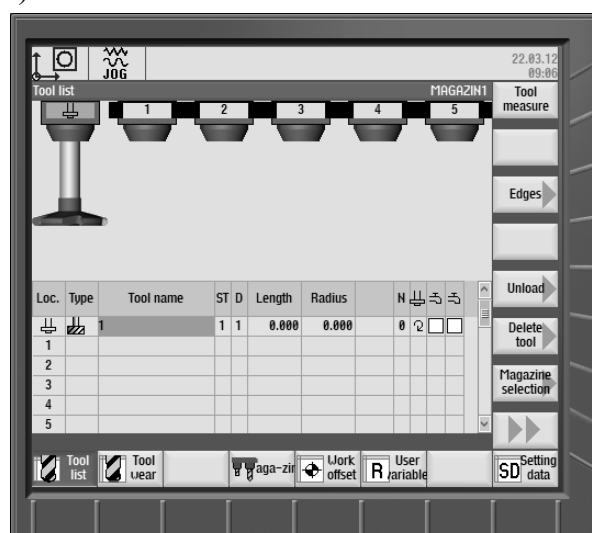
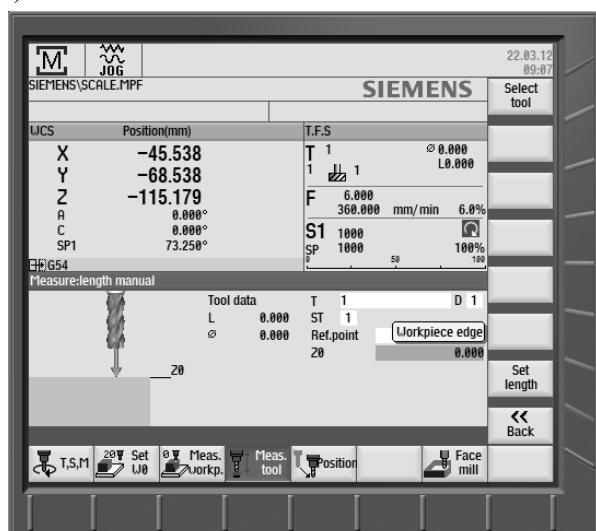


Рисунок 6.4 – Наладка инструмента по оси Z

a)



б)

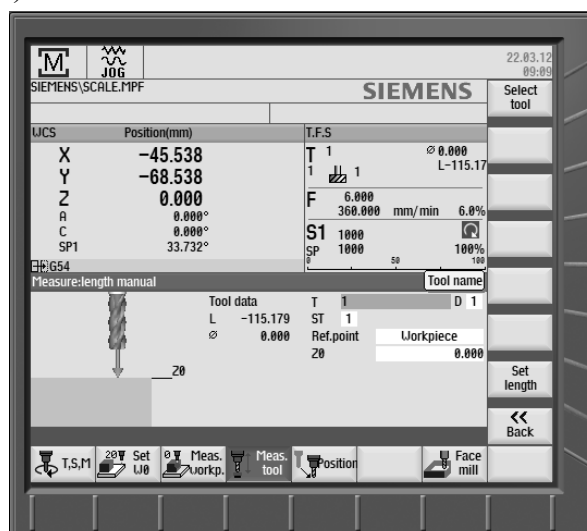


Рисунок 6.5 – Привязка инструмента по оси Z

9 Выполнить пробную обработку.

9.1 Закрыть дверь рабочей зоны, выбрав вкладки «Machine Operation» – «Machine Door».

9.2 Запустить управляющую программу, нажав последовательно клавиши «AUTO» и «CYCLE START».

9.3 В случае остановки обработки устранить ошибки управляющей программы или привязки.

9.4 После завершения обработки проверить размеры детали. При необходимости внести корректировки в настройки осей.

### 6.3 Типовое содержание отчета по лабораторной работе

1 Наименование и цель лабораторной работы.

2 Ввод текста управляющей программы.

3 Наладка режущих инструментов.

4 Результаты пробной обработки.

5 Контроль параметров точности наружных и внутренних поверхностей детали.

6 Ответы на контрольные вопросы.

7 Выводы.

### Контрольные вопросы

1 Приведите операторы циклов.

2 Когда следует использовать циклы в программах?

3 Как выполнить вызов подпрограммы?

## Список литературы

1 **Жолобов, А. А.** Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ: учебное пособие / А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. М. Федоренко. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2009. – 339 с.

2 Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ / В. И. Аверченков [и др.]. – Брянск : БГТУ, 2010. – 212 с.

3 Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве: учебное пособие: в 2 ч. / В. И. Аверченков [и др.]. – Брянск : БГТУ, 2010. – Ч. 1. – 303 с.

4 Станки с ЧПУ. Устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: учебное пособие / А. А. Жолобов [и др.]. – Москва: ФЛИНТА ; Наука, 2017. – 360 с. : ил.