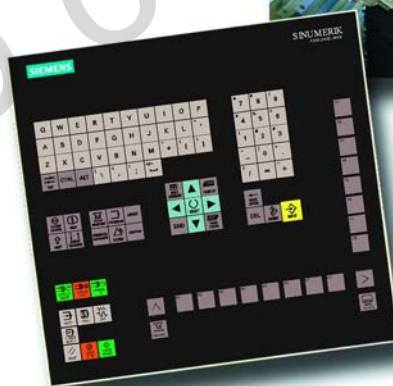
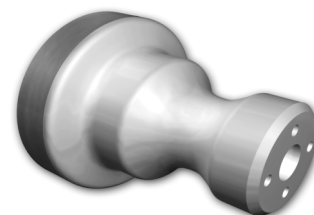
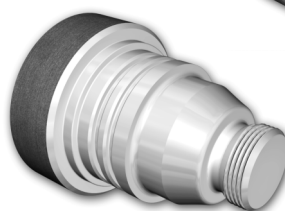
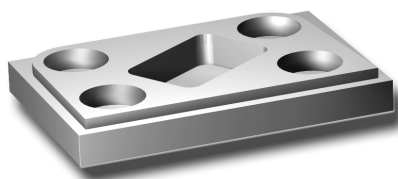
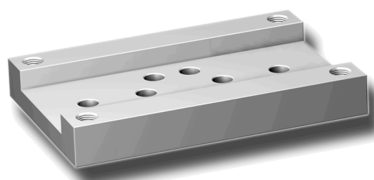


SIEMENS

SINUMERIK 810D/840D/840Di

Руководство по фрезерной и токарной
обработке для начинающих

Выпуск 10.03



2-ое переработанное издание 10/2003
Действительно от версии ПО HMI 06.03

Все права защищены

Копирование или передача отдельных частей текста, рисунков или чертежей без письменного согласия издателя запрещена. Это относится как к фотокопированию или копированию иным способом, так и к переносу на пленку, ленту, пластинки, рабочие транспорты или иные носители данных.

Это руководство для начинающих является результатом сотрудничества фирм

SIEMENS AG
Automatisierungs- und Antriebstechnik
Motion Control Systems
Postfach 3180, D-91050 Erlangen

и

R. & S. KELLER GmbH
Klaus Reckermann, Siegfried Keller
Postfach 13 16 63, D-42043 Wuppertal

Русская версия: ООО Сименс, Москва.
Воронин А., Пряничников А. Филин А.

Заказной номер: 6FC5095-0AB00-0PP1

Предисловие

Цифровые СЧПУ SINUMERIK 810D, 840D и 840Di характеризуются своей открытостью, т.е. они могут конфигурироваться изготовителем станка и частично самим пользователем согласно их собственным требованиям. Тем самым они в равной мере могут эффективно использоваться как в мелкосерийном производстве, так и на полностью автоматических линиях и широко распространены.

Целью данной документации является помощь широкому кругу начинающим пользователей в понимании принципов работы этих мощных СЧПУ.

С помощью СЧПУ 810D, 840D и 840Di можно управлять множеством различных методов обработки. В этой документации речь пойдет о двух самых важных технологиях, токарной и фрезерной обработке.

Документация была создана благодаря комбинации практической и дидактической информации о ЧПУ. Особая благодарность господину Маркусу Сартору (Markus Sartor) за его ценные указания и критические замечания.

Документация привязана к практической работе и ориентирована на конкретные действия. Шаг за шагом объясняются комбинации клавиш. Обширный графический материал позволяет в любой момент сравнить свои действия на СЧПУ с указаниями в документации.

Одновременно это руководство подходит и для подготовки или дополнительной подготовки без использования СЧПУ на идентичной СЧПУ системе SinuTrain на PC.

Примеры в данной документации в основном созданы на базе версии ПО 5.2. Следствием модернизации ПО и уже описанной открытости СЧПУ могут стать отличия в работе с СЧПУ пользователя от описанной здесь конфигурации. Также возможна ситуация, когда при определенных обстоятельствах в зависимости от положения кодового переключателя на станке пользователю доступны не все описанные здесь функции. В этих случаях необходимо использовать сопроводительную документацию изготовителя станка или внутреннюю документацию фирмы.

Желаем Вам удачи и успехов при работе с СЧПУ SINUMERIK.

Авторы

Эрланген/Вупперталь, март 2001 года

Содержание

1	ОСНОВЫ	5
1.1	Геометрические основы фрезерной и токарной обработки	5
1.1.1	Оси инструмента и рабочие плоскости	5
1.1.2	Абсолютное и инкрементальное указание размеров (фрезерование)	8
1.1.3	Декартово и полярное указание размеров (фрезерование)	9
1.1.4	Круговые движения (фрезерование)	10
1.1.5	Абсолютное и инкрементальное указание размеров (токарная обработка)	11
1.1.6	Декартово и полярное указание размеров (токарная обработка)	12
1.1.7	Круговые движения (токарная обработка)	13
1.2	Технологические основы фрезерной и токарной обработки	14
1.2.1	Скорость резания и число оборотов (фрезерование)	14
1.2.2	Подача на зуб и скорость подачи (фрезерование)	15
1.2.3	Скорость резания и число оборотов (токарная обработка)	16
1.2.4	Подача (токарная обработка)	17
2	Управление	18
2.1	Обзор СЧПУ	18
2.1.1	Включение, переключение области, выключение	19
2.1.2	Клавиатура и структура дисплея	22
2.2	Отладка	28
2.2.1	Управление инструментом: создание и загрузка инструментов в магазин	29
2.2.2	Коррекция инструмента: создание инструмента	34
2.2.3	Инструменты демо-программ	38
2.2.4	Касание детали и установка нулевой точки	40
2.3	Управление программами и их выполнение	43
2.3.1	Сохранение данных на дискету и загрузка их с дискеты	43
2.3.2	Разрешение, загрузка, выбор и выполнение программы	48

3 Программирование фрезерования 52

3.1 Деталь "Продольная направляющая"	52
3.1.1 Создание детали и программы обработки детали	53
3.1.2 Вызов и смена инструмента	56
3.1.3 Основные функции	56
3.1.4 Простые пути перемещения без коррекции радиуса фрезы	57
3.1.5 Сверление с циклами и техника подпрограмм	59
3.1.6 Создание подпрограммы	67
3.1.7 Симуляция программы	70
3.2 Деталь "Injection mold"	73
3.2.1 Создание детали и программы обработки детали	73
3.2.2 Прямые и дуги окружности - фрезерование траектории с коррекцией радиуса фрезы 75	
3.2.3 Прямоугольный карман SOCKET3	79
3.2.4 Круговой карман SOCKET4	82
3.2.5 Копирование части программы	83

4 Программирование токарной обработки 90

4.1 Деталь "Shaft"	90
4.1.1 Создание детали и подпрограммы	91
4.1.2 Вызов инструмента, скорость резания и основные функции	98
4.1.3 Поперечная обточка	100
4.1.4 Цикл обработки резаньем CYCLE95	101
4.1.5 Чистовая обработка	102
4.1.6 Исправление ошибок - параллельное редактирование главной программы и подпрограммы 104	
4.1.7 Резьбовая канавка по DIN76	105
4.1.8 Цикл резьбонарезания CYCLE97	107
4.1.9 Цикл выточки CYCLE93	109
4.2 Деталь "Complete"	111
4.2.1 Контурный вычислитель SINUMERIK	111
4.2.2 Обработка резаньем и чистовая обработка контура с затыловкой	119
4.2.3 Центровое сверление	120
4.2.4 Обработка торцовых поверхностей с TRANSMIT	121

Приложение

Предметный указатель	126
Используемые команды и адреса	128
Используемые циклы	128
Источник рисунков	129

Не для продажи
со станком

1 ОСНОВЫ

В этой главе для начинающих пользователей СЧПУ описываются некоторые общие геометрические и технологические основы программирования во фрезерной и токарной обработке.

1.1 Геометрические основы фрезерной и токарной обработки

Представленные здесь геометрические основы в большинстве своем относятся к графическому контурному вычислителю SINUMERIK. При этом используемые снимки экранов служат как поддержка теоретической информации.

Если заранее необходимо отработать теоретические примеры на СЧПУ:

Область управления 'Программа' > Создать новую программу обработки детали > в текстовом редакторе горизонтальная программная клавиша [контур] > вертикальная программная клавиша [создать контур] > ...

Практический пример, в котором этот контурный вычислитель представлен в контексте, см. главу "Программирование токарной обработки".

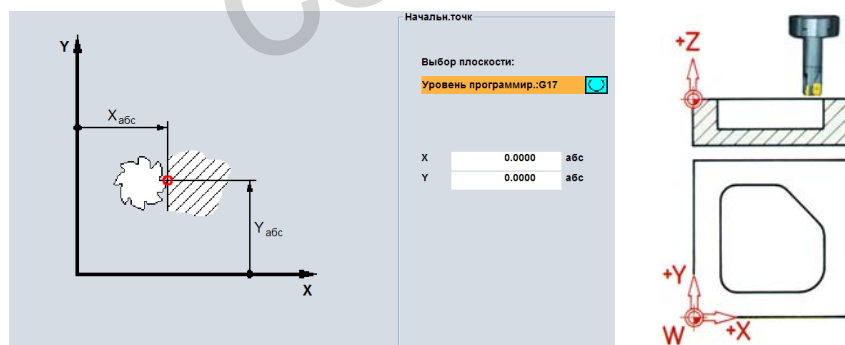
1.1.1 Оси инструмента и рабочие плоскости

ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА

На универсальных фрезерных станках инструмент, как правило, устанавливается параллельно главным осям. Эти находящиеся под прямым углом друг к другу оси по DIN 66217 или ISO 841 выровнены по главным направляющим станка. Через позицию установки инструмента получается соответствующая рабочая плоскость.

При фрезеровании осью инструмента, как правило, является ось Z.

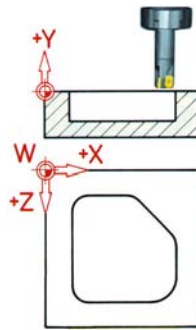
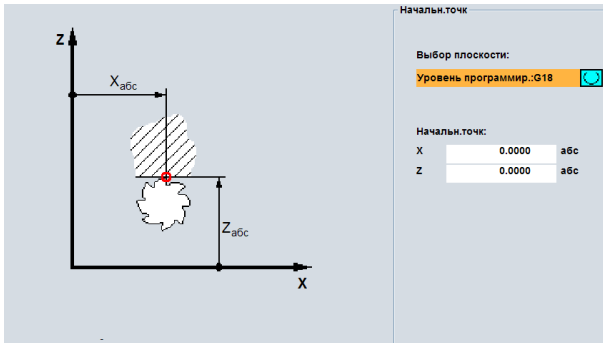
Ось инструмента Z - плоскость G17



При соответствующем повороте показанной системы координат изменяются оси и их направления в соответствующей рабочей плоскости (DIN 66217).

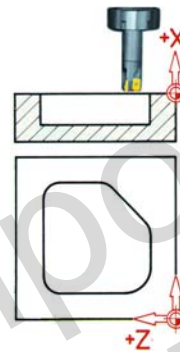
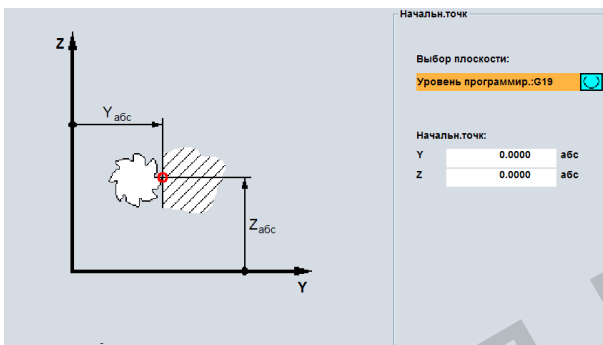
1.1 - Геометрические основы фрезерной и токарной обработки

Ось инструмента Y - плоскость G18



Указание: Может случиться, что для версии ПО на СЧПУ пользователя по соображениям совместимости, в плоскости G18 перед X находится Z. Это относится и к токарной обработке (см. ниже).

Ось инструмента X - плоскость G19

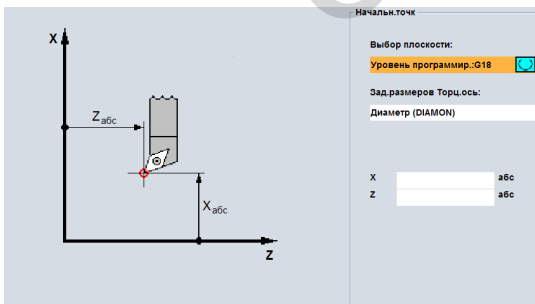


ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА

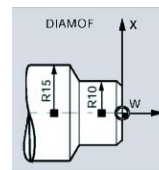
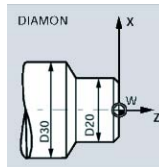
На универсальных токарных станках инструмент, как правило, устанавливается параллельно главным осям. Эти находящиеся под прямым углом друг к другу оси по DIN 66217 или ISO 841 выровнены по главным направляющим станка. При токарной обработке Z это ось детали.

Ось вращения Z - плоскость G18 *

Так как контроль диаметра токарных деталей является достаточно простым, данные размеров поперечной оси относятся к диаметру. Таким образом, специалист может напрямую сравнивать фактический размер с размерами на чертеже.



С помощью клавиши  можно вызвать вспомогательные изображения для выбора оси инструмента.



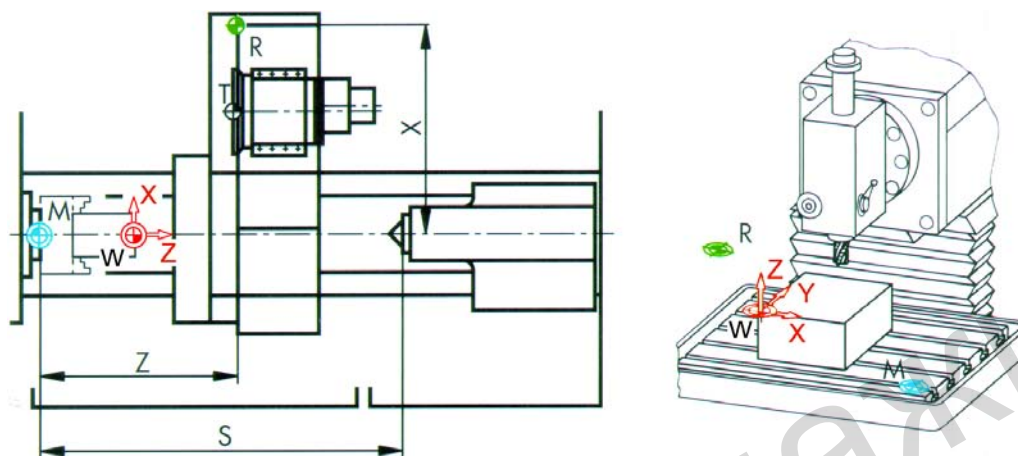
Показанные здесь указания размера радиуса также имеются на вспомогательном изображении, но практически никогда не встречаются..

* В плоскости G18 программируются все токарные операции.

Сверлильные и фрезерные операции на торцевой поверхности токарной детали программируются в плоскости G17.

Сверлильные и фрезерные операции на боковой поверхности токарной детали программируются в плоскости G19.

Для ориентации СЧПУ - к примеру, SINUMERIK 840D - через измерительную систему в имеющемся рабочем пространстве, там имеется несколько важных базовых точек.



Нулевая точка станка M



Нулевая точка станка M устанавливается изготовителем и не может быть изменена. При фрезеровании она лежит в начальной точке системы координат станка, а при токарной обработке - на поверхности упора переднего конца шпинделя.

Нулевая точка детали W



Нулевая точка детали W, также называемая нулевой точкой программы, это начальная точка системы координат детали. Она может выбираться свободно и при фрезеровании должна располагаться там, откуда на чертеже исходит большинство размеров. При токарной обработке нулевая точка детали всегда лежит на оси вращения и, как правило, на торцовой поверхности.

Референтная точка R

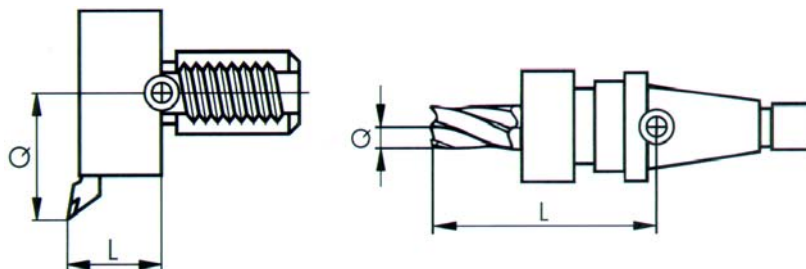


Подвод к референтной точке R осуществляется для обнуления измерительной системы, так как подвод к нулевой точке станка в большинстве случаев невозможен. Таким образом, СЧПУ находит свою исходную точку в системе измерения перемещения.

Исходная точка инструментального суппорта T



Исходная точка инструментального суппорта T необходима для отладки с помощью предварительно установленных инструментов. Показанные на рисунке длины L и Q служат расчетными значениями инструмента и вводятся в память инструмента СЧПУ.

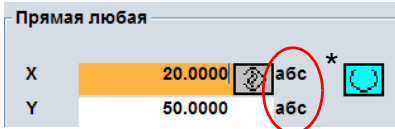


1.1 - Геометрические основы фрезерной и токарной обработки

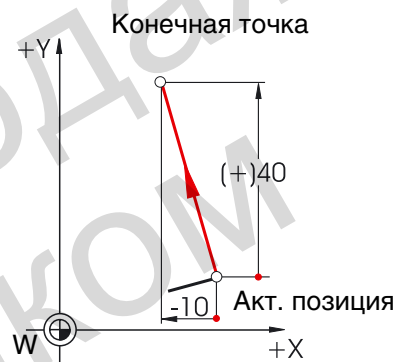
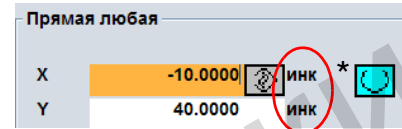
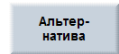
1.1.2 Абсолютное и инкрементальное указание размеров (фрезерование)

Абсолютные данные:
Введенные значения относятся к нулевой точке детали.

Инкрементальные данные:
Введенные значения относятся к актуальной позиции.



Переключение с помощью программной клавиши



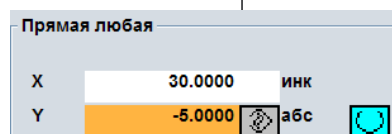
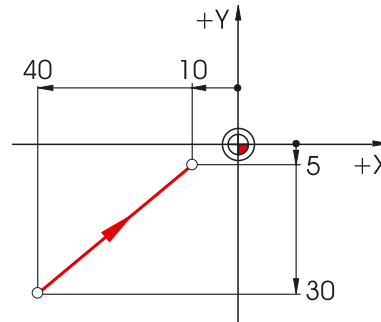
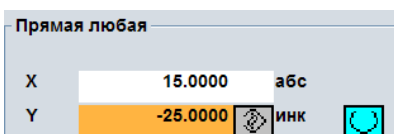
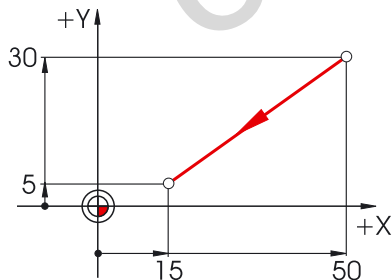
*G90 абсолютное указание размеров

При абсолютном указании размеров всегда вводятся абсолютные значения координат конечной точки в активной системе координат (актуальная позиция не рассматривается).

*G91 инкрементальное указание размеров

При инкрементальном указании размеров всегда вводится разница между актуальной позицией и конечной точкой с учетом направления.

Здесь два примера в комбинации абсолютно/инкрементально:



1.1.3 Декартово и полярное указание размеров (фрезерование)

Для определения конечной точки прямой необходимо два типа исходных данных. Они могут выглядеть следующим образом:

Декартово: ввод координат X и Y

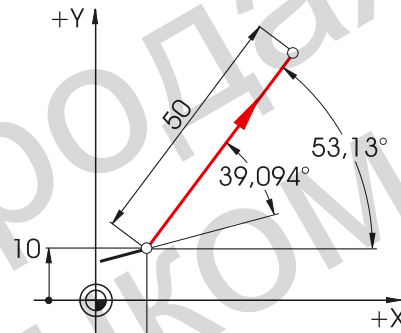
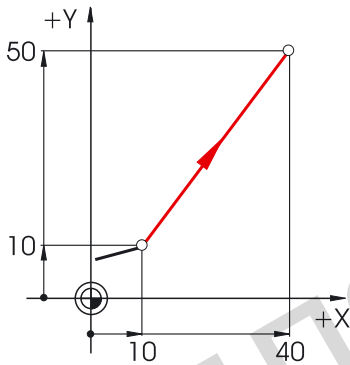
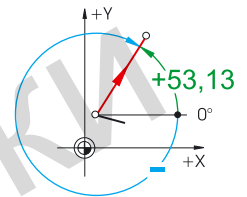
Прямая любая		
X	30.0000	инк
X	40.0000	абс
Y	40.0000	инк
Y	50.0000	абс
л	50.0000	
$\alpha.1$	53.1301	°
$\alpha.2$	39.0939	°

Все серые значения вычисляются и индицируются автоматически.

Полярное: ввод длины и угла

Прямая любая		
X	30.0000	инк
X	40.0000	абс
Y	40.0000	инк
Y	50.0000	абс
л	50.0000	
$\alpha.1$	53.1301	°
$\alpha.2$	39.0939	°

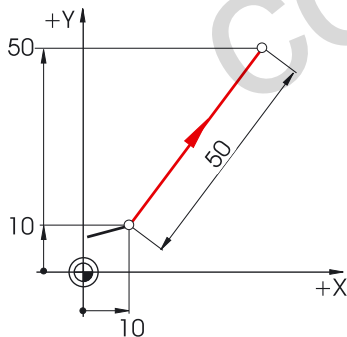
Указание:



Угол $53,13^\circ$ = стартовый угол к положительной оси X или
 угол $39,094^\circ$ = угол к предыдущему элементу

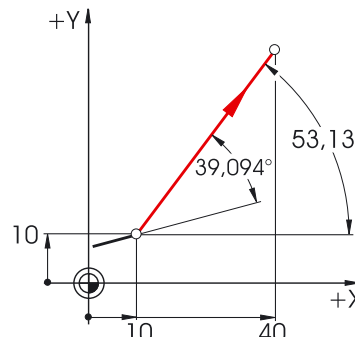
Декартовы и полярные данные могут комбинироваться, к примеру:

Ввод конечной точки в Y и длины



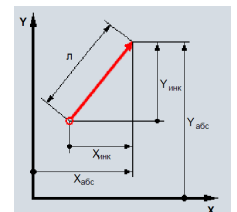
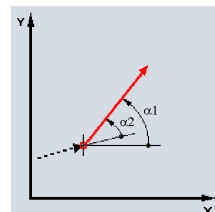
Прямая любая		
X	30.0000	инк
X	40.0000	абс
Y	40.0000	инк
Y	50.0000	абс
л	50.0000	
$\alpha.1$	53.1301	°
$\alpha.2$	39.0939	°

Ввод конечной точки в X и угла



Прямая любая		
X	30.0000	инк
X	40.0000	абс
Y	40.0000	инк
Y	50.0000	абс
л	50.0000	
$\alpha.1$	53.1301	°
$\alpha.2$	39.0939	°

Контекстные вспомогательные изображения могут вызываться при вводе и показывают обозначения отдельных полей ввода.



1.1 - Геометрические основы фрезерной и токарной обработки

1.1.4 Круговые движения (фрезерование)

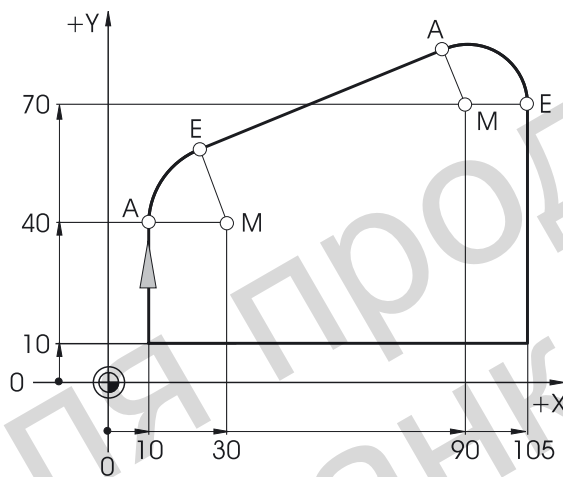
Для дуги окружности по DIN указывается конечная точка дуги (координаты X и Y в плоскости G17) и центр (I и J в плоскости G17).

Контурный вычислитель SINUMERIK и в случае дуг окружностей позволяет брать любые размеры из чертежа без предварительного пересчета.

Ниже приводится пример с двумя - сначала только частично определенными - дугами окружностей.

Ввод центра (абсолютно):

Дуга окружн.	
R	
X	abc
Y	abc
I	30.0000 abc
J	40 abc



Дуга окружн.	
R	
X	105.0000 abc
Y	70.0000 abc
I	90.0000 abc
J	70 abc

После ввода:

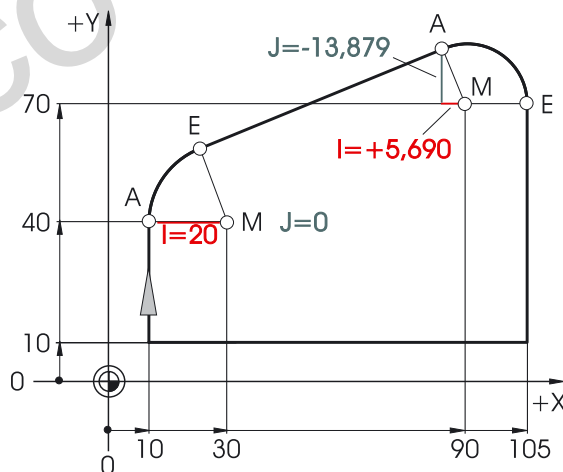
Дуга окружн.	
R	20.0000
X	abc
Y	abc
I	30.0000 abc
J	40.0000 abc

После ввода:

Дуга окружн.	
R	15.0000
X	105.0000 abc
Y	70.0000 abc
I	90.0000 abc
J	70.0000 abc

Следующие значения индицируются после ввода всех известных размеров и нажатия в окне ввода соответствующей дуги программной клавиши

Дуга окружн.	
R	20.0000 инк
X	12.4139 инк
X	22.4139 abc
Y	18.5055 инк
Y	58.5055 abc
I	20.0000 инк
I	30.0000 abc
J	0.0000 инк
J	40.0000 abc
α.1	90.0000 °
α.2	0.0000 °
β1	22.2905 °
β2	67.7095 °



Дуга окружн.	
R	15.0000 инк
X	20.6895 инк
X	105.0000 abc
Y	-13.8791 инк
Y	70.0000 abc
I	5.6895 инк
I	90.0000 abc
J	-13.8791 инк
J	70.0000 abc
α.1	22.2905 °
α.2	0.0000 °
β1	270.0000 °
β2	112.2905 °

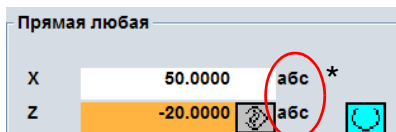
Данные дуги в текстовом редакторе:

G2 X22.414 Y58.505 I20 J0 G2 X105 Y70 I=AC(90) J=AC(70)

1.1.5 Абсолютное и инкрементальное указание размеров (токарная обработка)

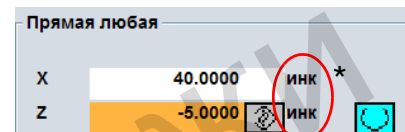
Абсолютные данные:
Введенные значения относятся к нулевой точке детали.

Инкрементальные данные:
Введенные значения относятся к актуальной позиции.



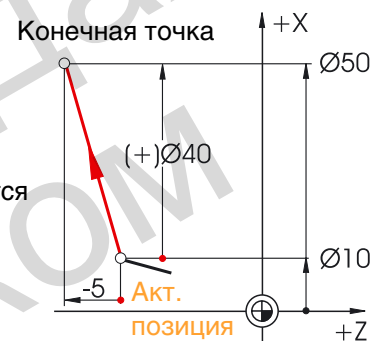
Переключение с помощью программной клавиши

Альтернатива



Внимание:

В отличие от DIN 66025 при действующей здесь установке 'DIAMON' значения I также вводятся и индицируются относительно диаметра.



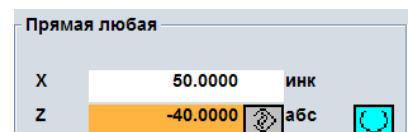
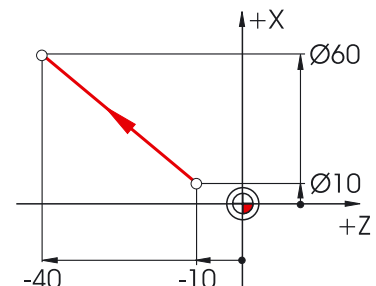
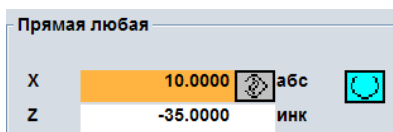
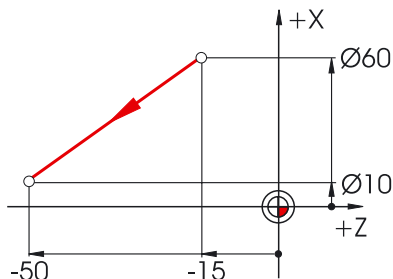
*G90 абсолютное указание размеров

При абсолютном указании размеров всегда вводятся абсолютные значения координат конечной точки в активной системе координат (актуальная позиция не рассматривается).

*G91 инкрементальное указание размеров

При инкрементальном указании размеров всегда вводится разница между актуальной позицией и конечной точкой с учетом направления.

Здесь два примера в комбинации абсолютно/инкрементально:



1.1 - Геометрические основы фрезерной и токарной обработки

1.1.6 Декартово и полярное указание размеров (токарная обработка)

Для определения конечной точки прямой необходимо два типа исходных данных. Они могут выглядеть следующим образом:

Декартово: ввод координат X и Z

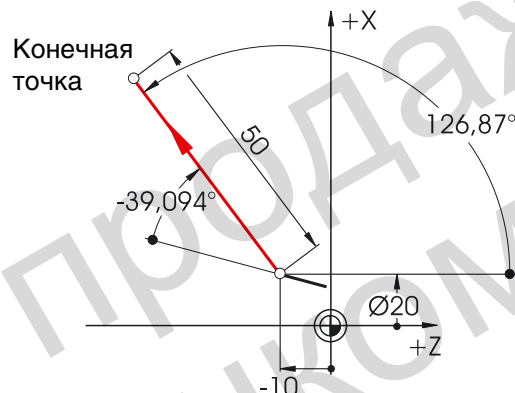
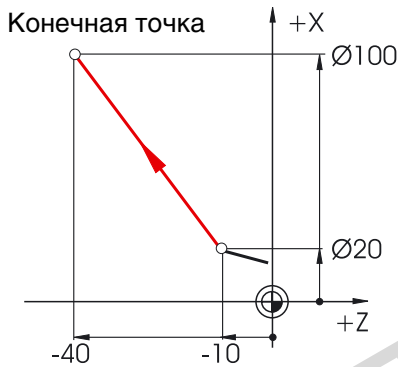
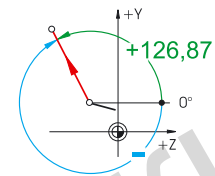
Прямая любая		
X	80.0000	инк
X	100.0000	абс
Z	-30.0000	инк
Z	-40.0000	абс
л	50.0000	
α.1	126.8699	°
α.2	320.9061	°

Все серые значения вычисляются и индицируются автоматически.

Полярное: ввод длины и угла

Прямая любая		
X	80.0000	инк
X	100.0000	абс
Z	-30.0000	инк
Z	-40.0000	абс
л	50.0000	
α.1	126.8699	°
α.2	320.9061	°

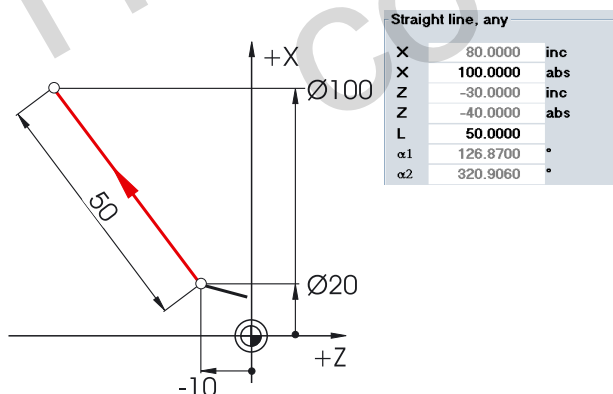
Указание:



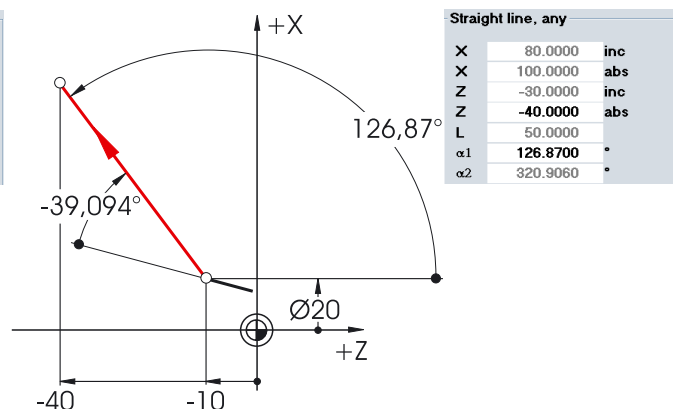
Угол $126,87^\circ$ = стартовый угол к положительной оси Z или
 угол $-39,094^\circ$ = угол к предыдущему элементу
 ($39,094^\circ = 360^\circ - 320,906^\circ$)

Декартовы и полярные данные могут комбинироваться, к примеру:

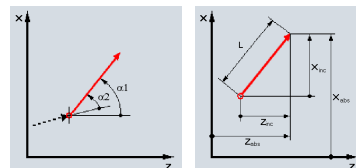
Ввод конечной точки в X и длины



Ввод конечной точки в X и угла



Контекстные вспомогательные изображения могут вызываться при вводе и показывают обозначения отдельных полей ввода.



1.1.7 Круговые движения (токарная обработка)

Для дуги окружности по DIN указывается конечная точка дуги (координаты X и Z в плоскости G18) и центр (I и K в плоскости G18).

Контурный вычислитель SINUMERIK и в случае дуг окружностей позволяет брать любые размеры из чертежа без предварительного пересчета.

Ниже приводится пример с двумя - сначала только частично определенными - дугами окружностей.

Ввод дуги R10:

Дуга окружн.	
R	10.0000 ↻
X	50.0000 abc
Z	-35 abc
I	abc
K	abc

После ввода:

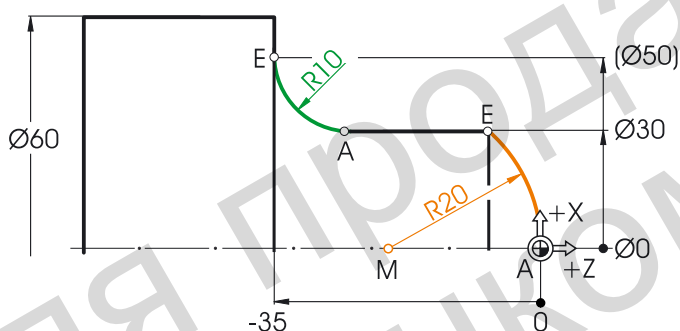
Дуга окружн.	
R	10.0000 ↻
X	50.0000 abc
Z	-35.0000 abc
I	50.0000 abc
K	-25.0000 abc

Ввод дуги R20:

Дуга окружн.	
R	↻
X	30.0000 abc
Z	abc
I	0.0000 abc
K	-20 abc

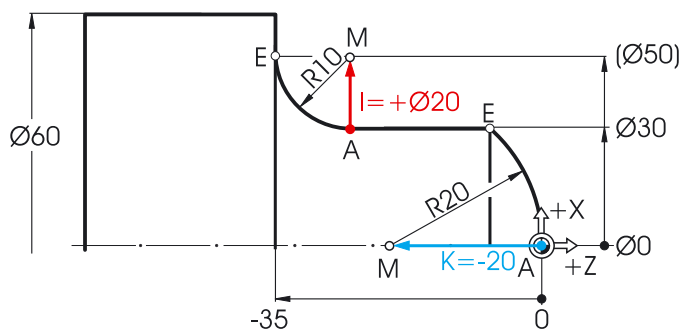
После ввода:

Дуга окружн.	
R	20.0000 ↻
X	30.0000 abc
Z	-6.7712 abc
I	0.0000 abc
K	-20.0000 abc



Следующие значения индицируются после ввода всех известных размеров и нажатия в окне ввода соответствующей дуги программной клавиши **Все параметры**.

Дуга окружн.	
R	10.0000 ↻
X	20.0000 инк
X	50.0000 abc
Z	-10.0000 инк
Z	-35.0000 abc
I	20.0000 инк
I	50.0000 abc
K	0.0000 инк
K	-25.0000 abc
α.1	180.0000 °
α.2	0.0000 °
β.1	90.0000 °
β.2	90.0000 °



Дуга окружн.	
R	20.0000 ↻
X	30.0000 инк
X	30.0000 abc
Z	-6.7712 инк
Z	-6.7712 abc
I	0.0000 инк
I	0.0000 abc
K	-20.0000 инк
K	-20.0000 abc
α.1	90.0000 °
β.1	138.5904 °
β.2	48.5904 °

Данные дуги в текстовом редакторе:

G2 X50 Z-35 CR=10

G3 X30 Z-6.771 I0 K-20

1.2 Технологические основы фрезерной и токарной обработки

1.2.1 Скорость резания и число оборотов (фрезерование)

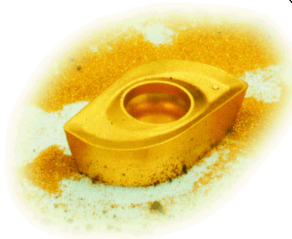
Оптимальное число оборотов инструмента зависит от материала его резца и материала детали, а также от диаметра инструмента. Это число оборотов на практике часто вводится на основе многолетнего опыта без вычислений. Но все же предпочтительным является вычисление числа оборотов через взятую из таблиц скорость резания.

Определение скорости резания:

С помощью каталогов изготовителя или сборника таблиц сначала определяется оптимальная скорость резания.

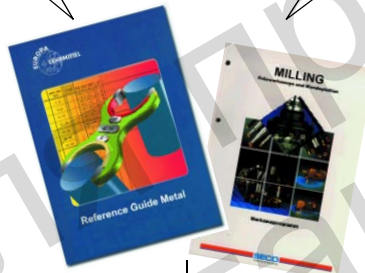
Материал резца инструмента:

твердый сплав



Материал детали:

C45



$v_c = 80 - 150$ м/мин:

Выбирается среднее значение $v_c = 115$ м/мин

Вычисление числа оборотов:

С помощью этой скорости резания и известного диаметра инструмента вычисляется число оборотов n .

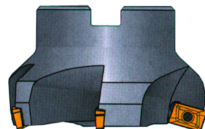
$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

К примеру, здесь вычисляется число оборотов для двух инструментов:

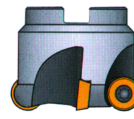
$$d_1 = 63 \text{ mm}$$

$$d_2 = 40 \text{ mm}$$

$$n_1 = \frac{115 \text{ mm} \cdot 1000}{63 \text{ mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$$



$$n_1 = 580 \frac{1}{\text{min}}$$



$$n_2 = 900 \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_2 = \frac{115 \text{ mm} \cdot 1000}{40 \text{ mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$$

(на производстве часто называется "обороты в минуту")

В кодировке ЧПУ число оборотов указывается буквой S (англ. "Speed").

В этом случае данные выглядят как S580 или S900.

При этом числе оборотов достигается скорость резания в 115 м/мин.

1.2.2 Подача на зуб и скорость подачи (фрезерование)

На странице выше было показано, как определяется скорость резания и вычисляется число оборотов. Чтобы инструмент мог осуществлять обработку резанием, эта скорость резания или число оборотов должны быть согласованы со скоростью подачи инструмента.

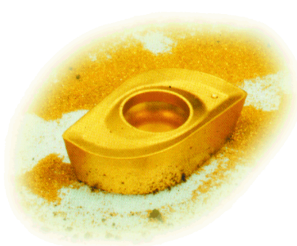
Базовым значением для вычисления скорости подачи является параметр "Подача на зуб".

Определение подачи на зуб:

Как и скорость резания, значение для подачи на зуб берется из сборника таблиц или документации изготовителей станков.

Материал реза инструмента:

твердый сплав



Материал детали:

C45



Подача на зуб $f_z = 0,1 - 0,2$ мм:

Выбирается среднее значение $f_z = 0,15$ мм

Определение скорости подачи:

С помощью подачи на зуб, числа зубьев и известного числа оборотов вычисляется скорость подачи v_f .

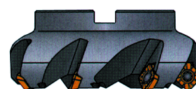
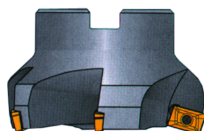
$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

К примеру, здесь вычисляется скорость подачи для двух инструментов с различным числом зубьев:

$$d_1 = 63\text{мм}, z_1 = 4$$

$$d_2 = 63\text{мм}, z_2 = 9$$

$$v_{f1} = 0,15\text{мм} \cdot 4 \cdot 580 \frac{1}{\text{мин}}$$



$$v_{f2} = 0,15\text{мм} \cdot 9 \cdot 580 \frac{1}{\text{мин}}$$

$$v_{f1} = 348 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$$v_{f2} = 783 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

В кодировке ЧПУ скорость подачи указывается буквой F (англ. "Feed").

В этом случае округленные данные выглядят как F340 или F780.

При этой скорости подачи достигается подача на зуб в 0,15 мм.

1.2.3 Скорость резания и число оборотов (токарная обработка)

При токарной обработке - в отличие от фрезерования - необходимая скорость резания часто программируется напрямую, а именно - для черновой обработки, чистовой обработки и выточки.

Только при сверлении и (часто) при нарезании резьбы резцом программируется необходимое число оборотов.

Определение скорости резания:

С помощью каталогов изготовителя или сборника таблиц сначала определяется оптимальная скорость резания.

Материал реза инструмента:

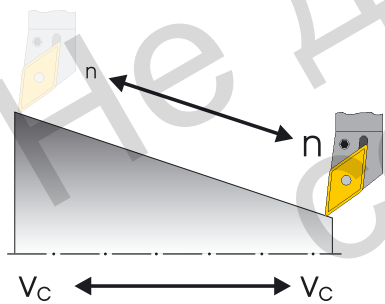
твердый сплав

Материал детали:

автоматная сталь



Постоянная скорость резания v_c (G96) для черновой обработки, чистовой обработки и выточки:

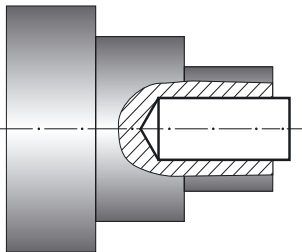


Для того, чтобы выбранная скорость резания была соблюдена на любом диаметре детали, соответствующее число оборотов согласуется СЧПУ с помощью команды G96 = Постоянная скорость резания. Это осуществляется с помощью электродвигателей постоянного тока или управляемых по частоте трехфазных электродвигателей.

С уменьшением диаметра число оборотов теоретически увеличивается до бесконечности. Поэтому, чтобы избежать опасностей из-за слишком высокой центробежной силы, необходимо запрограммировать границу числа оборотов, к примеру, в 3000 1/мин.

В этом случае данные выглядят как G96 S180 LIMS=3000.

Постоянное число оборотов n (G97) при сверлении и нарезании резьбы резцом:



$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

$d = 20\text{мм}$ (диаметр инструмента)

$$n = \frac{120\text{мм} \cdot 1000}{20\text{мм} \cdot \pi \cdot \text{min}}$$

$$n = 1900 \frac{1}{\text{min}}$$

Так как при сверлении работа осуществляется с постоянным числом оборотов, то здесь необходимо использовать команду G97 = Постоянное число оборотов. Число оборотов зависит от необходимой скорости резания (здесь выбирается 120 м/мин) и диаметра инструмента.

В этом случае данные выглядят как G97 S1900.

1.2.4 Подача (токарная обработка)

На странице выше было показано, как определяется скорость резания и вычисляется число оборотов. Чтобы инструмент мог осуществлять обработку резанием, эта скорость резания или число оборотов должны быть согласованы с подачей для инструмента.

Определение подачи:

Как и скорость резания, значение для подачи берется из сборника таблиц, документации изготовителей станков или из опыта.

Материал резца инструмента:

твердый сплав



Материал детали:

автоматная сталь



Подача $f = 0,2 - 0,4$ мм:

Выбирается среднее значение $f = 0,3$ мм (на производстве часто называется "мм на оборот").

В этом случае данные выглядят как F0.3.

Связь между подачей и скоростью подачи:

При постоянной подаче f и соответствующем числе оборотов получается скорость подачи v_f .

$$v_c = 180 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$d_2 = 80 \text{ mm}$$

$$n_2 = 710 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_{f2} = 710 \frac{1}{\text{min}} \cdot (0,3 \text{ mm})$$

$$v_{f2} = 210 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$v_f = f \cdot n$$

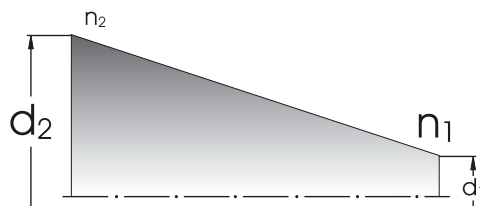
$$v_c = 180 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$d_1 = 20 \text{ mm}$$

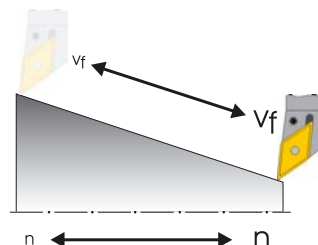
$$n_1 = 2800 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_{f1} = 2800 \frac{1}{\text{min}} \cdot (0,3 \text{ mm})$$

$$v_{f1} = 840 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$



Так как число оборотов является различным, то и скорость подачи (несмотря на одинаковую запрограммированную подачу) на различных диаметрах различается.



2 Управление

Под понятием "Управление" в этом руководстве понимаются все рабочие процессы, отражающие прямое взаимодействие пользователя со станком. После подробного введения в разделе 2.1 во втором разделе речь пойдет об отладке инструментов и деталей. Основной упор в третьем и четвертом разделе сделан на производство, т.е. на выполнение программ ЧПУ.

В основе СЧПУ 810D/840D/840Di лежит открытая концепция СЧПУ, предлагающая изготовителю станка (и частично пользователю) достаточно свободы для конфигурирования СЧПУ согласно индивидуальным требованиям. Поэтому отдельные детали могут отличаться от описанных в руководстве принципов управления. Поэтому в определенных случаях необходимо следовать указаниям изготовителя станка и добросовестно проверять данные перед запуском станка.

2.1 Обзор СЧПУ



В этой главе описывается конструкция и использование таких компонентов СЧПУ, как клавиатура и дисплей.

Рисунки:

- панель оператора OP 010C с цветным дисплеем TFT, панелями программных клавиш (горизонтальной и вертикальной) и механической полной клавиатурой ЧПУ с 65 клавишами.

Эти компоненты в первую очередь служат для программирования и управления данными.

- станочный пульт с потенциометрами процентовки

С помощью этого станочного пульта осуществляется непосредственное управление движениями станка.

Возможна частичная индивидуальная конфигурация станочного пульта изготовителем станка.

Другие компоненты управления для СЧПУ и учебные клавиатуры для SinuTrain см. каталог NC60 "Системы автоматизации для обрабатывающих станков" (SIEMENS заказной Nr. E86060-K4460-A101-A8).

2.1.1 Включение, переключение области, выключение

В зависимости от того, осуществляется ли обучение работе с СЧПУ непосредственно на станке или через идентичную СЧПУ систему обучения Sinumerik на PC, для начала работы необходимо выполнить следующее.

Включение

Если ...

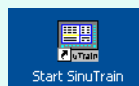
Если работа осуществляется на станке:



Тогда первым делом необходимо включить главный выключатель, расположенный сбоку на станке или на электрошкафу.

Если ...

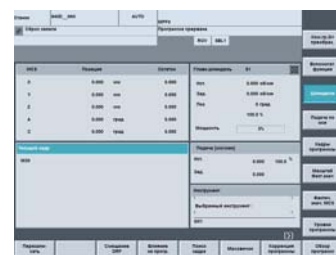
Если работа осуществляется на PC с Windows:



Тогда запустить ПО через иконку на рабочем столе или через строку стартового меню (Пуск > Программы > SinuTrain ... > SinuTrain START)



После можно выбирать между двумя технологиями (фрезерная/токарная обработка) и типом управления инструментом (см. главу 2.2.1 и 2.2.2).
(от версии ПО 6 возможно индивидуальное конфигурирование станков).



После включения СЧПУ находится в области управления 'Станок', и выбрана функция 'Ref' (реферирование).

Принцип действий для реферирования различается в зависимости от типа станка и изготовителя станка и поэтому не может быть объяснен здесь подробно.

После запуска ПО активна область управления 'Станок' и выбран режим работы 'Авто'.

Симуляция реферирования на PC не осуществляется.

Режим работы 'Jog' для прямого управления осями перемещения на PC не работает.

Переключение области

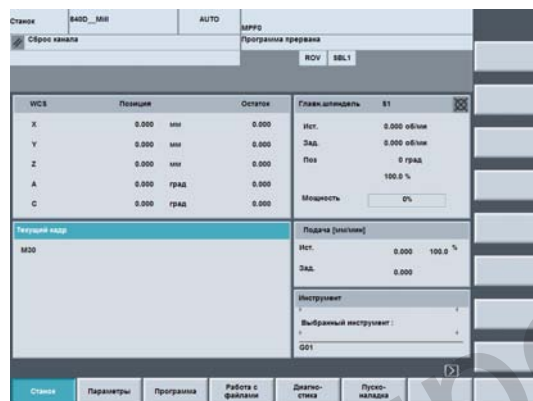
Клавиши/ввод

Дисплей / рисунок

Объяснение



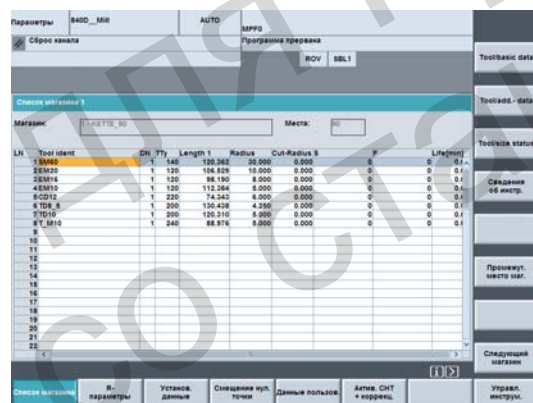
С помощью <клавиши переключения области> (на плоской панели оператора или F10 на клавиатуре PC) можно - независимо от текущей ситуации управления - открыть главное меню с шестью областями управления СЧПУ.



Пример: обрабатывающий центр с тремя линейными осями (X,Y,Z) и 2 круговыми осями (A,C)

В активной области управления 'Станок' открывается главное меню. Программная клавиша активной области управления выделена. В этой области управления осуществляется непосредственное управление станком. Здесь можно перемещать оси вручную, осуществлять касание или запускать выполнение программ ЧПУ.

Параметры



Пример: список магазина на токарном станке с управлением инструментом

Перейти с помощью программной клавиши в область управления 'Параметры'.

На плоской панели оператора это возможно через соответствующую программную клавишу. На PC можно щелкнуть на программной клавише мышью или вызвать область управления с помощью F2.

В области управления 'Параметры' осуществляется управление инструментом и таблицей смещений нулевых точек.

Программа

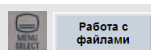


Активная область управления 'Программы' (вызов через программную клавишу, мышью или F3)

В этой области управления осуществляется запись и симулирование программ ЧПУ.

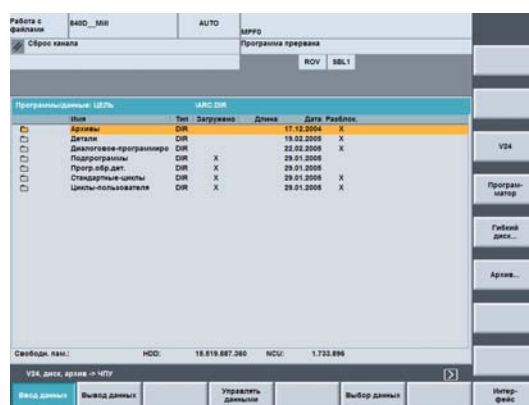
Подробности см. главы 3 (фрезерование) и 4 (токарная обработка).

Клавиши/ввод



Работа с файлами

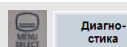
Дисплей / рисунок



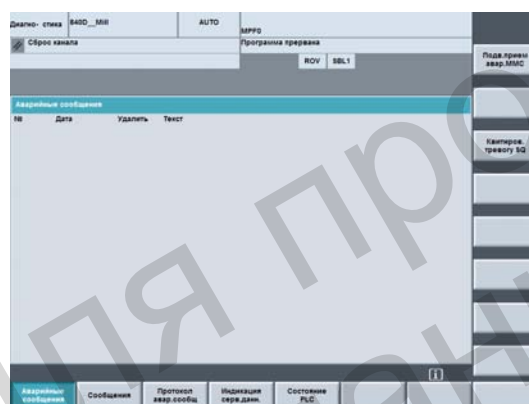
Объяснение

Активная область управления 'Службы'

Здесь можно управлять файлами и загружать/выгружать их через последовательный интерфейс или дискету.

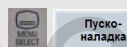


Диагностика



Активная область управления 'Диагностика'

Здесь показываются и документируются ошибки и сервисная информация.



Пуско-наладка



Активная область управления 'Ввод в эксплуатацию'

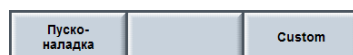
Как следует из названия, эта область используется системными специалистами для согласования данных ЧПУ со станком.

Эта область управления не представляет интереса для ежедневной работы с СЧПУ и поэтому подробно не рассматривается в этом руководстве.

Пример: токарный станок с двумя шпинделями

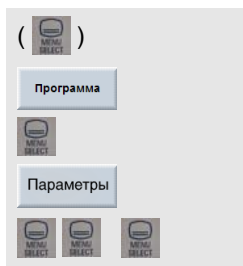



(...)



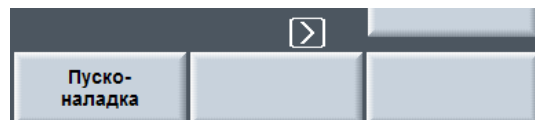
В зависимости от конфигурации системы также могут быть подписаны седьмая и восьмая программные клавиши главного меню, через которые могут вызываться другие приложения (к примеру, AutoTurn).

2.1 Управление - Обзор СЧПУ

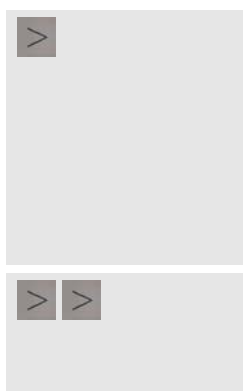





Посредством повторного нажатия <клавиши переключения областей> () можно переключаться между последними двумя активными областями управления, что удобно, к примеру, при программировании, когда параллельно необходимо просматривать данные инструмента.

Опробовать это с двумя областями управления 'Программы' и 'Параметры'.

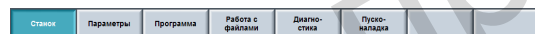


"Стрелка Далее" внизу справа указывает на то, что доступны и другие функции или приложения.



С помощью клавиши  на плоской панели оператора или  +  на PC * происходит расширение меню и программным клавишам - в зависимости от конфигурации - присваиваются новые функции.

* удерживать  , потом 



Повторное нажатие клавиши вызывает возврат в главное меню областей управления.

Выключение

Если ...

Если работа осуществляется на станке:







Следовать указаниям изготовителя станка!
В заключении отключить ток с помощью главного выключателя.


Если ...

Если работа осуществляется с SinuTrain на PC:





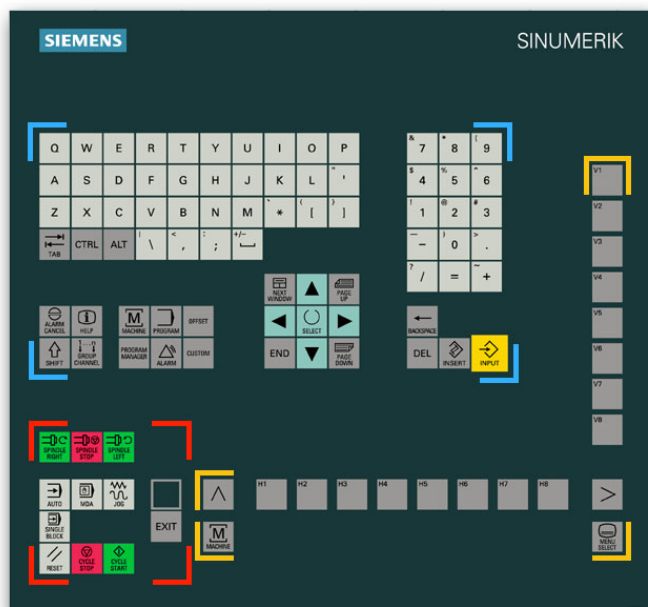
На расширенной панели главного меню найти программную клавишу для завершения работы SinuTrain! (клавиатура PC:  >  +  > )

При этом все данные пользователя автоматически сохраняются для следующего сеанса.

(Альтернатива:  , см. стр. 26.)

2.1.2 Клавиатура и структура дисплея

При первом "ознакомлении" с интерфейсом СЧПУ были объяснены клавиша <Переключение области> (), клавиша <Далее> () и горизонтальные программные клавиши главного меню. Ниже систематически описываются другие важные клавиши (на примере учебной клавиатуры SinuTrain в исполнении "QWERTY") и дисплей СЧПУ.



На изображенной учебной клавиатуре имеются все клавиши **плоской панели оператора** и **полной клавиатуры ЧПУ**, а также важнейшие клавиши станочного пульта, которые используются и на PC.

Обращение ко всем необходимым для работы с SinuTrain функциям возможно и напрямую или через комбинации клавиш обычной клавиатуры PC. В таблице ниже они перечислены отдельно.

Плоская панель оператора

Клавиша	Клавиши PC	Объяснение
	F1 ... F8	Через горизонтальные программные клавиши (сквозная нумерация слева направо) осуществляется переключение областей управления. В области управления через эти программные клавиши можно перейти в дополнительные области меню и к функциям, которые могут быть вызваны через вертикальные программные клавиши.
	↑ + F1 * ↑ + F8 *	Через вертикальные программные клавиши (сквозная нумерация сверху вниз) осуществляется вызов функций или переход к другим вспомогательным функциям, которые в свою очередь могут быть вызваны через вертикальную панель программных клавиш.
	F10	С помощью клавиши <Переключение области> открывается главное меню с областями управления.
	↑ + F9 *	Клавиша <Далее> расширяет горизонтальную панель программных клавиш.
	↑ + F10 *	С помощью <Клавиши области станка> можно перейти напрямую в область управления 'Станок'.
	F9	С помощью клавиши <Recall> закрывается окно и осуществляется возврат в верхнее меню. Эта функция доступна тогда, когда символ клавиши виден над первой горизонтальной программной клавишей.

* удерживать нажатой , после соответствующая клавиша <F>.

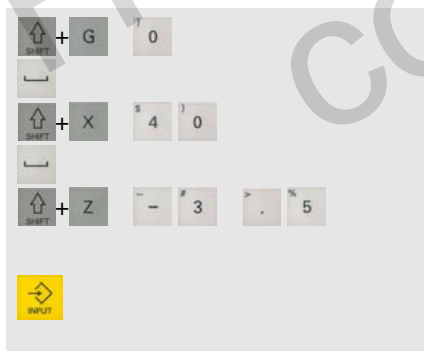
2.1 Управление - Обзор СЧПУ

Полная клавиатура ЧПУ

Клавиши	Клавиши PC	Объяснение
		Через цифровой блок вводятся цифры основных математических функций. В комбинации с клавишей <Shift> (см. ниже) можно вводить специальные символы (? , & ...).
		Через клавиатуру "QWERTY" вводятся, к примеру, имена программ обработки деталей и конечно команды ЧПУ. (Имя "QWERTY" это производное от расположения клавиш. На токарных станках так называемая клавиатура "DIN" часто имеет алфавитную структуру. Функции являются идентичными.)
		<Клавиша-пробел> (Space) для создания символа пробела
		При нажатой клавише <Shift> можно обращаться к верхним символам двойных клавиш, для прописных букв (см. выше).
		С помощью клавиши <Input> активируется отредактированное значение, открывается директория или файл или вводится конец строки программы в редакторе и осуществляется перевод курсора на следующую, новую строку.

Практический пример:

Необходимо ввести на СЧПУ следующий кадр ЧПУ: G0 X40 Z-3.5



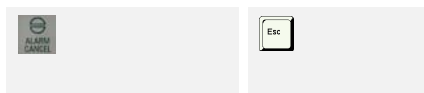
G0
G0
G0 X40
G0 X40
G0 X40 Z-3.5
G0 X40 Z-3.5
Input

В зависимости от конфигурации СЧПУ ...

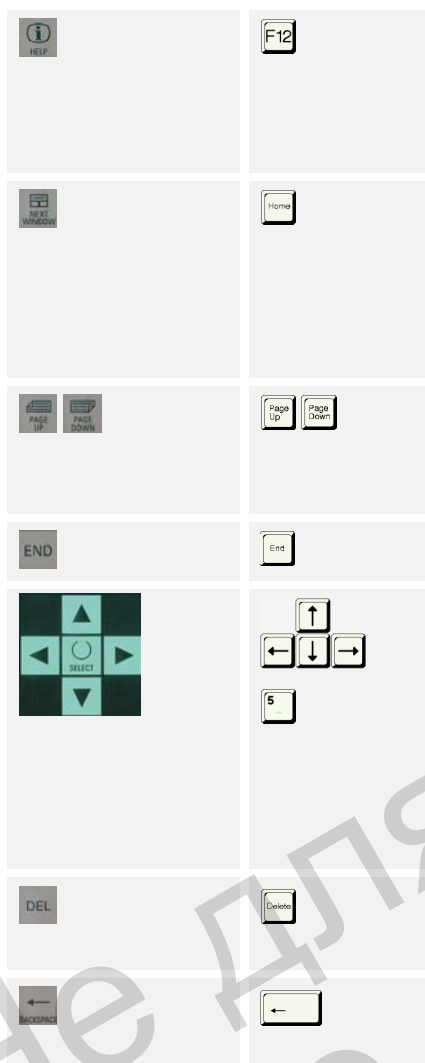
- ... записываются (и без клавиши <Shift>) только прописные буквы.
- ... можно, в отличие от PC, снова отпустить клавишу <Shift> перед нажатием клавиши буквы.

Каждый кадр ЧПУ применяется с <Input>.

Использование прописных букв и наглядное разделение введенных данных пробелом (Space) является общепринятым и рекомендуется. Но СЧПУ "понимает" и такой ввод: g0x40z-3.5



С помощью этой клавиши осуществляется квитирование и удаление ошибки, обозначенной этим символом.



Индикация символа 'i' в диалоговой строке указывает на то, что с помощью этой информационной клавиши можно вызвать дополнительные пояснения к актуальному состоянию. Например, 'Помощь Online' к определенным командам ЧПУ (см. стр. 76).

Если на дисплее открыто несколько окон, то активным, что видно по цвету рамки окна, является только одно из них. С помощью этой клавиши можно переключаться между окнами (альтернатива: щелчок мышью на окне). Ввод через клавиатуру всегда относится только к активному окну!

С помощью клавиш <Page Up> и <Page Down> перемещается ползунок прокрутки (Scrollbar) окна. Таким образом, возможна, к примеру, "прокрутка" длинных программ обработки детали.

Эта клавиша перемещает курсор на конец строки.

С помощью четырех <клавиш-стрелок> можно перемещать курсор.

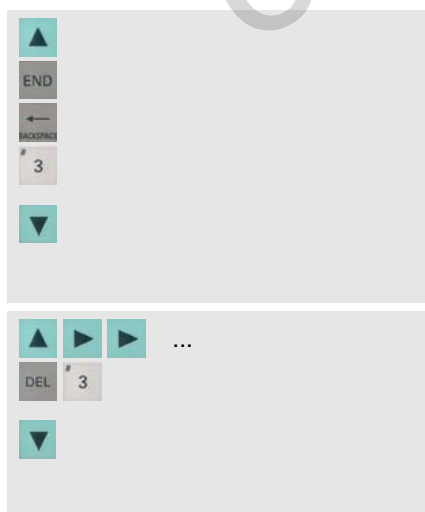
С помощью <клавиши выбора> или <клавиши-тумблера> (или на цифровом блоке при выключенном "NUM LOCK") осуществляется активация или деактивация поля или выбор между различными возможностями в полях ввода (при появлении символа тумблера) (альтернатива: щелчок мышью).

С помощью клавиши <Delete> осуществляется удаление выделенного символа в редакторе или значения поля ввода.

С помощью <Клавиши стирания> (<Backspace>) удаляется символ слева от курсора.

Практический пример:

Ввод записанного кадра ЧПУ G1 X0 F0.2 был завершен клавишей <Input>. Теперь необходимо изменить подачу на 0.3. Для этого существует несколько способов:



```
G1 X0 F0.2i
G1 X0 F0.2i
G1 X0 F0.1i
G1 X0 F0.3i
G1 X0 F0.3i
i
```

1-ая возможность:

Так как здесь необходимо заменить последний символ, то логичным является переход с помощью <END> непосредственно на конец строки и удаление с помощью <Backspace> 2 (символ слева от курсора).

```
G1 X0 F0.2i
G1 X0 F0.3i
G1 X0 F0.3i
i
```

2-ая возможность:

В качестве альтернативы можно перемещать курсор от символа к символу вправо и, когда курсор остановится на 2, удалить его с помощью .

2.1 Управление - Обзор СЧПУ



С помощью клавиши <Edit> или <Undo> осуществляется переключение в полях ввода в режим редактирования (см. практический пример).

Если необходимо отменить случайное действие в режиме редактирования (англ. "undo"), то снова нажать . Замененная запись восстанавливается.

Практический пример:

В поле ввода необходимо заменить значение -82.47 на -82.475, не вводя при этом число целиком. Изменяемое значение выделено (**-82.470**).



-82.470

-82.470

-82.475

-82.475

Включить режим редактирования

Установить курсор

Добавить цифру 5

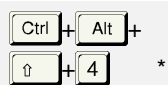
Применить измененное значение (оранжовое выделение переходит на следующее поле ввода)

Станочный пульт

Клавиша

Клавиша PC

Объяснение



С помощью клавиши <Cycle Start> прежде всего запускается выполнение программ.



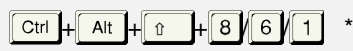
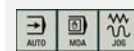
С помощью клавиши <Cycle Stop> выполнение текущей программы останавливается. После можно продолжить выполнение в актуальном кадре с помощью <Cycle Start>.



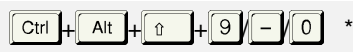
С помощью клавиши <Reset> обработка отменяется, сообщения стираются (см. также) и СЧПУ переходит в исходное состояние (готова для нового выполнения программы).



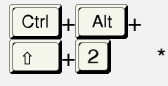
Клавиша <Single Block> (отдельный кадр) предлагает возможность покадрового выполнения программы. Обработка автоматически останавливается после каждого кадра и может быть продолжена с помощью <Cycle Start>. Повторное нажатие осуществляет возврат на следующий кадр.



С помощью этих клавиш активируются одноименные режимы работы AUTO, MDA и JOG (в SinuTrain-Standard работает только AUTO).



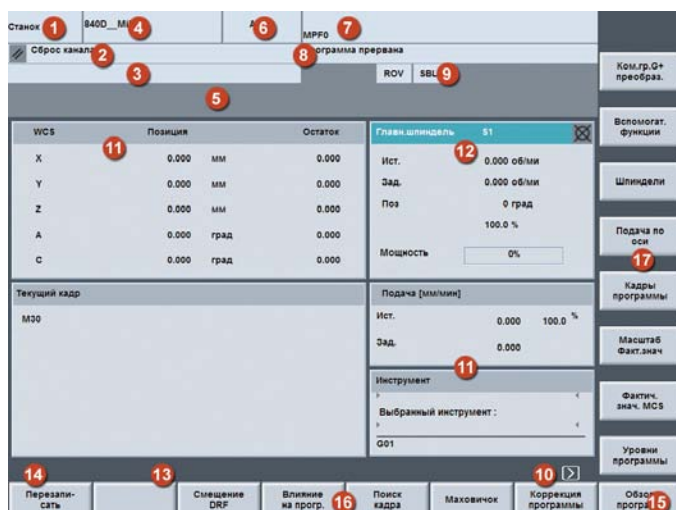
С помощью этих клавиш включается шпиндель (в SinuTrain-Standard не работает).










Клавиша <EXIT> имеется только на учебной клавиатуре. С ее помощью происходит выключение ПО (как альтернатива через программную клавишу).

* Последовательно нажимать клавиши согласно рисунку и удерживать нажатыми!

Структура дисплея



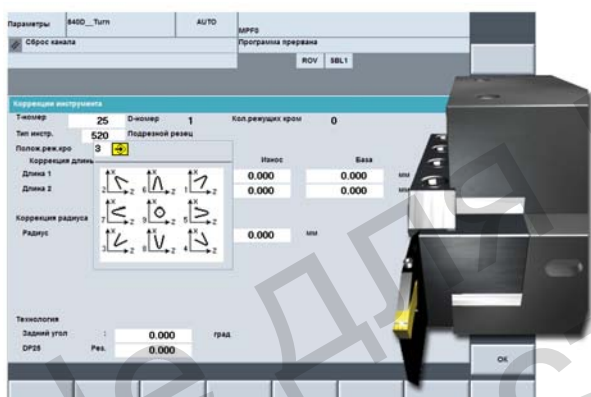
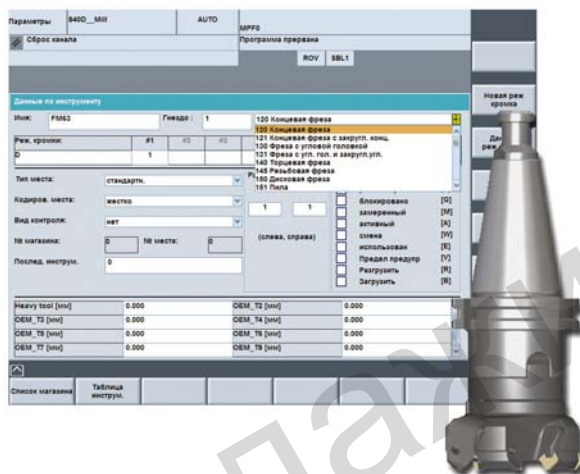
- 1 Здесь показывается актуальная область управления (Станок, Параметры ...).
- 2 Состояние канала (Reset, прерван, активен)
- 3 Рабочие сообщения канала (к примеру, "Останов: активно АВАРИЙНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ" или "Ожидать: активно время ожидания")
- 4 Имя канала (в SinuTrain в этом месте стоит выбранная технология, к примеру, 'SinuTrain_Mill')
- 5 В этой области показываются ошибки и сообщения, вместе с номером, по которому в документации можно получить дополнительные объяснения.
- 6 Режим работы (AUTO, MDA, JOG) в области управления 'Станок'. (в учебном ПО SinuTrain имеется только режим работы AUTO)
- 7 Путь и имя выбранной программы
- 8 Состояние программы (прервана, выполняется, остановлена)
- 9 Индикация состояния канала (к примеру, ROV: коррекция для подачи действует и на подачу ускоренного хода, SBL1: отдельный кадр с остановом после каждого кадра функций станка)
- 10 Если виден символ , то можно вызвать дополнительную помощь (см. клавишу  на полной клавиатуре ЧПУ).
- 11 В центральной области дисплея находятся - в зависимости от области управления - рабочие окна (к примеру, редактор программ) и/или, как здесь, индикации ЧПУ (позиция, подача, ...).
- 12 Активным всегда является только одно рабочее окно. Оно выделено цветом. В этом окне возможен ввод (см. также клавишу ).
- 13 В этом окне стоят подсказки пользователю, если таковые имеются.
- 14 Символ 'Recall'  показывает, что пользователь находится в подменю и может выйти из него с помощью клавиши .
- 15 Символ 'Далее'  показывает, что имеются другие функции, которые могут быть показаны с помощью клавиши  на горизонтальной панели программных клавиш.
- 16 Горизонтальные программные клавиши: Здесь находятся области управления или главные функции.
- 17 Вертикальные программные клавиши: Здесь находятся подменю и функции.

2.2 Отладка

В этой главе описываются основные действия при отладке с помощью СЧПУ SINUMERIK 840D/810D/840Di.

На основе фрезерного станка с конфигурацией "с управлением инструментом"* объясняется ...

- как создать новый инструмент в управлении инструментом
- как "интегрировать" его в настоящий магазин и в образ магазина в СЧПУ (глава 2.2.1).



В станках с простой "Коррекцией инструмента" также осуществляется управление инструментом, но не через имена, а через номера Т.

Особенно для токарных станков с хорошей обзорностью всех инструментов в револьвере, эта упрощенная конфигурация является более практичной.

Эта конфигурация "с коррекцией инструмента" описывается в главе 2.2.2.*

В главе 2.2.3 перечисляются все инструменты, которые используются в последующих демо-программах, а в главе 2.2.4 рассматривается касание и установка нулевой точки.

* Принцип действий просто может быть перенесен на другую технологию!

2.2.1 Управление инструментом: создание и загрузка инструментов в магазин

Предположим, что имеется обрабатывающий центр с одним (цепным) магазином. Необходимо создать 63-резцовую головку в управлении инструментом и установить ее на любое свободное место в магазине.

Сначала установить инструмент вручную в шпиндель. При этом учитывать указания изготовителя станка. После этого снова обратиться к дисплею СЧПУ ...

Создание инструмента

Клавиши/ввод



Параметры

Дисплей / рисунок

LN	Tool ident	DN	TY	Length 1	Radius	Cut-Radius S	F	Life(mn)
1	80800	1	140	120.242	20.000	0.000	0	0.0
2	80420	1	120	120.229	10.000	0.000	0	0.0
3	80414	1	120	98.190	8.000	0.000	0	0.0
4	80410	1	120	112.264	8.000	0.000	0	0.0
5	80412	1	220	74.242	8.000	0.000	0	0.0
6	8108_8	1	200	120.428	4.280	0.000	0	0.0
7	81010	1	200	120.310	8.000	0.000	0	0.0
8	811010	1	240	88.976	8.000	0.000	0	0.0

Объяснение

Вызвать в главном меню область управления 'Параметры'.

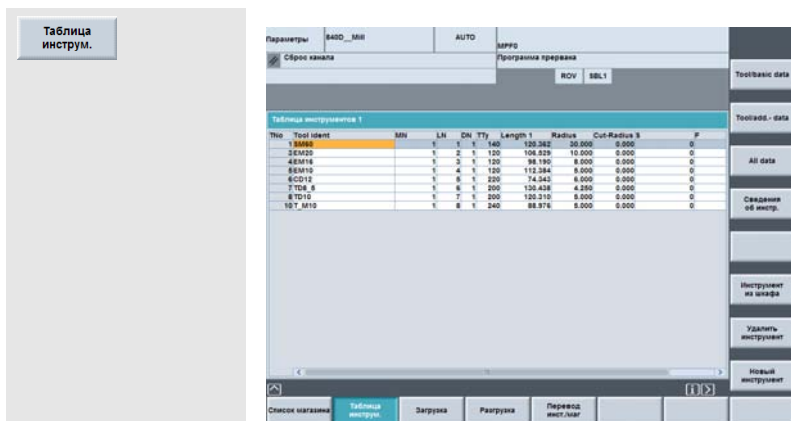
Стандартно инструменты представлены в 'Списке магазина', отсортированные по растущим номерам мест.

Управл. инструм.

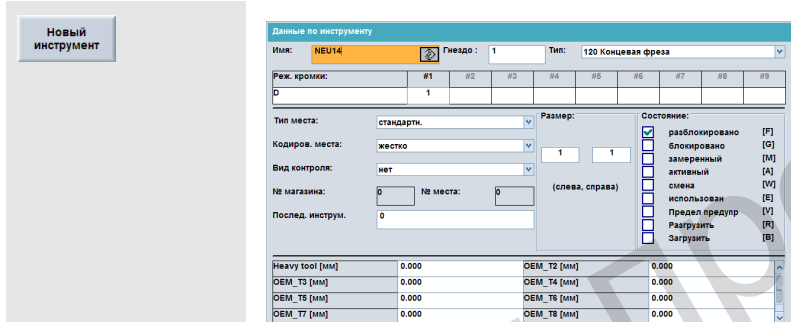
LN	Tool ident	DN	TY	Length 1	Radius	Cut-Radius S	F	Life(mn)
1	80800	1	140	120.242	20.000	0.000	0	0.0
2	80420	1	120	120.229	10.000	0.000	0	0.0
3	80414	1	120	98.190	8.000	0.000	0	0.0
4	80410	1	120	112.264	8.000	0.000	0	0.0
5	80412	1	220	74.242	8.000	0.000	0	0.0
6	8108_8	1	200	120.428	4.280	0.000	0	0.0
7	81010	1	200	120.310	8.000	0.000	0	0.0
8	811010	1	240	88.976	8.000	0.000	0	0.0

Горизонтальная панель программных клавиш изменяется: рядом с представлением 'Список магазина' теперь имеется и представление 'Список инструментов' ...

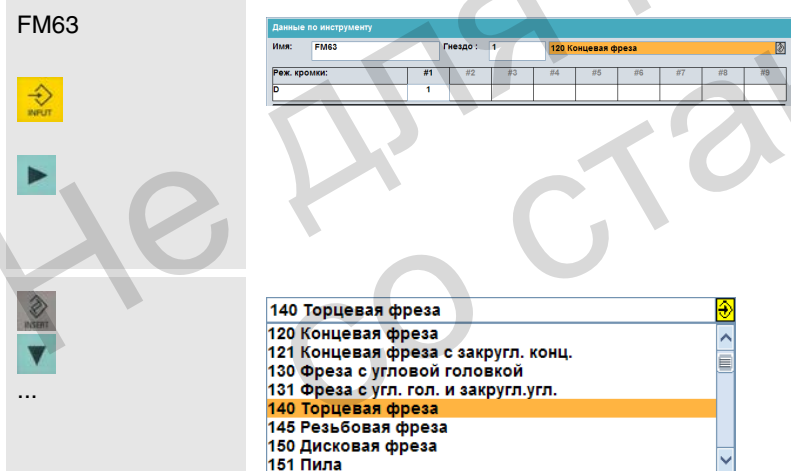
2.2 Управление - Отладка



В представлении 'Список инструментов' перечислены инструменты, отсортированные по их номерам T (TNr).




Через вертикальную программную клавишу создается новый инструмент.



Ввести имя для нового инструмента (к примеру, 'FM63' для торцевой фрезы с диаметром 63 мм).

Применить введенные данные. Перейти к списку выбора 'Тип'!

В настоящий момент выбран тип '120 Концевая фреза'.

Открыть список выбора с помощью  и выделить тип '140 Торцевая фреза'.

Применить выбранный тип.

Параметры: 840D_MH AUTO MPRD
 Сброс канала Программа прервана
 ROV BBL1

Данные по инструменту

Имя: FMB2 Гейзд0: 1 Тип: 140 Торцевая фреза

Рез. кромки: #1 #2 #3 #4 #5 #6 #7 #8 #9

Тип места: стандарт. Размер: Система: разблокировано [F] заблокировано [G] запертый [M] активный [A] снята [R] использован [S] Права прерудит [P] Загрузить [B]

Кадров. места: жето 1 1

Вид контроля: нет

№ магазина: 0 № места: 0 (слева, справа)

Послед. инструм.: 0

Изнач. шаг [мм]	0.000	СЕМ_Т0 [мм]	0.000
СЕМ_Т0 [мм]	0.000	СЕМ_Т4 [мм]	0.000
СЕМ_Т6 [мм]	0.000	СЕМ_Т8 [мм]	0.000
СЕМ_Т7 [мм]	0.000	СЕМ_Т9 [мм]	0.000

Список магазинов Таблица инструм.

Была создана торцевая фреза.
 Она имеет один определенный
 резец D.

Данные
 реж.кромки

Параметры: 840D_MH AUTO MPRD
 Сброс канала Программа прервана
 ROV BBL1

Данные инструмента: Канал 1

Имя: FMB2 Гейзд0: 1 Тип: 140 Торцевая фреза

Рез. кромки: #1 #2 #3 #4 #5 #6 #7 #8 #9

Инстр. Корр. длины	Длина 1:	Длина 2:	Длина 3:	Радиус 1:
[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
Геометрия	134.260	0.000	0.000	31.500
Изнас	0.000	0.000	0.000	0.000
База	0.000	0.000	0.000	0.000

Cutting edge wear limit 0 Feed rate limit 0
 Max cutting edge wear limit 0 Max feed rate limit 0

СЕМ_В5 [мм]	0.000	СЕМ_В6 [мм]	0.000
СЕМ_В7 [мм]	0.000	СЕМ_В8 [мм]	0.000
СЕМ_В9 [мм]	0.000	СЕМ_В10 [мм]	0.000

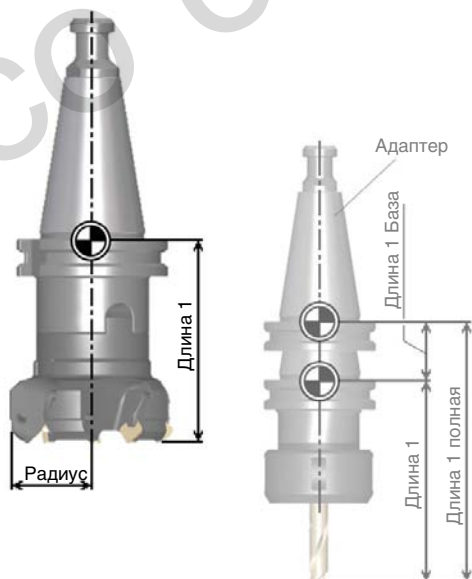
Список магазинов Таблица инструм.

Через программную клавишу
 перейти к окну для значений
 коррекции этого реза.

134.26



31.5



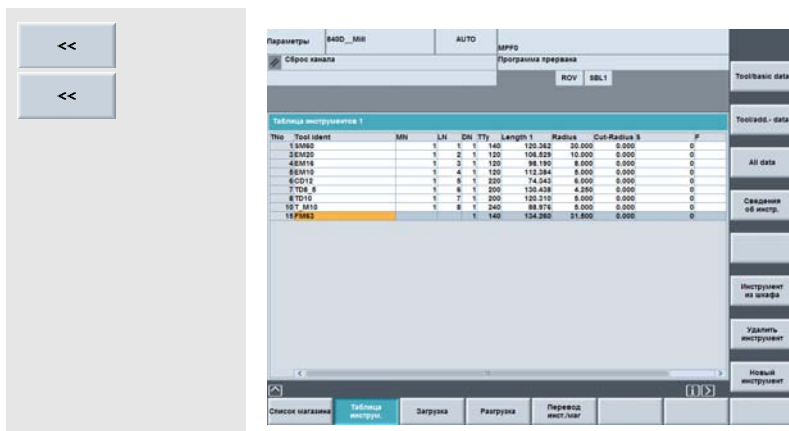
Если прежде с помощью устройства
 предварительной настройки
 инструмента было измерено
 значение коррекции для длины, то
 оно может быть введено здесь.

Радиус 63-резцовой головки равен
 31.5 ...

[Если при контрольном измерении
 определяется отклонение размеров
 инструмента, то можно ввести эту
 разницу в строку 'Изнас'.
 "Идеальные" размеры остаются без
 изменений.]

В графу 'База' при необходимости
 можно отдельно ввести длину
 адаптера (который используется
 для различных инструментов). Этот
 размер прибавляется к длине
 инструмента.]

2.2 Управление - Отладка



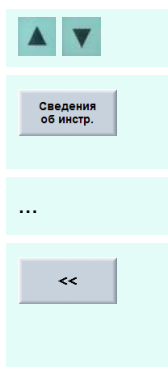
Это все данные инструмента.

Возврат к списку инструментов

Инструменту был автоматически присвоен номер Т.

Но в программе он вызывается более удобно через свое - более информативное - имя (см. главу 3 и 4).

Если ...



Если в последствии необходимо изменить данные инструмента ...

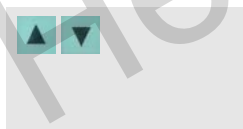
Выделить строку соответствующего инструмента в списке инструментов.

С помощью программной клавиши [подробности инструмента] открыть окно ввода для данных инструмента.

Внести изменения.

С помощью программной клавиши [<<] закрыть окно ввода и возвратиться к списку инструментов.

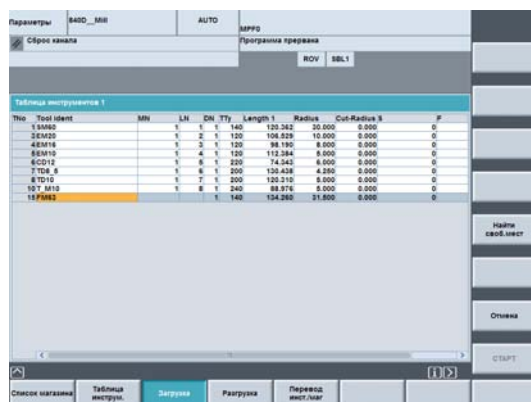
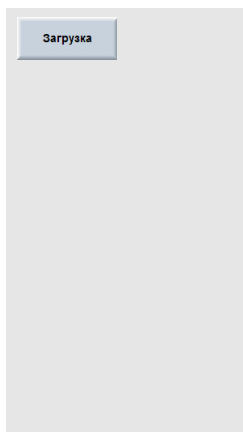
Загрузка магазина



TNo	Tool ident	MN	LN	DN	TTy
15	FM63			1	14

Выделить строку инструмента, который необходимо загрузить в магазин.

Поля MN (номер магазина) и PI (место) еще не заполнены. Т.е. инструмент якобы находится в инструментальном шкафу и еще должен быть загружен в магазин ...



Через горизонтальную программную клавишу вызвать функцию загрузки.

Если ... Если необходимо установить инструмент на определенное место в магазине, ...

... то данные могут быть введены вручную:

Если ... Если, к примеру, имеется "не наглядный", большой магазин, ...

... то проще предоставить СЧПУ возможность предложить пустое место в магазине:

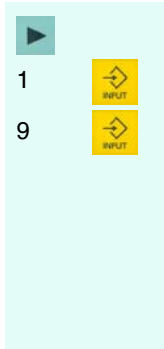


Таблица инструментов 1

No	Tool ident	MN	LN	DN	TTy	Length 1	Radius	C
1	30M80	1	1	1	140	120.262	30.000	0
2	3EM20	1	2	1	120	106.829	10.000	0
3	4EM16	1	3	1	120	98.190	8.000	0
4	5EM10	1	4	1	120	112.264	6.000	0
5	6CD12	1	6	1	220	74.243	6.000	0
6	7T08_8	1	6	1	200	120.428	4.200	0
7	8TD10	1	7	1	200	120.310	6.000	0
8	10T_M10	1	8	1	240	88.976	6.000	0
9	10FMS2	1	9	1	140	124.260	31.800	0

Найти своб.мест

Таблица инструментов 1

No	Tool ident	MN	LN	DN	TTy	Length 1	Radius	C
1	30M80	1	1	1	140	120.262	30.000	0
2	3EM20	1	2	1	120	106.829	10.000	0
3	4EM16	1	3	1	120	98.190	8.000	0
4	5EM10	1	4	1	120	112.264	6.000	0
5	6CD12	1	6	1	220	74.243	6.000	0
6	7T08_8	1	6	1	200	120.428	4.200	0
7	8TD10	1	7	1	200	120.310	6.000	0
8	10T_M10	1	8	1	240	88.976	6.000	0
9	10FMS2	1	9	1	140	124.260	31.800	0

Установл своб.мест: Магазин 1 / Место 9



Параметры: 30M80, AUTO, 30M80

Сборка канала: Программа прервана

Таблица инструментов 1

No	Tool ident	MN	LN	DN	TTy	Length 1	Radius	Cut-Radius 8	F
1	30M80	1	1	1	140	120.262	30.000	0.000	0
2	3EM20	1	2	1	120	106.829	10.000	0.000	0
3	4EM16	1	3	1	120	98.190	8.000	0.000	0
4	5EM10	1	4	1	120	112.264	6.000	0.000	0
5	6CD12	1	6	1	220	74.243	6.000	0.000	0
6	7T08_8	1	6	1	200	120.428	4.200	0.000	0
7	8TD10	1	7	1	200	120.310	6.000	0.000	0
8	10T_M10	1	8	1	240	88.976	6.000	0.000	0
9	10FMS2	1	9	1	140	124.260	31.800	0.000	0

Найти своб.мест

Опозна

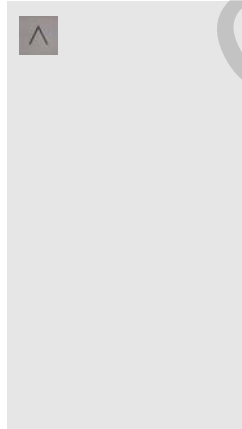
START

Передать инстр. магазину завершено

Список магазинов: Таблица инструм. | Загрузка | Разгрузка | Перевод инстр. магаз.

Запустить процесс загрузки программной клавишей.

Инструмент загружается в магазин.



Параметры: 30M80, AUTO, 30M80

Сборка канала: Программа прервана

Список магазинов 1

Магазин: 1-KB TYS_30 | Место: 30

LN	Tool ident	DN	TTy	Length 1	Radius	Cut-Radius 8	F	Life(mn)
1	30M80	1	140	120.262	30.000	0.000	0	0.0
2	3EM20	1	120	106.829	10.000	0.000	0	0.0
3	4EM16	1	120	98.190	8.000	0.000	0	0.0
4	5EM10	1	120	112.264	6.000	0.000	0	0.0
5	6CD12	1	220	74.243	6.000	0.000	0	0.0
6	7T08_8	1	200	120.428	4.200	0.000	0	0.0
7	8TD10	1	200	120.310	6.000	0.000	0	0.0
8	10T_M10	1	240	88.976	6.000	0.000	0	0.0
9	10FMS2	1	140	124.260	31.800	0.000	0	0.0
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								

Следующий магазин

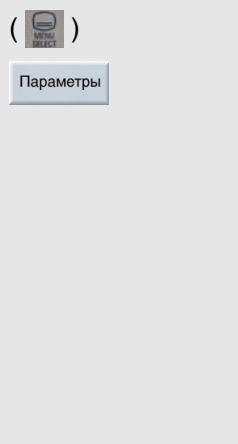
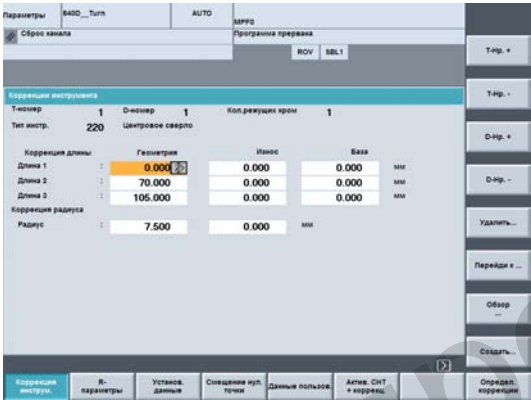


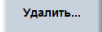
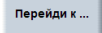
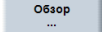
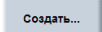
Управ. инструм.

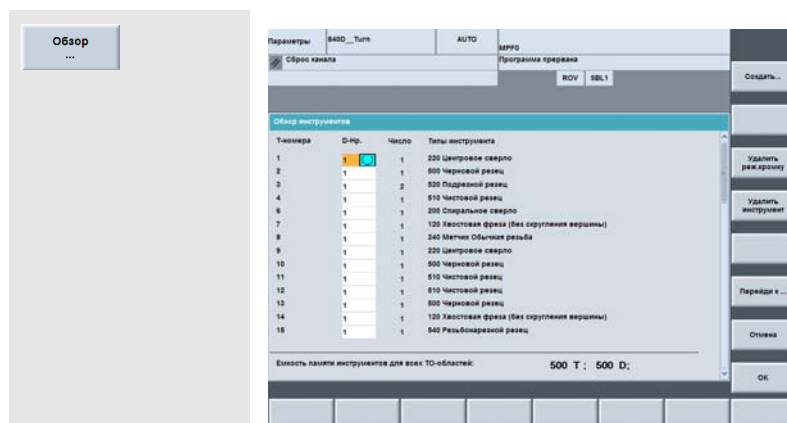
В. параметры | Установл. данные | Сведения об инструм. | Данные польза. | Актив. СЧП + сервис.

Возврат на верхний уровень меню области управления

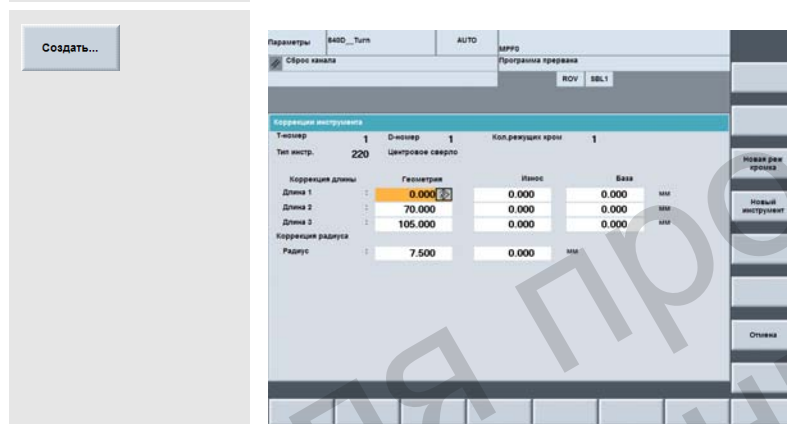
2.2.2 Коррекция инструмента: создание инструмента

Только вариант простого управления инструментом: СЧПУ SINUMERIK управляет номерами T, а не именами инструментов. Предположим, имеется токарный станок и необходимо установить прорезной резец 3 мм на место в револьвере 5 ...

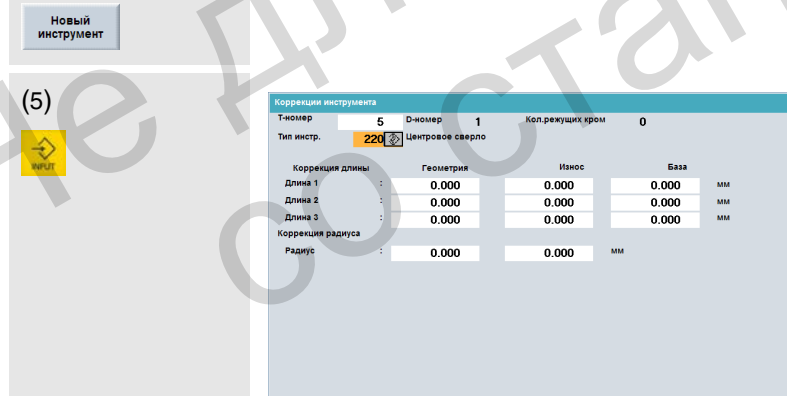
Клавиши/ввод	Дисплей / рисунок	Объяснение
		<p>Вызвать в главном меню область управления 'Параметры'.</p>
		<p>С помощью этих программных клавиш осуществляется переход к инструменту со следующим или предшествующим номером T.</p>
		<p>С помощью этой программной клавиши удаляется инструмент или резец.</p> <p>Точки на программной клавише показывают, что последует запрос или существует подменю.</p>
		<p>С помощью этой программной клавиши осуществляется переход к обзорному списку всех инструментов (см. ниже).</p> <p>С помощью этой программной клавиши создается новый инструмент или новый резец.</p>



В обзорном списке видно, что номер Т 5 здесь еще не присвоен.



Создать через программную клавишу новый инструмент.



В более старых версиях ПО номер Т должен быть введен вручную. При вводе номера, который уже существует, выводится указание.

От версии ПО 6.0 автоматически вводится первый свободный номер Т.

Различным типам инструмента соответствует один номер. Первая цифра согласует инструменты с группой:

- 1xx - фрезерные инструменты
- 2xx - сверлильные инструменты
- 4xx - шлифовальные инструменты
- 5xx - токарные инструменты
- 7xx - специальные инструменты

Здесь полю присвоен номер 220 для типа 'Центровое сверло'.

2.2 Управление - Отладка

Если

Если номер типа для 'Прорезного резца' еще не известен ...

... то можно выбрать тип из списка:

DEL

Одновременно с удалением предустановленного номера открывается список выбора с группами инструментов.



Если

Если номер типа для 'Прорезного резца' известен ...

... то номер может быть введен напрямую:

520



Уже при вводе первой цифры для ориентации автоматически открывается список выбора токарных инструментов.

Оба описанных здесь способа обращения со списком выбора конечно могут комбинироваться.



...



Выделить группу '5xx токарные инструменты' и применить выбор.



...

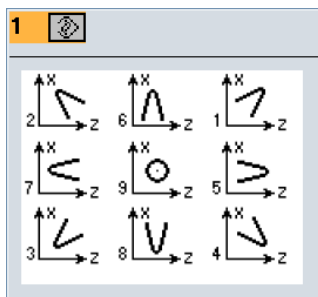
Выбрать из списка по той же схеме тип '520 прорезной резец'.

Коррекции инструмента			
Т-номер	5	D-номер	1
Тип инстр.	520	Подрезной резец	
Полож.реж.кро	1		

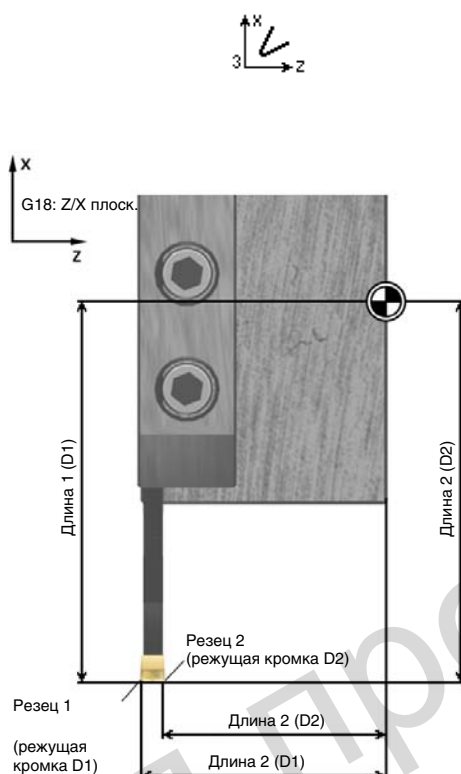
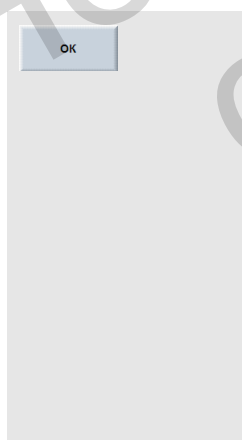
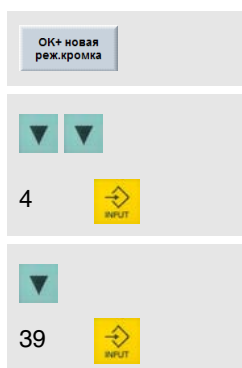
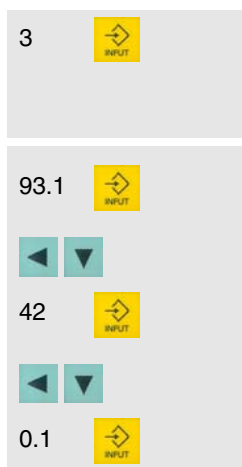
Поэкспериментировать с различными способами ввода, чтобы понять принцип их работы.

Тип инструмента был выбран, следующая тема это положение резцов ...

(INPUT)



Для поля выбора положения резцов есть вспомогательное изображение, которое может быть вызвано с помощью INPUT.



Сначала необходимо ввести значения коррекции для левого резца (D1).

Если прежде с помощью устройства предварительной настройки инструмента были измерены значения коррекции, то они могут быть введены здесь. К примеру:

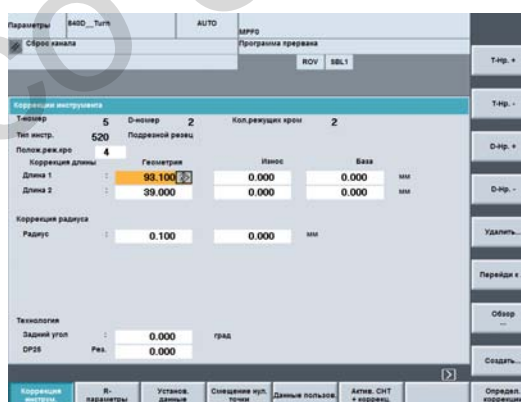
Длина 1 (D1) 93.1
 Длина 2 (D1) 42
 Радиус резца: 0.1

Только для второго резца (D2):

Код второго резца: 4

Длина 1 (D2) как D1
 Длина 2 (D2) 39
 Радиус резца: как D1

Из разницы обоих значений для 'Длины 2' получается ширина прорезного резца: 42 мм - 39 мм = 3 мм.



Все значения коррекции для инструмента введены. Теперь инструмент может быть выбран в программе с помощью команды T5 (см. главу 3 и 4).

Возврат к вышестоящему меню!

По той же схеме можно создать все инструменты, необходимые для демо-программ ...

2.2 Управление - Отладка

2.2.3 Инструменты демо-программ

В предшествующих главах в качестве примера было создано по одному фрезерному и токарному инструменту. В демо-программах главы 3 и 4 используются перечисленные ниже инструменты. Для воспроизведения этих программ на основе графической симуляции, сначала необходимо создать и эти инструменты в области управления 'Параметры'.

(Конечно можно использовать и "собственные" инструменты идентичного типа с другими именами. В этом случае при программировании учитывать измененное наименование при вызове инструмента.)



Инструменты в программах фрезерования

Тип	Имя	Данные резцов (выдержка)
140 торцовая фреза	SM60	D1 радиус 30
120 концевая фреза	EM20	D1 радиус 10
120 концевая фреза	EM16	D1 радиус 8
120 концевая фреза	EM10	D1 радиус 5
220 центровое сверло	CD12	D1 радиус 6 *
200 винтовое сверло	TD8_5	D1 радиус 4.25 *
200 винтовое сверло	TD10	D1 радиус 5 *
240 метчик	T_M10	D1 радиус 5 *



* В зависимости от версии ПО радиус сверла может быть введен только через прямое редактирование файла инициализации инструмента. Если пользователь этого не умеет, то необходимо создать сверло для симуляции как концевую фрезу!

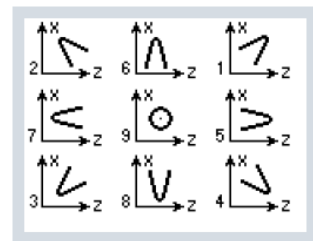
Для фрезерования доступны следующие типы инструментов:

110 сферическая фреза	120 концевая фреза	121 концевая фреза с закруглением углов
130 угловая фреза	131 угловая фреза с закруглением углов	140 торцовая фреза
150 дисковая фреза	155 коническая фреза	200 винтовое сверло
205 сплошное сверло	210 расточная оправка	220 центровое сверло
230 цековка	240 метчик основной резьбы	241 метчик точной резьбы
250 развертка	700 наградка	710 измерительный щуп 3D
711 щуп для кромок	720 ориентированный измер. щуп	900 специальный инструмент

Инструменты в токарных программах

При создании токарных инструментов, наряду с радиусом резцов и коррекциями длин, которые могут быть определены касанием или с помощью устройства предварительной настройки инструмента, важную роль играет и положение резцов.

Поэтому рядом для ориентации имеется вспомогательное изображение по положению резцов.



Тип	Имя	Данные резцов (выдержка)
500 обдирочный резец	RT1	D1 радиус 0.8 положение резцов 3
500 обдирочный резец	RT2	D1 радиус 0.8 положение резцов 3 задний угол 44° **
510 чистовой резец	FT1	D1 радиус 0.4 положение резцов 3
510 чистовой резец	FT2	D1 радиус 0.4 положение резцов 3 задний угол 44° **
540 резьбовой резец	Thread	D1 положение резцов 8
520 прорезной резец	GT_3 ***	D1 радиус 0.1 положение резцов 3 длина 2 к.п 42 D2 радиус 0.1 положение резцов 4 длина 2 к.п. 39
200 винтовое сверло	TD5	D1 радиус 2.5 * ****
205 сплошное сверло	SD16	D1 радиус 8 * ****

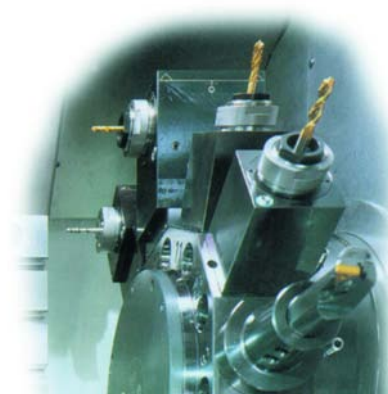


* В зависимости от версии ПО радиус сверла может быть введен только через прямое редактирование файла инициализации инструмента. Если пользователь этого не умеет, то необходимо создать сверло для симуляции как концевую фрезу!

** Если при создании инструмента вводится 'Задний угол' или 'Угол свободного резания', отличный от 0, то при токарной обработке затылок он контролируется на предмет столкновения (см. пример в главе 4.2).

*** Этот инструмент рассматривался в главе 2.2.2.

**** При сверлении в плоскости G17 (рекомендация), длина 1 в коррекции инструмента, в отличие от коррекции токарных инструментов, относится к оси Z. См. главу 5 руководства по эксплуатации.



Для токарной обработки имеются следующие типы инструментов:

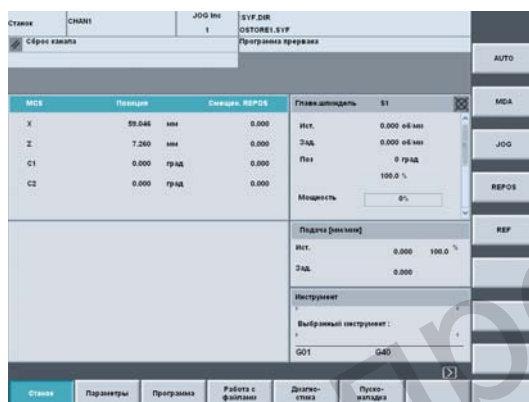
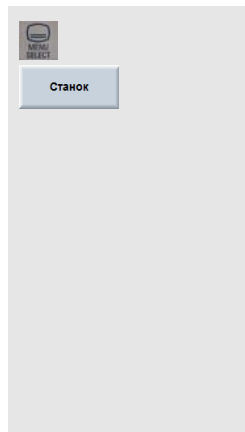
500 обдирочный резец	510 чистовой резец	520 прорезной резец
530 отрезной резец	540 резьбовой резец	730 упор

Сюда же относятся и сверлильные, фрезерные и специальные инструменты, которые уже были упомянуты в фрезерных инструментах (стр. 38).


2.2.4 Касание детали и установка нулевой точки

При касании предварительно измеренный инструмент осторожно подводится к детали до ее "касания". Из данных коррекции инструмента и актуальной позиции инструментального суппорта СЧПУ может вычислить смещение нулевой точки, к которой относятся координаты программы ЧПУ.

Таким образом, касание и установка нулевой точки детали являются результатом прямого взаимодействия СЧПУ и станка или инструмента и зажатой детали. Поэтому функция 'Касание' не отражена в учебном ПО SinuTrain.

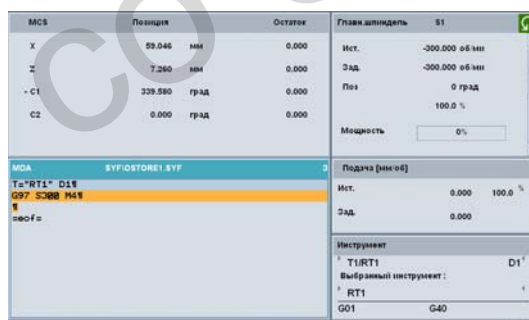
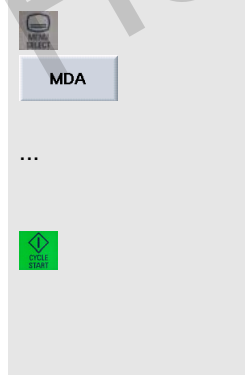


Перейти в главное меню СЧПУ и вызвать область управления 'Станок'.

(альтернатива: клавиша )



Переместить инструмент, к примеру, в режиме работы 'Jog' "вручную" (к примеру, с помощью клавиш осей станочного пульта) на позицию, обеспечивающую смену инструмента без столкновений (поворот револьвера).

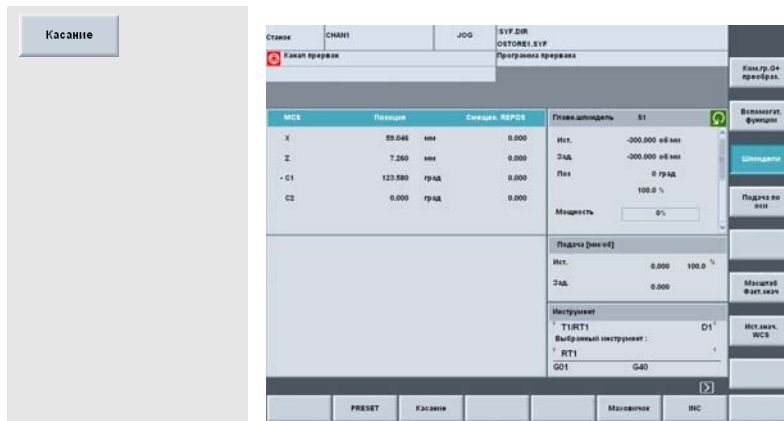


Активировать инструмент, которым необходимо коснуться детали (к примеру, через написание в режиме работы 'MDA' небольшой программы, осуществляющей вызов инструмента и запускающей вращение шпинделя).

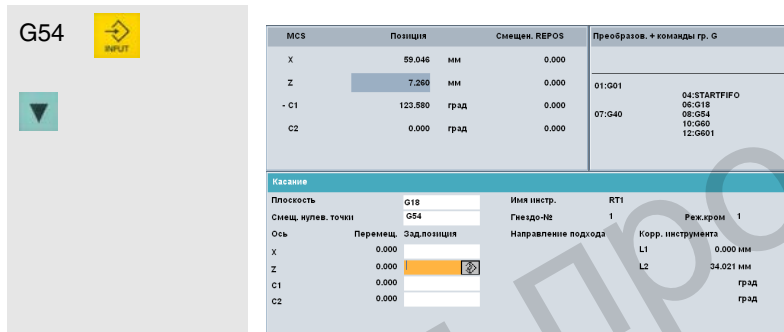
Запустить программу с помощью клавиши <Cycle Start> на станочном пульте.



После снова перейти в ручной режим (режим работы 'JOG') (не нажимая в промежутках <Reset> или <Cycle Stop>).



Здесь можно активировать функцию 'Касание' через горизонтальную программную клавишу.

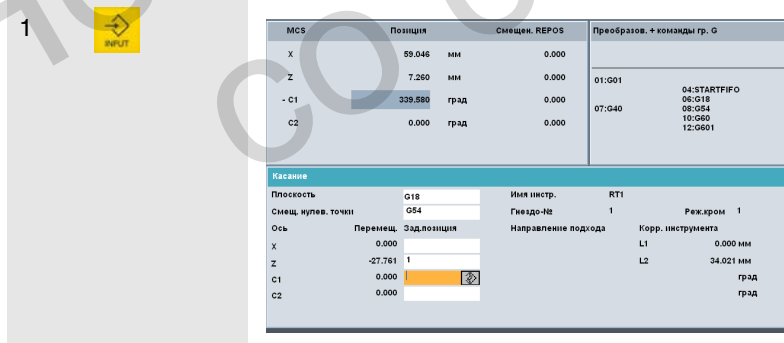


В окне функций сначала необходимо определить, в какое смещение нулевой точки (G54, G55 ...) будет сохранен результат.

После установить курсор (с помощью <стрелка вниз>, не с <Input>!) на поле ввода 'Заданная позиция' для оси, в которой будет осуществлено первое касание (здесь ось Z в токарной обработке).

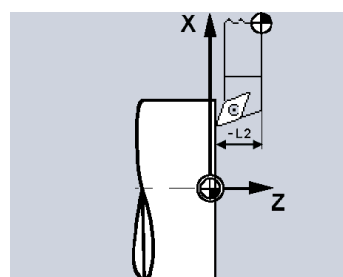


Осторожно перемещать инструмент с помощью клавиш осей, отдельного ручного устройства или электронных маховичков до его касания детали (при необходимости возможен свободный ход инструмента вертикально к направлению касания и остановка шпинделя).



Теперь ввести в поле 'Заданная позиция' значение, которое эта координата должна иметь в программе. При этом учитывать линейную коррекцию инструмента (см. вспомогательное изображение ниже).

Смещение показывается слева рядом с полем ввода.

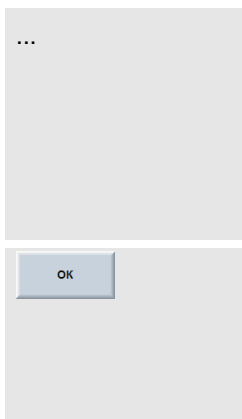


Линейная коррекция инструмента в Z ('длина 2') направлена против оси.

Поэтому геометрия инструмента учитывается отрицательно при вычислении смещения.

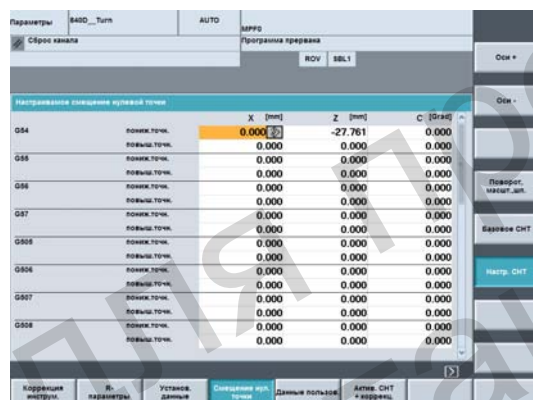
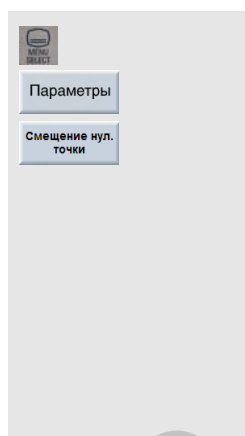
Это осуществляется через переключение на '-' в поле за заданной позицией.

2.2 Управление - Отладка



При необходимости идентичным способом определить смещение нулевой точки для остальных осей (не требуется при токарной обработке, т.к. центр вращения всегда имеет значение X 0).

После передать все значения в выбранное смещение нулевой точки (NV), здесь G54.



Настройка	Имя	X [mm]	Z [mm]	C [град]
G54	повыд.точ.	0.000	-27.761	0.000
G55	повыд.точ.	0.000	0.000	0.000
G56	повыд.точ.	0.000	0.000	0.000
G57	повыд.точ.	0.000	0.000	0.000
G58	повыд.точ.	0.000	0.000	0.000
G59	повыд.точ.	0.000	0.000	0.000
G54	повыд.точ.	0.000	0.000	0.000
G57	повыд.точ.	0.000	0.000	0.000
G58	повыд.точ.	0.000	0.000	0.000

Все смещения нулевой точки СЧПУ можно "увидеть" в области управления 'Параметры'.

Смещение нулевой точки активируется при обработке через вызов соответствующей команды (G54, G55, ...) в программе ЧПУ.

2.3 Управление программами и их выполнение

В этой главе полетят - конечно, в переносном смысле - стружки.

Если имеется рабочая и проверенная программа (см. главу 3 и 4 для программирования) ...

... то здесь объясняется, как она может быть переписана с дискеты в СЧПУ, загружена из управления программами в ядро СЧПУ и после выполнена.



2.3.1 Сохранение данных на дискету и загрузка их с дискеты

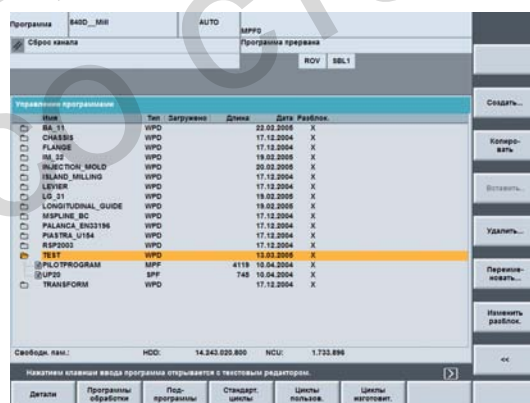
СЧПУ SINUMERIK предлагает различные возможности выгрузки и загрузки данных. Они могут быть выбраны в области управления 'Службы' через вертикальную панель программных клавиш:

[V24] последовательный интерфейс [PG] программатор
[Diskette...] дисковод [Archiv...] архивная директория на жестком диске

Здесь в качестве примера рассматривается обмен данными между СЧПУ и дискетой. Для этого вставить отформатированную дискету без защиты записи!



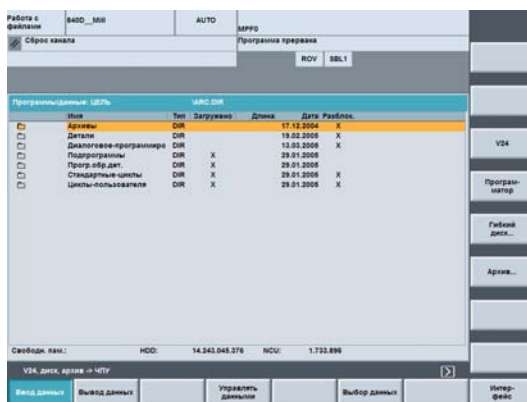
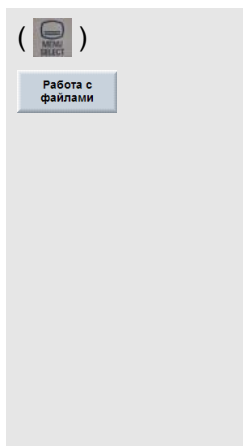
СЧПУ -> дискета (выгрузка)



Основной пример является любая директория детали (здесь "TEST.WPD"), созданная в области управления 'Программы' и к которой, к примеру, относятся программа обработки детали ("PILOTPROGRAM.MPF") и подпрограмма ("UP20.SPF").

По созданию директорий деталей и программ см. подробный пример в главе 3.1.

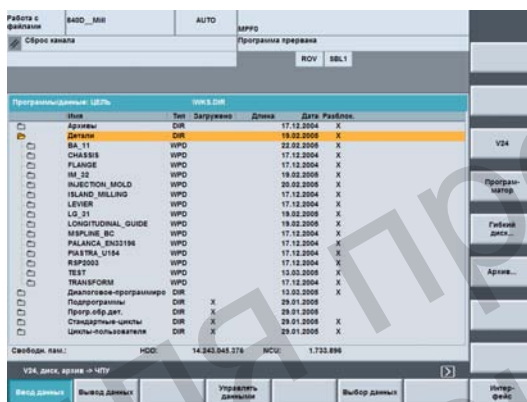
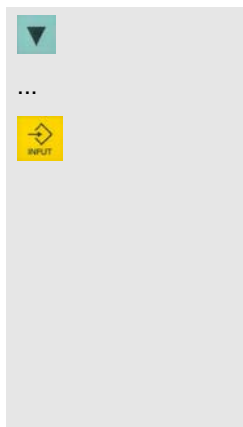
2.3 Управление - Управление программами и их выполнение



Перейти в главное меню СЧПУ и вызвать область управления 'Службы'.

Окно показывает директории (тип 'Dir' для 'Directory'), которые также могут быть выбраны в области управления 'Программа' через горизонтальные программные клавиши.

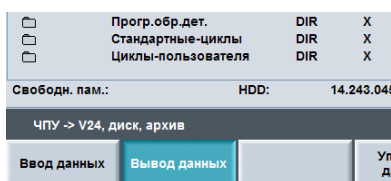
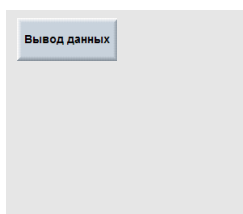
Директория детали "TEST.WPD" находится в директории "WKS.DIR":



Открыть вышестоящую директорию деталей ...

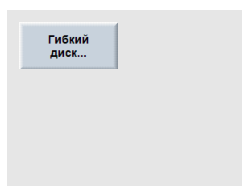


... и выделить директорию, которую необходимо сохранить на дискету (здесь "TEST.WPD").



В качестве активной на рисунке выделена программная клавиша [ввод данных].

С помощью программной клавиши [вывод данных] осуществляется переключение на вывод данных.



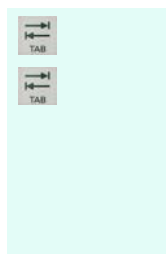
Disk/card: TARGET		A:		
Name	Loaded	Length	Date	
CONTOUR.ARC		1784	28/08/2003	
GEO.ARC		1086	28/08/2003	
MATH.ARC		1784	28/08/2003	
NESTGEO.MPF		1895	28/08/2003	

Archive: TEST Arch. format: Punch tape with CR+LF

В окне показывается содержание дискеты. Активировано поле 'Имя архива'. Ему присвоено имя детали.

Если ...

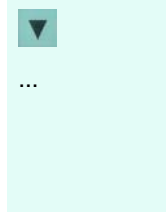
Если перед сохранением необходимо удостовериться, какие файлы уже имеются на дискете ...



FDD: ЦЕЛЬ		A:EVNI.ARC		
Имя	Загружено	Длина	Дата	
EVNI.ARC	9548	10.04.2004		
INTERNAL.SPF	191	10.04.2004		
PLATE20196.SPF	2714	10.04.2004		
RSP2005.MPF	3876	10.04.2004		
RSP2005.MPF	1351	10.04.2004		
SINU.SPF	2899	10.04.2004		
TRANSFOR.MPF	642	10.04.2004		
UL1604.ARC	3021	10.04.2004		

Имя архива: TEST Формат архива: Перфолента с CR + LF

С помощью клавиши <Tab> или клавиши <END> переключать фокус до выделения оранжевым строки в списке файлов.



FDD: ЦЕЛЬ		A:UL1604.ARC		
Имя	Загружено	Длина	Дата	
EVNI.ARC	9548	10.04.2004		
INTERNAL.SPF	191	10.04.2004		
PLATE20196.SPF	2714	10.04.2004		
RSP2005.MPF	3876	10.04.2004		
RSP2005.MPF	1351	10.04.2004		
SINU.SPF	2899	10.04.2004		
TRANSFOR.MPF	642	10.04.2004		
UL1604.ARC	3021	10.04.2004		

Имя архива: TEST Формат архива: Перфолента с CR + LF

С помощью клавиш <стрелка вниз> и <стрелка вверх> можно перемещать курсор в списке файлов. При этом имя выделенного файла берется в поле 'Имя архива' (и при необходимости заменяется!).



FDD: ЦЕЛЬ		A:UL1604.ARC		
Имя	Загружено	Длина	Дата	
EVNI.ARC	9548	10.04.2004		
INTERNAL.SPF	191	10.04.2004		
PLATE20196.SPF	2714	10.04.2004		
RSP2005.MPF	3876	10.04.2004		
RSP2005.MPF	1351	10.04.2004		
SINU.SPF	2899	10.04.2004		
TRANSFOR.MPF	642	10.04.2004		
UL1604.ARC	3021	10.04.2004		

Имя архива: TEST Формат архива: Перфолента с CR + LF

С помощью клавиши <Tab> снова вернуть фокус на поле 'Имя архива' и снова ввести имя детали.



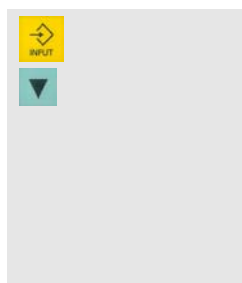
Имя	Тип	Свободн. пам.:	HDD:	14.240.448
Диалоговое-программиро	DIR	X		
Подпрограммы	DIR	X		
Прогр.обр.дет.	DIR	X		
Стандартные-циклы	DIR	X		

Задание завершено

Ввод данных Вывод данных

Запустить перезапись данных из СЧПУ на дискету.

Процесс передачи протоколируется в строке указаний. После успешной перезаписи данных появляется сообщение "Задание выполнено."

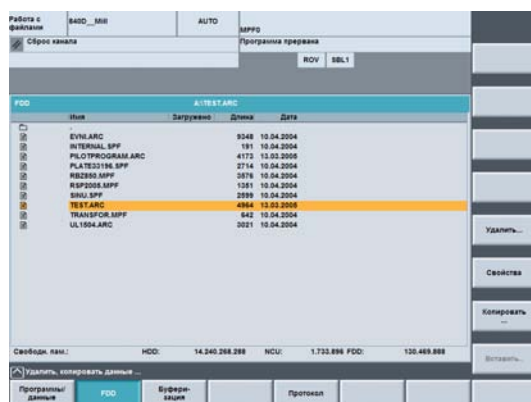


Имя	Тип	Свободн. пам.:	HDD:	14.240.26
PILOTPROGRAM	MPF			
UP20	SPF			
TRANSFORM	WPD			
Диалоговое-программиро	DIR			
Подпрограммы	DIR	X		
Прогр.обр.дет.	DIR	X		
Стандартные-циклы	DIR	X		

Задание завершено

Открыть директорию детали "TEST.WPD", выделить программу обработки детали "PILOTPROGRAM.MPF" ...

2.3 Управление - Управление программами и их выполнение



... и переписать ее для тренировки еще раз отдельно на дискету.

После перейти в меню [управление данными] и просмотреть там содержание [дискеты].

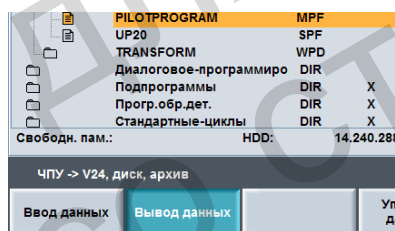
Директория детали "TEST.WPD" с содержащимися в ней файлами была сохранена как "TEST.ARC".

Файл программы "PILOTPROGRAM.MPF" был сохранен как "PILOTPROGRAM.ARC".

Фон:

Расширение "ARC" обозначает архив. Внутри архивного файла "TEST.ARC" сохраняется вся структура данных с директорией детали, программой обработки детали и подпрограммой.

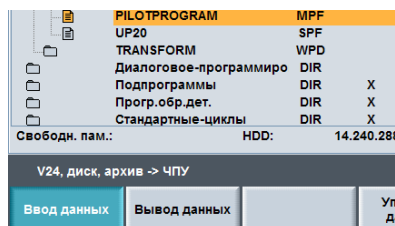
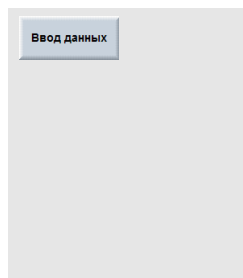
При обратном сохранении файла ARC эта структура восстанавливается.



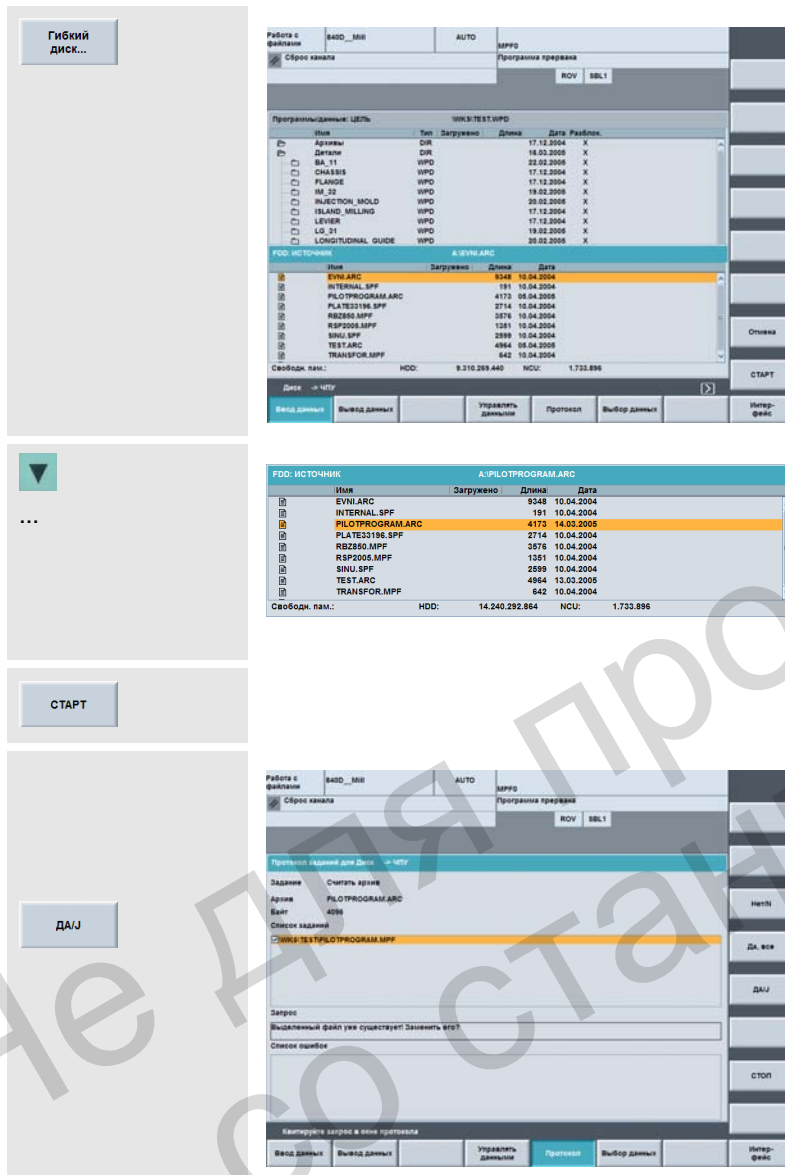
Снова выйти из меню с помощью клавиши <Recall>.

Курсор снова выделяет только что скопированный на дискету файл.

Дискета -> СЧПУ (загрузка)



Теперь выбрать меню для загрузки данных.



Необходимо снова передать на СЧПУ программу обработки детали, которая была сохранена на дискету как "PILOTPROGRAM.ARC".

Выделить файл "PILOTPROGRAM.ARC" в списке файлов дискеты ...

... и запустить передачу.

Так как исходная программа обработки детали еще имеется на СЧПУ, то появляется запрос, должна ли она быть заменена.

Квитуется запрос с [Да].

Файл был заменен собственной копией.

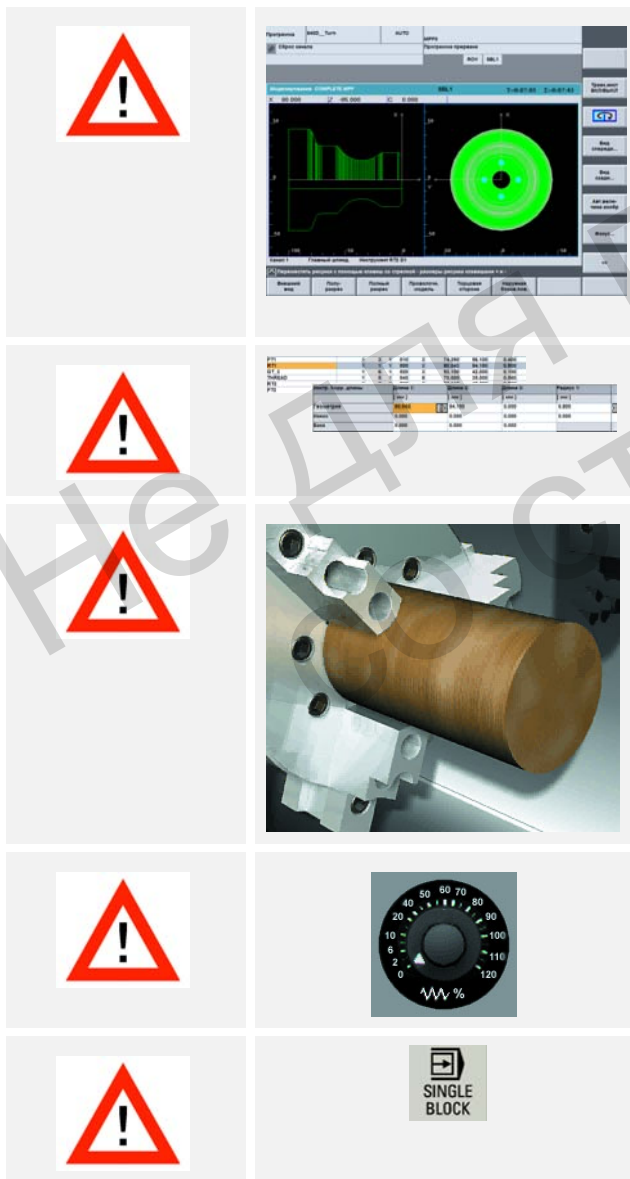
2.3.2 Разрешение, загрузка, выбор и выполнение программы

Если программа еще не дописана до конца или еще должна быть проверена, то с нее можно снять 'Разрешение' и тем самым предотвратить возможность ее загрузки, выбора и выполнения.

Для выполнения программы она должна находиться в оперативной памяти ЧПУ. Это осуществляется, если СЧПУ имеет жесткий диск, через функцию 'Загрузить'. Так как объем оперативной памяти ЧПУ ограничен, программы, которые не требуются в данный момент, после снова должны быть выгружены, т.е. снова сохранены на жесткий диск (если таковой имеется).

Соответственно одна из загруженных программ может быть выбрана для выполнения. Это осуществляется через функцию 'Выбор'. Имя выбранной программы появляется вверху справа в заглавной строке дисплея.

Перед запуском программы обязательно выполнить следующие пункты:



Добросовестно с помощью симуляции проверить, не содержит ли программа ошибок.

Мы не отвечаем за приведенные в этой документации демо-программы!

В первую очередь данные резания (число оборотов, подача, ширина резания) при необходимости должны быть согласованы с ситуацией на станке пользователя.

Убедиться, что все используемые в программе инструменты имеются в магазине или в револьвере и правильно измерены!

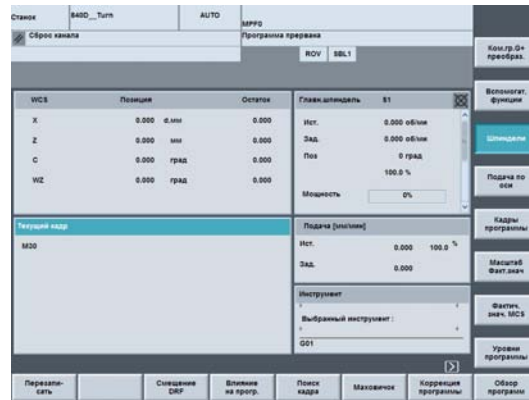
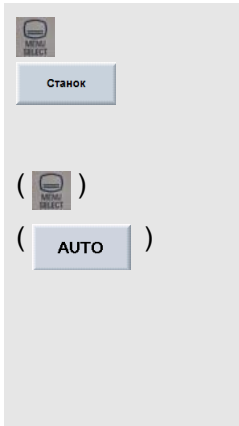
Убедиться, что деталь надежно зажата и нулевая точка установлена правильно!

При определенных обстоятельствах имеет смысл сначала запустить программу "вхолостую", т.е. без детали, чтобы еще раз проверить все запрограммированные движения на предмет столкновений.

Установить процентку подачи перед тестовым прогоном программы на НОЛЬ, чтобы позднее в случае неправильно запрограммированных путей ускоренного хода иметь время для вмешательства.

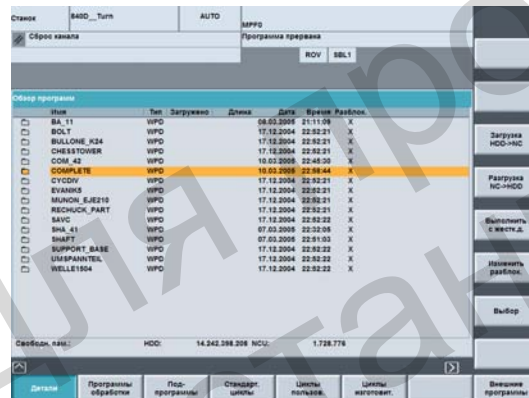
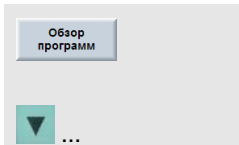
В особо критических местах необходимо переключиться на режим отдельного кадра.

Теперь конкретный пример: в области управления 'Программа' запрограммирована деталь "COMPLETE" или в области управления 'Службы' загружены данные программы, к примеру, с дискеты ...



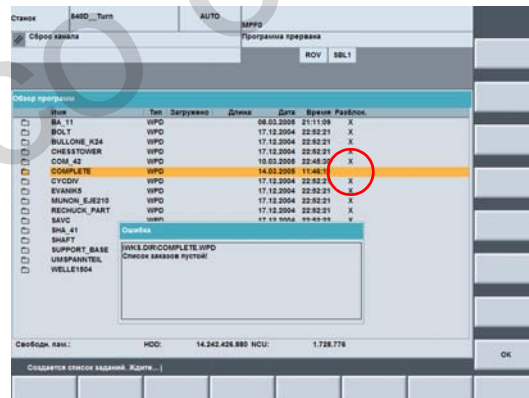
Перейти в область управления 'Станок'.

Если активен другой режим работы, то активировать режим работы 'AUTO'.



Открыть обзор программ ...

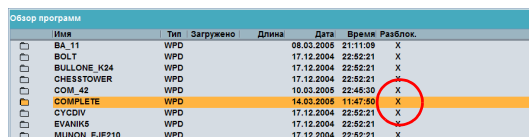
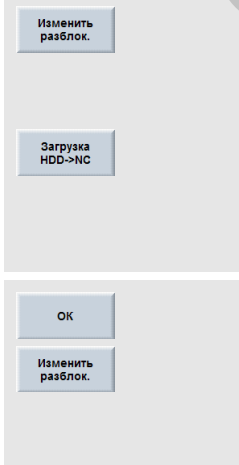
... и выделить деталь (директорию) "COMPLETE".



Деталь уже разрешена.

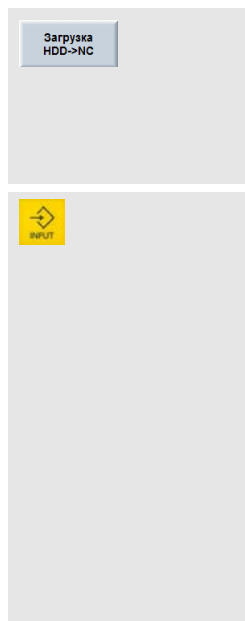
Для тренировки можно ...

- сначала отменить разрешение детали, ...
- после попытаться (без успеха) ее загрузить, ...



- квитирировать сообщение ...
- и после снова разрешить деталь.

2.3 Управление - Управление программами и их выполнение



Обзор программы						
Имя	Тип	Загружено	Длина	Дата	Время	Разбл.
BA_11	WPD			08.03.2005	21:11:09	X
BOLT	WPD			17.12.2004	22:52:21	X
BULLONE_K24	WPD			17.12.2004	22:52:21	X
CHESTTOWER	WPD			17.12.2004	22:52:21	X
COM_42	WPD			10.03.2005	22:45:30	X
COMPLETE	WPD	X		14.03.2005	11:50:51	X
CYCDIV	WPD			17.12.2004	22:52:21	X
EVANKS	WPD			17.12.2004	22:52:21	X
MUNON_EJE210	WPD			17.12.2004	22:52:21	X

Теперь загрузить деталь в оперативную память ЧПУ.

Обзор программы						
Имя	Тип	Загружено	Длина	Дата	Время	Разбл.
BA_11	WPD			08.03.2005	21:11:09	X
BOLT	WPD			17.12.2004	22:52:21	X
BULLONE_K24	WPD			17.12.2004	22:52:21	X
CHESTTOWER	WPD			17.12.2004	22:52:21	X
COM_42	WPD			10.03.2005	22:45:30	X
COMPLETE	WPD	X		14.03.2005	11:50:51	X
COMPLETE	MPF	X	1211	10.03.2005	22:53:07	X
CONTOUR	SPF	X	720	10.03.2005	22:16:01	X
DPWP	INI		12173	10.03.2005	22:56:21	
TCP	SPF	X	57	09.03.2005	22:28:54	X
CYCDIV	WPD			17.12.2004	22:52:21	X

Если открыть с помощью <Input> директорию детали, то видно, что при загрузке директории также были загружены и все содержащиеся в ней программы (программа обработки детали "COMPLETE.MPF" и подпрограммы "CONTOUR.SPF" и "TCP.SPF").

В файле DPWP.INI сохранена конфигурация симуляции. Она не нужна для обработки на станке и поэтому не загружается.

Если

Если, как здесь, директория детали и программа обработки детали имеют одинаковые имена ...

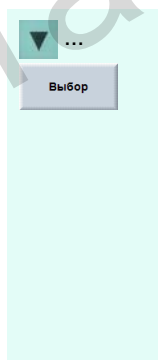
Если

Если выполняемая программа обработки детали и директория детали имеют различные имена (если, к примеру, деталь должна быть обработана с двух сторон и поэтому были созданы две главные программы с именами "SIDE_1" и "SIDE_2") ..



... то через 'Выбор' детали (тип 'WPD') автоматический загружается программа обработки детали с тем же именем (тип 'MPF').

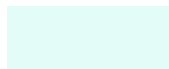
COMPLETE	WPD	X
COMPLETE	MPF	X
CONTOUR	SPF	X
DPWP	INI	



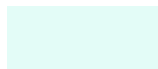
... то выделить программу обработки детали (тип 'MPF') внутри директории детали и после нажать [Выбор].

RECHUCK_PART	WPD	X
DPWP	INI	
SIDE_1	MPF	X
SIDE_2	MPF	X

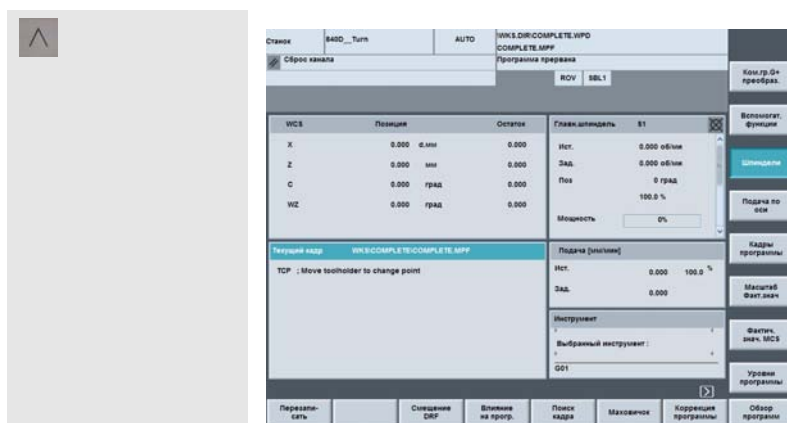
Теперь в заглавной строке дисплея стоит имя выбранной программы:



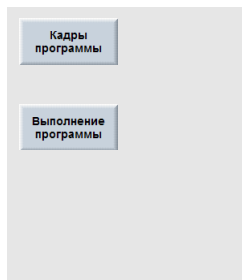
AUTO WKS.DIR\COMPLETE.WPD
COMPLETE.MPF



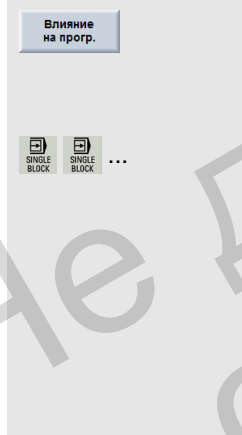
AUTO WKS.DIR\RECHUCK_PART.WPD
SIDE_1.MPF



Выйти из обзора программ с помощью клавиши <Recall>

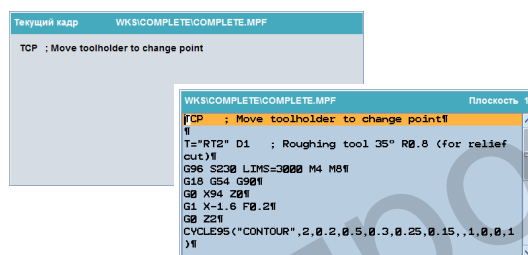


В выделенном желтым окне теперь виден 'Текущий кадр' (т.е. первый кадр) выбранной программы.



В качестве альтернативы в этом окне может быть показана и вся программа.

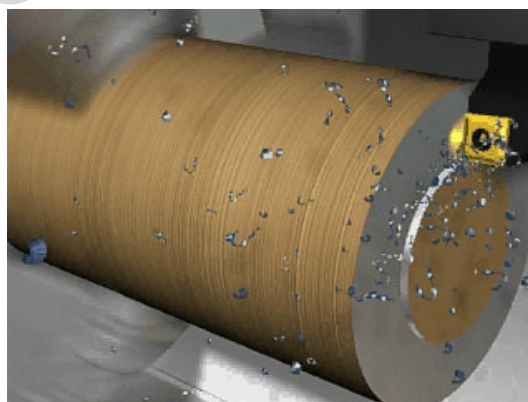
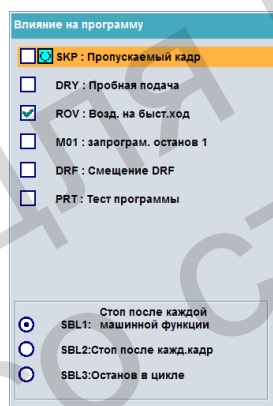
(С помощью [Выполнение программы] и [Программные кадры] можно переключаться между этими двумя представлениями).



Имеются различные возможности воздействия на ход программы.

Состояние показывается в строке состояния сверху на дисплее.

Кроме этого, всегда можно активировать и деактивировать режим отдельного кадра (SBL1, SBL2 или SBL3) с помощью клавиши <SingleBlock> на станочном пульте.



После запустить программу.

При первом прохождении программы поворачивать регулятор процентовки подачи осторожно.

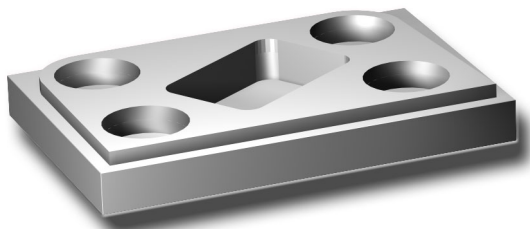
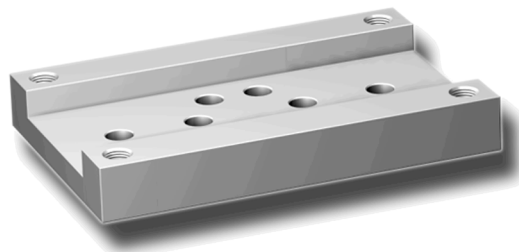
В критических ситуациях:

или в исключительном случае



3 Программирование фрезерования

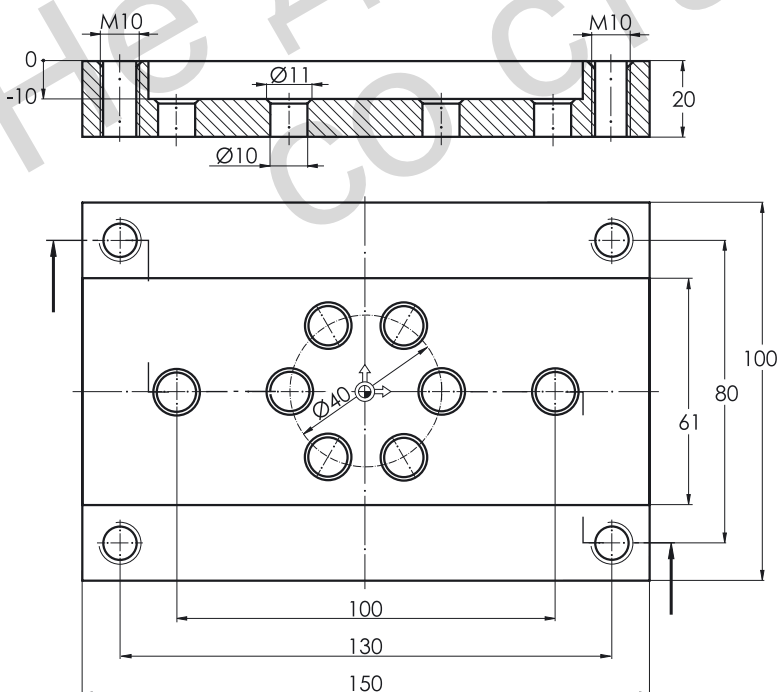
В этой главе на примере двух образцов деталей объясняется программирование СЧПУ SINUMERIK 810D/840D/840Di.



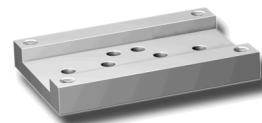
Конечно здесь рассматриваются не все возможности этой мощной СЧПУ. Но после самостоятельного программирования этих двух деталей пользователь получает необходимые знания для дальнейшей самостоятельной работы.

3.1 Деталь "Продольная направляющая"

На основе детали "Продольная направляющая" через последовательность нажатия отдельных клавиш объясняется полный путь от чертежа до готовой программы ЧПУ. При этом рассматриваются следующие темы:



- подразделение на деталь, программу обработки детали и подпрограмму
- вызов и смена инструмента
- базовые функции
- технологические функции (данные резания)
- простые пути перемещения без коррекции радиуса фрезы
- сверление с циклами и техника подпрограмм
- симуляция для контроля программирования

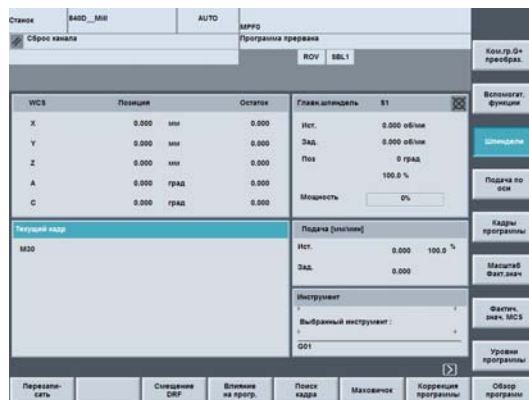


3.1.1 Создание детали и программы обработки детали

Клавиши/ввод

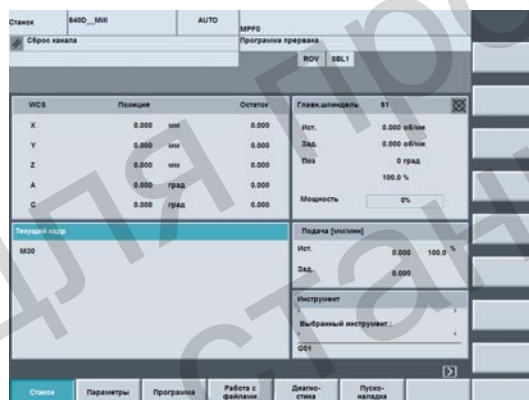
Дисплей / рисунок

Объяснение



Исходное состояние:

- Любая область управления (здесь 'Станок') и режим управления (здесь 'AUTO')
- Состояние канала RESET, т.е. в настоящий момент программы не выполняются. Если еще не осуществлено, то перевести СЧПУ с помощью клавиши <Reset> в состояние 'Reset' (см. строку состояния вверх слева).



Переход в главное меню

В горизонтальной панели программных клавиш находятся области управления. Активная область управления 'Станок' выделена черным.

Программа

Детали



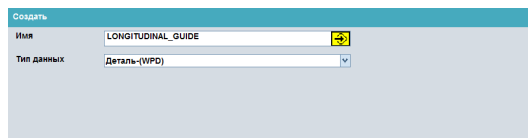
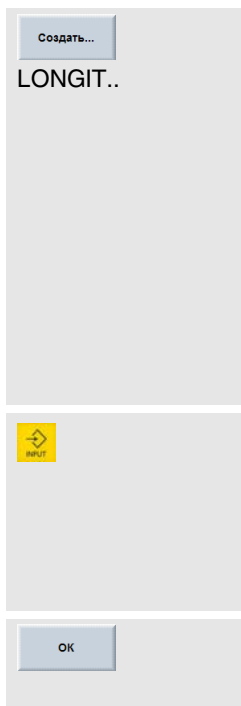
Переход через программную клавишу в область управления 'Программа'

Существуют различные типы программ, которые теперь перечислены на панели программных клавиш.

Выделенный тип 'Детали' (WPD) это директория, в которую могут быть сохранены все релевантные данные задачи обработки (программы обработки детали, подпрограммы и т.п.).

Таким образом, возможна наглядная сортировка всех файлов.

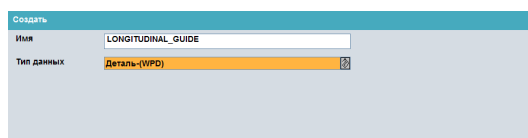
3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"



Создать новую директорию детали для "Longitudinal guide".

Ввести имя детали (при этом ввод может осуществляться как прописными, так и строчными буквами).

Учитывать, что каждое имя может использоваться только один раз (т.е. в определенных ситуациях необходимо выбрать другое имя).

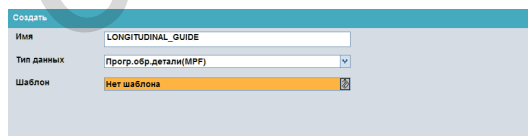


Введенный текст и числа на клавиатуре СЧПУ всегда применяется с помощью желтой клавиши <Input>, а на PC с помощью <Return>.

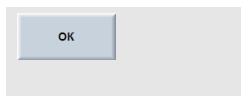
Так как необходимо создать деталь (WPD = WorkPieceDirectory), то предустановленный тип файла может быть применен без изменений.



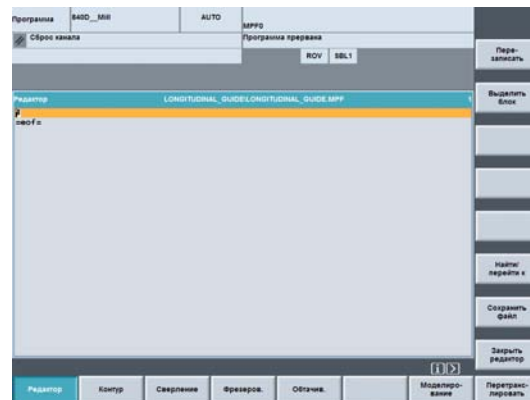
Ядро обработки – это программа обработки деталей (MPF = MainProgramFile). В составленном заново каталоге заготовок автоматически заводится (одноименная) программа обработки деталей.



Шаблон здесь не используется.



Таким образом, вы можете перенести окно без изменения.



Открывается редактор, в котором осуществляется написание программы.

В заглавной строке стоит имя директории детали, а за ним - имя главной программы.

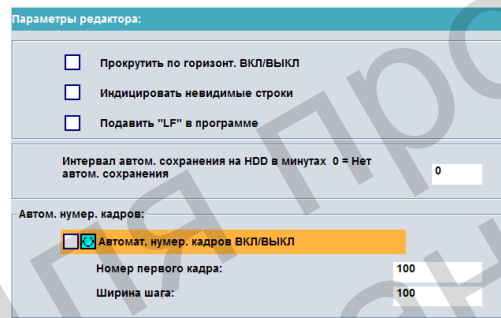
Первая строка программы выделена.

= eof = обозначает конец программы (End of File).

Если ...



Если на СЧПУ активна автоматическая нумерация кадров ...



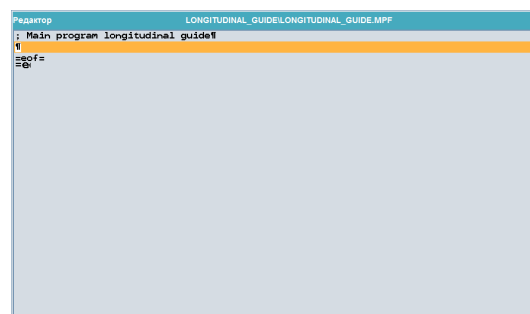
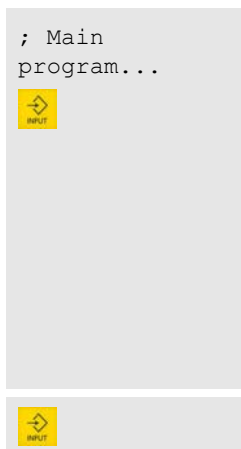
Программирование должно осуществляться без автоматической нумерации строк.

СЧПУ работает и без номеров кадров, а написание программы без номеров является более удобным.

Позднее через <Новая нумерация> можно автоматически вставить номера кадров.

Применить измененный установочный экран.

Удалить созданный автоматически первый номер строки.



Точка с запятой обозначает строку комментария.

Каждый кадр программы применяется с <Input> ...

При необходимости в следующих строках комментария, к примеру, можно перечислить используемые инструменты ...

```
; Tool list:
; shell end mill 60mm
; ...
```

Отдельная пустая строка (через <Input>) служит для разделения программы.

3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"

3.1.2 Вызов и смена инструмента

Либо Если используется СЧПУ, работающая с текстовыми именами инструментов (см. главу 2.2.1)

Либо Если используется СЧПУ, работающая с номерами T инструментов (см. главу 2.2.2) ...

T="SM60" ; Shaft milling tool



T17 ; Shaft milling tool



Инструмент (T = Tool) выбирается через его текстовое имя, присвоенное в управлении инструментом (область управления 'Параметры').

Инструмент (T = Tool) выбирается через его номер T, присвоенный в управлении инструментом (область управления 'Параметры').

Внимание: В дальнейшем больше не будет указаний на это различие в управлении инструментом. Вызов инструмента должен изменяться самим пользователем!

M6



На станках с устройством смены инструмента M6 вызывает смену инструмента.


3.1.3 Основные функции

G17 G54 G64 G90 G94



Это основные функции, которые будут детально объяснены в следующем обзоре. Часто эти функции действуют для всей программы. Но для безопасности рекомендуется выполнять эти функции при каждой смене инструмента.

Объяснение функций	Функции той же группы
G17 - выбор плоскости XY	G18 - выбор плоскости XZ G19 - выбор плоскости YZ
G54 - активация первого смещения нулевой точки	G55, G56, G57 - другие смещения нулевой точки G53 - отмена всех смещений нулевой точки (действует покадрово) G500 - выключение всех смещений нулевой точки
G64 - Зашлифовка. Подвод к точке назначения кадра перемещения осуществляется не точно, а существует небольшое закругление к следующему пути перемещения.	G60 - Точный останов. Точный подвод к точке назначения. Для этого все приводы осей затормаживаются до состояния покоя.
G90 - программирование абсолютных размеров	G91 - программирование инкрементальных размеров (составных размеров)
G94 - с F скорость подачи программируется в мм/мин	G95 - с F подача программируется в мм (на оборот)

Функции одной группы являются взаимоисключающими. Какая функция активна в настоящий момент, можно узнать в области управления 'Станок' через программную клавишу  Ком.гп.G+ преобраз.

```

%startop
LONGITUDINAL_GUIDE\LONGITUDINAL_GUIDE.MPF
; Main program longitudinal guide
;
T="SMB0" ; Shaft milling tool insert D60mm
M8
G17 G54 G64 G90 G94
;
=eof=
---
```

Первые строки программы пройдены!

Первый инструмент был установлен и важные, основные первичные установки были определены.



Теперь с помощью этого инструмента шириной 60 мм необходимо осуществить предварительную фрезеровку паза шириной 61 мм.

3.1.4 Простые пути перемещения без коррекции радиуса фрезы

G0 X110 Y0

Сначала инструмент ускоренным ходом (G0) двигается в плоскости XY на свою стартовую позицию.

110 = значение X кромки детали + радиус фрезы+ безопасное расстояние = $150/2 + 60/2 + 5$

(Клавиша  для ввода строки программы для улучшения читабельности с этого места больше не будет упоминаться отдельно. Самостоятельно вводить каждую строку с помощью  !)

G0 Z2 S600 M3 M8

Перед подачей фрезы на глубину фрезерования она позиционируется на промежуточной плоскости (Z2) над поверхностью детали.

Это обеспечивает безопасность при отладке программы (если нулевая точка детали или коррекция инструмента случайно были установлены неправильно). Кроме этого в этом кадре уже возможен разгон шпинделя и включение СОЖ.*

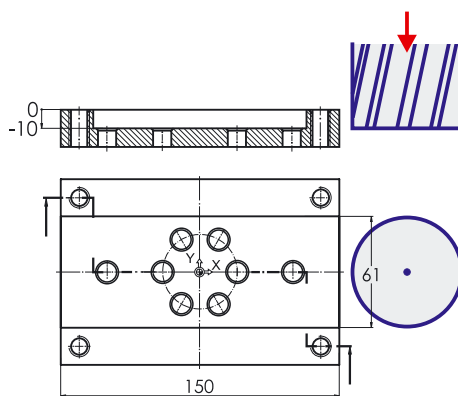
S600 число оборотов $S = 600 \text{ мин}^{-1}$

M3 инструмент вращается по часовой стрелке (правый ход)

M8 СОЖ включается

* Внимание: Все используемые технологические данные являются лишь примерными значениями. Использовать на станке собственные опытные значения и учитывать данные в каталоге инструмента!

G0 Z-10



Осуществляется перемещение ускоренным ходом (G0) дальше на глубину обработки.

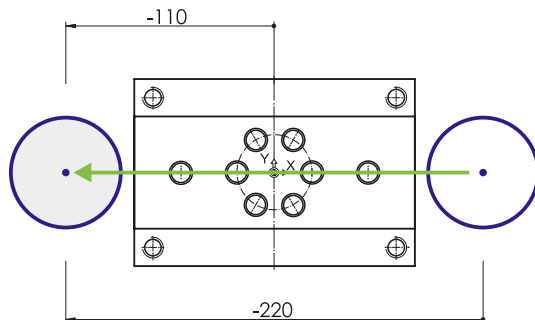
Примечание:

По соображениям безопасности этот ход перемещения при необходимости должен быть выполнен как кадр G1 в подаче:

G1 Z-10 F400

3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"

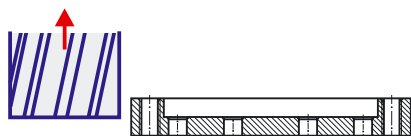
G1 X-110 F400



Фреза движется с подачей (скорость подачи 400 мм/мин) по прямой (G1) до конечной точки X-110 (абсолютный размер относительно нулевой точки).

При G91 (инкрементальный размер) необходимо было бы запрограммировать X-220, т.к. фреза перемещается на 220 мм в отрицательном осевом направлении.

G0 Z100 M5 M9



Ускоренным ходом (G0) фреза отводится в направлении Z от детали. Одновременно с M5 останавливается шпиндель, а с M9 отключается СОЖ.



Пустая строка для разделения в конце обработки с помощью концевой фрезы

T="EM16" ; End milling cutter D16mm
M6

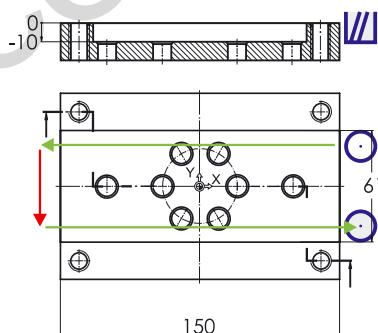
С помощью концевой фрезы 16 мм обе кромки паза (предварительная фрезеровка до ширины 61 мм с помощью концевой фрезы диам. 60 мм) должны фрезероваться до необходимого размера.



G17 G54 G64 G90 G94

Те же функции G, что и при первой обработке, являются основой обработки с помощью концевой фрезы.

G0 X85 Y22.5
G0 Z2 S500 M3 M8
G0 Z-10
G1 X-85 F200
G0 Y-22.5
G1 X85



В этом первом примере осуществляется чистовая обработка контура без автоматического учета радиуса фрезы, т.е. программируется траектория центра фрезы:

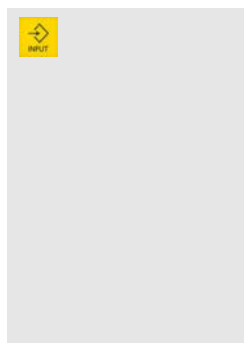
$$22.5 = 61/2 - 16/2$$

X85 означает перебег 2 мм.

С помощью F200 выбирается меньшая скорость подачи, чем прежде с игольчатой фрезой.

G0 Z100 M5 M9

В конце снова осуществляется отвод от детали ускоренным ходом, шпиндель останавливается и СОЖ отключается.



```

%станок LONGITUDINAL_GUIDE\LONGITUDINAL_GUIDE.MPF
M30
G17 G54 G64 G90 G94
G0 X110 Y0
G0 Z2 S600 M3 M8
G0 Z-10
G1 X-110 F400
G0 Z100 M5 M9

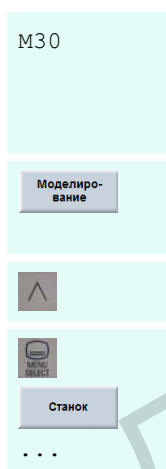
T="EM16" ; End milling cutter D16mm
M6
G17 G54 G64 G90 G94
G0 X85 Y22.5
G0 Z2 S500 M3 M8
G0 Z-10
G1 X-85 F200
G0 Y-22.5
G1 X85
G0 Z100 M5 M9


```

Пустая строка для разделения

Если ...

Если необходимо только фрезерование (без сверления) или просто требуется посмотреть симуляцию, то программа может быть завершена в этом месте:



M30

M30 завершает программу обработки детали.

При выполнении на M30 программа возвращается на начало и может быть запущена заново. Т.е. M30 всегда должна стоять в последней строке программы.

Можно симулировать готовую программу ... (см. подробности в главе 3.1.7)

... и после завершения симуляции

... выполнить ее в области управления 'Станок', режим работы 'AUTO' (см. главу 2.3.2).

Для того, чтобы позднее дополнить программу сверлильными обработками, выделить в области управления 'Программы' директорию детали "LONGITUDINAL_GUIDE.WPD", открыть ее с помощью <Input>, выделить программу обработки детали и также открыть ее с помощью <Input>.

Учитывать, что следующие строки программы (см. ниже: T="CD12" ...) должны быть вставлены до команды M30.

3.1.5 Сверление с циклами и техника подпрограмм

Центрование

```
T="CD12" ; Center drill 90° D12i
M6
```

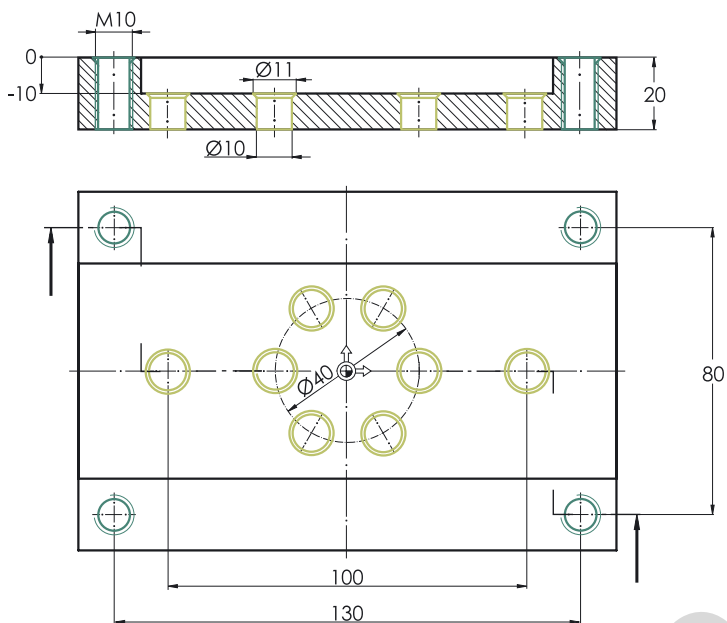
```
G17 G54 G60 G90 G94
```

Все двенадцать отверстий сначала должны быть отцентрованы.

При сверлении работа осуществляется с G60 (точный останов), чтобы выдержать заданную точность для всех отверстий.



3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"



Отверстия могут быть разделены на две группы:

- 4 х резьба M10 на углах
- 2 отдельных отверстия и 1 окружность отверстий в пазу

Позиции первой группы вводятся позднее в подпрограмме **THREAD**, позиции остальных отверстий в подпрограмме **INTERNAL**.

Использование подпрограмм здесь имеет смысл, так как подвод к позициям будет осуществляться как для центрирования, так и для сверления и резбонарезания.

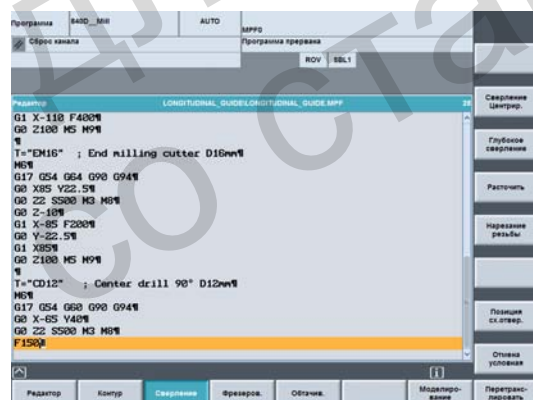
```
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S500 M3 M8
```

Ускоренным ходом осуществляется подвод на безопасное расстояние к первому резьбовому отверстию (на рисунке вверху слева) и включается СОЖ.

```
F150
```

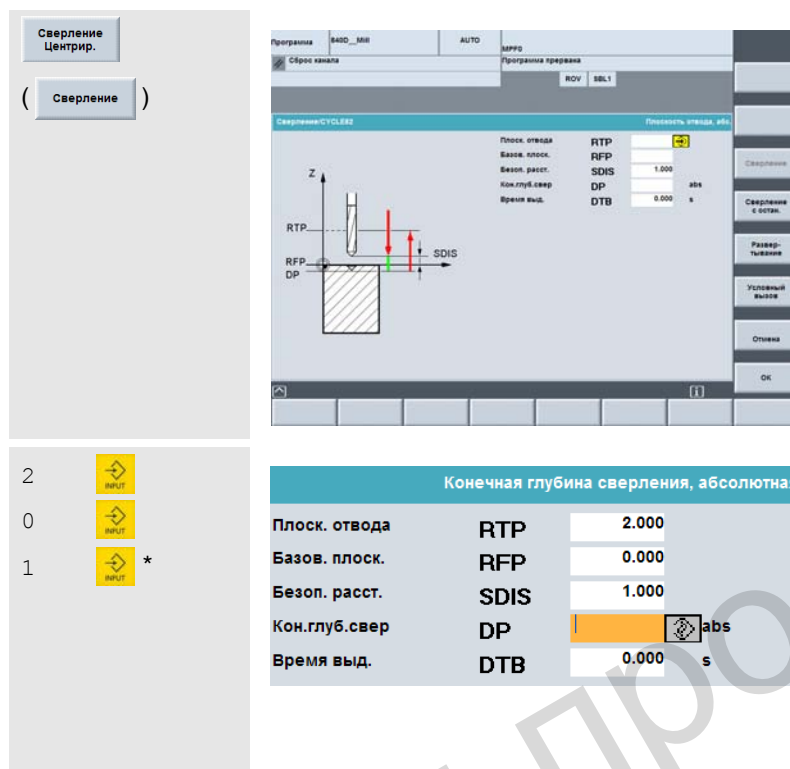
Данные скорости подачи здесь стоят не в кадре G1, т.е. все ходы перемещения обработки после осуществляются через цикл:

Сверление



Горизонтальная программная клавиша для вызова главного меню 'Сверление'

На вертикальной панели программных клавиш появляются соответствующие подменю.



Через вертикальную программную клавишу открывается диалоговое окно для цикла сверления CYCLE82 (сверление, зенкование).

Курсор стоит на первом поле ввода. На вспомогательном изображении значение поля поясняется графически, в желтой заглавной строке - текстом.

Полям в диалоговом окне частично уже присвоены значения.

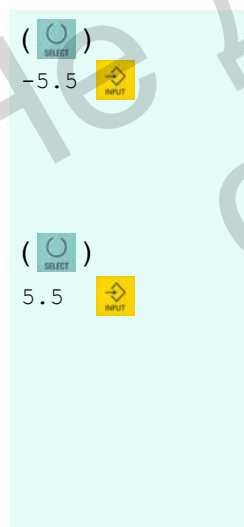
Сначала изменить или дополнить первые три строки согласно данным рисунка.

* ... или здесь (если значения уже правильные) просто или

Отверстия согласно чертежу имеют диаметр 10 мм и должны получить фаску шириной 1 мм. Т.е. центровое сверло 90° должно врезаться на глубину 5.5 мм.

Внимание ...

Эта 'конечная глубина сверления' может быть введена двумя способами:



Кон.глуб.свер	DP	-5.500	abs
Кон.глуб.свер	DPR	5.500	инк

ABS Абсолютно, т.е. размер глубины вводится относительно нулевой точки детали.
Здесь: -5.5 ABS

INK Инкрементально, т.е. относительно 'базовой плоскости'. Так как имеет смысл только одна обработка "вниз", то при инкрементальном указании глубины (отрицательный знак не вводится).
Здесь: 5.5 INK

Между ABS и INK, кроме клавиши <Переключения> , можно переключаться и программной клавишей [Выбор], если поле 'Конечная глубина сверления' выделено.

Оба варианта ввода являются правильными. Но для центрования все же рекомендуется установка INK, т.е. при этом отверстия могут центроваться на различных базовых плоскостях с одной инкрементальной глубиной.

3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"

Время выд. DTB 0.000 s

Время ожидания 0 может не изменяться. Но не спешите закрывать диалоговое окно, так как ...

Если ...

Сверление/CYCLE82

Если слева в заглавной строке диалогового окна стоит текст 'Сверление/CYCLE82', то цикл был бы вызван в программе только один раз.

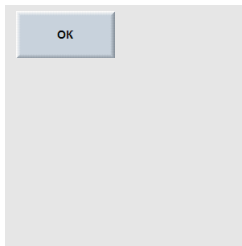
В этом случае необходимо переключиться на модальный режим.

Условный вызов

Сверл./MCALL CYCLE82

Текст в заглавной строке изменяется: 'Сверление/MCALL CYCLE82'

'Модально' можно перевести как 'с самоудержанием'. Это означает, что команда (к примеру, функция G, запрограммированная позиция оси или, как здесь, весь цикл) действует за пределы кадра, в котором она стоит. В циклах сверления следствием этого является то, что она заново выполняется после каждого следующего запрограммированного хода перемещения.



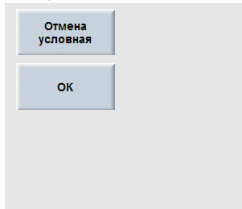
```
T="CD12" ; Center drill 90° D12mm
M6
G17 G54 G60 G90 G94
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S500 M3 M8
F150
MCALL CYCLE82(2,0,1,0,5.5,0)
```

Цикл переносится в программу.

Если необходимо изменить кадр цикла, то это может быть осуществлено через программную клавишу [Перетранслировать].

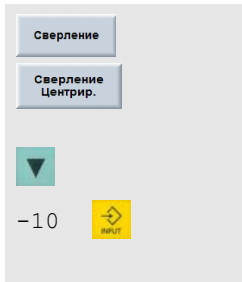
THREAD ; Subroutine with coordinates

Сама подпрограмма создается позднее. В этом месте она просто вызывается по ее имени. Во всех точках, к которым осуществляется подвод к подпрограмме, из-за модального режима, вызывается цикл сверления CYCLE82.



Через эти две программные клавиши модальность цикла снова отключается и происходит выход из меню сверления.

(В качестве альтернативы можно просто ввести MCALL в текстовом редакторе. В этом случае выход из меню сверления не осуществляется. После завершения всех операций сверления выйти из него с помощью \wedge .)



Плоск. отвода	RTP	2.000	
Базов. плоск.	RFP	-10.000	
Безоп. расст.	SDIS	1.000	
Кон.глуб.свер	DPR	5.500	ИНК
Время выд.	DTB	0.000	s

Снова вызвать диалоговое окно для цикла сверления.

Все строки из первого вызова сохранились.

Если 'конечная глубина сверления' была введена инкрементально (ИНК), то здесь необходимо изменить лишь значение 'базовой плоскости'.

Если ...

Если 'конечная глубина сверления' была введена абсолютно (ABS), то здесь необходимо изменить и ее.

▼				
-15.5	INPUT	Плоск. отвода	RTP	2.000
		Базов. плоск.	RFP	-10.000
		Безоп. расст.	SDIS	1.000
		Кон.глуб.свер	DP	-15.500 abs
		Время выд.	DTB	0.000 S

Конечная глубина сверления абсолютная = базовая плоскость - конечная глубина сверления
инкрементальная = -10-5.5

OK

Передать цикл в программу.

```
INTERNAL ; Subroutine with coordinates
```

Принцип действий идентичен подпрограмме THREAD

Отмена условная
OK

Принцип действий идентичен центрованию 4 резьбовых отверстий

```
G0 Z100 M5 M9
```

Отвод от детали, шпиндель и СОЖ ВЫКЛ

INPUT

Пустая строка для разделения

```
T="CD12" ; Center drill 90° D12mm
M6
G17 G54 G60 G90 G94
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S500 M3 M8
F150
MCALL CYCLE82(2,0,1,0,5.5,0)
THREAD ; Subroutine with coordinates
MCALL
MCALL CYCLE82(2,-10,1,0,5.5,0)
INTERNAL ; Subroutine with coordinates
MCALL
G0 Z100 M5 M9
```

Для контроля всей части программы для центрования

Сверление отверстия под резьбу

```
T="TD8_5" ; Tap hole drill for M10 thread
M6
G17 G54 G60 G90 G94
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S1300 M3 M8
F150
```

Резьбовые отверстия M10 имеют отверстие под резьбу диаметром 8.5 мм.

Сверление осуществляется винтовым сверлом.



3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"

Сверление

Сверление Центрир.

0

-23

Плоск. отвода	RTP	2.000
Базов. плоск.	RFP	0.000
Безоп. расст.	SDIS	1.000
Кон.глуб.свер	DP	-23 abs
Время выд.	DTB	0.000 s

Вызвать (как при центровании) диалоговое окно для цикла сверления и ввести значения.

Конечная глубина сверления здесь должна быть введена абсолютно (-23 ABS).

Припуск в 3 мм к толщине пластины получается согласно эмпирической формуле для учета угла при вершине в 118°:

"Припуск = 1/3 диаметра сверла" !

ОК

Передать цикл в программу.

THREAD ; s.a.

Вызов подпрограммы с позициями четырех отверстий

Отмена условная

ОК

Через программную клавишу модальность цикла снова отключается.

G0 Z100 M5 M9

Известная процедура в конце обработки

Нарезание внутренней резьбы

T="T_M10" ; M10 tap

M6

G17 G54 G60 G90

G0 X-65 Y40

G0 Z2 S60 M3 M8

G94 может быть пропущена. Скорость подачи получается из числа оборотов и шага резьбы, который вводится в цикле.



Сверление

Нарезание резьбы

Без комп. оправки

Условный вызов

Программа: B40D_MM AUTO: M990

Сброс канала: Программа прервана: ROV SBL1

Нарез. резьбы: CYCLEM4 Частота вращения при отводе

Плоск. отвода	RTP	
Базов. плоск.	RFP	
Безоп. расст.	SDIS	1.000
Кон.глуб.свер	DP	abs
Время выд.	DTB	
направл.вращ.	SDAC	M3

Ось: 2. Глобал. ось

Выбор: отвода

Таблица: BE3

Шаг: PTT

Пос. шпинделя: POSS

Частота вращения: SST

Част.вр.отвода: SST1 140.000

Подача: один

Сверление осуществляется без компенсирующего патрона. Это обозначается серым текстом программной клавиши 'без комп. патрона'.

И этот цикл снова должен действовать модально (см. MCALL в заглавной строке).

2	
0	
...	
ОК	

Плоск. отвода	RTP	2.000	
Базов. плоск.	RFP	0.000	
Безоп. расст.	SDIS	1.000	
Кон.глуб.свер	DP	-24.000	abs
Время выд.	DTB	0.000	s
Направл.вращ.	SDAC	M5	
Ось		3. Геомет.ось	
Выбор		справа	
Таблица		метрич.	
ОБОЗНАЧЕНИЕ		M 10	
Шаг	PIT	1.500	
Поз. шпинделя	POSS	0.000	
Частота вращения	SST	60.000	
Част.вр.отвод	SST1	140.000	
Подача		один	

'Направление вращения SDAC M5' (стоп шпинделя) начинает действовать только после выполнения цикла.

Если данные в полях 'Таблица' и 'Выбор' не соответствуют заданным, то можно переключиться с помощью клавиши .

Увеличенное число оборотов при отводе сокращает время изготовления!

Передать цикл в программу.

THREAD ; s.a.

Тот же принцип действий ...

Отмена
условная

ОК

... что и для отверстия под резьбу!

G0 Z100 M5 M9



Сверление сквозных отверстий с диаметром 10

```
T="TD10" ; Twist drill D10mm
M6
G17 G54 G60 G90 G94
G0 X-50 Y0
G0 Z2 S1300 M3 M8
F150
MCALL CYCLE82(2,-10,1,-23,0,0)
INTERNAL ; s.a.
MCALL
G0 Z100 M5 M9
```

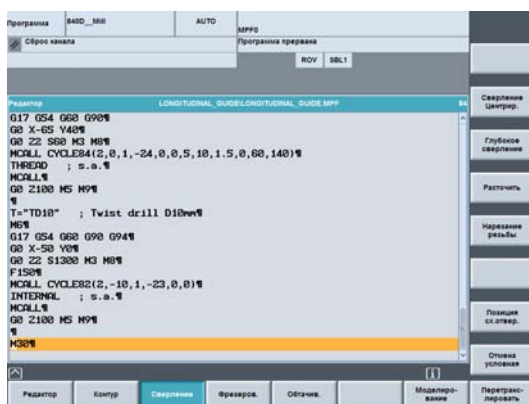
Строки программы для сквозных отверстий INTERNAL



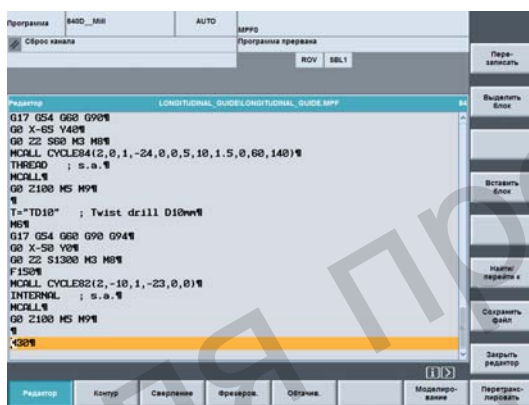
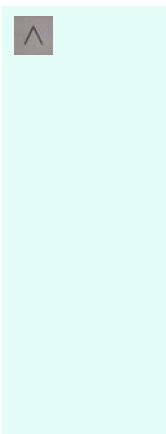
Цикл сверления снова вводится через программные клавиши и диалог ввода.

3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"

Если ...



Если меню сверления еще активно (если строка MCALL была введена, а не создана через программные клавиши) ...




... то с помощью клавиши возврата осуществляется переход в вышестоящее меню.



Программа обработки детали сохраняется и происходит возврат в управление программой.

3.1.6 Создание подпрограммы

Создать...

THREAD 

Создать

Имя: THREAD

Тип данных: Прогр.обр.детали(MPF)

Шаблон: Нет шаблона

New

Создать

Имя: THREAD

Тип данных: Подпрограмма-(SPF)
Прогр.обр.детали(MPF)
Подпрограмма-(SPF)

Шаблон: Нет шаблона

Свободн. пам.: HDD: 15.391.432.704 NCU: 1.733.896

Программа: 8400_MM AUTO: MPFD

Сброс канала: Программа прервана: ROV SBL1

Имя	Тип	Загружена	Дата	Разблоки.
BL_11	WFD		31.01.2004	X
CHASSIS	WFD		17.12.2004	X
FLANGE	WFD		17.12.2004	X
IN_32	WFD		17.12.2004	X
ISLAND_MILLING	WFD		17.12.2004	X
LEVER	WFD		17.12.2004	X
LG_31	WFD		19.02.2005	X
LONGITUDINAL_GUIDE	WFD		19.02.2005	X
LONGITUDINAL_GUIDE	MPF		17.12.2004	X
MARLINE_BC	WFD		17.12.2004	X
PALANCA_ENO2194	WFD		17.12.2004	X

Создать

Имя: THREAD

Тип данных: Подпрограмма-(SPF)

Шаблон: Нет шаблона

Свободн. пам.: HDD: 15.391.432.704 NCU: 1.733.896

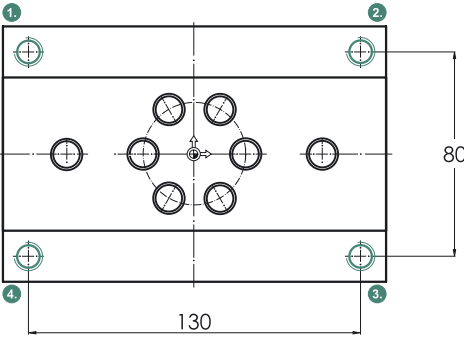
ОК

Редактор: LONGITUDINAL_GUIDE\THREAD.SPF

```

G0 X-65 Y40
G0 X65 Y40
G0 X65 Y-40
G0 X-65 Y-40


```



(Вертикальная программная клавиша в управлении программой в области управления 'Программы', см. предыдущую страницу)

Первая подпрограмма сохраняет имя THREAD (см. вызов в программе обработки детали!)

Но все еще предустановлен 'тип файла' 'Программа обработки детали'!

С помощью клавиши <Edit>  открыть список 'типов файлов'. Выделить и применить тип 'Подпрограмма!' (SPF = Sub Program File)

(В качестве альтернативы через начальную букву "u" необходимый тип может быть выбран напрямую.)

Создается подпрограмма и открывается редактор.

Теперь необходимо написать программу ...

С помощью кадров G0 осуществляется подвод ускоренным ходом к 4 позициям резьбовых отверстий.

Следствием модальности циклов в программе обработки детали является выполнение соответствующего цикла после каждого кадра G0 (см. стр. 62).

3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"

M17

```
G0 X-65 Y40M
G0 X65 Y40M
G0 X65 Y-40M
G0 X-65 Y-40M
M17M
```

M17 обозначает конец подпрограммы (см. M30 в конце программы обработки детали).

Закрывать редактор

ISLAND_MILLING	WPD	17.12.2004	X
LEVIER	WPD	17.12.2004	X
LG_31	WPD	19.02.2005	X
LONGITUDINAL_GUIDE	WPD	19.02.2005	X
LONGITUDINAL_GUIDE	MPF	1772 19.02.2005	X
THREAD	SPF	57 19.02.2005	X
MSPLINE_BC	WPD	17.12.2004	X
PAI ANCA FN33146	WPD	17.12.2004	X

Возврат к управлению программой
Программа обработки детали (MPF) и подпрограмма (SPF) являются составными частями одной детали (WPD).

Создать...

INTERNAL



Создать

Имя: INTERNAL

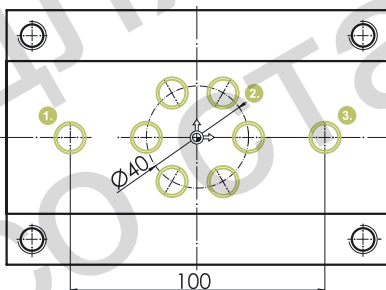
Тип данных: Подпрограмма (SPF)

Шаблон: Нет шаблона

По той же схеме создать подпрограмму INTERNAL ...

OK

G0 X-50 Y0



... и записать кадр ЧПУ для первой позиции.

Сверление

Позиция сх.отвер.

Окруж. цен.отвер

Программа: B400_MM AUTO: OFF

Сброс канала: Программа прервана

ROV: SBL1

Окруж.отвер. HOLES2

Имя списка для построения позиции: [2]

Центр: CPA

Центр: CPO

РАДИУС: RAD

Угол: STA1

Угол поск.мил: INDA 0.000

Кол-во: NUM 1.000

Окружность отверстий (как и прежние обработки) вводится через диалоговое окно.

Дополнительная информация:

Таким же образом могли бы быть введены и все прочие позиции (см. программную клавишу [Любая позиция]). Это - как и в случае ABS и INK - вопрос стиля программиста.

Circle

0

0

20

...



Имя метки		CIRCLE
Центр	CPA	0.000
Центр	CPO	0.000
РАДИУС	RAD	20.000
Угол	STA1	0.000
Угол посл.вкл	INDA	60.000
Кол-во	NUM	6.000

Образец позиции получает имя, под которым он мог бы повторно вызываться в различных местах программы.

Все значения берутся из чертежа.

OK

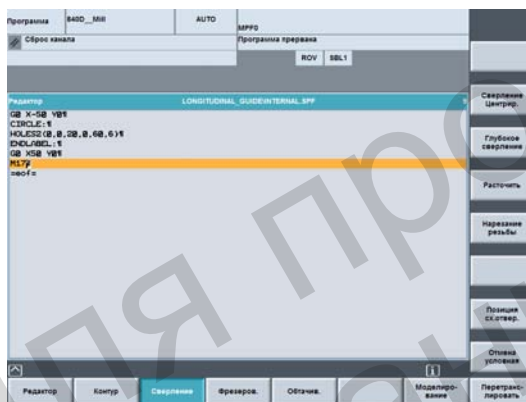
```
G0 X-50 Y0
Circle:
HOLES2(0,0,20,0,60,6)
ENDLABEL:
```

Передать данные диалогового окна в программу.

Имя метки 'Circle:' и строка 'ENDLABEL:' обрамляют образец позиции и представляют собой практически собственную подпрограмму.

G0 X50 Y0

M17

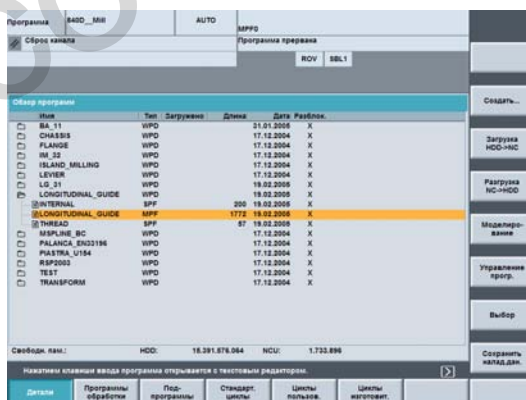


Добавить последнюю позицию сверления и M17 для конца подпрограммы.

Закрывать редактор

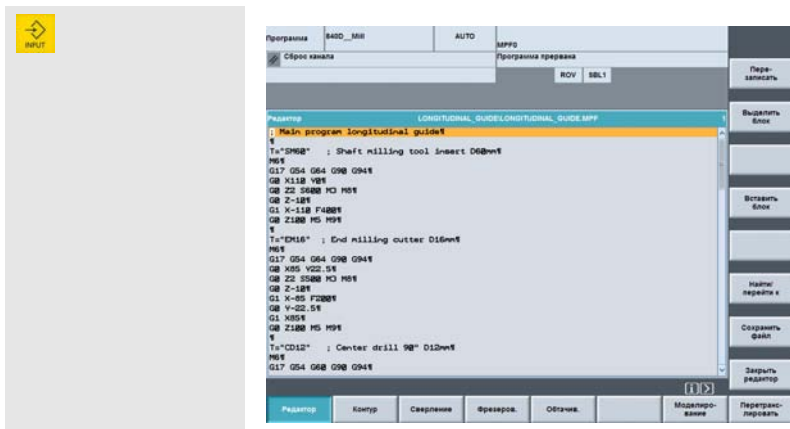
Возврат в главное меню редактора

Возврат в управление программой



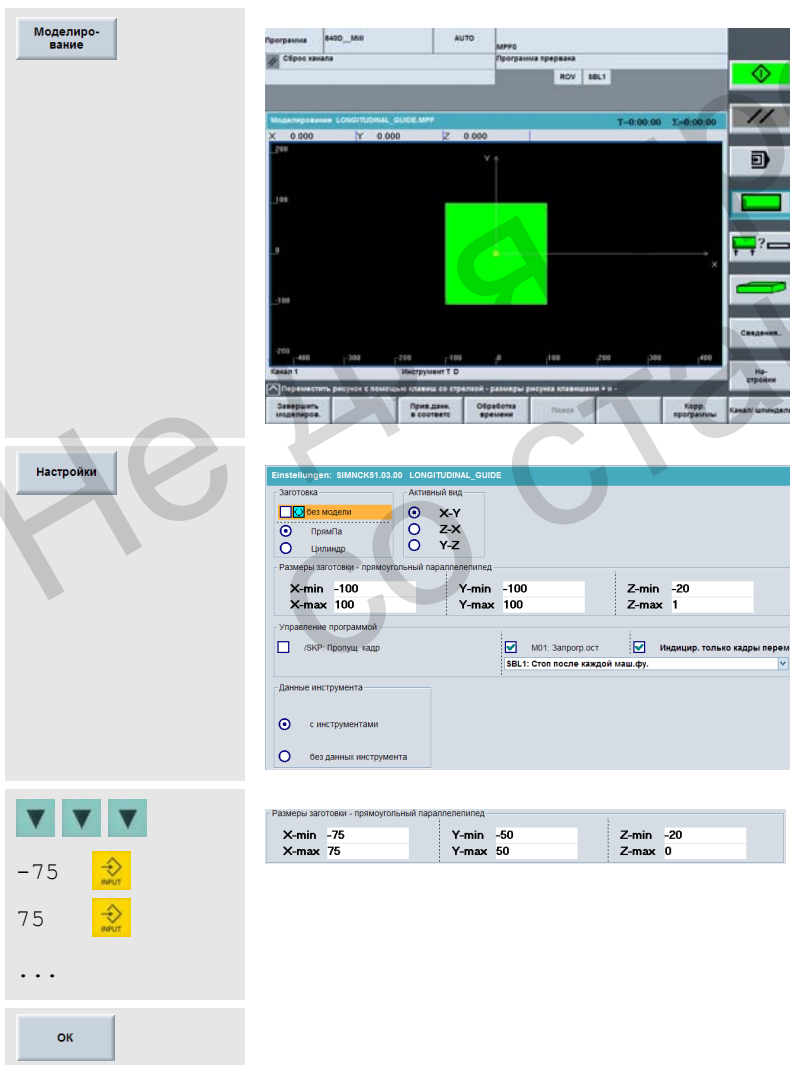
Снова выделить главную программу (тип 'MPF') LONGITUDINAL_GUIDE ...

3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"



... и открыть ее с помощью клавиши <Input>!

3.1.7 Симуляция программы



Создается графическая симуляция и показывается вид детали сверху (см. программную клавишу с голубой кромкой).

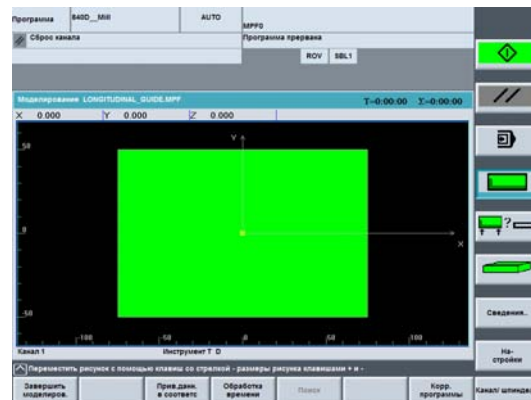
Но нулевая точка детали и отклонения размеров детали еще не соответствуют симулируемой программе.

Через программную клавишу открыть диалоговый экран для установок симуляции.

Ввести размеры заготовки (координаты угловых точек) прямоугольного параллелепипеда.

Xмин -75 Yмин -50 Zмин -20
Xмакс75 Yмакс50 Zмакс0

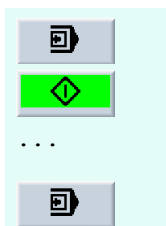
Применить установки.



Теперь отклонения размеров детали правильные.



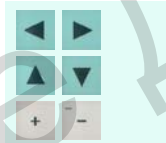
Если ...



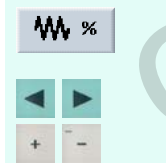
С помощью программной клавиши [Single Block] можно переключить на симуляцию отдельного кадра.

После каждого кадра симуляция останавливается и продолжается с [NC-Start].

Повторное нажатие [Single Block] возвращает к симуляции последовательности кадров.



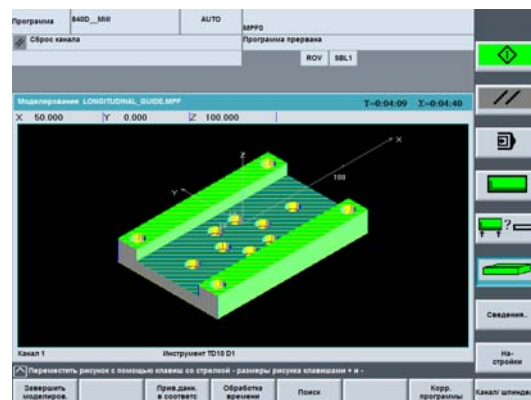
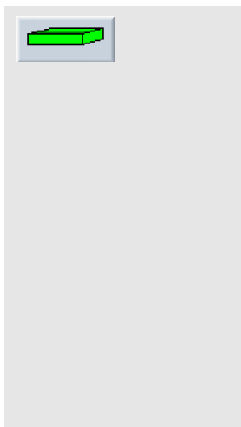
С помощью <клавиш-стрелок> можно сместить сегмент, а с помощью <+>/<-> его можно увеличить или уменьшить (zoom).



Моделирование: Воздействие на подачу 60%

[<] подача скорость/под.; - изменение кода +, - кода со стрелкой; 100 % клавишей SELECT

С помощью [Процентки] и <+>/<-> или клавиш-стрелок при симуляции можно управлять ее скоростью.



Представление 3D в конце симуляции

3.1 Программирование фрезерования - Деталь "Продольная направляющая"

Завершить моделиров.

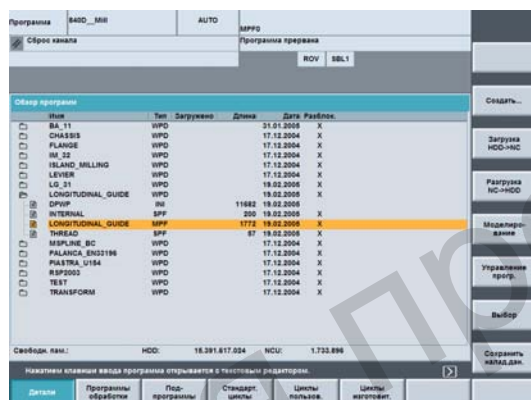
Для завершения симуляции нажать эту программную клавишу или клавишу <Recall> (\wedge).

Закрыть редактор

Программная клавиша закрывает редактор.

LONGITUDINAL_GUIDE	WPD
DPWP	INI
INTERNAL	SPF
LONGITUDINAL_GUIDE	MPF
THREAD	SPF

Файл DPWP.INI создается автоматически. В нем, среди прочего, содержатся индивидуальные установки для симуляции "Longitudinal guide".

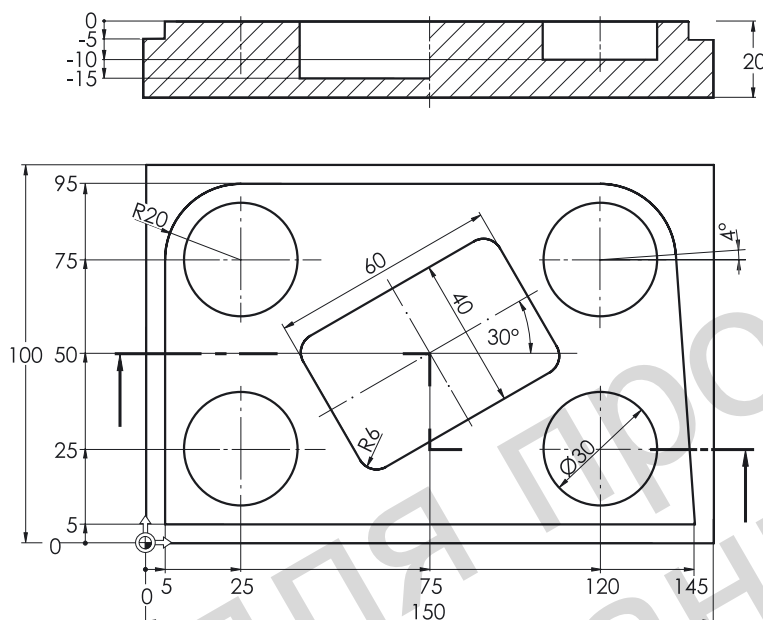


Загрузка программы в оперативную память ЧПУ для ее последующего запуска в обработку в режиме работы 'AUTO' в области управления 'Станок' подробно описаны в главе 2.3.2.

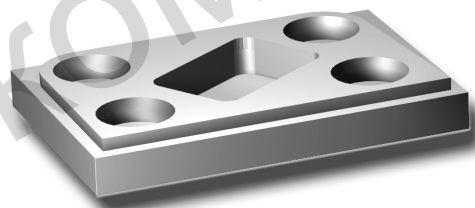


3.2 Деталь "Injection mold"

На основе детали "Injection mold" объясняются функции СЧПУ для фрезерования траектории и фрезерование карманов. Предполагается, что пользователь уже обработал пример "Продольная направляющая" или ознакомился с затронутыми в нем темами. В этой главе рассматриваются следующие новые темы:



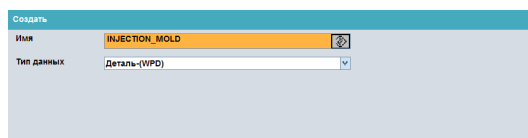
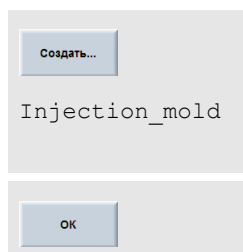
- дуги окружности (с декартовыми и полярными размерами)
- фрезерование с коррекцией радиуса инструмента
- прямоугольный карман (черновая и чистовая обработка)
- круговой карман
- копирование части программы



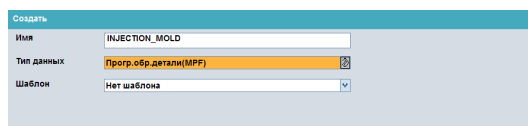
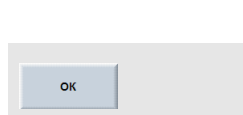
3.2.1 Создание детали и программы обработки детали

Клавиши/ввод	Дисплей / рисунок	Объяснение
 (Программа) (Детали)		Исходное состояние: <ul style="list-style-type: none"> • область управления 'Программы' • управление деталью (тот же принцип действий, что и для детали "Продольная направляющая" в главе 3.1)

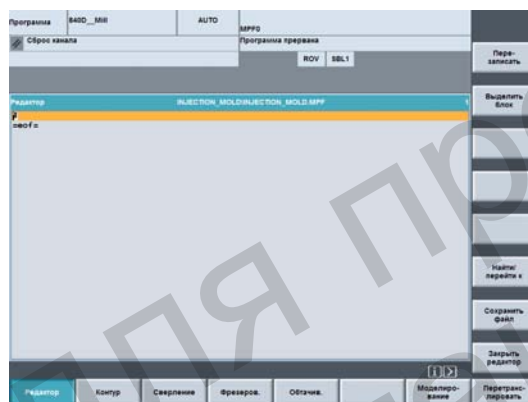
3.2 Программирование фрезерования - Деталь "Injection mold"



Создать директорию детали для "Injection mold".



Создать программу обработки детали для детали "Injection mold".



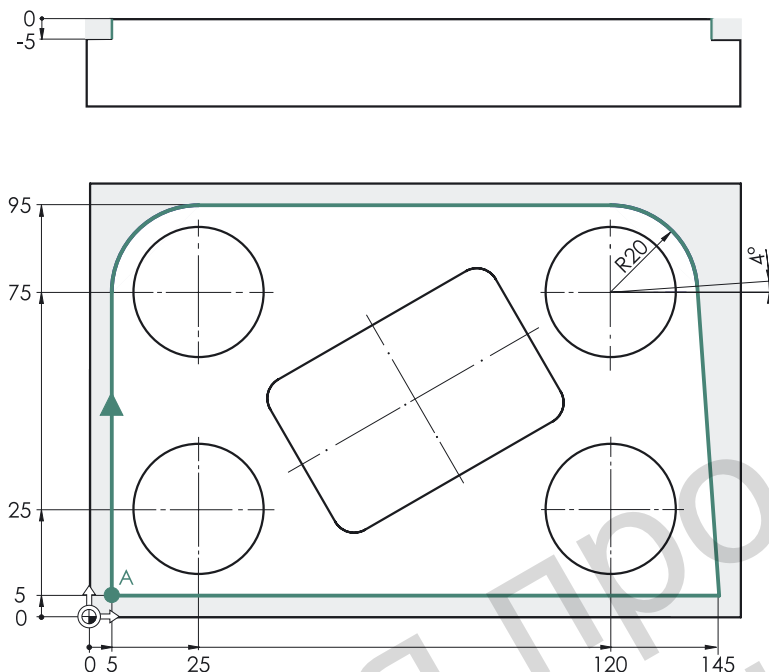
Программа была создана и открылся редактор.

(При необходимости через / <Установки> / ... / отключить автоматическую нумерацию кадров, см. главу 3.1).

; Injection mold with path milling and pockets

Строка комментария как заголовок программы

3.2.2 Прямые и дуги окружности - фрезерование траектории с коррекцией радиуса фрезы



С помощью концевой фрезы 20 мм необходима обработка резанием материала вдоль выделенного голубым контура.

Подвод к контуру должен быть осуществлен в точке А.

Фрезерование осуществляется с синхронным ходом, т.е. контур обходится с правовращающейся фрезой по часовой стрелке.

Ходы перемещения вдоль контура вводятся здесь (как повторение основ) с путем подвода и отвода в редакторе.

Конечно можно ввести контур и с помощью графического контурного вычислителя в подпрограмме (см. контур токарной детали "Complete") а с помощью цикла CYCLE72 ([фрезерование] > [фрезерование траектории] ...) запрограммировать обработку.

T="EM20" ; End mill D20mm

M6

G17 G54 G64 G90 G94

Вызов инструмента
(конфигурация с помощью
управления инструментом)

Смена инструмента

Первичные установки
(см. главу 3.1.3)



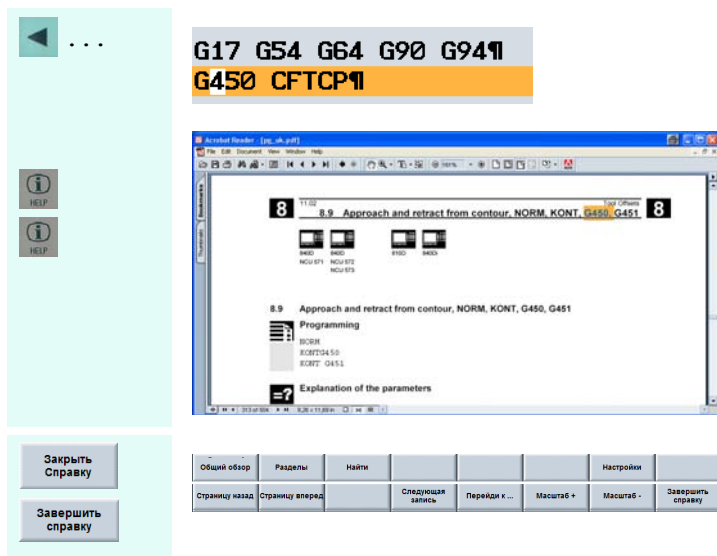
G450 CFTCP

G450 определяет характеристику подвода к начальной точке контура и характеристику при обходе углов контура: подвод к ним или их обход при необходимости осуществляется по круговой траектории.

CFTCP (сокращение для "Constant Feed Tool Center Path") определяет, что запрограммированная подача относится к траектории центра фрезы (не к контуру).

Подробнее эти (и конечно все другие) команды объясняются в Помощи Online, которая может быть вызвана согласно описанию ниже, если СЧПУ имеет жесткий диск:

3.2 Программирование фрезерования - Деталь "Injection mold"

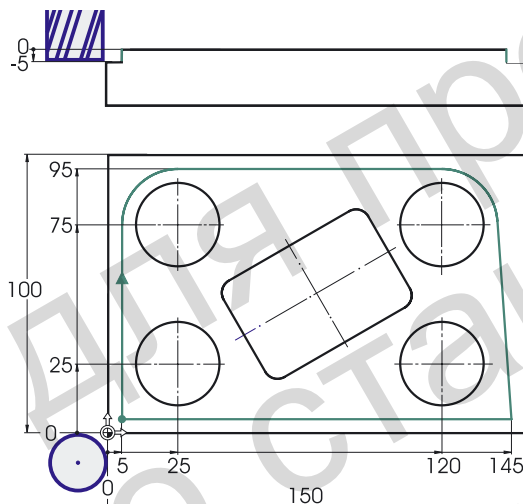


Просто установить курсор на команду, по которой необходимо получить дополнительную информацию.

После нажать для краткого описания и еще раз для открытия электронного руководства по программированию.

Через программные клавиши можно перемещаться внутри руководства и после выйти из него.

G0 X-12 Y-12



В качестве стартовой позиции фрезы в плоскости XY осуществляется подвод к точке вблизи от стартовой точки A на контуре, немного за деталью.

G0 Z2 S1500 M3 M8

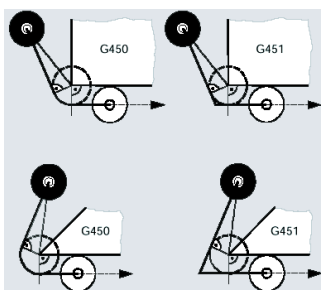
Движение подачи в Z, число оборотов, направление вращения и СОЖ ВКЛ

G0 Z-5

Вне детали возможна подача ускоренным ходом на глубину фрезерования (или для безопасности с подачей: G1 Z-5 F100, см. стр. 57).

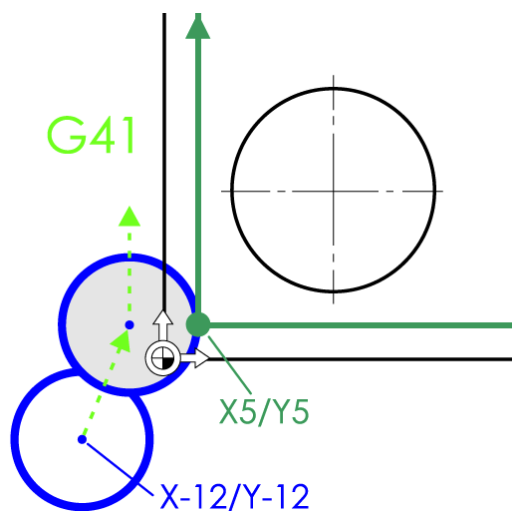
G1 G41 X5 Y5 F100

Осуществляется подвод к контуру ... *



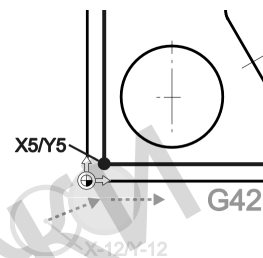
* С технологической точки зрения более благоприятным был бы подвод по касательной через промежуточную точку в X5/Y-12 (при активной G41). Выбранный здесь принцип действий (угол между путем подвода и первой прямой контура меньше 180°, т.е. стартовая точка перед контуром) как правило является более простым по "технике программирования": если первый элемент контура расположен не параллельно оси, то сначала необходимо было бы вычислить точную промежуточную точку.

См. также "Интеллектуальность" стратегии подвода с G450/G451 и возможность обработки с циклом фрезерования траектории CYCLE72 ([фрезерование] > [фрезерование траектории] ...), который создает путь подвода и отвода автоматически.



G41 включает коррекцию радиуса фрезы.
Запрограммированные координаты (X5/Y5) относятся при включенной коррекции не к траектории центра фрезы, а к контуру!

G41 означает: фреза расположена, если смотреть в направлении перемещения, слева от контура.



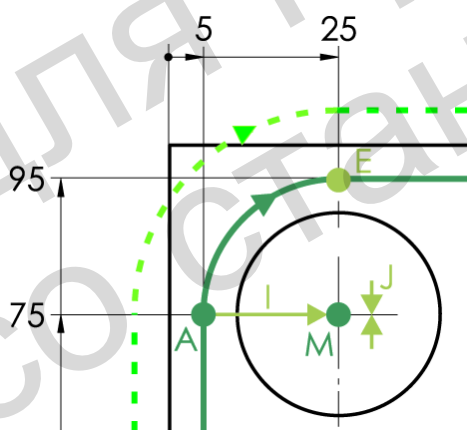
Ход перемещения с инструментом справа от контура программировался бы с G42:

```
G1 X5 Y75
```

Первый ход перемещения вдоль контура: вертикально на Y75

```
G2 X25 Y95 I20 J0
```

G2 - дуга окружности по часовой стрелке:



X,Y абсолютные размеры конечной точки E

I расстояние между A и M в направлении X

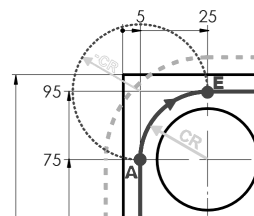
J расстояние между A и M в направлении Y

Таким образом, I и J это инкрементальные координаты центра дуги окружности относительно начальной точки A.

В качестве альтернативы можно определить дугу окружности и через радиус (CR = Cycle Radius): но при этом необходимо ввести знак равенства между адресом CR и значением (здесь 20):

```
G2 X25 Y95 CR=20
```

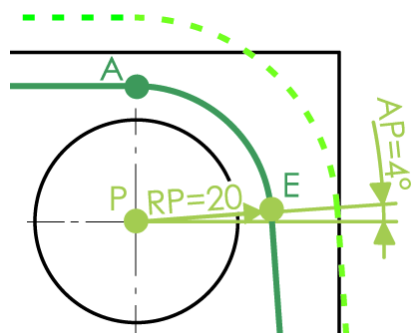
[дуги > 180° (пунктирная линия) программировались бы с отрицательным значением радиуса (CR=-20)]



```
G1 X120
```

Горизонтальная прямая на X120

3.2 Программирование фрезерования - Деталь "Injection mold"



Для следующей дуги окружности известны:

Центр P

Расстояние RP между центром (полюсом) P и конечной точкой E

Угол AP между положительной осью X участка от P до E

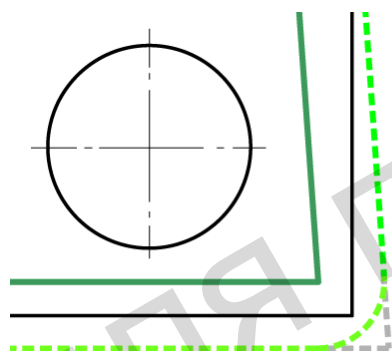
```
G111 X120 Y75
G2 RP=20 AP=4
```

С помощью G111 вводятся (абсолютные!) координаты центра (полюса).

Значения расстояния RP (полярный радиус) и угла AP (полярный угол) в следующем кадре G2 вводятся со знаком равенства!

```
G1 X145 Y5
```

```
G1 X-12
```

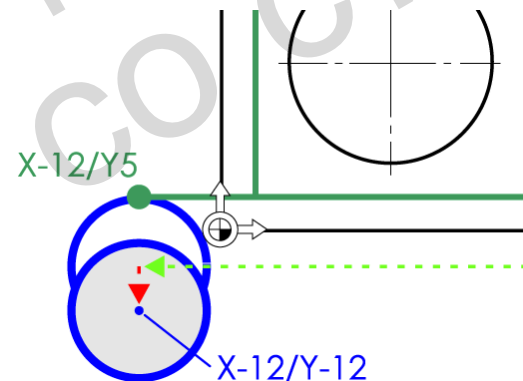


Прямая G1 к углу контура справа внизу

Прямая G1 мимо стартовой и конечной точки контура и от детали в углу, образующимся через эти две прямые, запрограммированная на входе команда G450 создает компенсирующую дугу траектории центра фрезы.

(в качестве альтернативы с помощью G451 обе прямые траектории центра были бы удлинены до точки пересечения)

```
G0 G40 Y-12
```



G40 - отмена коррекции радиуса фрезы

Так как фреза уже находится вне детали, то коррекция радиуса может быть выведена на ускоренном ходе. После этого позиция X-12/Y-12 снова относится к центру фрезы.

```
G0 Z100 M5 M9
```



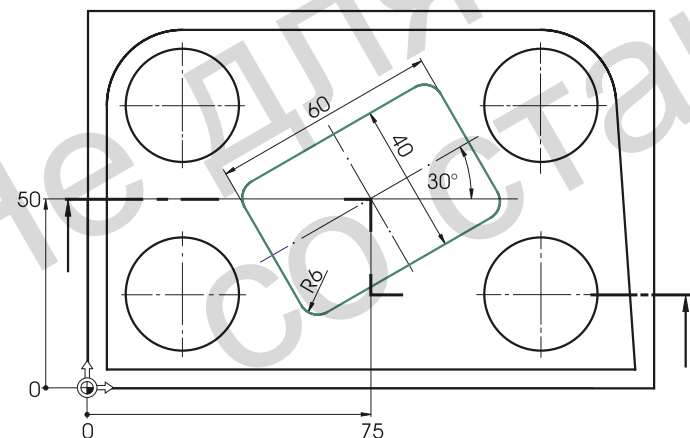
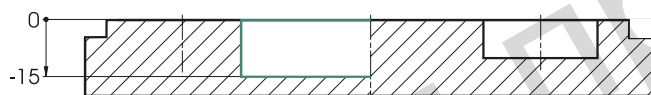
Отвод от детали, шпиндель и СОЖ ВЫКЛ

Пустая строка для разделения

```
T="EM20" ; End mill D20mm
M6
G17 G54 G64 G90 G94
G450 CFTCP
G0 X-12 Y-12
G0 Z2 S1500 M3 M8
G0 Z-5
G1 G41 X5 Y5 F100
G1 X5 Y75
G2 X25 Y95 I20 J0
G1 X120
G111 X120 Y75
G2 RP=20 AP=4
G1 X145 Y5
G1 X-12
G0 G40 Y-12
G0 Z100 M5 M9
```

Для контроля всей части программы для фрезерования траектории

3.2.3 Прямоугольный карман ROCKET3



Для прямоугольного кармана из-за углового радиуса R6 необходима фреза меньшего размера.

Сначала необходима черновая обработка кармана на дне и на краю с припуском 0,3 мм с последующей чистовой обработкой.

Обе обработки могут быть реализованы с помощью цикла прямоугольного кармана (ROCKET3) ...

```
T="EM10" ; End mill D10mm
```

```
M6
```

```
G17 G54 G60 G90 G94
```

```
G0 X75 Y50
```

```
G0 Z2 S2000 M3 M8
```

Вызов инструмента

Смена инструмента

Первичные установки

Ускоренным ходом до центра кармана

Подача до безопасного расстояния, число оборотов, направление вращения, СОЖ ВКЛ



3.2 Программирование фрезерования - Деталь "Injection mold"

Черновая обработка прямоугольного кармана

F200

Хотя скорость подачи F и определяется в цикле кармана, все же рекомендуется программировать ее заранее: определенное в цикле значение прекращает действовать после завершения цикла; в этом случае возможные последующие "простые" кадры перемещения (G1, G2, G3) проходились бы со скоростью подачи запрограммированной до этого обработки.

Фрезеров.

Стандартн
карман

Прямоуг.
карман

Как и циклы сверления в демо-детале "Longitudinal guide", экран ввода для цикла прямоугольного кармана также вызывается через программные клавиши. С помощью программной клавиши в главном меню внизу открывается подменю на вертикальной панели программных клавиш ...

2

0

1

()

-15

()

()

60

40

...

Плоск. отвода	RTP	2.000	<input type="button" value="SELECT"/>
Базов. плоск.	RFP	0.000	
Безоп. расст.	SDIS	1.000	
Глуб. кармана	DP	-15.000	abs
Обработка		Черн.обработ.	
Уст. размеров		Центр	
Длина кармана	LENG	60.000	
Ширина карман	WID	40.000	
Радиус угла	CRAD	6.000	
Нач.отсчета	PA	75.000	
Нач.отсчета	PO	50.000	
Угол	STA	30.000	
Глуб.подачи	MID	6.000	
Прип.чист.обр	FAL	0.300	
Прип.чист.обр	FALD	0.300	
Поверх.подачи	FFP1	200.000	
Глубина подач	FFD	150.000	
Направ.фрезер		Попутн. ход	
Врезание		Спирал. линия	
РАДИУС	RAD1	2.000	
Глубина, инкр	DP1	2.000	
Шир.под.на гл	MIDA	8.000	
Выгрузка		Полный	

Поля ввода для цикла кармана выходят за область просмотра диалогового окна.

Через полосу прокрутки справа (англ. "Scrollbar") или с помощью клавиш-стрелок можно перемещаться в диалоговом окне.

Все другие данные (CRAD и т.д.) могут быть взяты из этих двух рисунков.

При выборе макс. глубины подачи MID до версии ПО 5.2 учитывалось и безопасное расстояние! 15.7 мм, получаемые из глубины кармана, безопасного расстояния и чистового припуска, распределяются равномерно. Т.е. здесь осуществляется подача 3 x на 5.233 мм, при этом при первом прохождении резца происходит врезание на глубину 4.233 мм.

От версии ПО 5.3 в качестве глубины подачи достаточно значения 5. Подача 3 x 4.9 мм.

Самым правильным выбором - независимо от версии ПО - будет 6 мм.

ок

Передать цикл через программную клавишу в программу.

В текстовом редакторе цикл представлен следующим образом:

```
_ZSD[2]=0 ;*R0*¶
POCKET3(2,0,1,-15,60,40,6,75,50,30,6,0.3,0.3,200,150,0,21,8,, , ,2,2)¶
```


Чистовая обработка края кармана и дна кармана

После выполнения цикла черновой обработки фреза отводится на стартовую точку обработки. Для чистовой обработки используется та же фреза.

S2400 F160

Прямоуг.
карман

Число оборотов и скорость подачи для чистовой обработки

Так как после черновой обработки все еще открыто меню 'Стандартные карманы', то можно напрямую с помощью программной клавиши снова вызвать диалоговое окно для прямоугольного кармана.



Плоск. отвода	RTP	2.000	
Базов. плоск.	RFP	0.000	
Безоп. расст.	SDIS	1.000	
Глуб. кармана	DP	-15.000	abs
Обработка		Чист. обраб.	
Уст. размеров		Центр	
Длина кармана	LENG	60.000	
Ширина карман	WID	40.000	
Радиус угла	CRAD	6.000	
Нач.отсчета	PA	75.000	
Нач.отсчета	PO	50.000	
Угол	STA	30.000	
Глуб.подачи	MID	16.000	
Прип.чист.обр	FAL	0.500	
Прип.чист.обр	FALD	0.300	
Поверх.подачи	FFP1	160.000	
Глубина подач	FFD	80.000	

Всем полям еще присвоены значения, сделанные для черновой обработки. Необходимо внести изменения только в поля ...

Обработка: чистовая
Глубина подачи MID: 16
Поверхность обработки FFP1: 160
Глубина обработки FFD:80

Внимания: Значения для обоих чистовых припусков сохраняются из цикла черновой обработки! Цикл чистовой обработки вычисляет из чистового припуска и безопасного расстояния движение подачи. Фрезерование осуществляется до номинального размера.

16



ок

Передать цикл для чистовой обработки в программу.

```

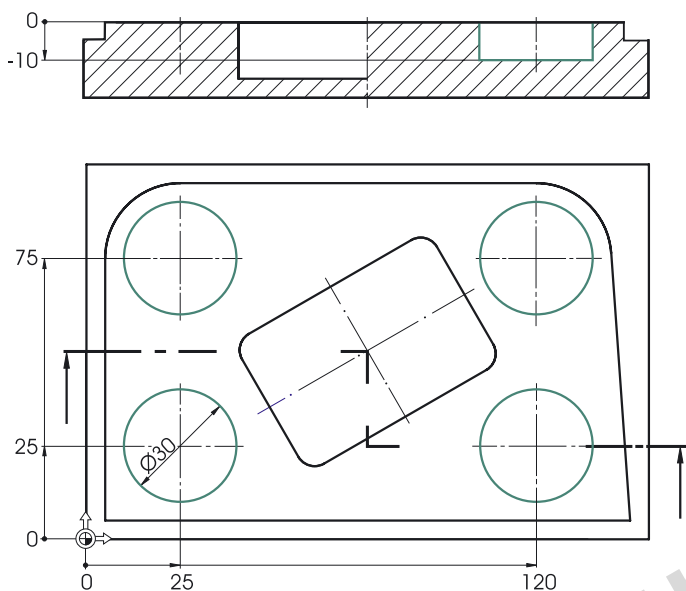
_ZSD[2]=0 ;*R0*¶
POCKET3(2,0,1,-15,60,40,6,75,50,30,6,0.3,0.3,200,150,0,21,8,, ,2,2)¶
S2400 F160¶
_ZSD[2]=0 ;*R0*¶
POCKET3(2,0,1,-15,60,40,6,75,50,30,16,0.3,0.3,160,80,0,22,8,, ,2,2)¶

```

В зависимости от версии и разрешения дисплея могут возникнуть различия в представлении циклов в редакторе. Для безопасности изменения в параметрировании циклов всегда должны осуществляться с помощью функции 'Перетрансляция'.

3.2 Программирование фрезерования - Деталь "Injection mold"

3.2.4 Круговой карман ROCKET4



Все четыре круговых кармана являются идентичными, за исключением их позиции.

Сначала необходимо запрограммировать круговой карман внизу слева.

Оставшиеся три кармана создаются после через копирование и изменение первого.

S2000 F200

Число оборотов и скорость подачи для выборки карманов

Круговой карман

Вызвать диалоговое окно для кругового кармана.



Плоск. отвода	RTP	2.000	
Базов. плоск.	RFP	0.000	
Безоп. расст.	SDIS	1.000	
Глуб. кармана	DP	-10.000	abs
Обработка		Черн.обработ.	
Радиус карман	PRAD	15.000	
Центр	PA	25.000	
Центр	PO	25.000	
Глуб.подачи	MID	6.000	
Прип.чист.обр	FAL	0.000	
Прип.чист.обр	FALD	0.000	
Поверх.подачи	FFP1	200.000	
Глубина подач	FFD	150.000	
Направ.фрезер		Попутн. ход	
Врезание		Спирал. линия	
РАДИУС	RAD1	2.000	
Глубина, инкр	DP1	2.000	
Шир.под.на гл	MIDA	8.000	
Выгрузка		Полный	

Сразу же (за два шага) должно осуществляться фрезерование по размеру:

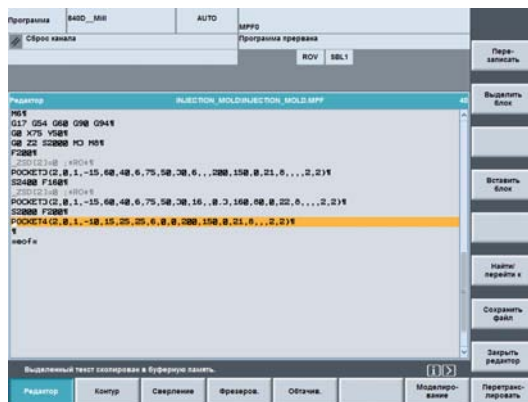
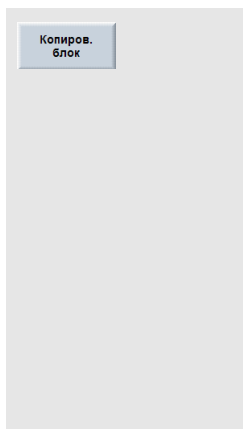
- обработка 'Черновая'
- размер подачи... *
- нет чистового припуска

Все данные могут быть взяты из двух рисунков.

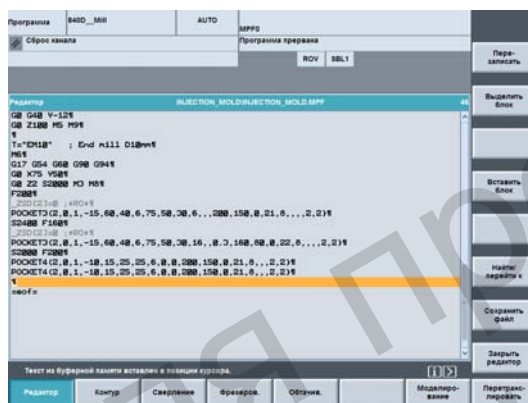
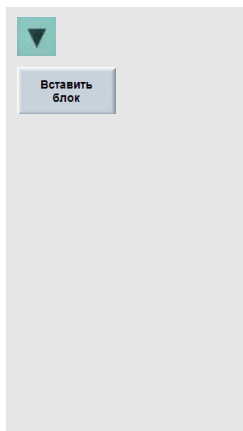
OK

Передать цикл для первого кругового кармана в программу.

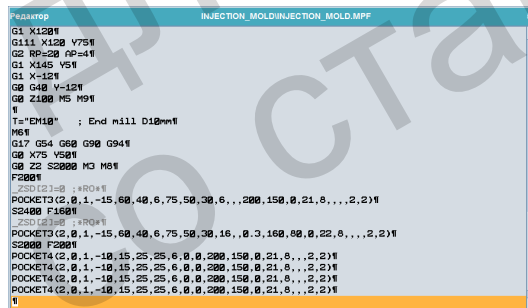
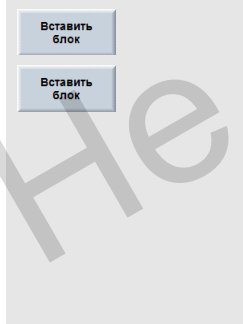
3.2 Программирование фрезерования - Деталь "Injection mold"



Скопировать цикл программной клавишей в буфер

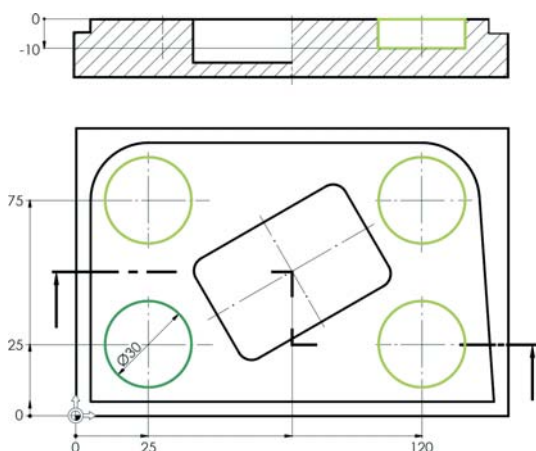


Переместить курсор назад в следующую (пустую) строку и вставить цикл из буфера в этом месте.



Повторить вставку еще два раза для третьего и четвертого кругового кармана.

Результатом являются четыре идентичных цикла круговых карманов.

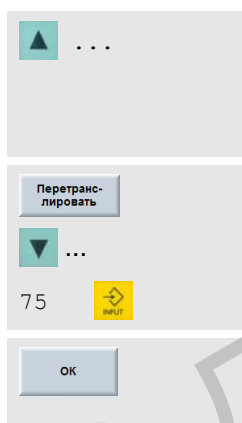


Теперь необходимо лишь согласовать параметры позиции кармана для трех скопированных циклов.

Через программную клавишу [Перетранслировать] осуществляется "обратный перевод" представленных в текстовом редакторе оттранслированных циклов в представление диалогового окна.

Начиная с первого кармана внизу слева все остальные карманы должны быть обработаны по часовой стрелке.

- карман вверху слева находится в X25/Y75 ...

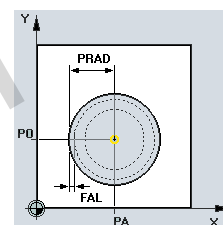


```
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
```

Выделить второй цикл.

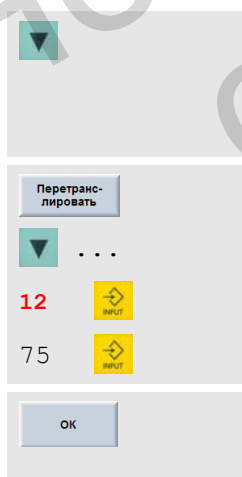
Центр	РА	25.000
Центр	РО	75.000

Осуществить "Обратный перевод" цикла и изменить значение 'Центр РО'.



Передать измененный цикл для второго кругового кармана в программу.

- карман вверху справа находится в X120/Y75 ...



```
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,75,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
```

Выделить третий цикл.

Центр	РА	12.000
Центр	РО	75.000

При вводе значения 'Центр РА' "преднамеренно допустить ошибку и "забыть" 0 в 120. На следующей странице эта ошибка определяется при симуляции.

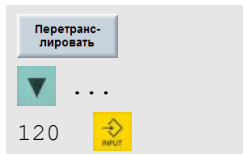
Передать измененный цикл для третьего кругового кармана в программу.

3.2 Программирование фрезерования - Деталь "Injection mold"

- карман внизу справа находится в X25/Y75 ...



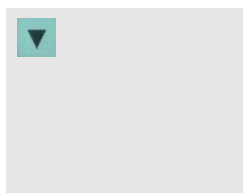
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0, Выделить последний цикл.
 POCKET4(2,0,1,-10,15,25,75,6,0,0,
 POCKET4(2,0,1,-10,15,12,75,6,0,0,
 POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0,



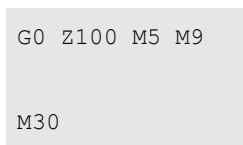
Центр PA 120.000
 Центр PO 25.000
 Осуществить "Перетрансляцию" цикла и изменить значение 'Центр PA'.



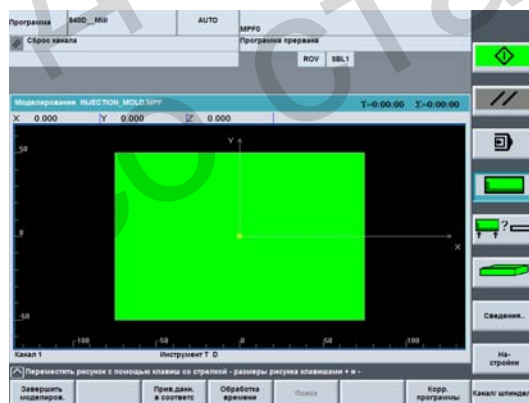
Передать цикл для четвертого кругового кармана в программу.



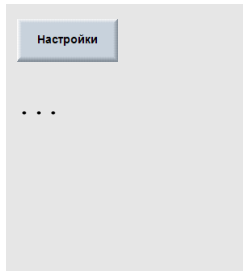
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0,
 POCKET4(2,0,1,-10,15,25,75,6,0,0,
 POCKET4(2,0,1,-10,15,12,75,6,0,0,
 POCKET4(2,0,1,-10,15,120,25,6,0,0,
 После установить курсор в следующую пустую строку.



Обработка завершена: отвод от детали, шпиндель и СОЖ ВЫКЛ!
 Конец программы (если уже не записано ранее).

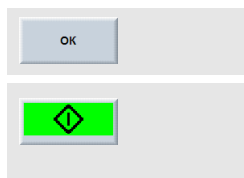


Вызов симуляции для контроля программирования

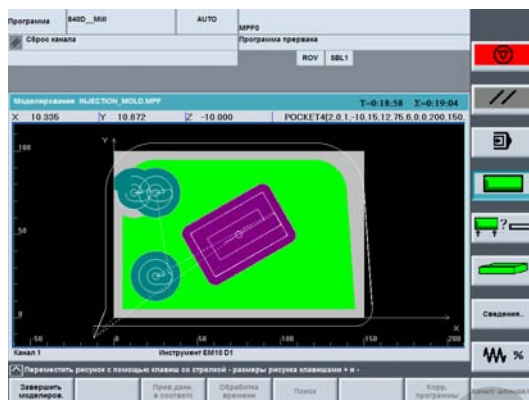


Размеры заготовки - прямоугольный параллелепипед					
X-min	0	Y-min	0	Z-min	-20
X-max	150	Y-max	100	Z-max	0

Деталь "Injection mold" имеет нулевую точку, отличную от нулевой точки запрограммированной до этого детали. Поэтому необходимо согласовать углы заготовки прямоугольного параллелепипеда:
 Хмин 0 Умин 0
 Хмакс 150 Умакс 100



Если ...



Запустить симуляцию.

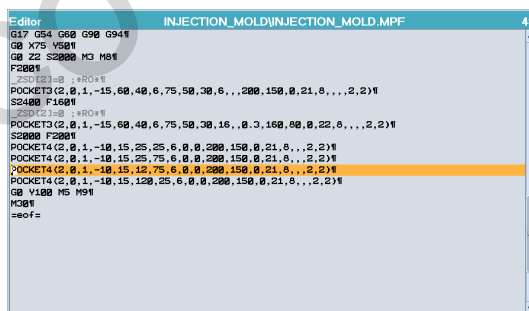
Если при симуляции определяется ошибка, как здесь в случае неправильного позиционирования третьего кругового кармана:



Остановить симуляцию, ...

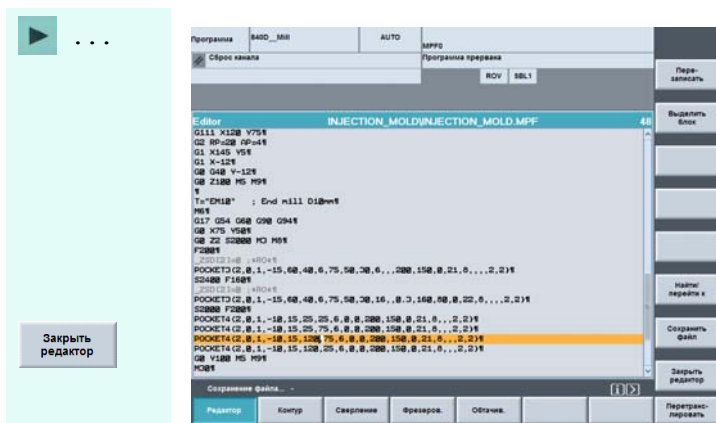
Корр.
программы

... и активировать редактор для коррекции.



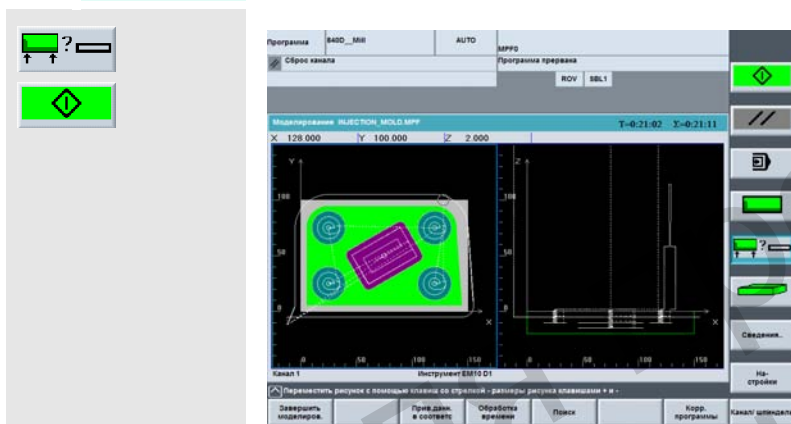
После курсор находится в той строке, на которой была прервана симуляция (здесь на третьем круговом кармане).

3.2 Программирование фрезерования - Деталь "Injection mold"



Исправить ошибку, ...

... и с помощью [Закреть редактор] снова перейти к симуляции.

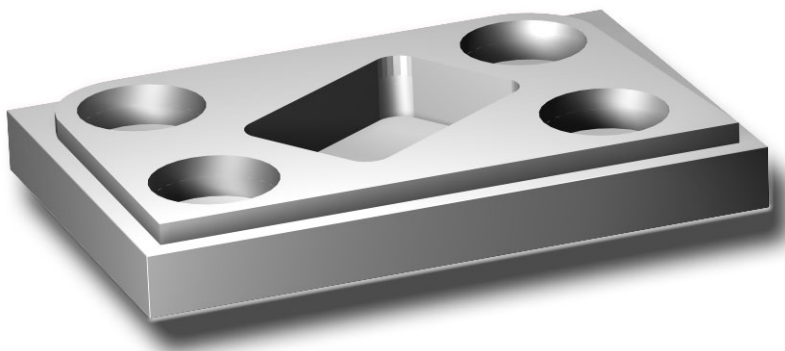


Симуляция, здесь представлена на двух страницах (вид сверху и вид спереди)

Через программную клавишу или с помощью клавиши <Recall> (⏪) завершить симуляцию.

Закреть редактор программной клавишей.

Загрузка программы в оперативную память ЧПУ для ее последующего запуска в обработку в режиме работы 'AUTO' в области управления 'Станок' подробно описаны в главе 2.3.2.



4 Программирование токарной обработки

В этой главе на основе двух простых токарных деталей объясняется программирование СЧПУ SINUMERIK 810D/840D/840Di. Как уже упоминалось в главе, посвященной фрезерованию, демо-программы служат учебным пособием для начинающих, позволяющим получить необходимую начальную информацию о возможностях программирования СЧПУ.



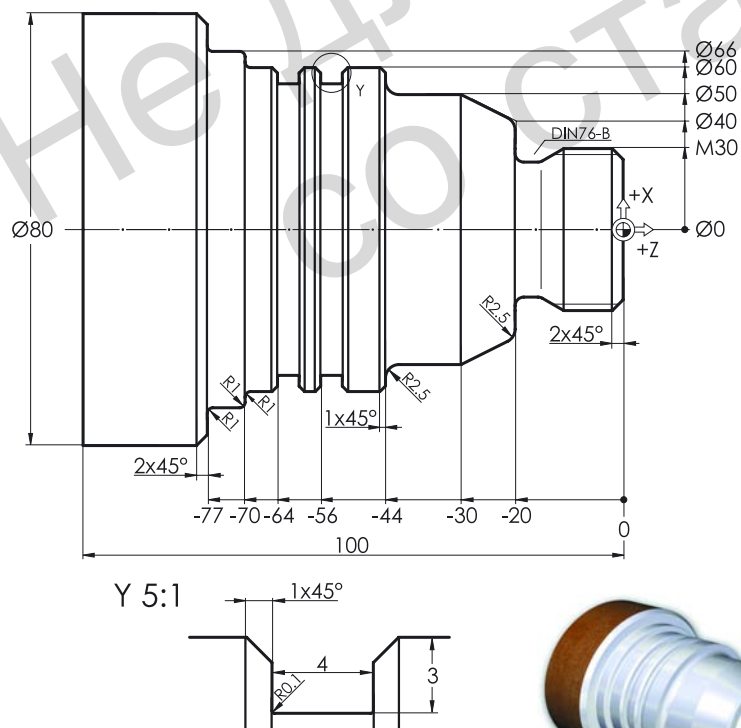
После обучения можно оптимизировать программы согласно собственным представлениям.



На примере второго вала объясняются контурный вычислитель SINUMERIK и функции комплексной обработки.

4.1 Деталь "Shaft"

На основе детали "Shaft" (диаметр заготовки 80, длина 101) через последовательность нажатия отдельных клавиш объясняется полный путь от чертежа до готовой программы ЧПУ. При этом рассматриваются следующие темы:



- подразделение на деталь, программу обработки детали и подпрограмму
- техника подпрограмм для описания контура и подвод к точке смены инструмента
- вызов инструмента, скорость резания, базовые функции
- поперечная обточка
- цикл обработки резаньем CYCLE95
- чистовая обработка с коррекцией радиуса инструмента
- цикл резьбовой канавки CYCLE96
- цикл резьбы CYCLE97
- цикл выточки CYCLE93

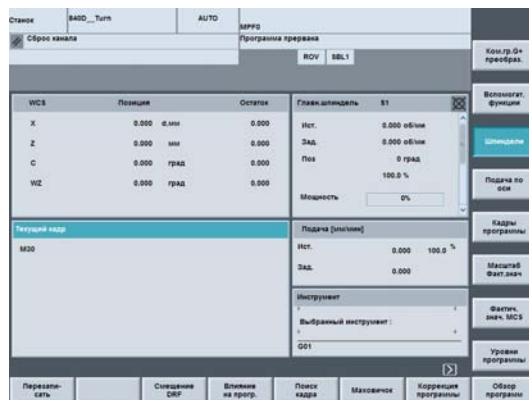


4.1.1 Создание детали и подпрограммы

Клавиши/ввод

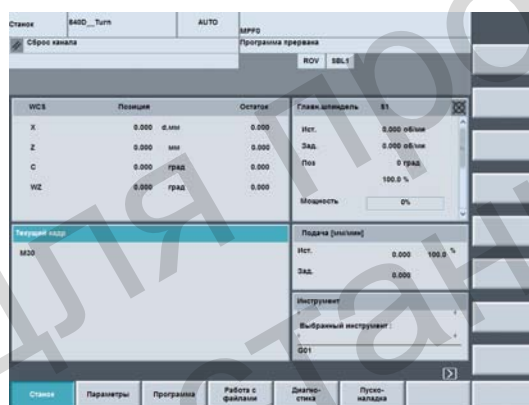
Дисплей / рисунок

Объяснение

Исходное состояние:

- Любая область управления (здесь 'Станок') и режим управления (здесь 'AUTO')
- Состояние канала RESET, т.е. в настоящий момент программы не выполняются. Если еще не осуществлено, то перевести СЧПУ в состояние 'Reset' (см. строку состояния сверху слева).

Переход в главное меню

В горизонтальной панели программных клавиш находятся области управления. Активная область управления 'Станок' выделена.





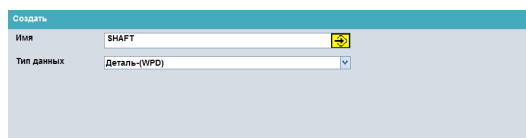
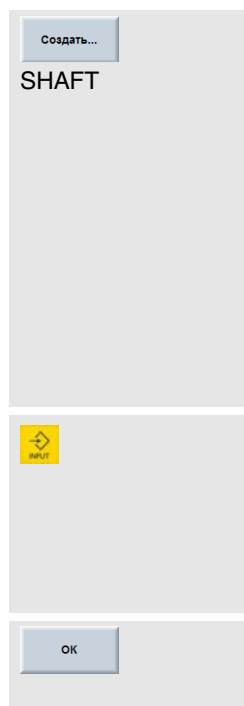
Переход через программную клавишу в область управления 'Программа'

Существуют различные типы программ, которые теперь перечислены на панели программных клавиш.

Выделенный тип 'Детали' это директория, в которую могут быть сохранены все релевантные данные задачи обработки (программы обработки детали, подпрограммы и т.п.).

Таким образом, возможна наглядная сортировка всех файлов.

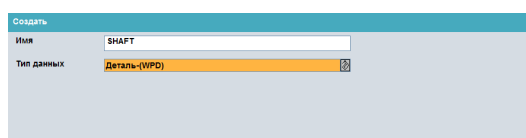
4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"



Создать новую директорию детали для "SHAFT".

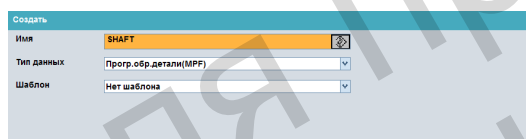
Ввести имя детали (при этом ввод может осуществляться как прописными, так и строчными буквами).

Учитывать, что каждое имя может использоваться только один раз (т.е. в определенных ситуациях необходимо выбрать другое имя).



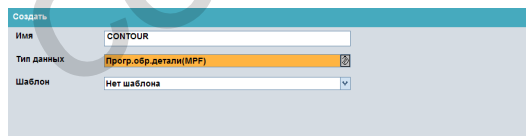
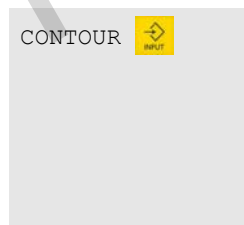
Введенный текст и числа на клавиатуре СЧПУ всегда применяется с помощью желтой клавиши <Input>, а на PC с помощью <Return>. Поле 'Тип файла' активно.

Так как необходимо создать деталь (WPD = WorkPieceDirectory), то тип файла может быть применен без изменений.



Снова появляется окно ввода для создания файлов внутри директории детали.

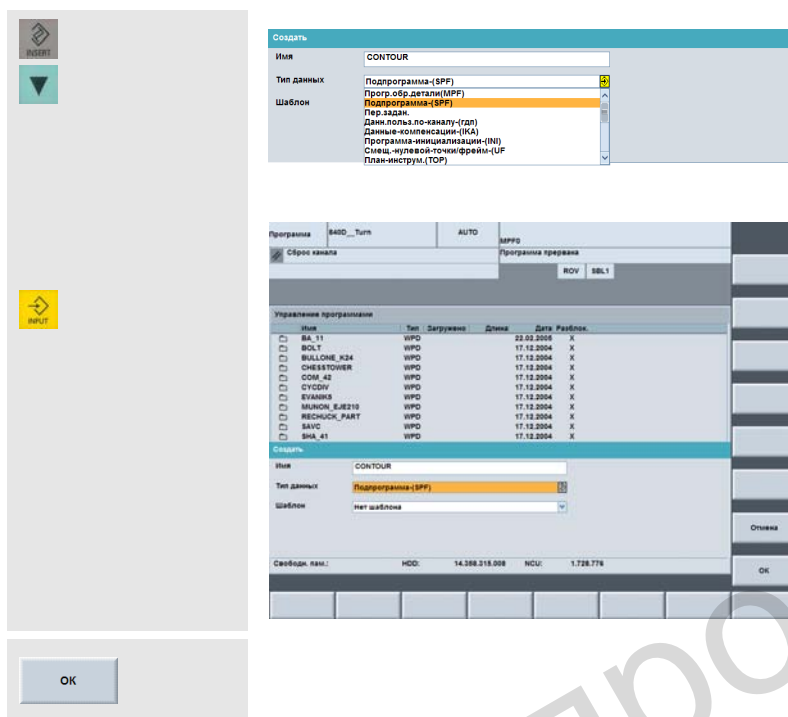
Ядро обработки – это программа обработки деталей (MPF = MainProgramFile). В составленном заново каталоге заготовок автоматически заводится (одноименная) программа обработки деталей.



Сначала в подпрограмме необходимо ввести контур обточки.

Введите «KONTUR» как имя подпрограммы.

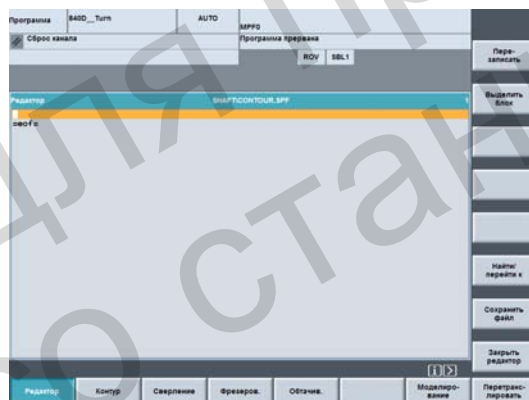
Применить его с <Input>.



С помощью клавиши <Edit> открыть список типов файлов. Выделить и применить тип 'Подпрограмма'! (SPF = Sub Program File)

(В качестве альтернативы через первую букву "u" необходимый тип может быть выбран напрямую.)

Шаблон не используется.



Автоматически открывается редактор, в котором осуществляется написание подпрограммы.

В заглавной строке стоит имя директории детали, а за ним - имя программы. Первая строка программы выделена.

= eof = обозначает конец программы (End of File).

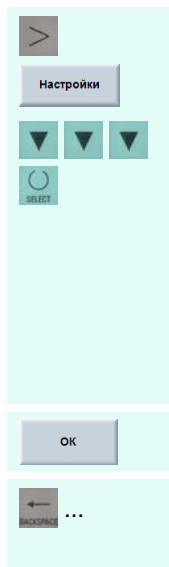
4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"

Если ...

```

Редактор
N100
=eof=
    
```

Если на СЧПУ активна автоматическая нумерация кадров ...



Параметры редактора:

- Прокрутить по горизонт. ВКЛ/ВЫКЛ
- Индицировать невидимые строки
- Подавить "LF" в программе

Интервал автом. сохранения на HDD в минутах 0 = Нет автом. сохранения:

Автом. нумер. кадров:

- Автомат. нумер. кадров ВКЛ/ВЫКЛ

Номер первого кадра:

Ширина шага:

Программирование должно осуществляться без автоматической нумерации строк.

СЧПУ работает и без номеров кадров, а написание программы без номеров является более удобным.

Позднее через [Новая нумерация] можно автоматически вставить номера кадров.

Применить измененный установочный экран.

Удалить созданный автоматически первый номер строки.

G18 G90 DIAMON

G18 определяет плоскость XZ как плоскость обработки (стандарт при токарной обработке). G90 определяет, что все координаты вводятся абсолютно, т.е. относительно нулевой точки детали.

DIAMON обозначает "Diameter ON", по русски "Диаметр ВКЛ". Это означает, что значения X всегда (независимо от G90/G91) вводятся относительно диаметра.

Альтернативы: 'DIAMOF' Отн. радиуса ... независимо от G90/G91

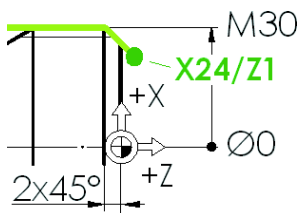
'DIAM90' Отн. диаметра ... при активной G90 (абс. указание размеров)

Отн. радиуса ... при активной G91 (составное указание размеров)



<Input> завершает строку. Курсор переходит на следующую строку (Эта клавиша в дальнейшем не упоминается отдельно.)

G1 X24 Z1

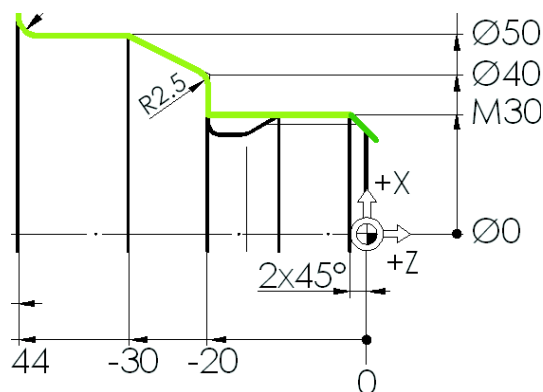


Команды для поперечной обточке детали в Z0 после вводятся в главной программе.

Подпрограмма начинается с команды G1 на стартовую точку в удлинении фаски 2x45°.

Учитывать: значение X относится к диаметру!

G1 X30 Z-2

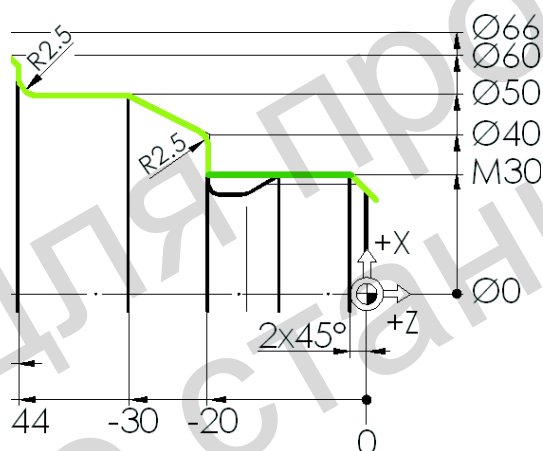


Подвод к контуру X24/Z1 и обработка фаски 45° могут осуществляться в одном кадре.

Резец перемещается в X и Z соответственно на 3 мм на запрограммированную позицию X30/Z-2

Команда G1 из предшествующих кадров "действует модально". Это означает, что все последующие кадры, даже без записи G1, проходятся как прямые (G1 отменяется только командой для дуги G2/G3 или движения ускоренного хода G0). Но здесь для наглядности всегда записывается G1.

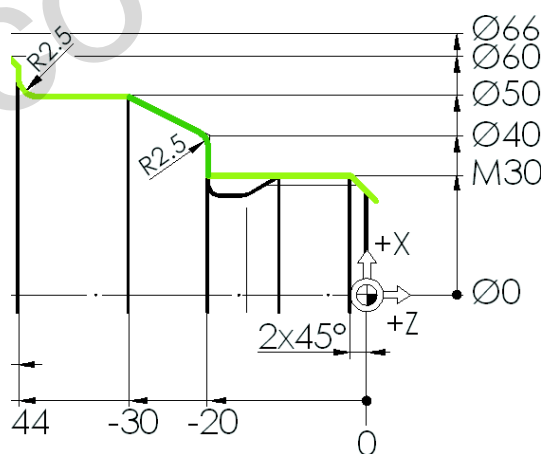
G1 Z-20



Горизонтальная повторная обточка номинального диаметра резьбы.

Значение X 30 сохраняется из запрограммированного ранее кадра, т.е. оно "действует модально".

Резьбовая канавка позже программируется как самостоятельный цикл.

G1 X40 RND=2.5
G1 X50 Z-30

Вертикаль на X40. Переход к диагоналям на X50/Z-30 закругляется на 2.5 мм (RND = Rounding).

4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"

G1 Z-44 RND=2.5

G1 X60 CHR=1

G1 Z-70 RND=1

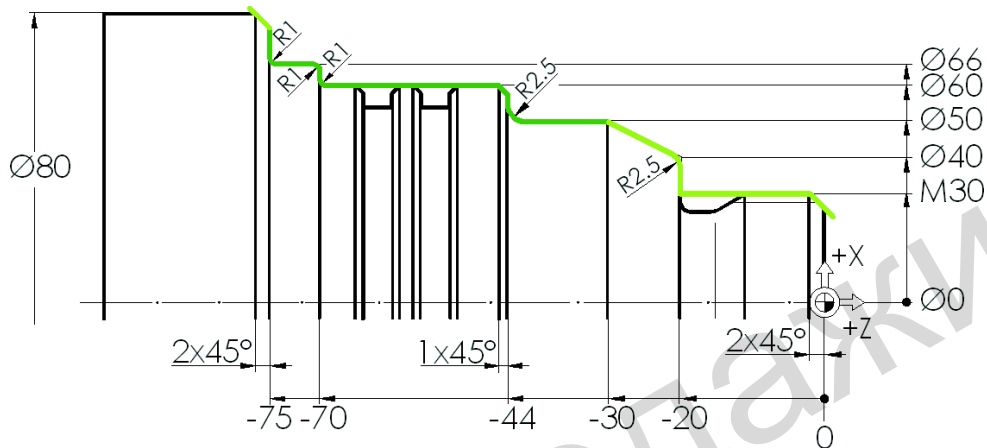
G1 X66 RND=1

G1 Z-75 RND=1

G1 X76

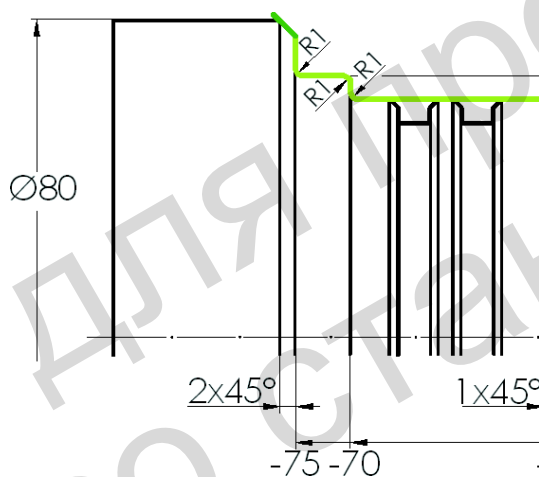
Запрограммировать остальные ходы перемещения вдоль контура!
CHR=1 создает фаску (англ. "Chamfer") между прямыми с шириной 1 мм.

(Фаска, для которой указан размер длины, программировалась бы с помощью команды CHF.)



G1 X82 Z-78

M17



Фаска и выход из контура по касательной

M17 обозначает конец подпрограммы.

Редактор

SHAFTCONTOUR.SPF

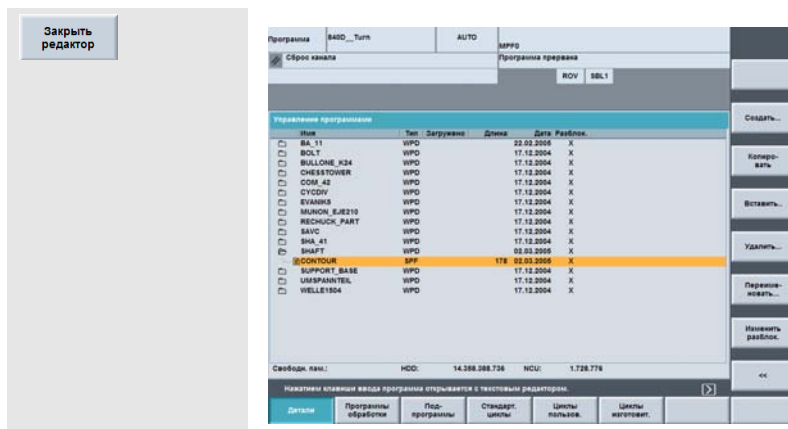
```
G18 G90 DIAMON¶
G1 X24 Z1¶
G1 X30 Z-2¶
G1 Z-20¶
G1 X40 RND=2.5¶
G1 X50 Z-30¶
G1 Z-44 RND=2.5¶
G1 X60 CHR=1¶
G1 Z-70 RND=1¶
G1 X66 RND=1¶
G1 Z-75 RND=1¶
G1 X76¶
G1 X82 Z-78¶
M17¶
```

Обзор всей подпрограммы!

Некоторые строки программы на рисунке имеют комментарии. Комментарии в программе обозначаются точкой с запятой перед ними.

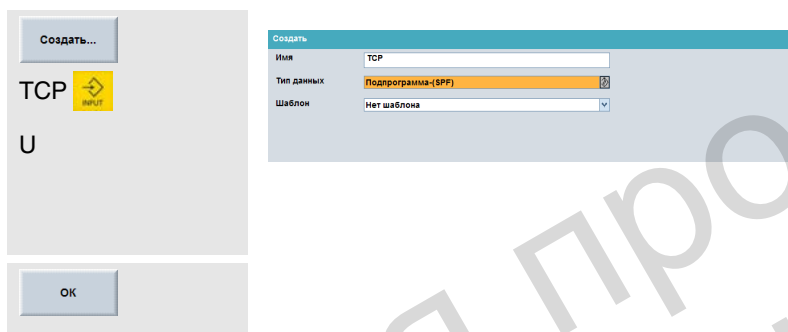
Символ ¶ обозначает конец строки.

Конечно этот контур мог бы быть введен и с помощью контурного вычислителя (см. контур токарной детали "COMPLETE").



Подпрограмма сохраняется и происходит возврат в управление программами.


В зависимости от конфигурации СЧПУ возможно и промежуточное сохранение программы через программную клавишу, или при закрытии появляется запрос на сохранение программы.



Создать по той же схеме подпрограмму "TCP".

Эта подпрограмма в дальнейшем выполняет подвод к точке смены инструмента и вызывается при каждой смене инструмента.

G0 G18 G40 G500 G90 X400 Z600 T0 D0 G97 S300 M4 M9
M17

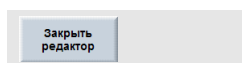
Переписать эти две строки программы! В конце первой строки она применяется с помощью . Одновременно курсор переходит на следующую строку.

Движение осуществляется ...

- ускоренным ходом (G0),
- в плоскости XZ (G18),
- при отключенной коррекции радиуса инструмента (G40)
- в системе координат станка (G500)
- на абсолютную позицию (G90) X400/Z600

Эта позиция относится к зажиму инструмента (T0 D0). Коррекции инструмента отключены. Так как оси некоторых станков перемещаются только при вращающемся шпинделе, то должны быть также запрограммированы число оборотов (G97 S300) и направление вращения (M4). СОЖ отключается (M9).

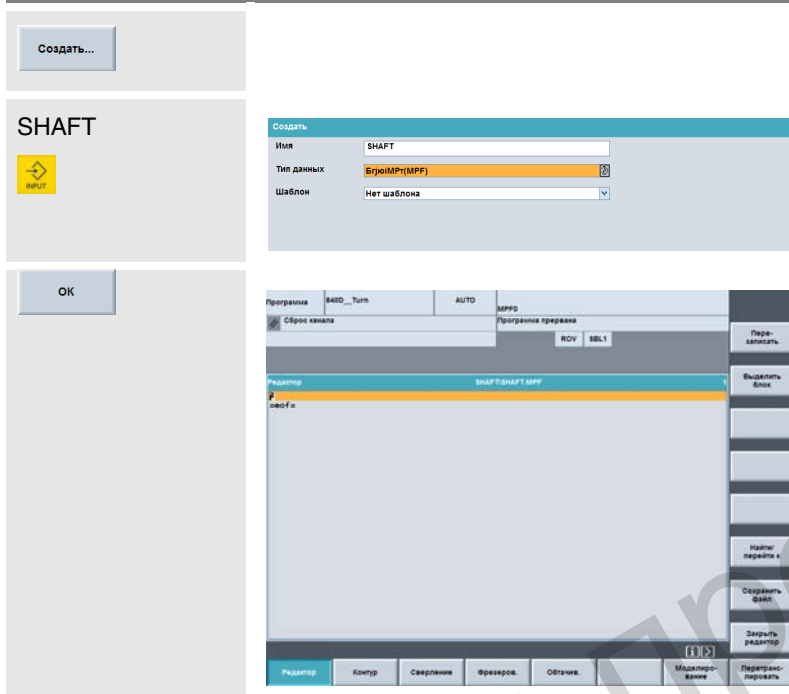
M17 обозначает конец подпрограммы.



Сохранить подпрограмму, закрыв редактор.

4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"

4.1.2 Вызов инструмента, скорость резания и основные функции



Создается программа обработки детали "SHAFT".

TCP ; Move toolholder to change point

Вызов подпрограммы для подвода к точке смены инструмента и опционный комментарий

В зависимости от конфигурации СЧПУ вызовы инструмента различаются:

Либо

Если используется СЧПУ, работающая с текстовыми именами инструментов (см. главу 2.2.1)

Либо

Если используется СЧПУ, работающая с номерами Т инструментов (см. главу 2.2.2) ...

T="RT1" D1 ; Roughing tool 80° R0.8



T1 D1 ; Roughing tool 80° R0.8



Инструмент (Т = Tool) выбирается через его текстовое имя "RT1", присвоенное в управлении инструментом (область управления 'Параметры')

Инструмент (Т = Tool) выбирается через его номер Т, присвоенный в управлении инструментом (область управления 'Параметры'). Это номер соответствует месту инструмента в револьвере (здесь место 1).

Внимание: В дальнейшем больше не будет указаний на это различие в управлении инструментом. Вызов инструмента должен изменяться самим пользователем!

G96 S250 LIMS=3000 M4 M8



G96 включает постоянную скорость резания, т.е. резец осуществляет резание - независимо от диаметра, на котором он находится - со скоростью 250 м/мин (см. главу 1.2.3). Так как при малых диаметрах число оборотов увеличивалось бы до бесконечности, то в комбинации с G96 всегда программируется граница числа оборотов (LIMS от Limit Speed), здесь это 3000 1/мин.

M4 задает направление вращения против часовой стрелки (направление взгляда "из патрона").

M8 включает СОЖ.

G18 G54 G90



Это другие базовые функции, которые будут подробно объяснены в следующем обзоре. Часто эти функции действуют для всей программы ("модальный режим") и в этом случае они могут быть упомянуты только один раз в заголовке программы.

Но для безопасности рекомендуется выполнять эти функции при каждой смене инструмента.

В перчую очередь это относится к комплексной обработке на токарных станках, при которой различные обработки (токарная, фрезерная, сверление) комбинируются на различных плоскостях обработки.

Объяснение функций	Функции той же группы
G18 - выбор плоскости XZ	G17 - выбор плоскости XY G19 - выбор плоскости YZ
G41 - коррекция радиуса инструмента слева от контура	G42 - коррекция радиуса инструмента справа от контура G40 - отмена коррекции радиуса инструмента
G54 - активация первого смещения нулевой точки	G55, G56, G57 - другие смещения нулевой точки G53 - отмена всех смещений нулевой точки (действует покадрово) G500 - выключение всех смещений нулевой точки
G90 - программирование абсолютных размеров	G91 - программирование инкрементальных размеров (составных размеров) G94 - линейная подача в мм/мин (стандарт для фрезерования)
G95 - окружная подача в мм/об (стандарт для токарной обработки, G95 включается автоматически при активной G96)	G97 - постоянное число оборотов (для сверлильных и фрезерных операций)
G96 - постоянная скорость резания (для токарной обработки)	

Функции одной группы являются взаимоисключающими. Какая функция активна в настоящий момент, можно узнать в области управления 'Станок' через программную клавишу

4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"

```
Редактор SHAF1.SHAFT.MPF
TCP ; Move toolholder to change point!
#
T="RT1" D1 ; Roughing tool 60° R0.8!
G96 S250 LIMS=3000 M4 M8!
G18 G54 G98!
#
#eof#
```

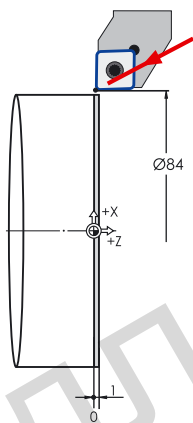
Первые строки программы пройдены!

Инструментальный суппорт стоит на точке смены, первый инструмент был установлен и важные, базовые первичные установки определены.

Теперь с помощью чернового резца необходимо осуществить поперечную обточку детали.


4.1.3 Поперечная обточка


G0 X84 Z0.2



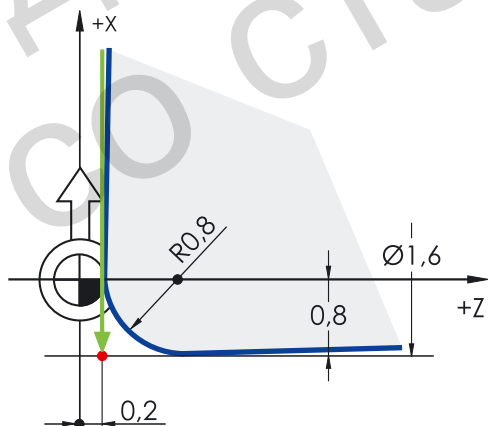
Сначала резец ускоренным ходом (G0) двигается от точки смены инструмента на позиции 2 мм над деталью.

В направлении Z учитывается припуск в 0.2 мм к торцовой поверхности для чистовой обработки.

(Клавиша  для ввода строки программы для улучшения читабельности с этого места больше не будет упоминаться отдельно.

Самостоятельно вводить каждую строку с помощью  !)

G1 X-1.6 F0.32



Торцевание в подаче.

При этом осуществляется перемещение в направлении X в соответствии с радиусом резцов через центр вращения (отрицательное значение X):

Радиус резцов 0.8 x 2 для координаты диаметра: X-1.6

G0 Z2

Отвод от детали

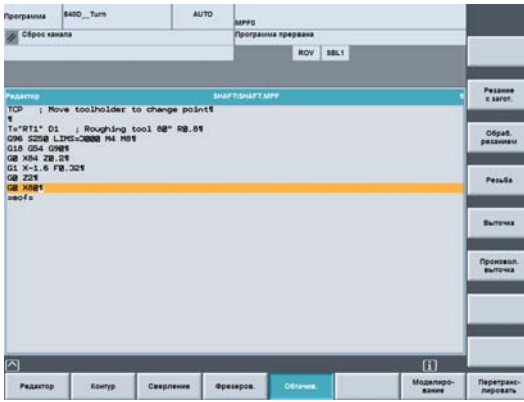
G0 X80

Промежуточная точка вблизи от стартовой точки для последующего цикла черновой обработки.

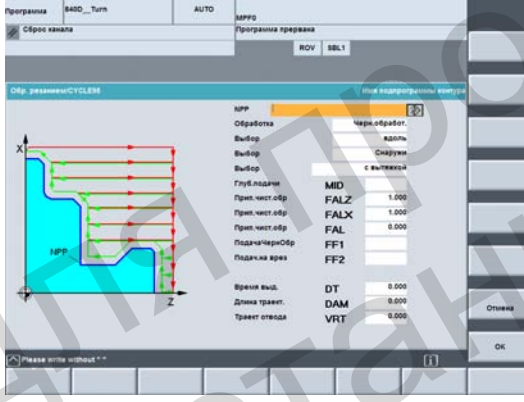
Сама стартовая точка вычисляется СЧПУ. Так как подвод к ней без столкновений возможен из актуальной позиции Z2, то кадр G0 X80 Z2 служит только для лучшей читабельности программы или для безопасности при изменениях программы. Т.е. он может быть пропущен.


4.1.4 Цикл обработки резанием CYCLE95

Обтачив.



Обраб. резанием



CONTOUR 

NPP	CONTOUR
Обработка	Черн.обработ.
Выбор	вдоль
Выбор	Снаружи
Выбор	с вытяжкой
Глуб.подачи	MID 3.000
Прип.чист.обр	FALZ 0.200
Прип.чист.обр	FALX 0.500
Прип.чист.обр	FAL 0.300
ПодачаЧернОбр	FF1 0.300
Подач.на врез	FF2 0.200
Время выд.	DT 0.000
Длина траект.	DAM 0.000
Траект отвода	VRT 1.000

OK

`||CYCLE95("CONTOUR",3,0.2,0.5,0.3,0.3,0.2,,1,0,0,1)||`

На горизонтальной панели программных клавиш расположены главные меню.

Посредством нажатия программной клавиши [Токарная обработка] на вертикальной панели программных клавиш появляются подменю для различных токарных циклов.

Через вертикальную программную клавишу открывается диалоговое окно для цикла обработки резанием CYCLE95.

Курсор стоит на первом поле ввода. Вспомогательный рисунок графически поясняет значение отдельных полей. В желтой заглавной строке всегда стоит подробное обозначение параметра.

В первом поле запрашивается имя подпрограммы контура.

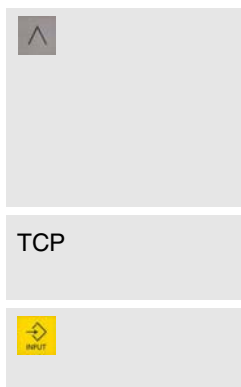
Изменить или дополнить строки согласно данным на рисунке.

Здесь необходимо выбрать грубую обработку 'Черновая обработка'.

Чистовая обработка осуществляется позднее через простой запуск подпрограммы "CONTOUR".

Цикл передается в программу.

4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"



С помощью клавиши <Recall> осуществляется выход из меню токарных циклов.

Если в последствии необходимо изменить кадр цикла, то это можно сделать через горизонтальную программную клавишу [Перетранслировать].

Вызов подпрограммы для подвода к точке смены инструмента.

Отдельная пустая строка в конце обработки с помощью черного резца служит для разделения.

4.1.5 Чистовая обработка

```
T="FT1" D1 ; FINISHING TOOL R0.4
```

```
G96 S320 LIMS=3000 M4 M8
```

```
G18 G54 G90
```

```
G0 X32 Z0
```

```
G1 X-0.8 F0.1
```

```
G0 Z2
```

```
G0 G42 X22 Z2
```

```
CONTOUR
```

```
G0 G40 G91 X2
```

Вызов инструмента

Скорость резания для чистовой обработки 320 м/мин

Основные функции для обработки

Поперечная обточка торца по размеру

X-0.8 учитывает радиус резца R0.4

Отвод от детали

Подвод вблизи от стартовой позиции для ходов перемещения чистовой обработки подпрограммы "CONTOUR".

Одновременно с G42 включается коррекция радиуса инструмента справа от контура.

Вызов подпрограммы с чистовым контуром

В завершении (здесь для обучения один раз инкрементально с G91 и DIAMON) осуществляется отвод на 1 мм от детали.

Одновременно отключается коррекция радиуса инструмента (G40).

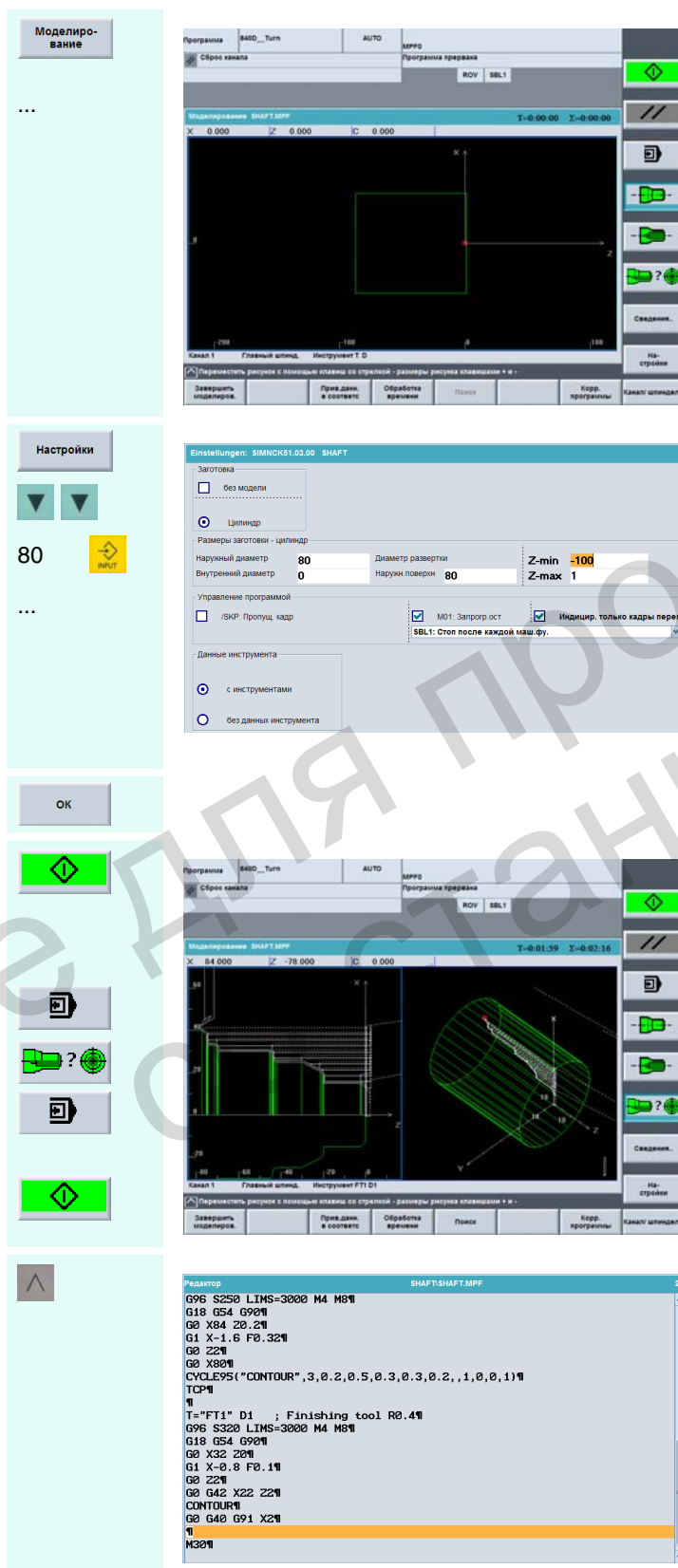


Если ...

Если необходимо симулировать программу ...

M30

Для симуляции необходима команда M30 для обозначения конца программы. Без M30 симуляция осуществляется, но после выводится сообщение об ошибке. Поэтому рекомендуется перед первым вызовом симуляции записать M30.



Вызвать графическую симуляцию.

Но размеры детали, как правило, еще не соответствуют симулируемой программе.

Через программную клавишу открыть диалоговый экран для установок симуляции. Ввести размеры заготовки (диаметр и длина):

Наружный диаметр: 80
Z-мин: -100
Z-макс*: 1

* припуск для поперечной обточки

Применить установки.

С помощью программной клавиши [NC-Start] запускается симуляция.

С помощью [Single Block] можно переключаться между симуляцией отдельного кадра и последовательности кадров.

Можно выбирать различные виды.

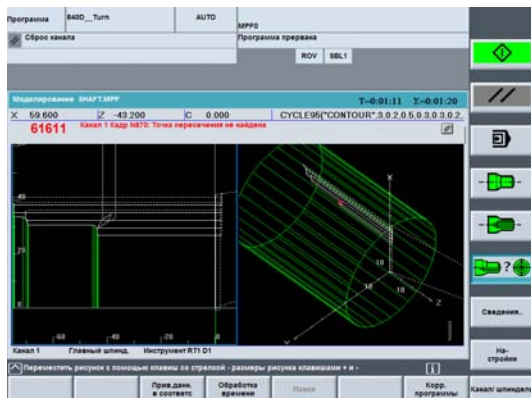
В завершении закрыть окно симуляции с помощью клавиши <Recall>.

Учитывать, что последующие строки программы должны быть вставлены до команды M30.

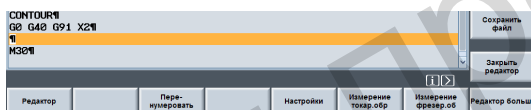
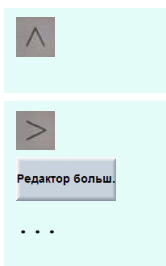
4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"

4.1.6 Исправление ошибок - параллельное редактирование главной программы и подпрограммы

Если ...

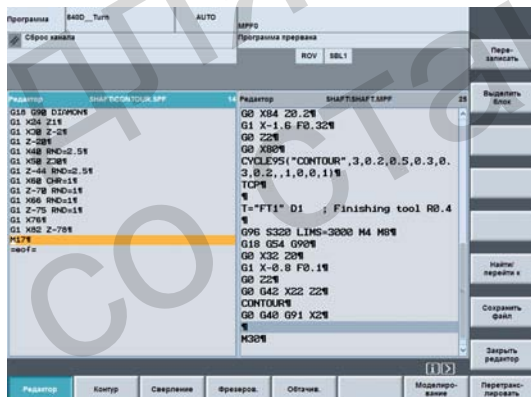


Если при симуляции обнаружена ошибка, которая, к примеру, должна находиться в подпрограмме "CONTOUR" ...

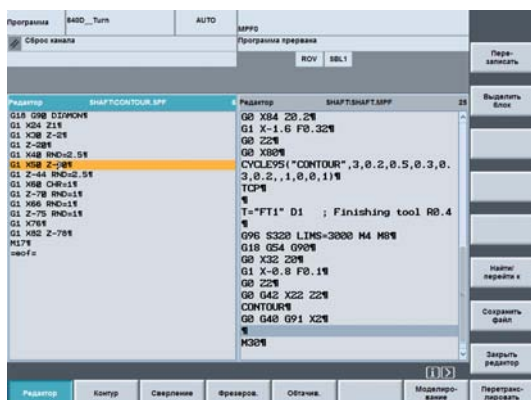
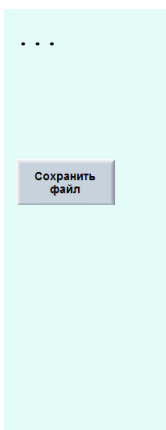


Выйти из симуляции с помощью клавиши <Recall>.

Через расширенную горизонтальную панель программных клавиш можно загрузить подпрограмму "CONTOUR" в качестве второго файла в редактор и изменить.




Здесь, очевидно, был пропущен знак "минус" значения Z.




Отсутствующий знак "минус" был вставлен.


Учитывать, что изменения в этом втором файле не применяются автоматически.

Сначала необходимо сохранить файл программной клавишей!

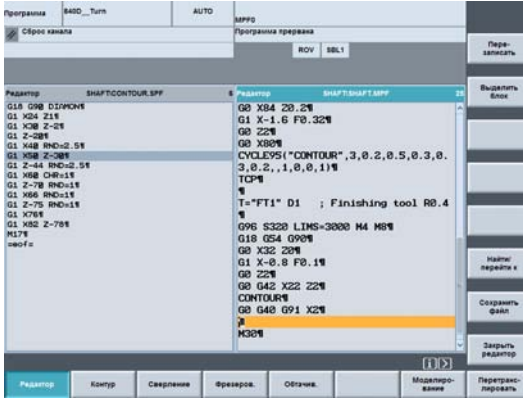


Моделирование





Закрывать редактор



Кроме этого учитывать, что перед повторным вызовом симуляции активной должна быть главная программа ("SHAFT.MPF").

При этом для запуска симуляции неважно, в какой строке программы стоит курсор.

Если при симуляции все еще встречаются ошибки, то полностью выйти из окна симуляции с помощью клавиши <Recall>, а не с помощью [Коррекция программы], т.е. последняя функция разрешает только редактирование главной программы.

После исправления подпрограммы активировать окно подпрограммы и закрыть его программной клавишей.

4.1.7 Резьбовая канавка по DIN76

```
G90
G0 Z-10
F0.07
```

```
G1 X-0.8 F0.11
G0 Z2
G0 G42 X22 Z2
CONTOUR
G0 G40 G91 X20
M30
```

Год перемещения в последнем кадре был запрограммирован инкрементально (G91).

Снова переключиться с G90 на абсолютное программирование!



После завершения экскурса в главе 4.1.6 в редакторе должна остаться только главная программа.

Ускоренным ходом осуществляется подвод к позиции, с которой без столкновений можно достичь стартовой позиции канавки.

Подача 0.07 мм/оборот

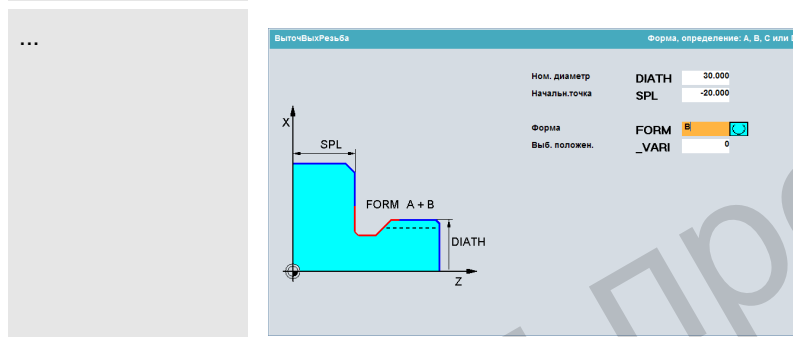
4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"



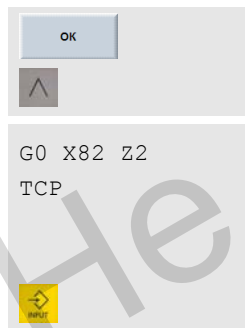
Вызвать программной клавишей окно ввода для цикла канавки.

Различаются форма E и F (по DIN 509) и форма A,B,C,D (для резьбовых канавок по DIN 76).

При необходимости переключиться программной клавишей на [форму A,B,C,D].



При номинальном диаметре 30 и исходной точке Z-20 необходимо выточить резьбовую канавку ФОРМЫ В.



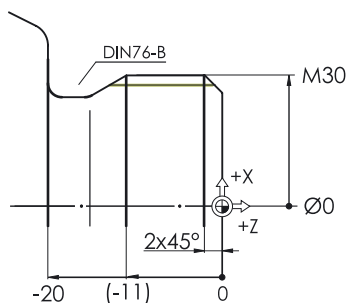
Передача цикла в программу

Выход из меню 'Токарная обработка'.

Подвод к безопасной промежуточной позиции и
Подвод к точке смены инструмента

Отдельная пустая строка для разделения

4.1.8 Цикл резбонарезания CYCLE97



После канавки нарезается резьба M30.

По стандарту канавка имеет ширину 9 мм. Размер для ориентации указан на рисунке в скобках.

```
T="Thread" D1 ; Threading tool
```

```
G96 S200 LIMS=3000 M3 M8
```

```
G18 G54 G90
```

```
G0 X40 Z7
```

Вызов инструмента

Технологические данные: для изготовления правой резьбы резец должен быть установлен в револьвере "через головку". После шпиндель должен вращаться по часовой стрелке (M3).

Основные функции

Ускоренным ходом от точки смены инструмента в точку вблизи от стартовой точки для цикла резьбы

По стандарту резьба M30 имеет шаг в 3.5 мм. Эмпирическая формула для входного участка резьбы: около 2 - 3 x шаг (здесь выбрано 2 x шаг)



- Обтачив.
- Резьба
- Нарезание резьбы

Программа 840D_Turn AUTO MPP0
Сброс канала Программа прервана ROV SBL1

Нарез. резьбы/CYCLE97 выбор таблицы резьбы

Таблица	метрич.
Как величина резьбы	MPIT
Как значение	PIT
Начальн. точка	SPL
Конч. точка	FPL
Диаметр 1	DM1
Диаметр 2	DM2
Траект. подвод	APP 3.000
Траект. выбега	ROP 3.000
Глуб. резьбы	TDEP
Прип. числ. обр	FAL 1.000
Угол подачи	IANG 0.000
Смещ. старт.г.	NSP 0.000
Разрезы	NRC 1.000
Холост. ходы	NID 1.000
Выбор	Снаружи

Альтерн. Отмена ОК

4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"

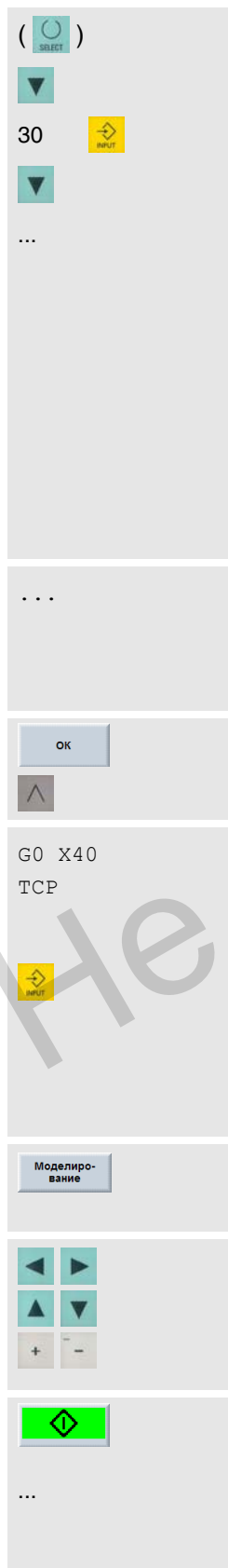
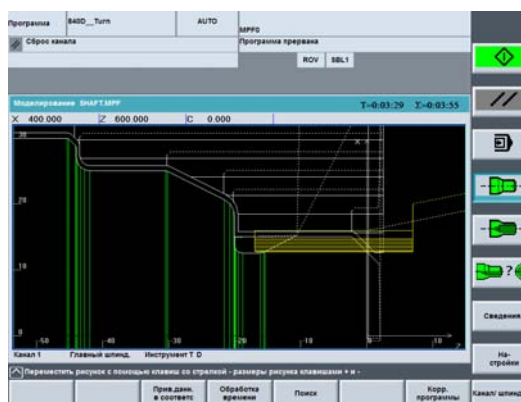


Таблица		метрич.
Как величина резьбы	MPIT	30.000
Как значение	PIT	3.500
Начальн.точка	SPL	0.000
Кон.точка	FPL	-11.000
Диаметр 1	DM1	30.000
Диаметр 2	DM2	30.000
Траект.подвод	APP	7.000
Траек. выбега	ROP	6.000
Глуб. резьбы	TDEP	2.273
Прип.чист.обр	FAL	0.100
Угол подачи	IANG	0.000
Смещ.старт.т.	NSP	0.000
Разрезы	NRC	8.000
Холост. ходы	NID	1.000
Выбор		Снаружи

Выбор		ПостПодНаГлуб
Кол-во ходов	NUMT	1.000
Отвод	VRT	0.000

```

G0 Z-10
F0.07
CYCLE96(30,-20,"B",0)
G0 X82 Z2
TCP
T="THREAD" D1 ; Thread cutting tool
G96 S200 LIMS=3000 M3 M8
G18 G54 G90
G0 X40 Z7
CYCLE97(3.5,30,0,-11,30,30,7,6,2.273,0.1,0,0,8,1,1,1,0)
G0 X40
TCP
    
```



Ввести значения для цикла резьбы.

Некоторые значения согласно стандарту получаются из номинального размера.

Т.е. записи для шага резьбы PIT и глубины резьбы TDEP осуществляются автоматически.

Конечная точка и выходной участок прибавляются к пути перемещения в Z на -17. С помощью симуляции можно проверить, "подходит ли" этот размер. Но учитывать и фактическую геометрию резца.

Последние две строки в "прокрученном" вниз окне ввода.

Передача цикла в программу и выход из меню

Подвод к безопасной промежуточной позиции и движение к точке смены инструмента

Пустая строка для разделения

Рисунок показывает обзор программы по последним двум рабочим операциям (резбовая канавка и резьба).

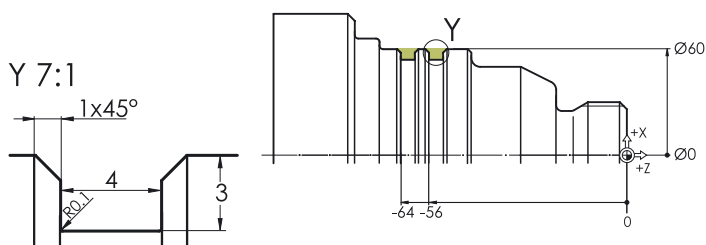
Вызов симуляции для контроля цикла

С помощью клавиш-стрелок и <+>/<-> можно увеличить сегмент, в котором осуществляется обработка резьбы.

Запуск симуляции

Обработка резьбы представляется другим цветом. Выбор цвета может быть сконфигурирован через [Установки...] > [Индикация и цвета....].

4.1.9 Цикл выточки CYCLE93



```
T="GT_3" D1 ; Grooving tool 3mm, left cutt. edge
G96 S200 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X64 Z-40
F0.05
```

Обтачив.
 Выточка

...

Выбор	вдоль	
Выбор	Снаружи	
Нач. точка	слева	
Начальн.точка	SPD	60.000
Начальн.точка	SPL	-56.000
Ширина	WIDG	4.000
Глуб. выточки	DIAG	3.000
Угол	STA1	0.000
Угол фронта 1	ANG1	0.000
Угол фронта 2	ANG2	0.000
Переход	CO1	1.000
Переход	CO2	1.000
Переход	RI1	0.100
Переход	RI2	0.100
Прип.чист.обр	FAL1	0.000
Прип.чист.обр	FAL2	0.000
Глуб.подачи	IDEP	3.000
Время выд.	DTB	0.000
Выбор	CHR	
Отвод	VRT	0.000

В заключении необходимо изготовить две выточки.

Действовать по уже известной схеме:

- вызов инструмента
- технологические данные
- основные функции
- позиционирование ускоренным ходом вблизи от первой выточки
- подача
- вызов цикла



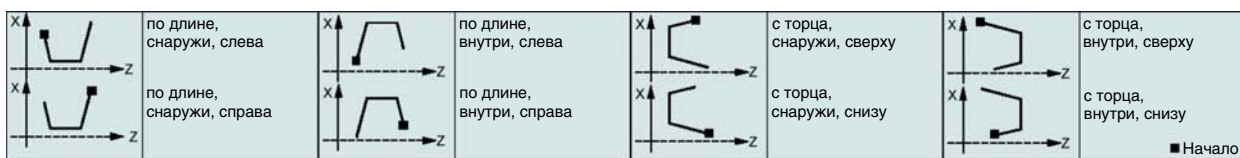
Ввести значения для первой выточки.

При этом учитывать следующие особенности:

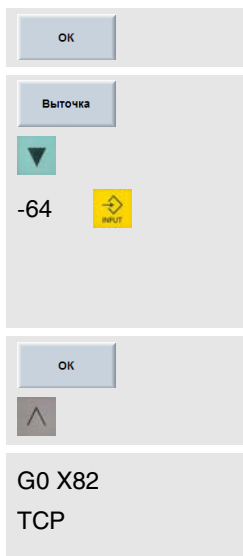
В полях 'Переход' с помощью функциональной клавиши или клавиши можно выбрать между фаской (здесь в каждом случае 1 мм наружу) и закруглением (здесь в каждом случае 0.1 мм внутрь).

Фаска может быть определена либо через ее ширину, либо через ее длину. Выбор 'CHR' определяет, что записи будут интерпретироваться как "Ширина фаски" (согласно указанию размеров на чертеже 1x45°).

Взаимосвязь между обоими полями 'Выбор' вверху и полем 'Исходная точка' наглядно поясняет следующее окно справки:



4.1 Программирование токарной обработки - Деталь "Shaft"



Передача цикла в программу

Начальн.точка	SPD	60.000
Начальн.точка	SPL	-64
Ширина	WIDG	4.000
Глуб. выточки	DIAG	3.000

Все записи от последней созданной выточки сохранились.

В этом случае для второй выточки необходимо изменить только значение для 'Начальной точки SPL'.

Передача цикла в программу

Выход из меню токарной обработки

Отвод от детали

Движение к точке смены инструмента

Обзор всей программы обработки детали!

Изменения в "обычных" строках программы могут осуществляться напрямую в текстовом редакторе. Для замены частей программы использовать программную клавишу [Заменить].

Для изменений в цикле перевести курсор на соответствующую строку и с помощью программной клавиши [Перетранслировать] открыть окно ввода цикла.

Если необходимо изменить последовательность обработки, к примеру, переставить выточку вперед, то действовать следующим образом:

Установить курсор на первый символ соответствующего блока программы (т.е. на 'T' в строке T="Einstech_3" D1).

Нажать программную клавишу [Выделить блок].

Переместить курсор с помощью клавиш-стрелок вниз вправо на последний символ блока (т.е. на 'P' в строке "TCP").

Нажать программную клавишу [Копировать блок].

Установить курсор в то место в программе, в котором должна осуществляться обработка, и нажать [Вставить блок].

После снова выделить блок в исходном месте в программе и удалить его программной клавишей [Удалить блок].

С помощью [Закреть редактор] программа сохраняется и осуществляется возврат в управление программами.

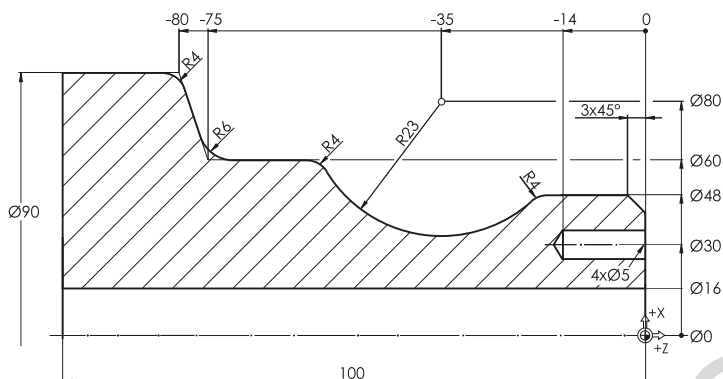
Шаги выполнения программы на станке описаны в главе 2.3.2.

```

Редактор          SHAFT.SHAFT.MPF
TCP ; Move toolholder to change point
T="RT1" D1 ; Roughing tool 80° R0.8
G96 S250 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X84 Z0.2
G1 X-1.6 F0.32
G0 Z2
G0 X80
CYCLE95("CONTOUR",3,0.2,0.5,0.3,0.3,0.2,,1,0,0,1)
TCP
T="FT1" D1 ; Finishing tool R0.4
G96 S320 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X32 Z0
G1 X-0.8 F0.1
G0 Z2
G0 G42 X22 Z2
CONTOUR
G0 G40 G91 X2
G90
G0 Z-10
F0.07
CYCLE96(30,-20,"B")
G0 X82 Z2
TCP
T="THREAD" ; Threading tool
G96 S200 LIMS=3000 M3 M8
G18 G54 G90
G0 X40 Z7
CYCLE97(3.5,30,0,-11,30,30,7,6,2.273,0.1,0,0,8,1,1,1)
G0 X40
TCP
T="GT_3" D1 ; Grooving tool 3mm, left cutt. edge
G96 S200 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X64 Z-40
F0.05
CYCLE93(60,-56,4,3,0,0,0,-1,-1,0.1,0.1,0,0,3,0,11)
CYCLE93(60,-64,4,3,0,0,0,-1,-1,0.1,0.1,0,0,3,0,11)
G0 X82
TCP
M30
    
```

4.2 Деталь "Complete"

На основе детали "Complete" (диаметр заготовки 90, длина 101) объясняются - наряду с повторением "классической" токарной обработки, которая уже была рассмотрена на примере "Вала" - другие элементарные и полезные аспекты СЧПУ:



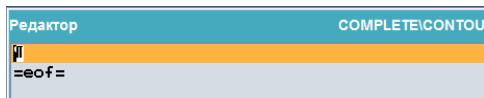
- контурный вычислитель SINUMERIK для простого ввода сложных контуров с графической поддержкой
- центровое сверление на токарном станке
- несоосная обработка торцевой поверхности с помощью функции TRANSMIT (с вращающимися инструментами)
- цикл окружности центров отверстий HOLES2



4.2.1 Контурный вычислитель SINUMERIK

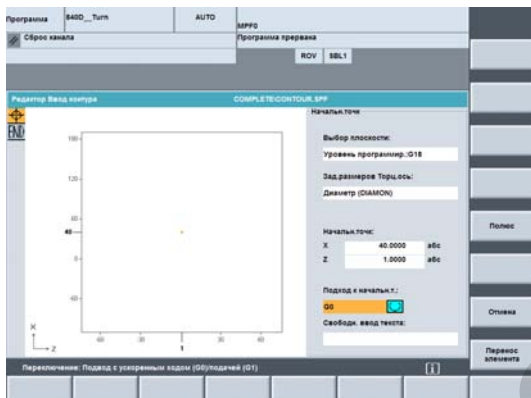
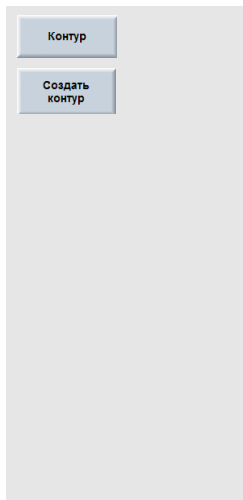
Клавиши/ввод	Дисплей / рисунок	Объяснение
		Создать аналогично примеру "Вал" новую директорию детали и присвоить ее имя, к примеру, "COMPLETE".
		Создать в ней подпрограмму с именем "CONTOUR". См. главу 4.1.1.

4.2 Программирование токарной обработки - Деталь "Complete"



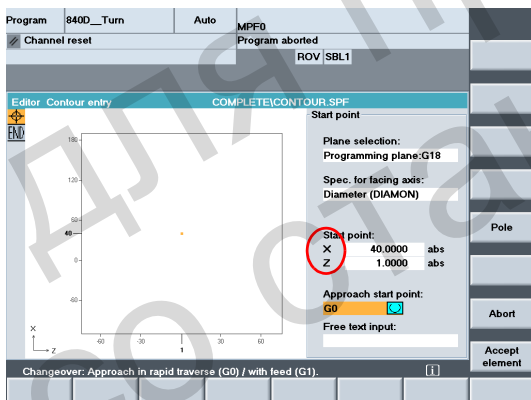
Открывается редактор и можно попытаться ввести контур аналогично "Валу" с помощью функций G.

Но намного проще это можно сделать с помощью графического контурного вычислителя ...



Интерфейс контурного вычислителя состоит из трех частей:

- В левой колонке линия контура представлена маленькими символами ("Иконками"). В начале имеются только символы для стартовой точки и конца контура.
- В центре по мере ввода линия контура будет оформляться как график. Таким образом, всегда можно визуально контролировать вводимые данные.
- Это осуществляется через поля ввода справа, как это уже известно из циклов.

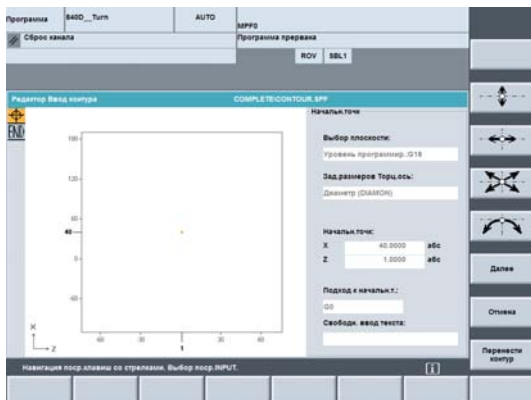


Линия контура начинается 40 мм в X и 1 мм в Z перед первой точкой контура.

Указание: Может случиться, что для имеющейся версии ПО на СЧПУ для совместимости необходимо будет еще запрограммировать Z перед X (и для дуг окружности соответственно K перед I)!

Все указания размеров в направлении X относятся к 'диаметру (DIAMON)'.

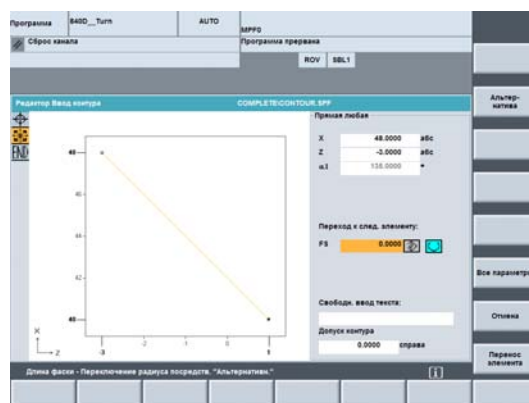
Применить стартовую точку.



Вместо использования транслированных команд G здесь линия контура может быть создана через простые пиктограммы (см. вертикальную панель программных клавиш).



Она начинается с диагонали ...



... к (указанной абсолютно) конечной точке

X 48.0000 abs

Z -3.0000 abs

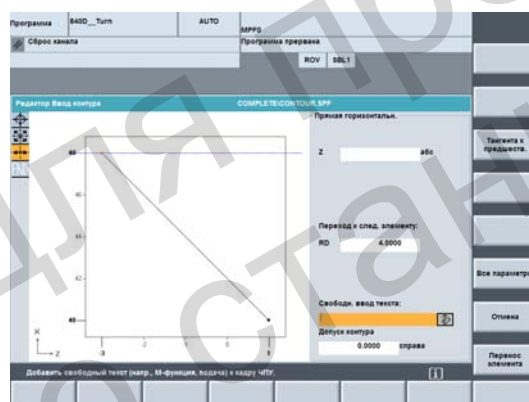
Угол к положительной оси X

$a1 = 135.000^\circ$

... вычисляются и индицируются автоматически. Наряду с графиком эта индикация служит для контроля ввода.

Применить первый элемент контура.

Он примыкает к горизонтальному участку, который указывается штрихпунктирной линией.



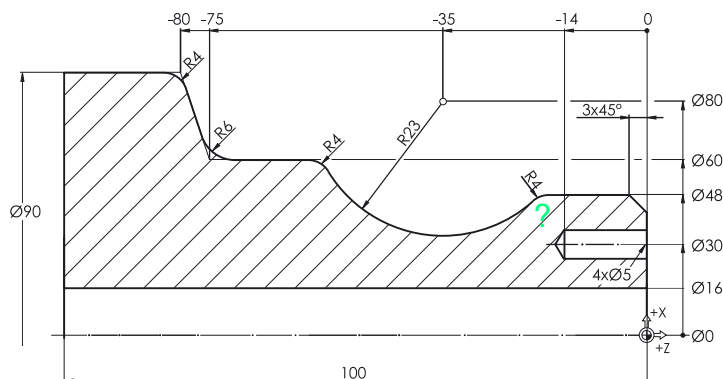
Конечная точка Z неизвестна.

Поле ввода остается пустым.

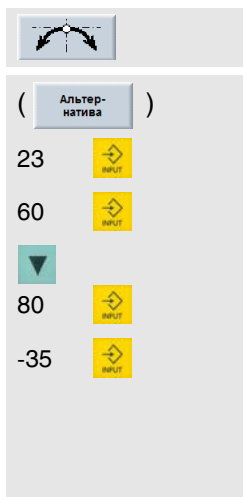
'Переход к следующему элементу', дуге R23, закругляется с R4.

При необходимости переключиться с помощью <клавиши-тумблера> или программной клавиши [Выбор] с 'FS' (фаска) на 'RD' (радиус) и ввести значение.

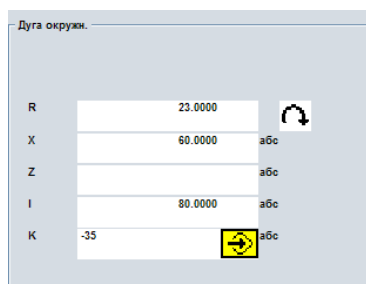
Применить частично определенный элемент контура. Значение Z конечной точки (?) будет получено позднее из конструкции последующей дуги R23.



4.2 Программирование токарной обработки - Деталь "Complete"



Вызвать окно ввода для дуги:



Наряду с направлением вращения и радиусом известно и значение диаметра конечной точки

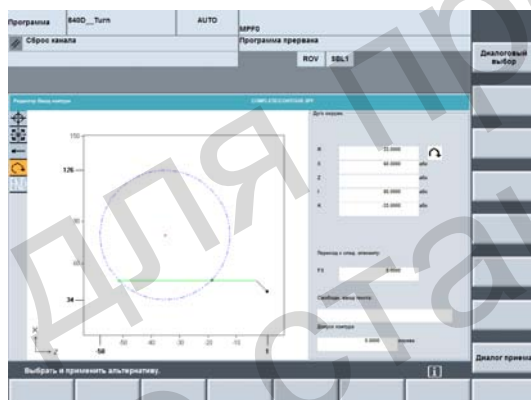
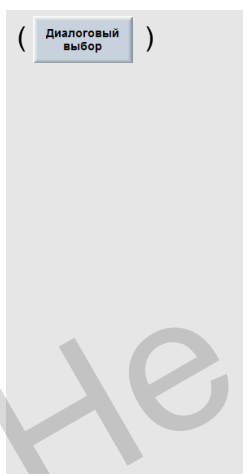
X 60.000 abs

... и абсолютные координаты центра

I 80.000 abs *

K -35.000 abs *

* Значение I и K как координат центра в X и Z поясняется на вспомогательном изображении, которое может быть вызвано, если курсор стоит на I или K, с помощью клавиши . Повторное нажатие возвращает к графическому представлению Online.



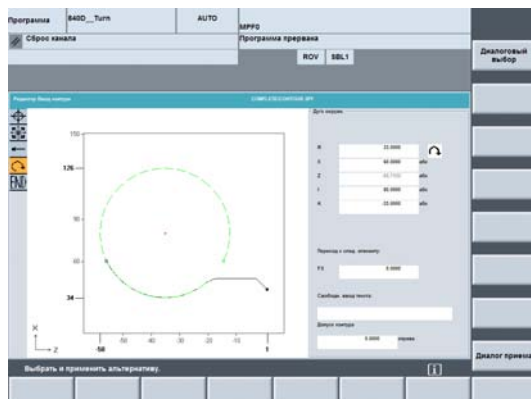
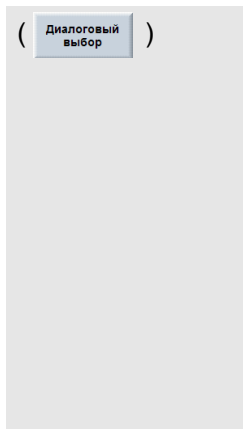
После ввода R, X, K и I дуга окружности определена настолько, что и она может быть представлена на графике штрихпунктирной линией.

Через программную клавишу выбрать одну из двух возможных с математической точки зрения координат конечной точки в Z (-14.288 или -55.712).

Выбрать вариант, при котором точка в Z-55.712 выделена черным.



Применить диалог.



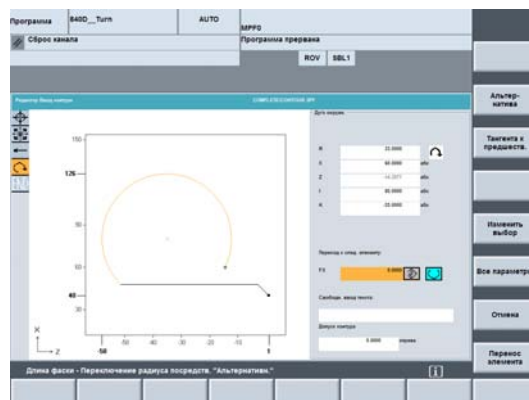
Дальше необходимо решить, должен ли переход между горизонталью и дугой быть осуществлен приблизительно в Z-20 или только в Z-50 (см. график).

Выбрать вариант, при котором черная линия соответствует чертежу.



Применить диалог.

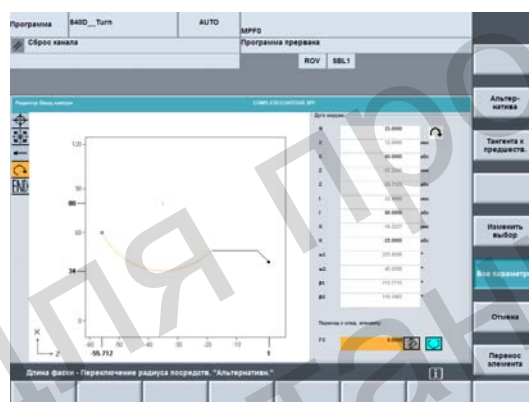
Если ...



Если произошла ошибка в диалоговом выборе ...

Изменить выбор

Все параметры



... то он снова может быть вызван программной клавишей и изменен.

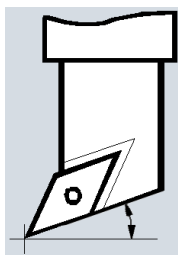
Переключить представление параметров ввода на [Все параметры].

В этом представлении все координаты дуги показываются как абсолютно, так и инкрементально (введенные значения черные, вычисленные - серые).

Наряду с координатами вычисляются и показываются углы дуги:

- a1 стартовый угол относительно положительной оси Z
- a2 стартовый угол относительно предшествующего элемента (здесь горизонталь)
- b1 конечный угол относительно положительной оси Z
- b2 апертурный угол дуги

Для последующей работы здесь важен стартовый угол дуги, который (без учета закругления) спадает несколько меньше чем на 46° по отношению к оси X.

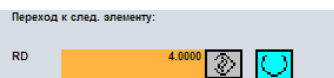


Точный угол с учетом R4 может быть определен, если R4 вводится не как закругление, а как "самостоятельный" элемент контура с тангенциальными присоединениями (программная клавиша [Касательная к предыдущему элементу]) к горизонтали и дуге R23. Это приводит к стартовому углу дуги R23 в 42° .

В главной программе при выборе инструмента необходимо помнить, **что задний угол инструмента к оси Z должен быть больше, чем этот стартовый угол дуги** (см. также главу 2.2 "Отладка", стр. 39)!

4.2 Программирование токарной обработки - Деталь "Complete"

4



Не забыть указать, что и дуга с закруглением в 4 мм переходит в последующий горизонтальный участок!

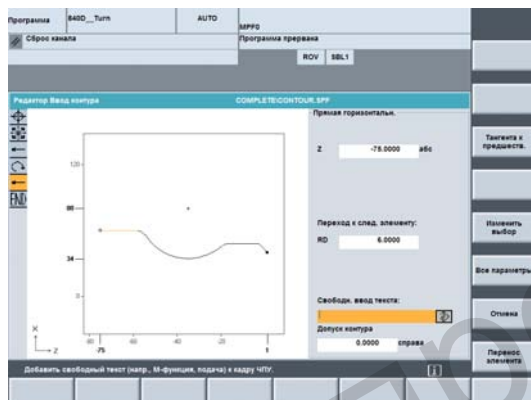
Перенос элемента

Применить элемент.



Дальше следует горизонталь:

-75



Теоретическая конечная точка участка лежит в ...

Z -75.000 abs

Он закругляется с

RD 6.000

Перенос элемента

Применить элемент.



Дальше следует диагональ:

90



-80



4



Она "теоретически" заканчивается в

X 90.000 abs

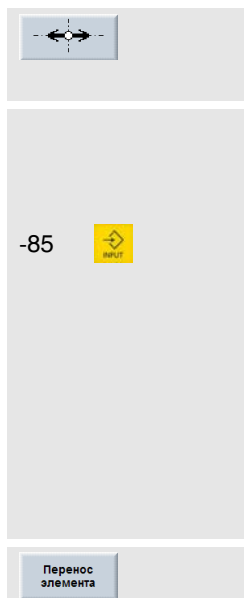
Z -80.000 abs

и закругляется с ...

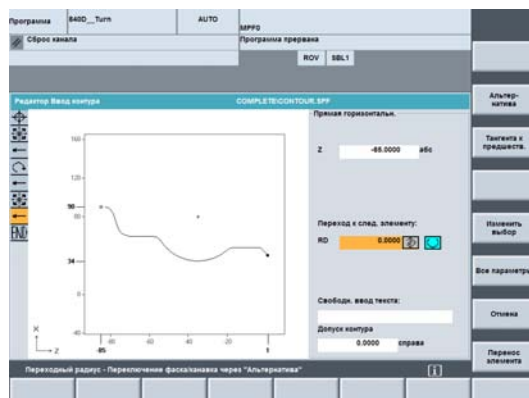
RD 4.000

Перенос элемента

Применить элемент.



Завершающим является горизонтальный участок:

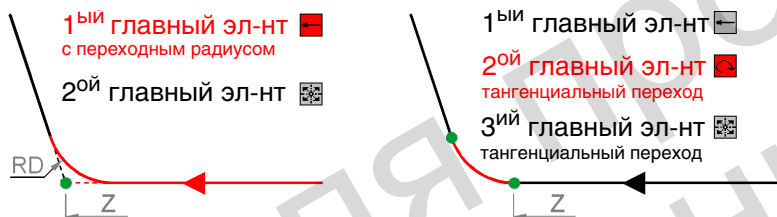


Для обработки интерес представляет не размер длины заготовки, а значение Z, до которого осуществляется обработка. Выбор ...

Z -85.000 abs

... с учетом закругления является правильным.

Применить элемент.



- Переходная точка между главными элементами

Помощь:

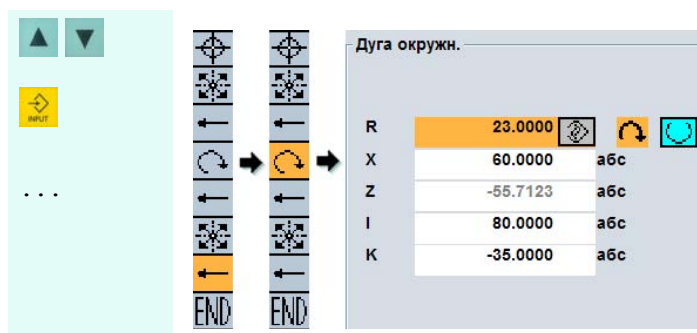
Либо элемент 1 с 'RD'
либо элемент 2 с [Касательная к предыдущему элементу]

Пояснения к теме "Переходный радиус или тангенциальный переход"

За исключением фаски в начале, на всей этой линии контура встречаются "мягкие" (т.е. тангенциальные) переходы, получающиеся через переходный радиус к следующему элементу. Но примыкание на теоретической переходной точке между главными элементами не является тангенциальным (левый график).

Использовать программную клавишу **Тангента к предшеств.** для переходной дуги только в том случае, если она из-за размеров не может быть введена как закругление (правый график).

Если ...

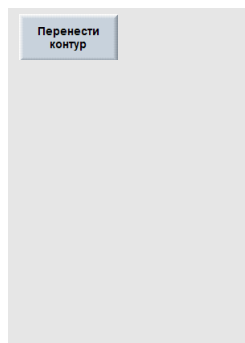


Если в дальнейшем необходимо изменить элемент контура ...

... то с помощью <клавиш-стрелок> можно перемещаться по цепочке символов

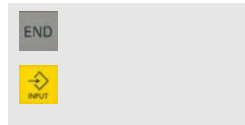
... и открывать диалог ввода для соответствующего элемента с помощью <Input>.

4.2 Программирование токарной обработки - Деталь "Complete"

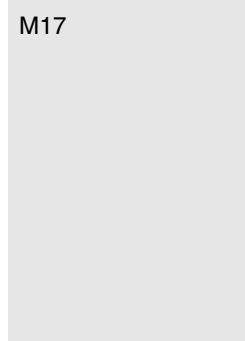


```
Редактор COMPLETE\CONTOUR.SPF 10
#
G18 G90 DIMMON ;*GP*#
G0 Z1 X48 ;*GP*#
G1 Z-3 X48 ;*GP*#
Z-18.4773 RND=4 ;*GP*#
G2 Z-55.7123 X68 K=NC(-35) I=NC(80) RND=4 ;*GP*#
G1 Z-75 RND=6 ;*GP*#
Z-88 X98 RND=4 ;*GP*#
Z-85 ;*GP*#
#eof#
```

Передать всю линию контура в редактор.



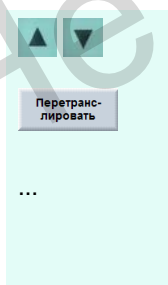
Перейти курсором на конец строки ...
... и с <Input> на новую строку.



```
Редактор COMPLETE\CONTOUR.SPF 23
#
G18 G90 DIMMON ;*GP*#
G0 Z1 X48 ;*GP*#
G1 Z-3 X48 ;*GP*#
Z-18.4773 RND=4 ;*GP*#
G2 Z-55.7123 X68 K=NC(-35) I=NC(80) RND=4 ;*GP*#
G1 Z-75 RND=6 ;*GP*#
Z-88 X98 RND=4 ;*GP*#
Z-85 ;*GP*#
M17#
#eof#
```

Добавить команду M17, которая обозначает конец подпрограммы.

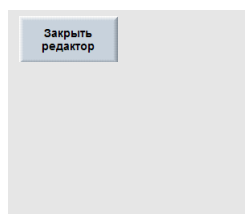
Если ...



Если в последствии необходимо изменить линию контура ...

... то установить курсор в любую строку программы линии контура и нажать программную клавишу [Перетранслировать].

Не изменять никаких значений в текстовом редакторе, т.к. при определенных обстоятельствах это может привести к невозможности последующей перетрансляции!



Сохранить подпрограмму, закрыв редактор.

(В зависимости от конфигурации станка для сохранения имеется и отдельная программная клавиша [Сохранить файл] на вертикальной панели программных клавиш.)

4.2.2 Обработка резаньем и чистовая обработка контура с затыловкой

Создать...

TCP

...

Создать...

COMPLETE

...

Создать

Имя: TCP

Тип данных: Подпрограмма-(SPF)

Шаблон: Нет шаблона

Создать

Имя: COMPLETE

Тип данных: Прогр.обр.детали(MPF)

Шаблон: Нет шаблона

Самостоятельно создать в той же директории подпрограмму "TCP.SPF" для подвода к точке смены инструмента и программу обработки детали "COMPLETE.MPF".

```

Редактор COMPLETE|TCP.SPF
G0 G18 G40 G500 G90 X400 Z600 G97 S300 T0 D0 M4 M9
M17
=eof=

```

Содержание подпрограммы идентично соответствующей программе для "Вала".

```

Редактор COMPLETE|COMPLETE.MPF
TCP ; Move toolholder to change point
M
T="RT2" D1 ; Roughing tool 35° R0.8 (for relief cut)
G96 S230 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X94 Z0
G1 X-1.6 F0.2
G0 Z2
CYCLE95("CONTOUR",2,0.2,0.5,0.3,0.25,0.15,,1,0,0,1)
TCP
M
T="FT2" D1 ;Finishing tool 35° R0.4 (for relief cut)
G96 S260 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X40 Z5
G0 G42 Z1
F0.16
CONTOUR
G0 G40 X110
TCP
M

```

Первые строки программы обработки детали лишь незначительно отличаются от начала программы для "Вала" в главе 4.1:

Так как контур детали "Complete" содержит затыловку, то работа осуществляется с пластиной 35° (и соответствующим задним углом).



"RT2" R0.8



"FT2" R0.4



Обр. резанием/CYCLE95	
NPP	CONTOUR
Обработка	Черн.обработ.
Выбор	вдоль
Выбор	Снаружи
Выбор	с вытяжкой
Глуб.подачи	MID 2.000
Прил.чист.обр	FALZ 0.200
Прил.чист.обр	FALX 0.500
Прил.чист.обр	FAL 0.300
ПодачаЧернОбр	FF1 0.250
Подач.на врез	FF2 0.150
Время выд.	DT 0.000
Длина траект.	DAM 0.000
Траект отвода	VRT 1.000

В отличие от первого примера здесь обточка черновым резцом сразу осуществляется до конечного размера (Z0).

Подача и глубина резания согласуются.

Поля ввода для цикла CYCLE95 (см. выделенную строку в редакторе), вызванного через программные клавиши [Токарная обработка] и [Обработка резаньем]

4.2 Программирование токарной обработки - Деталь "Complete"

4.2.3 Центровое сверление

; центровое сверление

T="SD16" D1 ; сплошное сверло D16мм

G97 S1200 M3 M8

После обточки с помощью длинного 16-ого сплошного сверла необходимо изготовить сквозное отверстие.

При сверлении работа осуществляется с постоянным числом оборотов (G97).

Шпиндель вращается - в отличие от токарной обработки - по часовой стрелке (M3)



G17 G54 G90 G95

Выбор плоскости G17* для обработки на торцевой поверхности, активация смещения нулевой точки G54, программирование абсолютного размера G90, подача в мм/об G95
* При центровом сверлении обработка в принципе может быть запрограммирована и в плоскости G18. Но учитывать, что в этом случае изменится и линейная коррекция: G17: длина 1 в Z (как при фрезеровании) G18: длина 2 в Z !!!

G0 X0 Z2

Подвод к детали ускоренным ходом. Позднее при выполнении программы убедиться, что при этом не может произойти столкновения с задней бабкой!

G1 Z-105 F0.1

Сверление с подачей через деталь длиной 100 мм (с подачей 5 мм).

G0 Z2

Вывод сверла ускоренным ходом из детали.

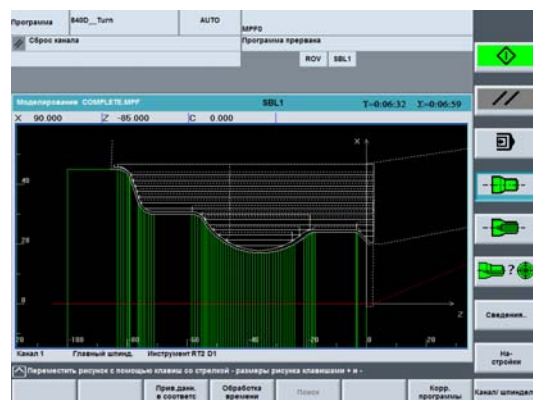
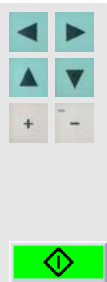
TCP

После снова вызывается подпрограмма TCP.

Моделирование

Вызов симуляции для контроля программирования ...

... и самостоятельное согласование 'Установок' (диаметр заготовки 90, длина 101)



С помощью <клавиш-стрелок> и <+>/<-> можно "увеличить" необходимый сегмент.

Симуляция токарной и сверлильной обработки

4.2.4 Обработка торцовых поверхностей с TRANSMIT

Все больше токарных станков могут осуществлять фрезерные и токарные обработки на торцовой поверхности и боковой поверхности с помощью вращающихся инструментов.

СЧПУ SINUMERIK на таком станке конечно поддерживает такие обработки. В качестве примера здесь приводится программирование для схемы сверления на торцовой поверхности.

; окружность отверстий на торцовой поверхности

Строка комментария для лучшей читабельности программы

G54 G60 G90 G94

Основные функции G

G18

Выбор плоскости

SPOS=0

Позиционирование шпинделя (ось C) на 0°

T="TD5" D1 ; Æiðîîâî Æââðêî D5îî

Вызов инструмента

SETMS (2)

Шпиндель 2 (шпиндель, приводящий в действие инструмент), становится так называемым "Мастер-шпинделем").

S2=1000 M2=3

Число оборотов и направление вращения второго шпинделя вводятся со знаком равенства (см. S1000 M3 для **главного шпинделя** станка).

TRANSMIT

С помощью этой функции (Transform Milling Into Turning) осуществляется трансформация осей для фрезерной и токарной обработки на торцовой поверхности.

Последующие движения перемещения могут осуществляться в привычной для фрезерования декартовой системе координат (X, Y). СЧПУ пересчитывает эти кадры программы для реальных осей (X, C). Ось Z остается без изменений.

(Для обработки боковой поверхности соответствующая функция называется TRACYL).

DIAMOF

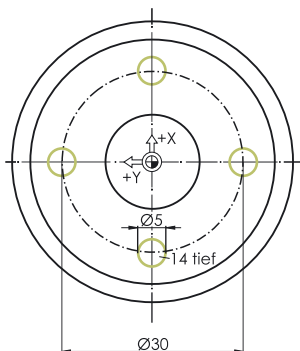
G17

G0 X15 Z2

F140

Сверление

Глубокое сверление



С этого места значения X относятся к радиусу.

Плоскость XY выбирается в качестве плоскости обработки. Учитывать, что в отличие от фрезерования, оси X и Y повернуты на 90°!

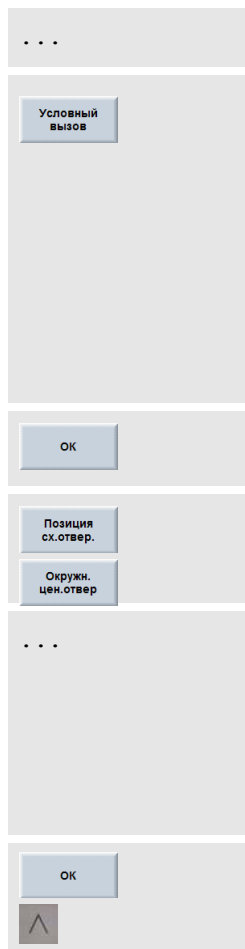
Подвод к точке вблизи от стартовой точки для первого отверстия. При необходимости учитывать позицию задней бабки.

Скорость подачи в мм/мин (см. G94)

Для тренировки здесь используется цикл глубокого сверления CYCLE83.



4.2 Программирование токарной обработки - Деталь "Complete"



MCALL CYCLE3		Обработка: Облом стружки или удал. стружки	
Плоск. отвода	RTP	2.000	
Базов. плоск.	RFP	0.000	
Безоп. расст.	SDIS	1.000	
Кон.глуб.свер	DP	-15.700	abs
Глуб.сверл._1	FDEP	-5.000	abs
Знач.дегресс.	DAM	2.000	
Время выд.	DTB	0.000	s
Коэф.лодочки	FRF	1.000	
Обработка	Удал. стружки	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ось	3. Геомет.ось		
Мин. глубина:	MDEP	3.000	
Расстояние	DIS1	0.500	
Время выд.	DTD	0.000	s
Время выд.	DTS		s

Заполнить поля ввода.

Цикл должен быть вызван на четырех позициях, т.е. действовать модально (см. деталь "Продольная направляющая" в фрезеровании).

Для учета острия сверла к конечной глубине сверления добавляется около 1/3 x диаметр инструмента.

Передать цикл в программу.

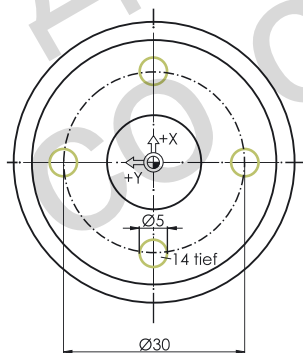
Свер.центр.отв./HOLES2		Кол-во отверстий	
Имя метки	CIRCLE4		
Центр	CPA	0.000	
Центр	CPO	0.000	
РАДИУС	RAD	15.000	
Угол	STA1	0.000	
Угол посл.отв	INDA	90.000	
Кол-во	NUM	4.000	

Позиции схемы сверления также могут быть созданы через цикл ...

Заполнить поля ввода.

(вспомогательное изображение является статическим; в реальности оси повернуты на 90°)

Передать цикл схемы сверления в программу.



Вместо цикла можно было бы запрограммировать 4 позиции сверления и через простые кадры G0 (см. пример фрезерования "Продольная направляющая"). Здесь сравнение этих методов, как они выглядят в редакторе:

```
; Cycle 'Hole Circle'¶
Circle4:¶
HOLES2 (0,0,15,0,90,4)¶
ENDLABEL:¶
```

```
; Positions programed "by hand"¶
G0 X15 Y0¶
G0 X0 Y15¶
G0 X-15 Y0¶
G0 X0 Y-15¶
```

MCALL

Команда 'MCALL' снова отменяет модальность цикла сверления.

TRAFOOF

Функция трансформации TRANSMIT снова отключается.

DIAMON

Последующие значения X снова относятся к диаметру.

SETMS (1)

Главный шпиндель снова становится "мастер-шпинделем".

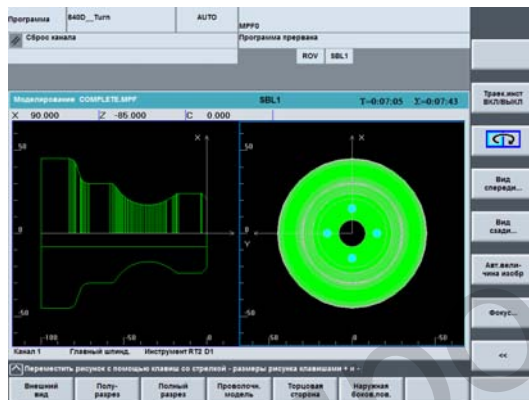
TCP


Подвод к позиции смены инструмента


M30


Конец программы

Моделирование



Симуляции с представлением на 2-х видах, которая может быть вызвана программной клавишей .

Кроме этого, на рисунке с помощью  было отключено представление траекторий инструмента.

С помощью  можно активировать каждое из окон симуляции, чтобы по отдельности увеличивать изображения и т.п..

<<

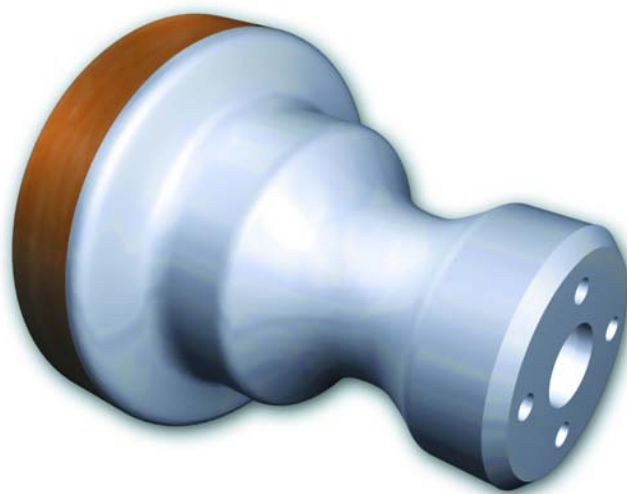
Выход из графической симуляции



Закрывать редактор

Закрывать редактор для сохранения программы

На следующей странице еще раз представлен обзор всей программы обработки детали.



4.2 Программирование токарной обработки - Деталь "Complete"

```
Редактор          COMPLETE\COMPLETE.MPF
TCP   ; Move toolholder to change point
;
T="RT2" D1   ; Roughing tool 35° R0.8 (for relief cut)
G96 S230 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X94 Z0
G1 X-1.6 F0.2
G0 Z2
CYCLE95("CONTOUR",2,0.2,0.5,0.3,0.25,0.15,,1,0,0,1)
TCP
;
T="FT2" D1   ;Finishing tool 35° R0.4 (for relief cut)
G96 S260 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X40 Z5
G0 G42 Z1
F0.16
CONTOUR
G0 G40 X110
TCP
;
; Drill centrally
T="SD16" D1   ; Solid drill D16mm
G97 S1200 M3 M8
G17 G54 G90 G95
G0 X0 Z2
G1 Z-105 F0.1
G0 Z2
TCP
;
; Hole circle on end face
G54 G60 G90 G94
G18
SPOS=0
T="TDS" D1   ; Twist drill D5mm
SETMS(2)
S2=1000 M2=3
TRANSMIT
DIAMOF
G17
G0 X15 Z2
F140
MCALL CYCLE83(2,0,1,-15.7,, -5,,2,0,,1,0,3,3,0.5,0,)
Circle4:
HOLES2(0,0,15,0,90,4)
ENDLABEL:
TRAFOOF
DIAMON
SETMS(1)
TCP
M30
```


Предметный указатель

A		К	
ABS.....	61	Касание.....	40
D		Клавиатура DIN.....	24
DPWP.INI.....	72	Клавиатура QWERTY.....	24
I		Клавиши.....	23
INK.....	61	Клавиши PC.....	23
S		Комментарии.....	96
SinuTrain.....	19	Конец подпрограммы.....	68, 97
A		Конец программы.....	102
Абсолютное указание размеров.....	8, 11	Конечный угол.....	115
Абсолютный размер.....	58	Контурный вычислитель.....	111
Активация.....	27	Копировать.....	83
Аппертурный угол.....	115	Коррекция инструмента.....	28
Архивная директория.....	43	Коррекция радиуса.....	31
Архивный файл.....	46	Коррекция радиуса фрезы.....	77
B		M	
Включение.....	19	Модальный режим.....	62, 67
Вспомогательные изображения.....	6	H	
Вызов инструмента.....	56, 98	Направление вращения.....	97
Выключение.....	22	Нарезание внутренней резьбы.....	64
D		Номер типа.....	36
Декартовы.....	9, 12	Нулевая точка детали.....	7
Директория детали.....	53, 91	Нулевая точка станка.....	7
Дискета.....	43	Нумерация кадров.....	55
Дуга окружности.....	77	Нумерация строк.....	94
Z		O	
Загрузить магазин.....	32	Области управления.....	20
Задний угол.....	39, 115	Область управления.....	27
Закругление RND.....	96	Область управления 'Ввод в	
Затыловка.....	119	эксплуатацию'.....	21
Значения коррекции.....	31, 37	Область управления 'Диагностика'.....	21
I		Область управления 'Параметры'.....	20
Изменение линии контура.....	118	Область управления 'Программы'.....	20
Изменение последовательности		Область управления 'Службы'.....	21
обработки.....	110	Область управления 'Станок'.....	20
Инкрементальное указание размеров.8, 11		Оперативная память ЧПУ.....	72
Инкрементальный размер.....	58	Оси инструмента.....	5
Инструменты в токарных программах.....	39	Отверстие под резьбу.....	63
Инструменты в фрезеровальных		Отдельный кадр.....	71
программах.....	38	Отмена коррекции радиуса фрезы.....	78
Интерфейс.....	43	Относительно диаметра DIAMON.....	94
		Относительно радиуса DIAMOF.....	94

П			
Панель оператора	18	Строка комментария	55
Переключение области.....	20	Структура дисплея	27
Перетранслировать.....	110, 118	Т	
Переходный радиус.....	117	Тангенциальный переход	117
Плоская панель оператора.....	23	Типы инструментов	35
Подача.....	58	Точка смены инструмента	97
Подача по траектории.....	75	Точный останов	59
Подпрограмма	60	У	
Подпрограммы.....	53, 91	Угол	9, 12
Полная клавиатура ЧПУ	23	Указания	27
Положение резцов	39	Управление инструментом	28
Полюс	78	Ускоренный ход.....	57, 100
Полярный	9, 12	Установка нулевой точки.....	40
Помощь Online	75	Установки симуляции.....	70
Поперечная обточка.....	100	Учебная клавиатура.....	23
Правый ход	57	Ф	
Программа обработки детали.....	54	Фаска CHR/CHF.....	96, 109
Программатор.....	43	Функции G.....	56, 99
Программные клавиши.....	27	Х	
Программы обработки детали	53, 91	Характеристика подвода G450	75
Р		Ц	
Рабочие плоскости.....	5	Центрование	59
Радиус резцов	100	Цепочка символов.....	117
Резец	31	Цикл выточки CYCLE93.....	109
Референтная точка	7	Цикл глубокого сверления	121
Реферирование	19	Цикл изготовления канавки CYCLE94 ..	106
С		Цикл кругового кармана POCKET4	82
Сборник таблиц	14, 15, 16, 17	Цикл обработки резаньем CYCLE95	101
Симуляция	70, 108, 120	Цикл окружности отверстий.....	69, 122
Сквозные отверстия.....	65	Цикл прямоугольного кармана	
Скорость симуляции	71	POCKET3.....	79
Следующий кадр	71	Цикл резьбонарезания CYCLE97.....	107
Смена инструмента.....	56	Цикл сверления CYCLE82	61
СОЖ	57, 58, 97	Ч	
Создать инструмент (имя инструмента)..	29	Черновая обработка.....	80
Создать инструмент (номер		Число оборотов	97
инструмента).....	34	Чистовая обработка	81, 102
Создать подпрограмму	67		
Состояние канала.....	27, 91		
Состояние программы	27		
Список инструментов.....	30		
Список магазина	29		
Станочный пульт	18, 23		
Стартовый угол	115		

Используемые команды и адреса

A

AP= 78

C

CFTCP 75
 CHF= 96
 CHR= 96
 CR= 77

D

D 38, 98
 DIAMON 6, 94
 DIAMOF 6, 94
 DIAM90 94

F

F 15, 17, 58, 100

G

G0 57, 100
 G1 58, 100
 G2 10, 13, 77
 G3 13
 G17 5, 6, 56, 99, 120, 121
 G18 6, 56, 99, 120
 G19 6, 56, 99
 G40 78, 102, 119
 G41 76
 G42 102, 119
 G53 56, 99
 G54 39, 40, 56, 99
 G55 56, 99
 G56 56, 99
 G60 56, 99
 G64 56, 99
 G90 8, 11, 56, 99
 G91 8, 11, 56, 99
 G94 56, 99
 G95 56, 99, 120
 G96 16, 99
 G97 16, 120
 G111 78
 G450 75, 76
 G451 75, 76

I

I 10, 13, 77, 114

J

J 10, 77

K

K 13, 114

L

LIMS= 16, 99

M

M2= 121
 M3 57, 107, 120
 M4 99
 M5 58
 M6 56
 M8 57, 99
 M9 58, 97
 M17 68, 69, 96, 97, 118
 M30 59, 86
 MCALL 62, 123

R

RND= 96, 118
 RP= 78

S

S 14, 16, 57, 97, 99, 120
 S2= 121
 SETMS() 121, 123

T

T 56, 98
 T=" " 56, 98
 TRANSMIT 121
 TRACYL 121
 TRAFOOF 123

X

X 5, 57, 94, 121

Y

Y 5, 57, 121

Z

Z 5, 57, 94

Используемые циклы

Циклы сверления

CYCLE82 61
 CYCLE83 121

Фрезерные циклы

POCKET3 80, 81
 POCKET4 82

Токарные циклы

CYCLE93 109
 CYCLE94 106
 CYCLE95 101
 CYCLE96 106
 CYCLE97 107

Позиционные циклы

HOLES2 69, 122

Описание всех команд и циклов
 СЧПУ см. документацию
 пользователя
 'Руководство по
 программированию - Основы'

Источник рисунков

Мы благодарны фирмам

DMG

Europa-Verlag

Iscar

Reckermann

Sandvik

Seco

за предоставленный иллюстративный материал на страницах 14, 15, 16, 17, 38 и 39.

Не для продажи
со станком

<http://www.siemens.com/sinutrain>

<http://www.siemens.com/jobshop>

<http://www.siemens.ru/ad/mc>

Siemens AG

Automatisierungs- und Antriebstechnik

Motion Control Systeme

Postfach 3180, D - 91050 Erlangen