

CNC 8



Технологическое программирование

ООО «Новые Электронные Технологии»
г. Азов



Содержание

Общие сведения	5
Технические характеристики	5
Состав программы	7
Кадр	8
Слово	8
Формат ввода	9
Номер программы и подпрограммы	10
Номер кадра	10
Повтор фрагмента программы	10
Размерные слова	11
Управляемые геометрические координаты	11
Разрешающая способность	11
Максимальные перемещения	12
Системы координат	12
Декартова система координат	12
Зависимые оси координат	13
Полярная система координат	14
Поворот декартовой системы координат в плоскости	15
Задание перемещений в абсолютных величинах и приращениях	16
Масштабирование	16
Функция подачи	17
Скорость ускоренного перемещения	17
Коррекция скорости ускоренного перемещения	17
Скорость рабочей подачи	17
Коррекция рабочей подачи	18
Расчет подачи в СЧПУ CNC8	18
Расчет составляющей подачи по осям при линейной интерполяции	18
Расчет подачи при круговой интерполяции	19
Расчет подачи при линейно-круговой интерполяции	19
Расчет подачи для эквидистанты	20
Подготовительная функция (Функция G)	21
Задание плоскости	25
Позиционирование	25
Одностороннее позиционирование	27
Линейная интерполяция	28
Круговая интерполяция	28
Задание дуги окружности через расстояния от начальной точки до центра	29
Задание дуги окружности через координаты центра относительно начала рабочей системы координат	30
Задание дуги окружности через координаты центра в зависимости от действующих функций G90 - G91	30
Задание дуги окружности через ее радиус	31
Линейно-круговая интерполяция (винтовая обработка)	31
Упрощенное программирование перемещений в кадре	32
Нарезание резьбы резцом	33
Запрет покадровой обработки	33
Автоматический выход в точку	33
Автоматический выход в ноль координат станка по путевым выключателям	33
Позиционирование в ноль координат станка	33
Позиционирование в фиксированную точку	34
Синхронизация подачи в кадре с 0-меткой датчика положения	34
Завершение перемещений в кадре по внешнему сигналу	34
Пауза	34
Торможение в конце кадра	35
Торможение до подачи, равной нулю	35
Торможение до подачи, заданной параметром	35
Геометрическое регулирование подачи	36



Запрет останова программы по кнопке «Стоп» на 1 кадр	36
Системы координат	36
Фиксированные системы координат заготовки	37
Аддитивное смещение фиксированных систем координат заготовки	37
Альтернативная система координат заготовки	38
«Плавающая» система координат заготовки	38
Возврат к системе координат станка	39
Функции коррекции	40
Функции D, H и DR	40
Величина смещения	40
Смещение инструмента по длине (G43, G44, G49)	41
Коррекция инструмента на радиус (G40 - G42)	41
Подробное описание коррекции инструмента на радиус	43
Ввод коррекции на радиус инструмента	43
Отработка введенной коррекции на радиус инструмента	46
Режим отмены коррекции на радиус инструмента	53
Изменение направления смещения в режиме коррекции	53
Пространственная коррекция на размер инструмента	54
Задание величины коррекции через параметры инструмента	55
Зеркальная обработка	56
Функции цикловой обработки	57
Постоянные циклы сверлильно-расточной группы	57
Цикл сверления	59
Циклы растачивания	60
Цикл глубокого сверления	62
Цикл нарезания резьбы	63
Цикл прерывистого сверления	63
Цикл прерывистого сверления с выдержками времени	64
Постоянные циклы токарной группы	64
Однопроходный продольный токарный цикл	65
Однопроходный поперечный токарный цикл	66
Многопроходный продольный токарный цикл	66
Многопроходный поперечный токарный цикл	68
Цикл глубокого сверления по оси Z	69
Цикл снятия припуска по оси X	69
Цикл глубокого сверления с нисходящей обработкой по оси Z	70
Цикл снятия припуска с нисходящей обработкой по оси X	72
Многопроходный цикл нарезания цилиндрических канавок	73
Многопроходный цикл нарезания торцевых канавок	73
Цикл сверления с дроблением стружки по оси Z	74
Цикл снятия припуска с дроблением стружки по оси X	75
Многопроходный цикл нарезания резьбы	76
Цикл нарезания резьбы плашкой или метчиком	78
Цикл продольной обработки до профиля	79
Цикл поперечной обработки до профиля	81
Цикл обработки фаски	82
Цикл обработки скругления	83
Отмена циклов G81-G88, G150-G167	84
Функция шпинделя (S), функция инструмента (T), вспомогательные функции (M)	85
Функция шпинделя	85
Коррекция скорости шпинделя	86
Функция инструмента	86
Вспомогательная функция (M)	86
Подпрограмма	88
Составление подпрограмм	88
Выполнение подпрограмм	88
Перечень сообщений об ошибках программирования	89



Общие сведения

Технические характеристики

Наименование	Содержание
Количество управляемых (следящих) осей	Определяется исходя из аппаратных возможностей СЧПУ CNC8. Количество и название управляемых (следящих) осей определяются параметрами.
Количество одновременно управляемых осей	Интерполяция Линейная круговая линейно-круговая. Все 2 3
Разрешающая способность	Минимальное задание 0.001мм 0.001 град минимальное перемещение 0.001 мм 0.001 град.
Датчик положения	Фотоимпульсный.
Максимальное задание	1E16мм 1E16град.
Ввод	Технологические программы - код ISO и макропрограммирование Числовые значения задаются в соответствии с форматом представления данных.
Скорость ускоренного перемещения	1.7E38 мм/мин.
Скорость рабочей подачи	Ручной коррекцией возможно оперативное изменение рабочей подачи на 2.9E-37..1.7E36 %, допустимо задание в диапазоне 2.9E-39-1.7E38 мм/мин (мм/об).
Автоматическое ускорение и замедление	Автоматическое ускорение или замедление по линейному закону.
Задание в абсолютных величинах и приращениях	Задание в абсолютных величинах задается программированием G90; Задание в приращениях задается программированием G91.
Позиционирование	Ускоренное перемещение по прямой или независимо для каждой оси с замедлением перед остановом и проверкой точности останова осуществляется при программировании G00.
Одностороннее позиционирование	Позиционирование в точку с подходом в направлении, заранее определенном параметром задается программированием G60.
Выход в точку	К этой функции можно отнести: - выход в ноль координат по конечным выключателям(G27); - позиционирование в ноль координат станка (G28); - позиционирование в фиксированные точки (G30), (G31)
Линейная интерполяция	Линейная интерполяция с подачей, заданной адресом F задается программированием G01.



Круговая интерполяция	Круговая интерполяция с подачей, заданной адресом F задается программированием G02, G03.
Линейно-круговая (винтовая) интерполяция	Линейно-круговая интерполяция вокруг любой из осей координат с подачей, заданной адресом F задается программированием G10.
Торможение в конце кадра	После того как перемещения кадра, в котором запрограммирована функция G09 или G64 выполнено, замедляется подача до 0 или до заданной параметром. Торможение в каждом кадре происходит по функциям G50, G61 или G63.
Пауза	Задерживать выполнение следующего кадра на заданную продолжительность времени можно с помощью функции G04
Коррекция длины инструмента	Смещение инструмента на величину, заданную адресом H и номером в пределах 1...255 задается при использовании функций G43, G44.
Коррекция инструмента по радиусу	Коррекция положения инструмента по радиусу, заданному адресом D и номером в пределах 1...255 задается программированием G41, G42.
Пространственная коррекция на размер инструмента	Пространственная коррекция положения инструмента с учетом его радиуса, заданного адресом D, и скругления, заданного адресом DR в пределах 1...255 осуществляется при использовании функций G143, G144.
Постоянный цикл	Стандартный технологический цикл вдоль любой из 3-х первых осей задается программированием G81...G88, G150-G167.
Завершение кадра по внешнему сигналу	Завершить кадр по внешнему сигналу и передать управление обработкой заданному кадру задается программированием G32. разрешает Программирование G32 разрешает
Поиск номеров программы, подпрограммы и кадра	При работе с СЧПУ CNC8 возможен поиск и отработка программы, подпрограммы и кадра с заданного номера
Технологические функции	Поиск инструмента, - код скорости или обороты шпинделя, - включение/отключение функций на станке задается программированием заданий по адресам T, S, M. Электроавтоматика станка определяет конкретный вид отработки функций.
Покадровая отработка	Возможна отработка программы по одному кадру.
Ускоренная обработка	Программа обрабатывается на Ускоренной подаче, величина которой определяется параметром.
Блокировка станка	Программа обрабатывается без выдачи любых сигналов на станок.
Блокировка перемещений	Программа обрабатывается без выдачи сигналов на управление перемещениями осей.
Блокировка технологических	Программа обрабатывается без выдачи на станок заданий по адресам M, S, T.
Отключение перемещений по	Программа обрабатывается с отменой перемещений по заданным осям.
Зеркальная обработка	Программа обрабатывается с Зеркальным выполнением перемещений вдоль заданных осей относительно заданных точек.



Отключение перемещений по осям	Программа обрабатывается с отменой перемещений по заданным осям.
Поворот системы координат	Программа обрабатывается в повернутой относительно заданной точки системе координат.
Масштабирование	Может задаваться масштабирование обработки программы отдельно по координатам.
Пуск обработки	Может быть пуск обработки с пультов станка и СЧПУ CNC8.
Ручное управление	Может использоваться ручное управление операциями на пульте станка.
Останов обработки	Может быть останов обработки ПО: - функциям, заданным в программе, - концу кадра, - командам пультов станка и СЧПУ CNC8.
Пуск прерванной программы	Может быть повторный пуск прерванной Программы с точки останова или с нужного кадра.
Редактирование	Возможно изменение содержания программ в памяти СЧПУ CNC8 и подготовка Дополнительной информации.
Индикация	На экран СЧПУ выдается информация о всех режимах работы станка и СЧПУ.
Сообщения оператору	Выводятся на экран и запоминаются текстовые сообщения СЧПУ CNC8 и сообщения электроавтоматики.
Автоматическая Компенсация	Автоматическая компенсация дрейфа нуля электроприводов подачи выполняется всегда. Может быть компенсация люфта и накопленной погрешности ходовых винтов на предварительно заданные величины.
Программирование Электроавтоматики	Возможно программирование электроавтоматики станка с использованием спец. Языка

Состав программы

Для того чтобы обработать деталь на станке с СЧПУ CNC8 нужно задать траекторию перемещения инструмента и иные условия обработки. Эту программу называют управляющей программой (УП). Программирование обработки детали это указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству СЧПУ CNC8 в соответствии с языком программирования СЧПУ CNC8.

Программы подразделяются на программы и подпрограммы. При обработке программы СЧПУ CNC8 будет работать по командам программы, однако в случае если в программе встретится команда обращения к подпрограмме, то дальнейшее поведение СЧПУ CNC8 определяется командами подпрограммы. Если во время выполнения подпрограммы встретится команда возвращения в программу, тогда последующее поведение СЧПУ CNC8 определяется командами программы. В памяти СЧПУ CNC8 в общей сложности одновременно может находиться как минимум 11110 программ и подпрограмм с номерами 0 - 9999. Метод выбора нужной программы или подпрограммы описан в документе **«Руководство оператора»**.



Кадр

Программа СЧПУ CNC8 состоит из отдельных кадров. Кадр – это структурная единица программы или подпрограммы, записанная по правилам программирования последовательность символов языка программирования. Последующий кадр отделяется от предыдущего кодами <BK><PC> (неотображаемые коды "Возврат каретки", "Перевод строки"). Эти коды вставляются автоматически при нажатии клавиши Enter в любом текстовом редакторе. Максимальное число символов в кадре - 254, включая коды <BK><PC>.

Слово

Кадр состоит из слов. Слово состоит из адреса и последующего числового значения нескольких разрядов, перед числовым значением могут быть записаны знаки "+", "-". При этом знак "+" можно опускать.

X - **1000** Адрес Числовое значение

Адрес представляет собой одну из алфавитных букв (A - Z) и определяет смысл последующего числового значения.

В таблице перечислены адреса, которые используются для СЧПУ CNC8 и их смысл. Используя эти слова можно составить один кадр, порядок слов в кадре может быть произвольным.

К примеру, кадры:

NGXYFSM

NFGXYMS

При одинаковых числовых значениях приведут к одинаковым результатам. Порядок записи рекомендуется по ГОСТ 20999-86.

Адрес	Функция	Значение
N	Номер кадра	Номер кадра
G	Подготовительная функция	Определение вида движения рабочего органа
X,Y,Z,A, B,C,U, V,W,I,J, K	Размерные слова	Команды на перемещение по координатам стола, Команды на перемещение по дополнительным осям, Расстояние до центра дуги окружности или шаг винта при линейно-круговой интерполяции
F	Величина подачи	Задание величины подачи
S	Обороты шпинделя	Задание оборотов шпинделя, кода ступени или скорости резания
T	Номер инструмента	Задание номера инструмента для поиска
M	Вспомогательная функция	Указание на двухпозиционное управление (вкл-выкл) на станке



H D DR	Номер корректора, хранящего данные об инструменте	Задание номера корректора инструмента Для коррекции: - на длину, - на радиус, - на скругление.
E	Пауза	Задание величины паузы
P	Вызов подпрограммы	Команда вызова подпрограммы
A	Угол поворота системы координат	Задание угла поворота системы координат по функции G37
A	Угол полярной системы координат	Задание угла для определения конечной точки в полярной системе координат по функции G36
R	Радиус дуги окружности	Задание радиуса дуги окружности при программировании G2/G3 через радиус
L	Количество повторов	Задание количества повторов фрагмента программы с помощью функции G25
I	Радиус полярной системы координат	Задание расстояния от центра полярной системы координат до конечной точки по функции G36

Формат ввода

Ввод числовых величин производится в десятичной системе исчисления в соответствии с допустимыми заданиями из таблицы. При программировании заданий, за исключением вызова подпрограммы, ведущие нули можно опускать. Конкретные пределы числовых значений, которые программируются под адресом F, S, T, M определены типом станка и указаны в эксплуатационной документации на конкретный станок.

Адрес	Функция	Пределы допустимых заданий
N	Номер кадра	0 - 9999999
G	Подготовительная функция	0 - 99
X,Y,Z U,V,W I,J,K A,B,C R	Размерные слова	Минус 1E16-плюс 1E16 мм Минус 1E16-плюс 1E16град Точка в поле числа является десятичной точкой, разделяющей целую и дробную части в миллиметрах или градусах
F	Подача	0-1.7E38 мм/мин (град/мин)
S	Обороты шпинделя	0 - 9999 об/мин или код ступени
T	Номер инструмента	0 -9999
M	Вспомогательная функция	0-99



H D DR	Номер корректора инструмента	0-255 0-255 0-255
E	Пауза	1 - 65535 десятых секунды
P	Вызов подпрограммы	0 - 9999

Номер программы и подпрограммы

В памяти СЧПУ CNC8 возможно одновременное хранение 11110 программ и подпрограмм, а также подпрограмм, которые вызываются через номера неиспользуемых G-функций и M-функций. Программам и подпрограммам при их вводе присваивается номер в диапазоне от 0 до 9999. Номера 0, 00, 000, 0000 это разные номера. Максимальное количество цифр в номере - 4. Хранение в памяти двух одинаковых номеров недопустимо. Некоторые программы и подпрограммы могут иметь номер, который начинается с букв G или M, после которых идут от одной до трех цифр. Появляются дополнительные G - функции и M-функции, которые реализованы в виде подпрограмм, в них можно передать какие-либо параметры. С помощью параметров можно разрешить вызывать подпрограммы по умолчанию в конце каждого кадра вплоть до отмены такого режима функцией G80. Подобным образом, к примеру, реализованы стандартные циклы G81-G88, G150-G167. Номер G – функции подпрограммы может совпадать с номерами существующих в СЧПУ базовых G-функций. К примеру, G0-G4,G9 и т. д.. В данном случае вызывается не базовая функция, а соответствующая подпрограмма. В случае необходимости вызова базовой функции нужно использовать конструкцию GG_. К примеру GG0, GG2, GG17. При исполнении поиска и отработки на стадии распознавания номера СЧПУ CNC8 не делает различия между программами и подпрограммами, их отличие состоит в следующем:

- - программа завершается кадром с функцией M2, M98 или M30 - конец программы;
 - - подпрограмма завершается кадром с функцией M99 - возврат из подпрограммы.
- Действия указанных M-функций отображены в п.5.3. и п.6.

Номер кадра

В начале кадра нужно размещать номер кадра с применением адреса N и последующего числового значения в пределах 0 - 9999999. Разрешается свободная последовательность номеров кадра, в том числе пропуск промежуточных номеров (но не адреса N). Нужно обязательно поставить номера кадров в возрастающей последовательности в соответствии с порядком выполнения механической обработки в ключевых частях программы (например, при замене инструмента).

В совокупности наличие номера кадра является не обязательным, к примеру кадр может выглядеть следующим образом - G1X100F200

Повтор фрагмента программы

Если есть необходимость повтора фрагмента программы или подпрограммы следует использовать данную конструкцию:



<p>G25L_ } программы M25</p>	фрагмент	<p>L_ - это количество повторов. Следует учитывать, что: G25 и L_ переставлять местами нельзя; конструкция G25L_ должна быть в конце кадра; кадр с G25L_ может быть выполнен один раз; функция M25 может быть задана в одном кадре вместе с любой другой информацией. В каждом проходе выполняется все то, что задано в этом кадре.</p>
--	----------	---

Размерные слова

Размерные слова это команды для указания на перемещение инструмента. Они состоят из адреса, который показывает ось перемещения инструмента, и числового значения, которое определяет направление и величину перемещения.

Адреса размерных слов	Смысл
Основные оси X,Y,Z	Эти адреса соответствуют трем взаимно перпендикулярным осям и применяются для обозначения положений по данным осям и расстояний по этим осям
Дополнительные оси из A,B,C,U,V,W	Адреса для дополнительных осей
Параметры круговой или линейно-круговой интерполяции I,J,K,R	Эти адреса применяются для задания координат (составляющих по осям X,Y,Z) центра дуги окружности, для задания шага винта при линейно-круговой интерполяции, для задания расстояния в полярных координатах и для задания радиуса дуги окружности.

Управляемые геометрические координаты

Управляемые геометрические координатные оси перемещения это оси перемещения, которыми СЧПУ CNC8 согласованно с контролем положения может управлять по каждой оси. Каждая управляемая ось ставится в соответствие с адресом координатного слова. В СЧПУ CNC 8 при стандартном исполнении (X,Y,Z) число управляемых осей составляет 3. Если выбрать оси из списка A,B,C,U,V,W, или сочетаний AX, BX, CY, то число управляемых осей может быть увеличено.

Разрешающая способность

Программирование размерных слов выполняется в формате с десятичной точкой, разделяющей целую и дробную часть числа в миллиметрах. Если точка отсутствует, то это указывает для СЧПУ CNC8 задание числа в миллиметрах.



Минимальная программируемая единица перемещения отражается в долях мм или градусах и составляет 0.001 мм или 0.001 град. Минимальное перемещение на станке осуществляется в долях мм или градусах и составляет 0.001 мм и 0.001 град. На индикации минимальные перемещения имеют аналогичные величины.

Для получения высокой точности на детали не следует рассчитывать только на СЧПУ CNC8, нужно задействовать все средства, так как точность обработки обусловлена системой «**Станок-Приспособление-Инструмент-Деталь**»

Максимальные перемещения

Максимальные перемещения, которые можно запрограммировать в СЧПУ CNC8, по линейным осям составляют плюс/минус 1E16 мм, по круговым осям плюс/минус 1E16 град. Данные показатели зависят от конкретного станка.

Системы координат

Декартова система координат

Задание перемещения осей всегда выполняется в той или иной системе координат. В СЧПУ CNC8 при включении по умолчанию устанавливается декартова система координат, которая задается с помощью функции G35.

Любые системы координат всегда подчиняются следующим правилам:

- оси X, Y, Z- координатные управляемые линейные и постоянно формируют правую трехмерную систему координат, в ней задаются позиции инструмента. Не смотря на конструкции станка считается, что деталь неподвижна, а перемещается только инструмент. При программировании траектории обработки можно не задумываться о перемещении физических узлов станка, СЧПУ автоматически скорректирует движение и инструмент окажется в запрограммированной позиции заданной системы координат;
- ось Z всегда находится параллельно оси шпинделя. Направление от детали к инструменту берется за положительное направление (из "-" в "+") оси Z;
- перемещение вдоль стола станка задает координатное слово оси X. В связи с чем ось X расположена вдоль стола станка, а ось Y расположена перпендикулярно X так, чтобы при повороте от положительного направления X к положительному направлению Y правый винт перемещался в положительном направлении Z;
- оси A, B, C - дополнительные круговые оси, вращающие координатными осями вокруг линейных осей X, Y, Z соответственно.
- дополнительные линейные оси U, V, W являются параллельными к осям X, Y, Z. Положительные и отрицательные направления дополнительных осей соответствуют направлению основных.

За положительное направление (из "-" в "+") поворотной оси берется вращение по часовой стрелке, если смотреть на вращающуюся ось в положительном направлении для соответствующей ей линейной оси, как показано на рис.1.



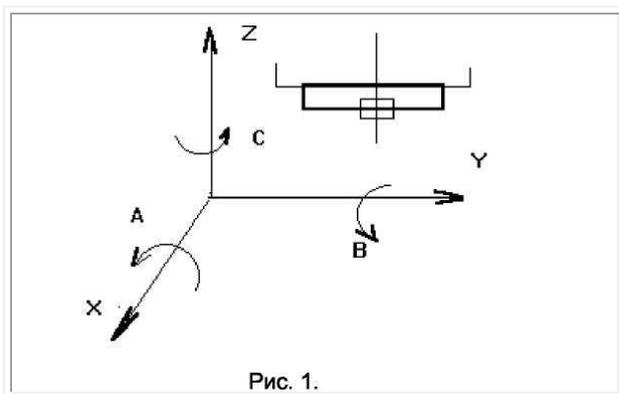


Рис. 1.

Для токарных станков обычно используется следующая система координат (рис. 1.1)

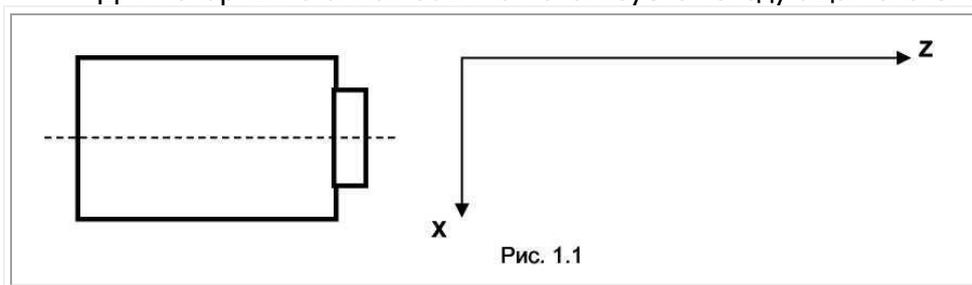


Рис. 1.1

В СЧПУ CNC8 по отношению к декартовой системе координат имеют значение порядковые номера осей, а не их названия, по этой причине далее с целью отображения этого факта будем использоваться осями номера 1, 2, 3 и т. д., а не их названия. Эти номера указываются в осевых базовых станочных параметрах N5022-N5422. Наиболее существенно значение имеют оси с номерами 1-3, потому что именно они образуют три основные плоскости, где проходят круговая интерполяция, коррекция на радиус и длину инструмента, поворот осей, выполнение циклов фрезерной группы и т. д. Интерес представляют 2-х-координатные станки, где с помощью этих двух осей есть выбор, какую из 3-х плоскостей образовать. Это нужно учитывать при задании функции G17-G19.

Зависимые оси координат

Система координат станка может иметь зависимые оси. В данном случае результирующее перемещение узла станка обуславливается суммарным перемещением по каждой из этих осей Рис. 2.

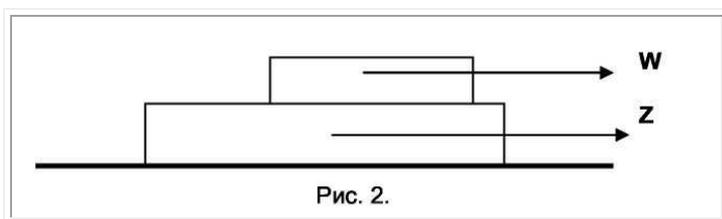


Рис. 2.

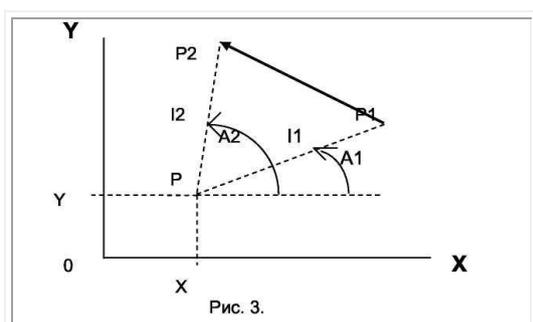
Указание зависимых осей, входящих в одну группу можно сделать при помощи системы параметров станка (N5018-N5418). Индикация текущего положения данных осей - это одна строка, которая является суммой их текущих положений с учетом суммы их смещений нулей. При задании перемещения этих координат в управляющей программе в абсолютной системе



отсчета (G90) возможен автоматический учет текущего положения остальных зависимых осей таким образом, что все зависимые оси представляют собой как бы единую ось. С помощью функции G45 выполняется разрешение такого учета, с помощью функции G46 - запрет. С помощью технологического параметра N3007 задается функция, которая действует по умолчанию по включению станка и по пуску управляющей программы с начала.

Полярная система координат

Координаты точки в полярной системе координат задаются с помощью расстояния (I) от фиксированной точки, называемой полюсом (P), до заданной точки (P1) и угла между горизонтальной осью и направлением от полюса на заданную точку (A) (рис. 3). Необходимо учитывать, что в полярной системе координат возможна только плоскостная обработка.



Переход к полярной системе координат задается с помощью функции G36:

G36X_Y_	(для плоскости, образованной осями X Y) значения X и Y определяют координаты полюса в действующей системе координат G53-G59. Координаты полюса всегда задаются в абсолютной системе отсчета и должны принадлежать текущей плоскости. В кадре с G36 никаких перемещений не происходит. В следующих за этим кадрах до кадра с функцией G35 или до конца программы координаты точек должны быть заданы по правилам полярной системы координат. Функции G90, G91, действующие на это время, ни на что не влияют.
----------------	--

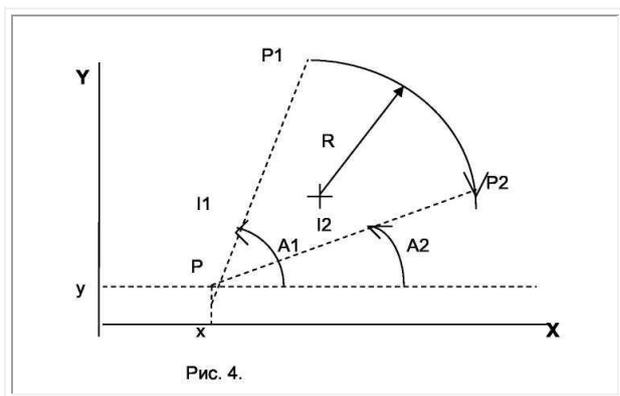
При позиционировании и при линейной интерполяции кадры должны иметь следующий вид:

N100G0(G1)I_A_	I - расстояние от полюса до конечной точки (всегда положительное). A - угол между первой(горизонтальной) осью плоскости и направлением от полюса к конечной точке. Угол задается в градусах со знаком. Положительным углом является угол, который отсчитывается от первой оси плоскости против часовой стрелки.
-----------------------	---

При круговой интерполяции кадры должны иметь следующий вид (рис. 4):

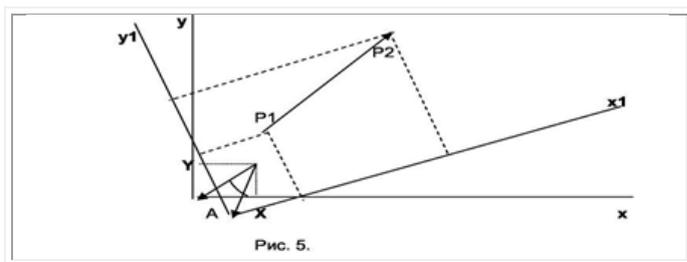
N100G2(G3)I_A_R_	I, A имеют то же значение, что и при G0 и G1. R-радиус дуги окружности, задаваемый по правилам, описанным в п. 2.4.4.
-------------------------	--





Поворот декартовой системы координат в плоскости

При работе в декартовой системе координат есть возможность поворота этой системы на произвольный угол относительно заданной точки в действующей плоскости, определяемой функциями G17-G20 (рис. 5).



Такой поворот задается с помощью следующего кадра:

N100G37X_Y_A_

X, Y - точка, относительно которой происходит поворот(для плоскости, образованной осями X и Y),

A - угол, на который поворачивается система координат.

Точка, относительно которой происходит поворот, всегда задается в абсолютной системе отсчета независимо от действующих функций G90-G91.

Угол задается в градусах со знаком. При этом положительным углом является угол, отсчитываемый против часовой стрелки. После такого поворота координаты задаются уже в новой, повернутой системе координат.

Возврат к исходной системе координат осуществляется заданием кадра:

N100G37A0.

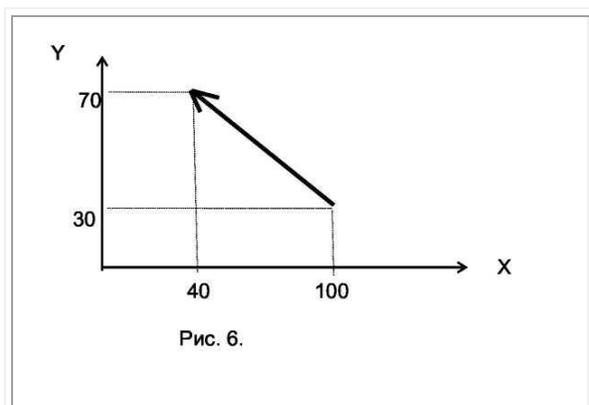
При работе с поворотом системы координат нужно иметь в виду, что смена плоскостей по функциям G17-G20 допускается только при нулевом угле поворота.



Задание перемещений в абсолютных величинах и приращениях

Есть два способа задания величины перемещения по каждой оси - это задание в абсолютных величинах и приращениях. Для задания перемещения в абсолютных величинах применяется функция G90. Запрограммированная величина представляет собой координаты конечной точки в заданной системе координат. Для задания перемещения в приращениях применяется функция G91. Запрограммированная величина представляет собой приращение к текущему значению координаты оси. Если запрограммировать перемещение в абсолютных величинах, которое показано на рис. 6, то получим: **NG90X40Y70 ПС** в приращениях **NG91X-60Y40 ПС**.

Примечание	Задание в абсолютных величинах всегда относится к действующей системе координат
------------	---



Масштабирование

Все геометрические размеры в управляющей программе могут быть смасштабированы, в таком случае независимо по каждой координате может быть введен масштабный коэффициент, на который умножаются заданные в управляющей программе значения. При этом коэффициенты, большие единицы, обеспечивают увеличение размеров, меньшие единицы - уменьшение размеров. При задании отрицательных коэффициентов возможна зеркальная отработка программы. Задание масштабирования может быть выполнено или с пульта оператора (см. Руководство оператора), или при помощи функции G69 из управляющей программы.

Пример задания масштабирования из управляющей программы:

G69X2.5Y1.7	X2.5 - увеличение размеров по оси X в 2.5 раза; - Y1.7 - увеличение размеров по оси Y в 1.7 раза.
--------------------	---

Отмена масштабирования из управляющей программы производится с помощью задания масштабных коэффициентов, равных единице: G69X1Y1.

При отработке управляющих программ, содержащих круговую интерполяцию, необходимо иметь в виду, что масштабные коэффициенты по осям при этом должны быть одинаковы.



Функция подачи

Данный раздел относится к скорости перемещений при отработке программы или кадра в автоматическом, полуавтоматическом режимах, а также в преднаборе.

Скорость ускоренного перемещения

Скорость ускоренного перемещения по любой из управляемых осей обуславливается настройкой электропривода соответствующей оси. Максимальная величина скорости ускоренного перемещения составляет для СЧПУ CNC8 1E38 мм/мин. Перемещение на скорости ускоренного перемещения происходит автоматически при программировании какого-либо вида позиционирования. Во время позиционирования каждая ось всегда движется на скорости ускоренного перемещения. В зависимости от значения технологических параметров СЧПУ CNC8 и режима движения величина этих скоростей может быть равна максимальным скоростям осей, заданных станочными параметрами (G0 без интерполяции и шаговой подрежим ручного режима), или скоростям, необходимым для достижения конечной точки одновременно по всем осям (G0 с линейной интерполяцией). Скорости перемещений вычисляются автоматически и никогда не будут превышать максимально допустимых. Величина скорости ускоренного перемещения обуславливается типом станка и указывается в документации на конкретный станок.

Коррекция скорости ускоренного перемещения

Во всех режимах работы станка, которые связаны с движением на ускоренных подачах, возможна оперативная процентная коррекция этих подач. Диапазон коррекции обуславливается возможностями пульта управления станком. За величину, соответствующую 100%, берется величина подач, заданных в станочных параметрах или рассчитанных автоматически.

Скорость рабочей подачи

Понятие "Рабочая подача" принадлежит к перемещениям центра или края инструмента станка при различных видах интерполяции и действующих G - функциях. Рабочая подача является контурной подачей, так как всегда направлена по касательной к траектории движения инструмента. Программирование подачи в зависимости от функций G94 или G95 осуществляется в различных единицах. При задании функции G94 подача задается в миллиметрах в минуту. При задании функции G95 подача задается в миллиметрах на оборот, в качестве датчика оборотов выступает датчик резьбонарезания. В любом случае подача задается по адресу F. Запрограммированная подача 1000 мм/мин или 1000 мм/об выглядит так: **F1000**

Для СЧПУ CNC8 возможно программирование подачи в диапазоне 0..1E38 мм/мин(мм/об), но пределы подачи зависят от типа станка и указываются в документации на определенный станок.



Коррекция рабочей подачи

При отработке программы или кадра вероятно оперативная процентная коррекция рабочей подачи. Диапазон коррекции обуславливается возможностями пульта управления станком. За величину, соответствующую 100%, принимается запрограммированная величина подачи. Разрешение оперативной коррекции рабочей подачи из управляющей программы возможно с помощью функции G21, запрет с помощью функции G22. Это необходимо на время нарезания резьбы. При помощи технологических параметров *N3004* и *N3005* устанавливается G-функция из этой группы, которая действует по умолчанию при включении станка и при пуске управляющей программы с начала.

Расчет подачи в СЧПУ CNC8

Раздел подробно описывает метод автоматического расчета подачи в СЧПУ CNC8 и предварительно выполненных необходимых расчетов. Достаточно задавать контурную подачу, но иногда для правильного программирования необходимо принимать к сведению дополнительные условия обработки.

Расчет составляющей подачи по осям при линейной интерполяции

При линейной интерполяции расчет составляющих по осям производится СЧПУ CNC8 по следующим формулам:

$F_x = F_k \times \frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 + B^2}}$ $F_y = F_k \times \frac{Y}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 + B^2}}$ $F_z = F_k \times \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 + B^2}}$ $F_b = F_k \times \frac{B}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 + B^2}}$	<p>Fk - подача, заданная в кадре; F(X),F(Y),F(Z)F(B) - составляющие подачи по осям X,Y,Z,и четвертой оси; X,Y,Z,B - величины перемещений, заданные в кадре по осям X,Y,Z и четвертой оси.</p> <p>Как правило, четвертая ось является поворотной осью с программированием приращений в градусах.</p>
---	---

В данном случае обработка происходит на определенном расстоянии от центра стола станка, поэтому нужно предварительно рассчитать подачу, которая программируется в кадре, так, чтобы результирующая подача на станке была равна заданной по технологии. Данный расчет выполняется предварительно по формуле:

$F_k = F_3 \times \sqrt{\frac{X^2 + Y^2 + Z^2 + B^2}{X^2 + Y^2 + Z^2 + \left(\frac{B * \pi * R}{180}\right)^2}}$	<p>Fз - подача, заданная по технологии; Fк - подача, которую нужно запрограммировать в кадре; X,Y,Z - перемещения по осям X,Y,Z, мм; B - перемещения по четвертой оси, град; R - расстояние от центра поворотного стола до точки резания, мм.</p>
--	---



При программировании перемещений по двум осям, например Y и четвертая ось, формула примет вид:

$$F_k = F_3 \times \sqrt{\frac{Y^2 + B^2}{Y^2 + \left(\frac{B * \pi * R}{180}\right)^2}}$$

В случае с включением в интерполяцию поворотной оси теряется смысл размерности для подачи, заданной в кадре

Расчет подачи при круговой интерполяции

Так как круговая интерполяция всегда выполняется в плоскости при помощи двух линейных осей, то всегда программируется контурная подача. Данная подача автоматически поддерживается постоянной на дуге окружности и направлена по касательной к ней в любой точке.

Расчет подачи при линейно-круговой интерполяции

Подача, запрограммированная для линейно-круговой интерполяции, является для УЧПУ подачей вдоль винтовой линии.

Если линейно-круговая интерполяция задана тремя линейными координатами, то подача вдоль винтовой линии автоматически раскладывается на линейную и круговую составляющие, с тем, чтобы на один шаг винта по линейной оси выполнялась полная окружность в плоскости круговой интерполяции.

$$F_{л} = F_k \times \frac{K}{\sqrt{(2 \times \pi \times R)^2 + K^2}}$$

$$F_{кр} = F_k \times \frac{2 \times \pi \times R}{\sqrt{(2 \times \pi \times R)^2 + K^2}}$$

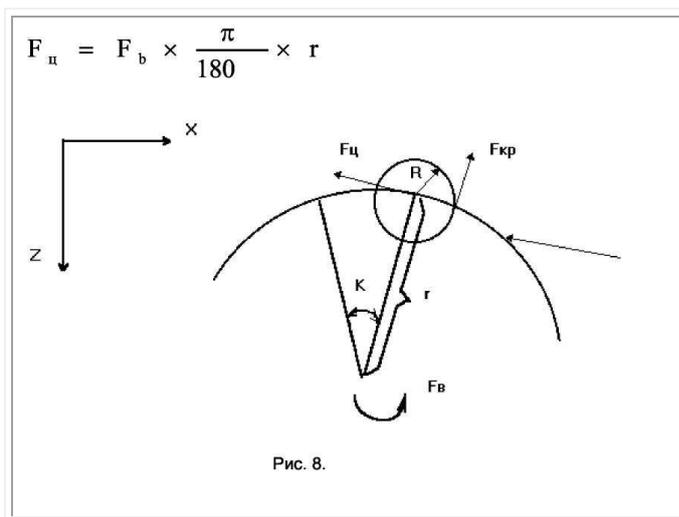
F_k - подача, запрограммированная в кадре;
 $F_{л}$ - линейная составляющая подачи;
 $F_{кр}$ - круговая составляющая подачи;
 K - абсолютная величина шага линейно-круговой интерполяции;
 R - величина радиуса круговой интерполяции.

Программирование линейно-круговой интерполяции дает возможность задавать перемещение по круговой оси в качестве "Линейной оси". Траектория движения инструмента в данном случае имеет сложную форму и обуславливается разными комбинациями поворотных и линейных осей. Понятие "ВИНТ" здесь используется относительно. СЧПУ CNC8 рассчитывает составляющие подачи согласно формулам, указанным выше, но подача в точке резания будет еще зависеть от расстояния от центра поворотного стола.

Расчет величины подачи, которую нужно задать в кадре, показан на следующем примере:

В качестве "Линейной" оси используется ось B (рис.8).





Примечание Рисунок показывает не реальную траекторию, а схему перемещений осей.

СЧПУ CNC8 рассчитывает подачу для круговой оси В по формуле:

$$F_{\text{в}} = F_{\text{к}} \times \frac{K}{\sqrt{(2 * \pi * R)^2 + K^2}}$$

К - шаг по оси, град

Подача, с которой будет перемещаться центр круговой интерполяции (не инструмент):

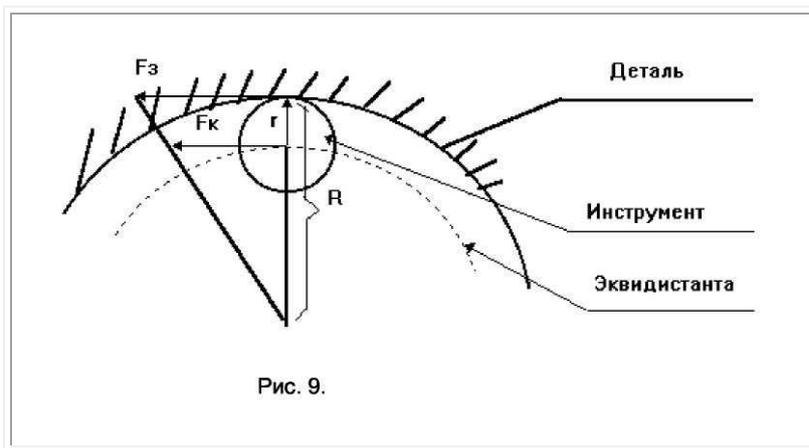
Если $F_{\text{ц}}$ считать заданной технологической подачей, то программная подача $F_{\text{к}}$ определяется по формуле:

$$F_{\text{к}} = F_{\text{ц}} \times \frac{180 * \sqrt{(2 * \pi * R)^2 + K^2}}{\pi * R * K}$$

Расчет подачи для эквидистанты

Подача, заданная в кадре, в общем случае относится к центру инструмента. По этой причине обработке прямолинейных участков контура подача края инструмента совпадает с подачей центра, а при обработке по дуге окружности отличается от нее. Это необходимо учитывать при обработке по дуге с внутренней стороны, особенно в том случае, если радиус круговой интерполяции соизмерим с радиусом инструмента (рис.9).

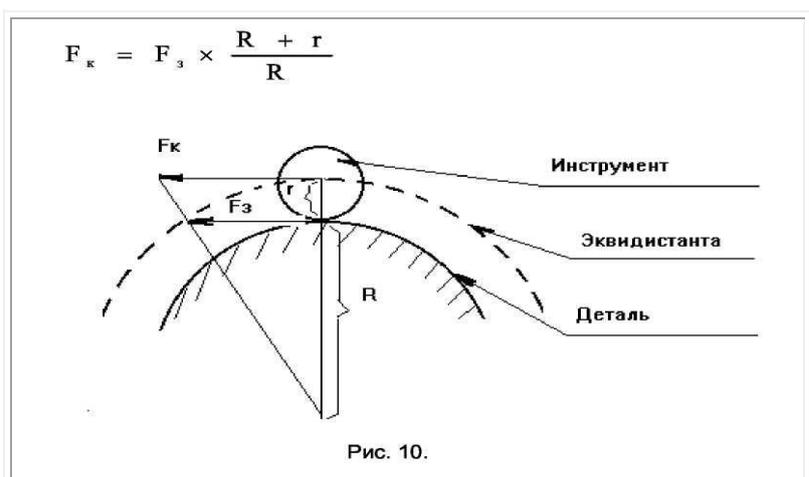




Считая технологическую подачу заданной, в кадре нужно запрограммировать подачу:

$$F_k = F_z \times \frac{R - r}{R}$$

Этот расчет дает возможность избежать поломки инструмента. Когда обработка ведется с внешней стороны, подача края инструмента будет меньше подачи центра (рис.10). Соответственно величина подачи:



Данный расчет дает возможность повысить производительность обработки.

Использование функций G65 дает возможность разрешить автоматический расчет подачи для центра инструмента по заданной в кадре подаче и по радиусу инструмента, хранящемуся в корректоре D, а использование функции G66 запретить.

Подготовительная функция (Функция G)

Содержание действия кода G обуславливается следующим за ним числовым значением. Тип G-функции определяет продолжительность ее действия. Ниже показаны два существующих типа G-функций.



Тип	Смысл
Одноразовый код	Код G данного типа является эффективным только в том кадре, в котором он запрограммирован
Модальный код	Код G данного типа является эффективным до тех пор, пока не будет закодирован другой код G из той же группы, в которую входит данный Код

Пример	<p>G01,G00 являются модальными кодами и поэтому</p> <table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;"> <p>G01X... X..... Y... Z... G00Y...</p> </td> <td style="border: none; vertical-align: middle;"> <p>} В этих пределах эффективным является G01</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="border: none;"> <p>Действие G01 прекращается, эффективная функция G00</p> </td> </tr> </table>	<p>G01X... X..... Y... Z... G00Y...</p>	<p>} В этих пределах эффективным является G01</p>	<p>Действие G01 прекращается, эффективная функция G00</p>	
<p>G01X... X..... Y... Z... G00Y...</p>	<p>} В этих пределах эффективным является G01</p>				
<p>Действие G01 прекращается, эффективная функция G00</p>					

Группы и типы G-функций, возможные в СЧПУ CNC8.

Код	Группа	Функция
00	01	Позиционирование (ускоренное перемещение)
01		Линейная интерполяция (рабочая подача)
02		Круговая интерполяция по часовой стрелке
03		Круговая интерполяция против часовой стрелки
04	00	Пауза
09		Торможение в конце текущего кадра до нулевой подачи
10		Линейно-круговая интерполяция
14	02	Сопряжение по дуге
15		Сопряжение по прямой
17	03	Задание плоскости 1 -2 ось
18		Задание плоскости 3-1 ось
19		Задание плоскости 2-3 ось
20		Задание произвольной плоскости
21	04	Разрешение коррекции рабочей подачи
22		Запрет коррекции рабочей подачи
23	05	Разрешение коррекции частоты вращения шпинделя
24		Запрет коррекции частоты вращения шпинделя
25	00	Начало фрагмента программы для повтора
27		Выход в "НОЛЬ" координат станка по путевым выключателям
28		Позиционирование в "НОЛЬ" координат станка
30		Позиционирование в фиксированную точку 1
31		Позиционирование в фиксированную точку 2



32		Завершение перемещений в кадре по внешнему сигналу
33		Нарезание резьбы резцом
34	00	Синхронизация подачи в кадре с 0-меткой датчика положения
35	06	Декартова система координат
36		Полярная система координат
37	00	Поворот системы координат
38		Запрет покадровой обработки УП на 1 кадр
39		Запрет останова программы по кнопке "Стоп" на 1 кадр
40	07	Отмена коррекции на радиус инструмента или пространственной коррекции
41		Коррекция на радиус инструмента слева
42		Коррекция на радиус инструмента справа
143		Пространственная коррекция на размер инструмента
144		Зеркальная пространственная коррекция на размер инструмента
43	08	Коррекция на длину инструмента в "+"
44		Коррекция на длину инструмента в "-"
49		Отмена коррекции на длину инструмента
45	09	Разрешение учета зависимых осей
46		Запрет учета зависимых осей
47	00	Перемещение неявно заданной координаты в +
48		Перемещение неявно заданной координаты в -
53	10	Возврат к системе координат станка
54		Выбор координатной системы заготовки 1
55		Выбор координатной системы заготовки 2
56		Выбор координатной системы заготовки 3
57		Выбор координатной системы заготовки 4
58		Выбор координатной системы заготовки 5
59	10	Выбор координатной системы заготовки 6
60	00	Одностороннее позиционирование
50	11	Геометрическое регулирование подачи в конце каждого кадра
61		Торможение в конце каждого кадра аналогично G9
62		Отмена действия G50, G61, G63
63		Торможение в конце каждого кадра до подачи, заданной параметром
64	00	Торможение в конце текущего кадра до подачи, заданной параметром
65	12	Разрешение пересчета подачи на круговом контуре
66		Запрет пересчета подачи на круговом контуре
67	00	Задание зеркальной обработки по указанным осям
68	00	Отмена зеркальной обработки по указанным осям
69	00	Задание масштаба по указанным осям



80	13	Отмена постоянного цикла
81		Цикл сверления
82		Цикл растачивания 1 (Рабочая подача)
83		Цикл глубокого сверления
84		Цикл нарезания резьбы
85		Цикл растачивания 2
86		Цикл прерывистого сверления
87		Цикл прерывистого сверления с выдержками времени
88		Цикл растачивания с ориентированным остановом шпинделя
150		Однопроходный продольный токарный цикл
151		Однопроходный поперечный токарный цикл
152		Многопроходный продольный токарный цикл
153		Многопроходный поперечный токарный цикл
154		Цикл глубокого сверления по оси Z
155		Цикл снятия припуска по оси X
156		Цикл глубокого сверления с нисходящей обработкой по оси Z
157		Цикл снятия припуска с нисходящей обработкой по оси X
158	Многопроходный цикл нарезания цилиндрических канавок	
159	Многопроходный цикл нарезания торцевых канавок	
160	Цикл сверления с дроблением стружки по оси Z	
161	Цикл снятия припуска с дроблением стружки по оси X	
162	Многопроходный цикл нарезания резьбы	
163	Цикл нарезания резьбы плашкой или метчиком	
164	Цикл продольной обработки до профиля	
165	Цикл поперечной обработки до профиля	
166	Цикл обработки фаски	
167	Цикл обработки скругления	
90	14	Задание в абсолютных величинах
91		Задание в приращениях
92	10	Задание координатной системы заготовки в программе
94	15	Задание подачи в мм/мин
95		Задание подачи в мм/об
96	16	Поддержание постоянства скорости резания
97		Задание частоты вращения шпинделя в об/мин

	<p>1. При включении СЧПУ устанавливаются функции G35, G40, G80. Функции групп 01 - 05, 08 - 12, 14 - 16 устанавливаются в соответствии с технологическими параметрами СЧПУ.</p> <p>2. G-функции группы 00 не считаются модальными и действуют только на кадр, в котором они запрограммированы.</p> <p>3. В одном кадре можно запрограммировать несколько G-функций, только</p>
--	--



Примечание	в том случае, если они из разных групп. При программировании несколько G-функций одной группы, будет действовать только та, которая запрограммирована последней.
	4. Коды модальных G-функций выводятся на индикацию в соответствии с номером группы.

Задание плоскости

Если запрограммировать функции **G17, G18, G19, G20**, то одновременно будут заданы следующие условия обработки:

- - плоскость круговой интерполяции и коррекции на радиус инструмента;
- - ось, вдоль которой вводится коррекция на длину;
- - ось, вдоль которой выполняется постоянный цикл;
- - ось винта при линейно-круговой интерполяции. Номера осей, указанных в таблице ниже, подчиняются правилам, описанным в п. 1.3.4.1.

Команда на перемещение не имеет никакого отношения к выбору плоскости.

Например, при команде **G17Z_** происходит перемещение по оси Z.

С помощью функции G20 может быть задана любая плоскость, образованная из любых двух осей, имеющихся на станке, в том числе и круговых.

Например, кадр **G20Y0U0** задает плоскость YU, при этом значения Y и U ни на что не влияют и не вызывают никаких перемещений.

Функция	Плоскость круговой интерполяции и коррекция на радиус	Ось коррекции на длину	Цикловая ось (для фрез. Циклов)	Ось винта при линейно-круговой интерполяции
G17	1-2	3	3	Любая из оставшихся
G18	3-1	2	2	Любая из оставшихся
G19	2-3	1	1	Любая из оставшихся
G20X0A0 (пример)	XA	Остается прежней	Циклы запрещены	Любая из оставшихся

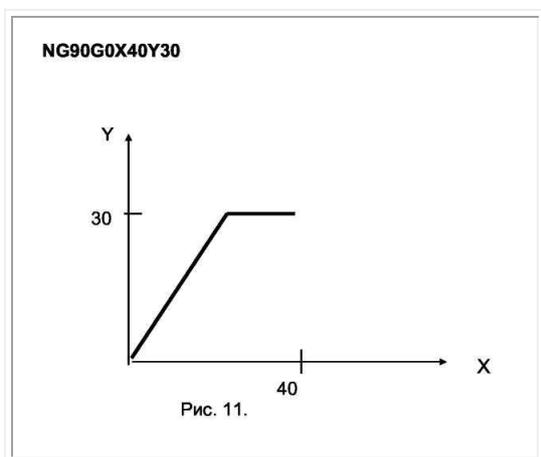
Позиционирование

Позиционирование задается с помощью функции G00. При этом происходит перемещение инструмента на скорости ускоренного перемещения в точку в случае программирования в абсолютных величинах или на расстояние в случае задания в приращениях. Одновременно можно запрограммировать перемещение во всем осям. Необходимо учитывать, что скорость ускоренного перемещения определяется соответствующими параметрами СЧПУ CNC8, таким образом, задавать скорость ускоренного перемещения с помощью функции F невозможно. Программирование позиционирования выглядит так (четвертая ось - B): **G00X_Y_Z_B_**. Перемещение происходит со скоростью ускоренного перемещения по всем запрограммированным осям до заданной точки



одновременно.Траектория перемещения инструмента зависит от установки соответствующего технологического параметра (N3022) и может быть двух видов:

- - параметр «G0 без интерполяции» установлен в зависимости от запрограммированных величин траектория перемещения инструмента не является прямой, то есть, перемещение на ускоренной подаче не является видом интерполяции (рис. 11). При этом скорости перемещений по координатам определяются станочными параметрами



- - параметр «G0 с интерполяцией» установлен, траектория перемещения представляет собой прямую линию, то есть перемещение выполняется с линейной интерполяцией (рис. 15). При этом результирующая подача рассчитывается следующим образом:

1 Определяются направляющие косинусы	$\cos x = \frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}}$ $\cos y = \frac{Y}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}}$ $\cos z = \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}}$	X, Y, Z величины перемещений, заданные в кадре по осям X, Y, Z и четвертой оси.
---	---	---

2 Вычисляются максимально возможные контурные подачи	$F_x^k = \frac{F_{max}^x}{\cos x}$ $F_y^k = \frac{F_{max}^y}{\cos y}$ $F_z^k = \frac{F_{max}^z}{\cos z}$	$F_{max}^x, F_{max}^y, F_{max}^z$ максимально возможные подачи по координатам из станочных параметров осей.
--	--	---

Выбирается минимальная из рассчитанных максимально возможных контурных подач. Время позиционирования будет минимальным, при этом ни по одной из осей, участвующих в движении, подача не превысит максимальной.



Одностороннее позиционирование

Одностороннее позиционирование, заданное по функции G60 по характеру движения полностью соответствует позиционированию по G00 с учетом вида движения по G00, установленного технологическим параметром. Подход к заданной точке всегда осуществляется с определенного направления, которое задается параметром СЧПУ CNC8.

Программирование одностороннего позиционирования в общем случае осуществляется так: **G60 X_Y_Z_**. Это показано на (рис.12.) Параметром задано направление выхода в точку из "+" в "-". Запрограммировано направление перемещения из "-" в "+". P1 - начальная точка P2 - конечная точка

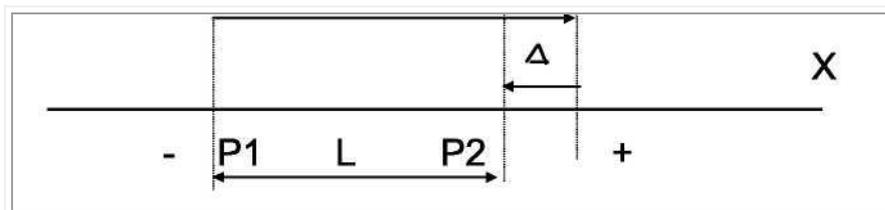


Рис. 12.

G91G60X+L

Если запрограммировано направление перемещения из "+" в "-" **G91G60 X-L**, см. рис. 13

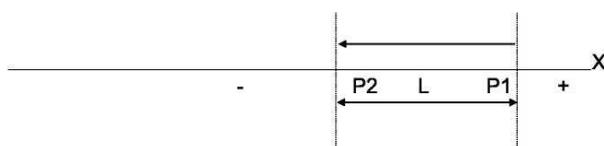


Рис. 13.

Примечание

Величина Δ определяется параметрами СЧПУ. При программировании нулевого перемещения по G60 в случае G91 происходит движение на величину Δ и возврат назад.

G91G60X0 (рис.14).

Параметром задан подход из "+" в "-", движение из "-" в "+". Функция G60 действует на один кадр.

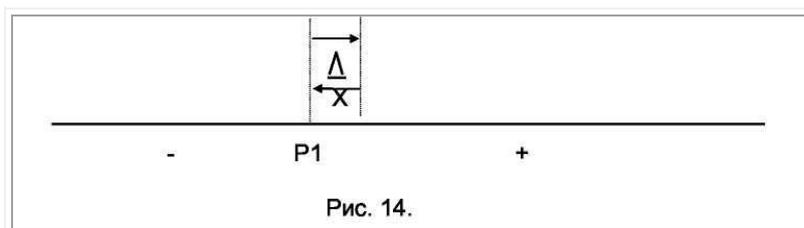


Рис. 14.



Линейная интерполяция

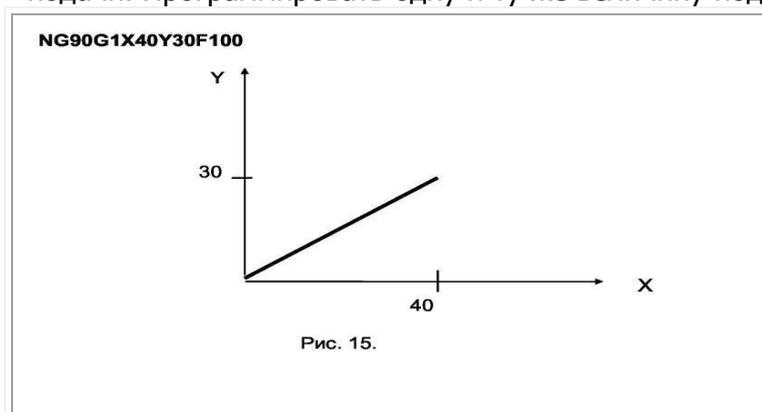
Линейная интерполяция задается функцией G01. В зависимости от программирования G90 или G91, заданные величины будут означать линейное перемещение в точку (по G90) или на расстояние (G91), знак запрограммированной величины указывает на направление перемещения по оси.

Программирование линейной интерполяции выглядит так:

G90(ИЛИ G91)G01X_Y_Z_B_U_W_F_

Комбинации осей могут быть произвольными. Происходит одновременное линейное перемещение по запрограммированным осям до заданной точки с подачей, определяемой величиной F (рис. 15).

Задаваемая величиной F подача действует пока не запрограммируется новая величина подачи. Программировать одну и ту же величину подачи в каждом кадре не нужно.



Круговая интерполяция

Функцией G02 или G03 задается круговая интерполяция. Ниже приведены примеры с учетом того, что ось 1-X, ось 2- Y, ось 3-Z.

G17G02(G03)X_Y_I_J_(R_)F_	Перемещение по дуге окружности в плоскости 1 -2.
G18G02(G03)Z_X_K_I_(R_)F_	По дуге окружности в плоскости 3-1
G19G02(G03)Y_Z_J_K_(R_)F_	По дуге окружности в плоскости 2-3
G02(G03)U_X_I_J_(R_)F_	По дуге окружности, заданной в плоскости UX (G20U0X0)

Ниже в таблице приводится значение функций и адресов, которые используются при программировании круговой интерполяции.

Задание	Код	Значение
1. Задание плоскости	G17	Задание дуги окружности на плоскости осей 1-2.
	G18	Задание дуги окружности на плоскости осей 3-1.
	G19	Задание дуги окружности на плоскости осей 2-3.
	G20U0W0	Задание дуги окружности на плоскости UW.
2. Направление	G02	Направление по часовой стрелке вращения.



вращения	G03	Против часовой стрелки.
3. Положение конечной точки	G90	Положение конечной точки в координатной системе.
	G91	
4. Координаты центра дуги окружности	Две из координат, I, J, K	Расстояние от начальной точки до центра со знаком; Координаты центра дуги окружности относительно начала рабочей системы координат.
5. Радиус дуги окружности	R	Радиус дуги окружности со знаком для определения большой и малой дуг.

Чтобы определить направление по часовой стрелке и против часовой стрелки, нужно смотреть на плоскость 1-2 с положительного направления оси 3 в отрицательное на плоскость 3-1 с положительного направления оси 2 в отрицательное на плоскость 2-3 с положительного направления оси 1 в отрицательное (рис. 16.)

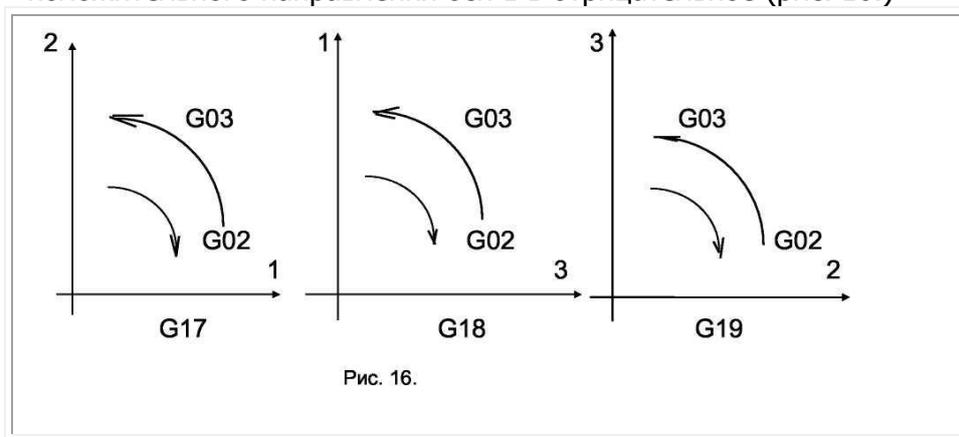


Рис. 16.

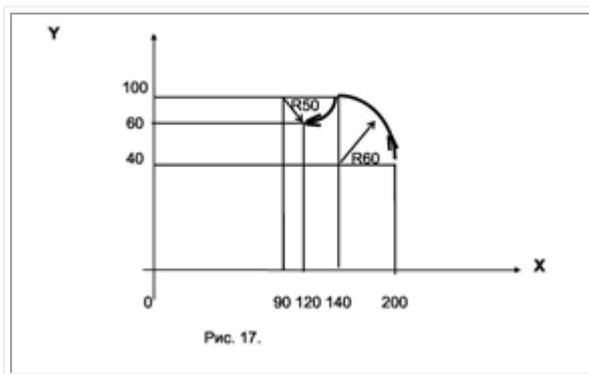
Чтобы определить направление вращения при задании G20 нужно учитывать следующее: при G2 вращение происходит от первой оси ко второй, при G3 - от второй к первой. Номера осей определяются порядком их задания при G20.

Задание дуги окружности через расстояния от начальной точки до центра

Когда устанавливается технологический параметр задания координат центра дуги окружности через расстояния от начальной точки до центра (N3021=0) программирование векторов I, J, K, определяющих положение центра дуги относительно начальной точки, осуществляется всегда в приращениях, независимо от G90 или G91.

В зависимости от направления I, J, K нужно выбрать для них соответствующий знак. Пример можно посмотреть на (рис. 17).





В абсолютных величинах	G90G17G03 X140 Y100 I-60 F300 G02X120Y60I-50
В приращениях	G91G17G03 X-60 Y60 I-60 F300 G02X-20 Y-40 I-50

Скорость подачи для круговой интерполяции направлена по касательной к дуге окружности, поддерживается постоянной в каждой точке дуги и соответствует заданной величине F.

Задание дуги окружности через координаты центра относительно начала рабочей системы координат

Программирование векторов I, J, K, определяющих положение центра дуги, при установке технологического параметра задания координат центра дуги окружности через расстояния относительно начала рабочей системы координат (N3021=1), осуществляется всегда в абсолютной системе отсчета, независимо от G90 или G91. Пример программы показан на (рис. 17).

В абсолютных величинах	G90G17G03 X140 Y100 I140 J40 F300 G02X120Y60I90J100
В приращениях	G91G17G03 X-60 Y60 I140 J40 F300 G02X-20Y-40I90 J100

Задание дуги окружности через координаты центра в зависимости от действующих функций G90 - G91

Программирование векторов I, J, K определяющих положение центра дуги, при установке технологического параметра задания координат центра дуги окружности в зависимости от действующих функций G90 - G91 (N3021=2), осуществляется в зависимости от действующих на данный момент функций G90 или G91. Пример программы показан на (рис. 17).



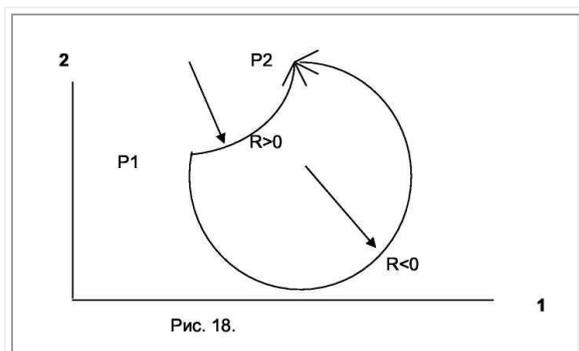
В абсолютных величинах	G90G17G03 X140 Y100 I140 J40 F300 G02X120Y60I90J100
В приращениях	NG91 G17G03 X-60 Y60 I-60 F300 NG02 X-20 Y-40 I-50

Примечание	В случае когда задан центр с использованием векторов I, J, K и не задан ни один из адресов X, Y, Z, то при любом варианте задания центра это будет соответствовать заданию дуги окружности на 360 град. (Задание полной окружности).
------------	--

Задание дуги окружности через ее радиус

При программировании дуги окружности задание ее центра выполняется через ее радиус. В этом случае координаты центра определяются СЧПУ CNC8 автоматически. Знак радиуса определяет длинную или короткую дугу окружности в соответствии со следующими правилами: $R>0$ - короткая дуга, $R<0$ - длинная дуга (рис 18).

Примечание	При задании половины окружности знак радиуса значения не имеет. Задание полной окружности с помощью радиуса невозможно.
------------	---



Линейно-круговая интерполяция (винтовая обработка)

Функция G10 задает линейно-круговую интерполяцию. Линейно-круговую интерполяцию можно получить программированием круговой интерполяции в одной из плоскостей 1-2, 3-1, 2-3 и синхронной с ней линейной интерполяции по оставшейся свободной линейной или круговой оси. Линейно-круговая интерполяция в общем случае программируется следующим образом (с учетом того, что в декартовой системе координат ось 1-X, ось 2- Y, ось 3 - Z):

```
G17G02(G03)G10X_Y_I_J_Z_F_K  
G18G02(G03)G10X_Z_I_K_Y_F_J  
G19G02(G03)G 10Y_Z_J_K_X  
_F_I_
```

Функцией F программируется подача по винтовой линии. Шаг задается в градусах в том случае, если в качестве "ЛИНЕЙНОЙ" оси задана круговая ось.



Примечание	1. Знак шага должен совпадать с направлением перемещения по линейной оси.
	2. Коррекция инструмента по радиусу осуществляется относительно дуги окружности.
	3. Шаг всегда задается на один оборот винта.
	4. Если начальная и конечная точки в плоскости круговой интерполяции не совпадают, то для задания координат центра дуги окружности также можно использовать радиус.
	5. Координаты центра дуги окружности задаются в соответствии со значением технологического параметра N3021.

Пример	Нужно задать перемещение по спирали с радиусом 50 мм на четверть оборота с подъемом по 3-й оси на 40 мм. Так как здесь за четверть оборота ось Z переместится на четверть шага, то при Z40 шаг будет K160.	G91G2G10X-50Y50I-50Z40K160
--------	--	-----------------------------------

Упрощенное программирование перемещений в кадре

В некоторых частных случаях возможно упрощенное задание перемещений в кадре с помощью функций G47 и G48. Это может, например, использоваться при токарной обработке для задания фасок и галтелей. Приведенные ниже примеры (рис. 19-23) показывают варианты использования этих функций.

G1G91X10G47 или **G1G91Y10G47**

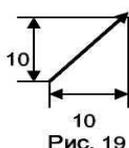
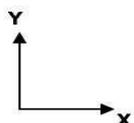


Рис. 19

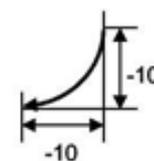
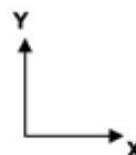


Рис. 22

G1G91X10G48 или **G1G91Y-10G47**

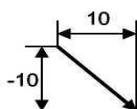
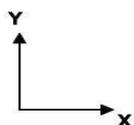


Рис. 20

G2G91X-10G47 или **G2G91Y10G48**

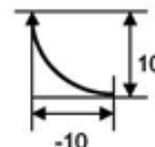
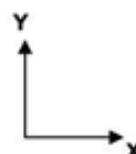


Рис. 23

G2G91X10G47 или **G1G91Y10G47**

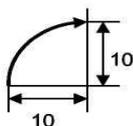
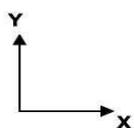


Рис. 21

G2G91X-10G48 или **G2G91Y-10G48**



Нарезание резьбы резцом

Нарезать резьбу резцом можно если на станке установлен датчик положения шпинделя. Для этого используют функцию G33, действующую только на один кадр. Подача, которая задана в этом кадре или действует на этот момент, воспринимается в мм/оборот шпинделя. С данной функцией в этом кадре задается любой вид интерполяции. Движение в этом кадре всегда будет начинаться при одном и том же положении шпинделя, это позволяет нарезать резьбу за несколько проходов (изменяя вылет резца), или нарезать многозаходную резьбу (изменяя точку начала резьбы).

Пример	N100G91G1Z-10G33F1.6	нарезание резьбы по оси Z длиной 10 мм с шагом 1.6 мм.
--------	-----------------------------	--

Запрет покадровой отработки

Иногда при разработке циклов пользователя, нужно сделать запрет останова отработки программы в покадровом режиме. Это можно сделать с помощью функции G38, она не запрещает останов программы с помощью кнопок "Стоп программы" и действует на один кадр.

Автоматический выход в точку

Автоматическое позиционирование осей станка в особые точки станка задается программированием функций G27, G28, G30, G31. Задания по технологическим адресам осей указывают, по каким осям требуется выход в особые точки. С этими адресами нужно задать любые значения чисел, ни на что не влияющих. Характер движения осей соответствует функции G00 с учетом технологического параметра вида движения по функции G00 (N3022) потому что эти функции являются видами позиционирования.

Автоматический выход в ноль координат станка по путевым выключателям

Функция G27 задает автоматический выход координат станка в ноль. Обычно выход в ноль станка по G27 программируется следующим образом (на станке с четырьмя осями - X Y Z V):

NG27X0Y0Z0V0	При отработке будет выполняться выход в ноль координат станка на скорости выхода в ноль в направлении, заданном параметрами. Процесс аналогичен выходу в ноль с пульта станка.
---------------------	--

Позиционирование в ноль координат станка

Функция G28 задает позиционирование в ноль координат станка.

G28X0Y0Z0	При выполнении этого кадра происходит позиционирование в ноль координат станка не учитывая коррекции на размер инструмента и смещений нулей. Все движения выполняются на скорости ускоренного перемещения
------------------	---



Позиционирование в фиксированную точку

G30(G31)X0Y0Z0

Использование функций G30, G31 приводит к перемещению исполнительного органа в точку с ранее введенными с помощью параметров N7001-N7401, N7002-N7402 координатами без учета коррекций на размер инструмента и смещений нулей.

Эта функция по своему действию равнозначна G28, но позиционирование осуществляется не в ноль координат, а в точку, координаты которой определены массивом G30, G31. Массив координат всегда, задает абсолютные значения координат фиксированной точки в системе координат станка независимо от G90/G91. Фиксированными точками могут быть точка смены инструмента, точка смены деталей и т. д.

Синхронизация подачи в кадре с 0-меткой датчика положения

Функция G34Д для необходима для синхронизации начала контурного движения (по функциям G1-G3, G0 с линейной интерполяцией) в кадре с 0-меткой датчика положения, который установлен с помощью параметров в качестве датчика резьбонарезания. Функция может использоваться в любом кадре с интерполяцией, с любым способом задания подачи (мм/мин или мм/об) и действует на один кадр.

Завершение перемещений в кадре по внешнему сигналу

В некоторых случаях обработки необходимо управлять выполнением программы по внешнему сигналу от станка. Программирование функций G32 прекращает выполнение перемещений, заданных в кадре, при установке обменного сигнала "КАСАНИЕ" в логическую единицу и передает управление выполнением программы следующему кадру.

Примечание

Отработка функции G32 взаимосвязана с программой электроавтоматики, формирующей диаграмму сигнала "КАСАНИЕ" при получении внешнего сигнала от станка. Этим сигналом может быть сигнал с щупового датчика (индикатора контакта)

Задание функции G32 в любой программе обеспечивает останов расшифровки управляющей программы до момента, пока отработка программы не дойдет до кадра с функцией G32.

Пауза

G04EX

Пауза программируется

Это значит выполнение следующего кадра задержится на X/10 секунд. Программирование величины паузы производится в десятых долях секунды. Максимальная величина паузы составляет 6553,5 сек = 109,225 мин = 1,82 ч = 1 ч 49 мин 12 сек. Пауза программируется в отдельном кадре и вместе с любой другой информацией. При программировании паузы совместно с другой информацией временная задержка выполняется после отработки всех перемещений и технологических команд, заданных в кадре.

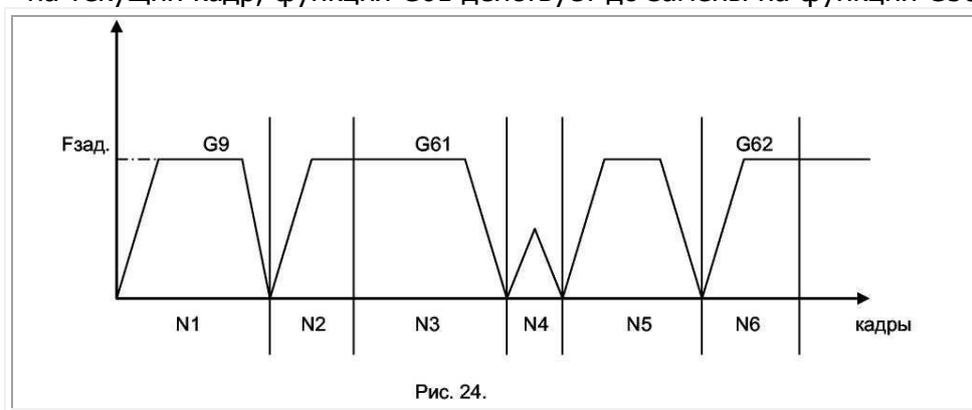


Торможение в конце кадра

СЧПУ CNC8 программирует три варианта торможения в конце кадра: до подачи, равной нулю, до подачи, заданной параметром (в общем случае не равной нулю) и до подачи, которая определяется величиной изменения направления в соседних кадрах. Управление торможением происходит при помощи функций G9, G50, G61, G63-G64. Отмена действия функций G50, G61, G63 происходит по функции G62.

Торможение до подачи, равной нулю

Для точного останова координат в конце кадра используется торможение до подачи, равной нулю. Кадр будет законченным когда разница между конечными и текущими координатами будет меньше или равна заданной станочными параметрами. Такой вид торможения задается с помощью функций G9, G61, при этом функция G9 действует только на текущий кадр, функция G61 действует до замены на функции G50, G62-G63 (рис. 24).



Торможение в конце кадра выполняется автоматически, без программирования G09, в следующих случаях:

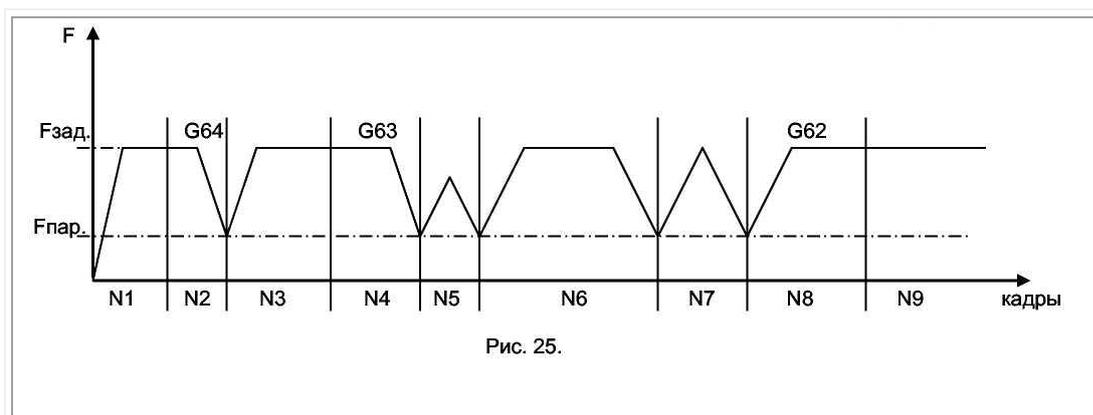
- все виды позиционирования;
- перед кадром с заданным позиционированием;
- перед кадром без перемещений;
- перед выполнением постоянного цикла;
- при сопряжении участков эквидистанты в точке S;
- при ускоренной обработке;
- при работе в покадровом режиме.

Торможение до подачи, заданной параметром

При помощи функций G63, G64 задается торможение до подачи, заданной параметром. Функция G63 действует до замены функциями G50, G61, G62, функция G64 действует только на текущий кадр. На границах кадров снижается подача до величины, установленной

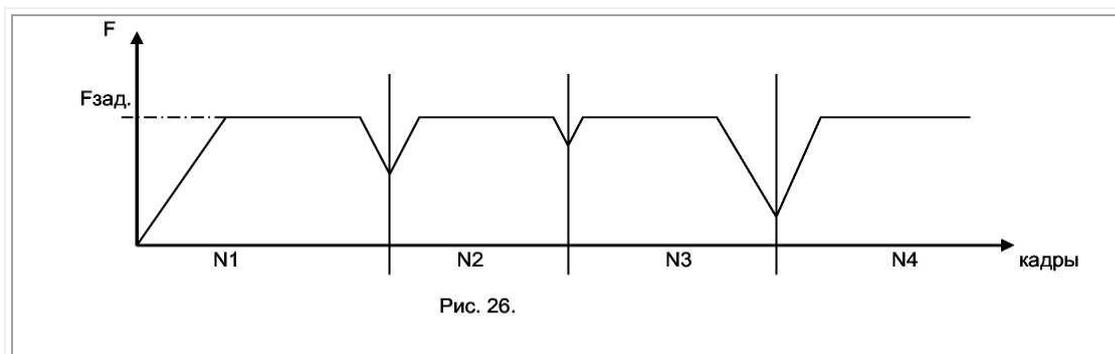


параметром N3000, и переход на следующий кадр без проверки вхождения координат в зону контроля. Это показано на (рис. 25).



Геометрическое регулирование подачи

При помощи функции G50, которая действует до замены функциями G61, G62, G63 задается геометрическое регулирование подачи в конце каждого кадра. Величина изменения направлений в этих кадрах и величина параметра точности прохождения стыка этих кадров (N3034) определяется значением подачи на границах кадров. Это показано на (рис. 26).



Запрет останова программы по кнопке «Стоп» на 1 кадр

Функция G39B применяется если нужно по каким-либо технологическим причинам (например, при нарезании резьбы) блокировать кнопки «Стоп программы». Функция действует на один кадр и предохраняет процесс обработки от неверных действий оператора.

Системы координат

Необходимо определить систему координат для программирования в абсолютных величинах. СЧПУ CNC8 позволяет программировать позицию инструмента по осям в следующих системах:

- - системе координат заготовки;
- - системе координат станка.



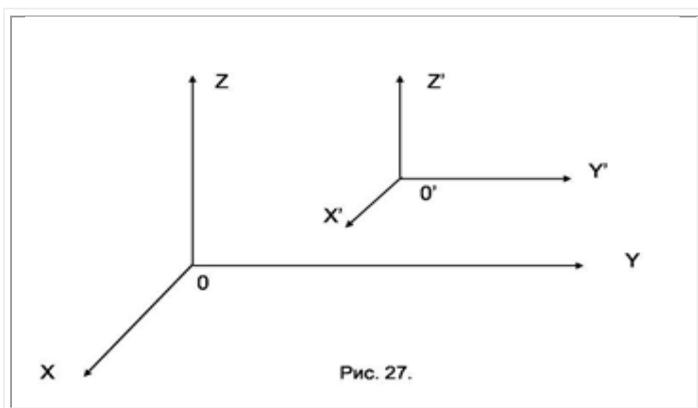
Система координат станка задается посредством установки параметров смещения нулей станка (См. "Руководство оператора"). В эти параметры вводится расстояние от нуля координат по датчикам положения до требуемых точек, принятых за начало отсчета. При совпадении нуля координат станка с нулем координат по датчикам положения параметры нужно обнулить.

Действующей системой координат считается система координат, которая определена для текущего программирования.

Фиксированные системы координат заготовки

Запрограммировав G54 - G59 возможно выбрать одну из шести предварительно установленных систем координат заготовки станка. Что определить эти шесть систем координат нужно установить расстояния по каждой координатной оси от нуля координат станка до начала отсчета новой системы координат. Как задать величину смещений описано в «Руководстве оператора».

Пример	Заданы смещения по осям по G55 (Рис.27). G55 X500 Y200 Z100 . При программировании G90G55G00X100Y50Z20 произойдет позиционирование в положение X=100, Y=50, Z=20 в системе координат, заданной G55.
--------	---

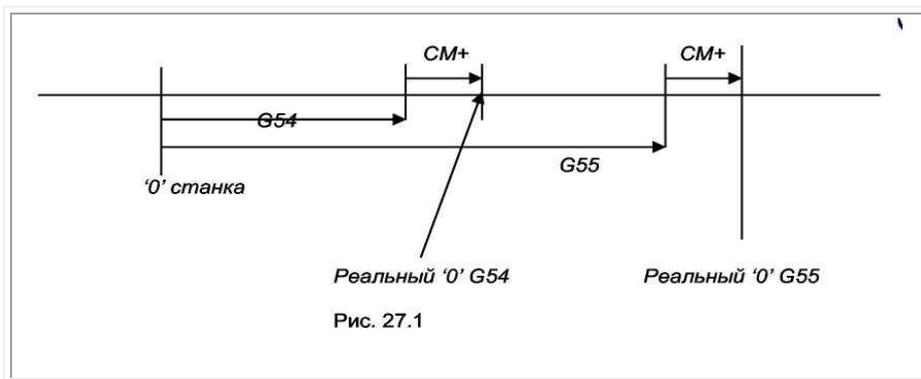


Примечание	При включении питания СЧПУ CNC8 автоматически устанавливается система координат заготовки, определяемая параметром N3008.
------------	---

Аддитивное смещение фиксированных систем координат заготовки

Для синхронного смещения систем координат заготовки, задаваемых функциями G54-G59, служит общее смещение, которое задается с клавиатуры СЧПУ CNC8 в режиме ввода нулей координат заготовки, как указано в «Руководстве оператора». Данное смещение называется аддитивным, так как оно суммируется с текущим смещением G54-G59 (рис. 27.1). В таблице смещений, вызываемой по клавише SF8(SF18), оно обозначено символом "CM+".





Альтернативная система координат заготовки

Если в СЧПУ CNC8 наличие таблицы инструментов установлено с помощью технологического параметра N3028, то появляется альтернативная система координат заготовки. Каждый инструмент имеет свое смещение нулей, задаваемое в окне, которое вызывается по клавише SF7(SF17). Каждый инструмент имеет аддитивное смещение, которое добавляется к основному смещению и в таблице инструментов обозначается, как 'Смещение +'. Выборка смещений из таблицы происходит по T-функции или по M-функции.

Примечание	Смещения, который вызываются по функциям G54-G59, и смещения из таблицы инструментов суммируются друг с другом, и когда нужно действие только одного источника смещений другой необходимо обнулить.
------------	---

«Плавающая» система координат заготовки

С помощью функции G92 может быть также установлена непосредственно в управляющей программе система координат заготовки. В общем виде задание новой координатной системы выглядит следующим образом:

G92X_Y_Z_	<p>В зависимости от установки соответствующего технологического параметра N3031 значения, задаваемые с адресами X, Y, Z и т. д. имеют следующий смысл:</p> <ul style="list-style-type: none"> • значения координат инструмента в новой координатной системе (рис. 28); • величины смещения координат относительно нуля станка (аналогично G54-G59) (рис. 29); • величины смещения действующей системы координат. При этом с каждым новым заданием функции G92 происходит суммирование этих смещений (рис. 30). <p>Задание новой системы координат производится путем повторного задания функции G92. Таким образом может быть задано неограниченное количество систем координат заготовки</p>
------------------	--



G92X100Y50

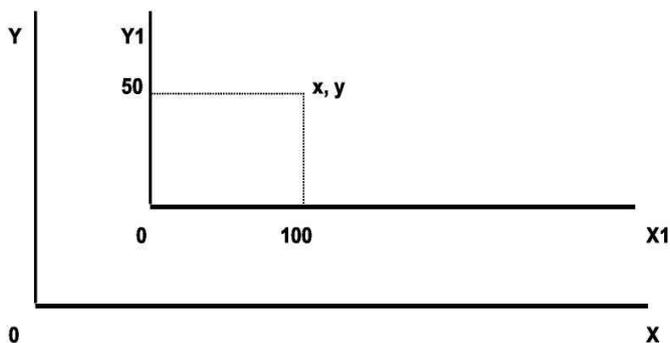


Рис. 28

G92X100Y50

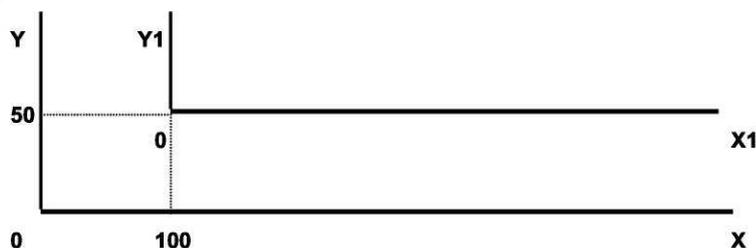


Рис. 29

G92X100Y50

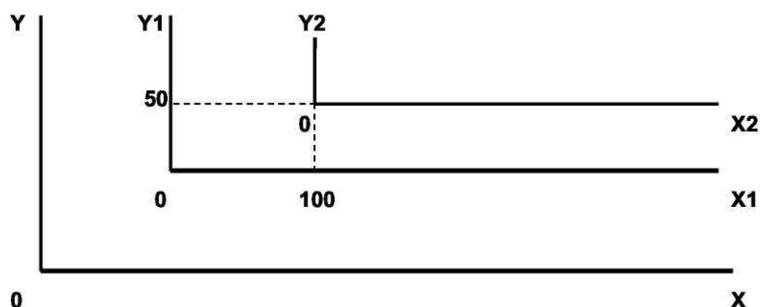


Рис. 30

Возврат к системе координат станка

Действие системы координат заготовки, выбранной по G54 - G59, G92, отменяется программированием в кадре G53. Перемещение, заданное в кадре с G53, и последующие перемещения будут производиться относительно системы координат станка. G-функции, определяющие характерные точки станка и их взаимное расположение показаны на (рис. 31)





Функции коррекции

Функции коррекции нужны для автоматического учета размера инструмента при обработке детали.

Функции D, H и DR

Функции D, H и DR служат для задания вида коррекции и величины смещения в соответствии с заданным номером корректора.

Функция D	Задаёт величину смещения для коррекции по радиусу и используется функциями G40, G41, G42, G143, G144
Функция H	Задаёт величину смещения для коррекции по длине и действует по функциям G43, G44, G49
Функция DR	Задаёт номера корректора величины скругления инструмента и используется функциями G143, G144

Программируется задание смещения, например по радиусу, так: G41 D34. Здесь запрограммирована величина смещения по радиусу, определяемая 34-м корректором.

Величина смещения

Величина смещения инструмента может находиться в пределах плюс--минус 1000.0 мм или град. и задается номером корректора. В СЧПУ CNC8 предусмотрено 255 корректоров с номерами 1-255, это даёт 255 различных величин смещения. Ввод величин смещения в память СЧПУ описан в **"Руководстве оператора"**.

Примечания	<ul style="list-style-type: none"> Величины смещения по запрограммированным номерам корректоров следует вводить до начала отработки управляющей программы.
	<ul style="list-style-type: none"> Один и тот же номер корректора может одновременно использоваться по D, H и DR.
	<ul style="list-style-type: none"> Номер корректора никак не связан с номером инструмента, поэтому, вне зависимости от номера инструмента, может быть задана величина коррекции по любому номеру корректора.



Смещение инструмента по длине (G43, G44, G49)

Функциями G43, G44 задается смещение инструмента по длине. Это можно сделать так: **G43H_ G44H_** Функциями G43, G44 выбирается направление смещения, а функцией H обозначается номер корректора. Направление смещения: G43 смещение в направлении "+" G44 смещение в направлении "-". Величина смещения добавляется автоматически к координатным значениям конечной точки запрограммированного перемещения по G43 и вычитается по G44, не зависимо от режима задания в абсолютных величинах или приращениях. При выполнении данных операций учитывается знак величины смещения. К примеру, задание G44 с отрицательной величиной смещения равнозначно заданию G43 с такой же величиной смещения, но с положительным знаком. Функции G43, G44 являются модалными. Пока не будет запрограммирована другая G-функция этой же группы, действуют функции G43, G44.

Программированием G49 или выбором H00 отменяется смещение по длине.

Примечание	<ul style="list-style-type: none">• Если величина смещения изменяется путем изменения номера корректора старая величина смещения заменяется новой. Новая величина не прибавляется к старой.
	<ul style="list-style-type: none">• Функции D, DR не используются для смещения инструмента по длине.
	<ul style="list-style-type: none">• При включении питания СЧПУ начальная установка функции из группы G43-G49 определяется параметром N3006. В СЧПУ CNC8 возможна коррекция длины инструмента по любой из осей. В зависимости от функции G17, G18, G19 величина смещения будет вводиться по осям Z, Y, X.

Реальный ввод и вывод коррекции на длину инструмента производится в кадрах, где задано перемещение по корректируемой оси.

Коррекция инструмента на радиус (G40 - G42)

При программировании функций G40, G41, G42 происходит коррекция траектории движения инструмента на величину его радиуса. Данные функции применяются с G00, G01, G02, G03, они совместно определяют некоторый режим движения инструмента. При введенной коррекции на радиус инструмента можно запрограммировать до 10 кадров, которые не содержат перемещений в плоскости коррекции, или кадров без перемещений. Величина смещения задается номером корректора по функции D, как показано ниже в таблице

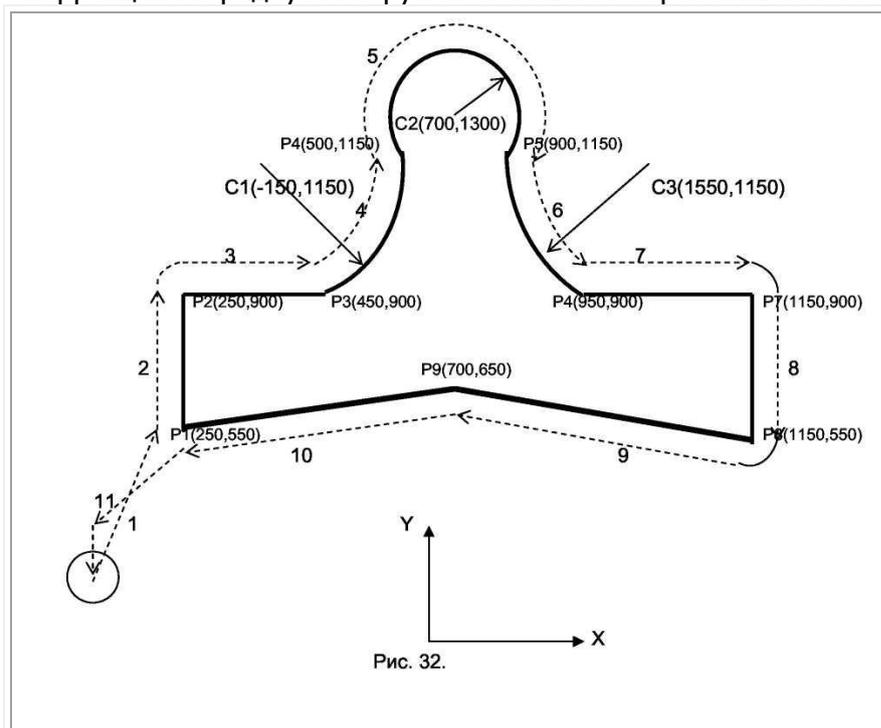
Функция	Действие
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Ввод смещения слева от направления перемещения инструмента
G42	Ввод смещения справа от направления перемещения инструмента

Приведенные ниже примеры, с использованием фрезы в качестве инструмента, подходят и для резца, в качестве радиуса выступает радиус скругления резца.

В примере, который приведен (рис. 32) показан процесс выработки режима коррекции на радиус инструмента. Кадр номер один называют кадром включения. При



программировании G41 происходит переключение из режима отмены коррекции на режим коррекции на радиус инструмента слева от обрабатываемого контура.



В конечной точке P1 кадра N1 происходит смещение на величину радиуса инструмента, перпендикулярное к направлению от P1 к P2. Радиус инструмента определяется значением корректора D07, в области памяти, которая соответствует номеру корректора 7, хранится значение радиуса инструмента. После того как задан режим коррекции на радиус инструмента, нужно запрограммировать контур заготовки в соответствии с данными чертежа, смещение на радиус инструмента вводится автоматически. При задании G40 в кадре N11 при возвращении в точку отправления, будет отменена коррекция на радиус, и произойдет возврат инструмента в точку отправления.

N100	G92 XO YO Z0
N1	G90G17G01G41 D07 X250 Y550 F150
N2	Y900
N3	X450
N4	G03 X500Y1150 I-600 J250
N5	G02 X900 I200 J150
N6	G03 X950 Y900 I650
N7	G01 X1150
N8	Y550
N9	X700 Y650
N10	X250 Y550
N11	G00G40 X0 Y0

До начала отработки программы нужно установить величину смещения D по номеру 7.



Подробное описание коррекции инструмента на радиус

Режим отмены коррекции по радиусу устанавливается при включении СЧПУ CNC8 или по завершению программы по M02, M30, M98.

Ввод коррекции на радиус инструмента

Условия для выполнения режима коррекции по радиусу при отработке кадра:	• функции G41 или G42 запрограммированы;
	• отличный от D00 номер корректора;
	• запрограммировано перемещение, хотя бы для одной из определяемых плоскостью координат.

Примечание	Запрещается программирование в одном кадре круговой интерполяции по функциям G02, G03 и ввод коррекции по радиусу функциями G41, G42.
	Понятия " Внутренняя сторона " и " Внешняя сторона " разъясняются так - угол пересечения направления перемещений, заданный в двух кадрах, соответствует " Внутренней стороне ", если он больше 180 градусов и " Внешней стороне ", если меньше 180 градусов, при измерении со стороны заготовки.

Это показано ниже на рисунках 33-40



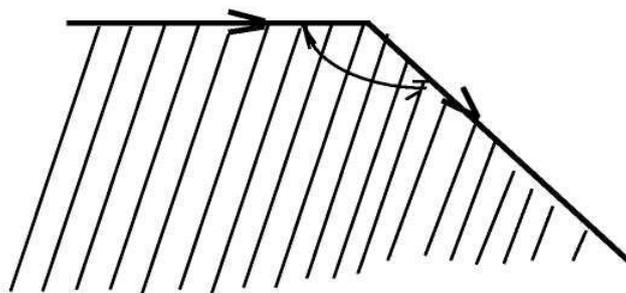


Рис. 34. Внешняя сторона

Перемещение с “внутренней стороны”

Прямая линия - прямая линия

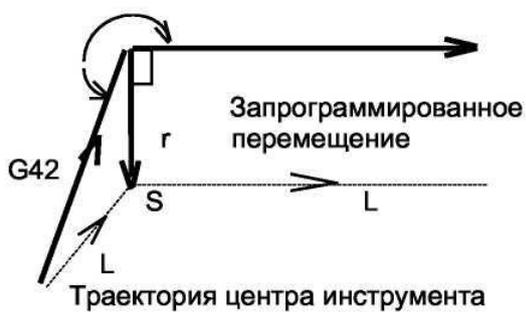


Рис. 35.

Здесь и далее на рисунках используются следующие обозначения:

- S - точка останова в режиме покадровой отработки, точка смены подачи на заданную в следующем кадре, точка автоматического торможения.
- L - перемещение по прямой линии,
- C - перемещение по дуге окружности.

Прямая линия - дуга

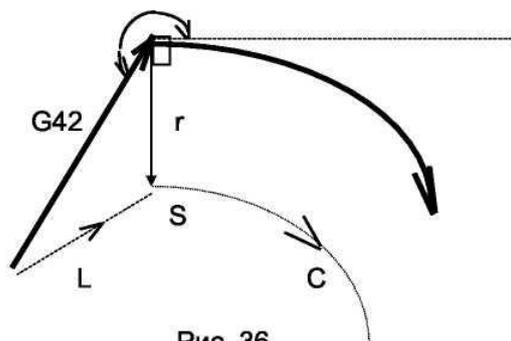


Рис. 36.



Перемещение с наружной стороны под тупым углом

Прямая линия - прямая линия

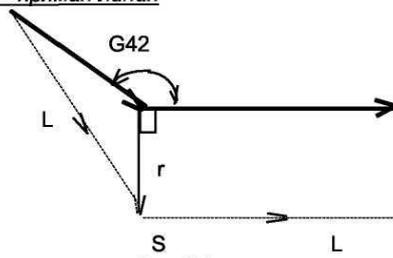


Рис.37.

Прямая линия - дуга

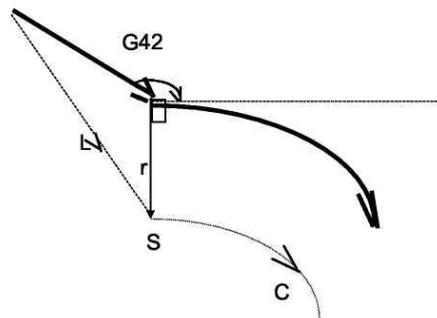


Рис. 38.

Перемещение с наружной стороны под острым углом (меньше 90 град).

Прямая - прямая

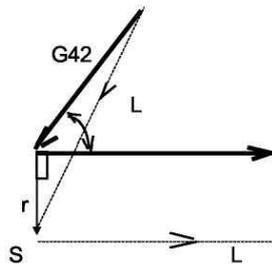
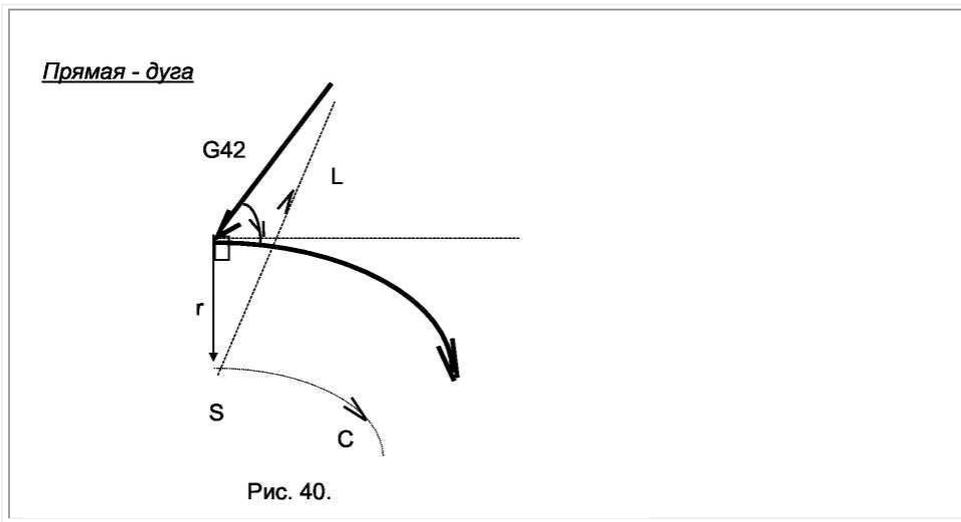


Рис. 39.

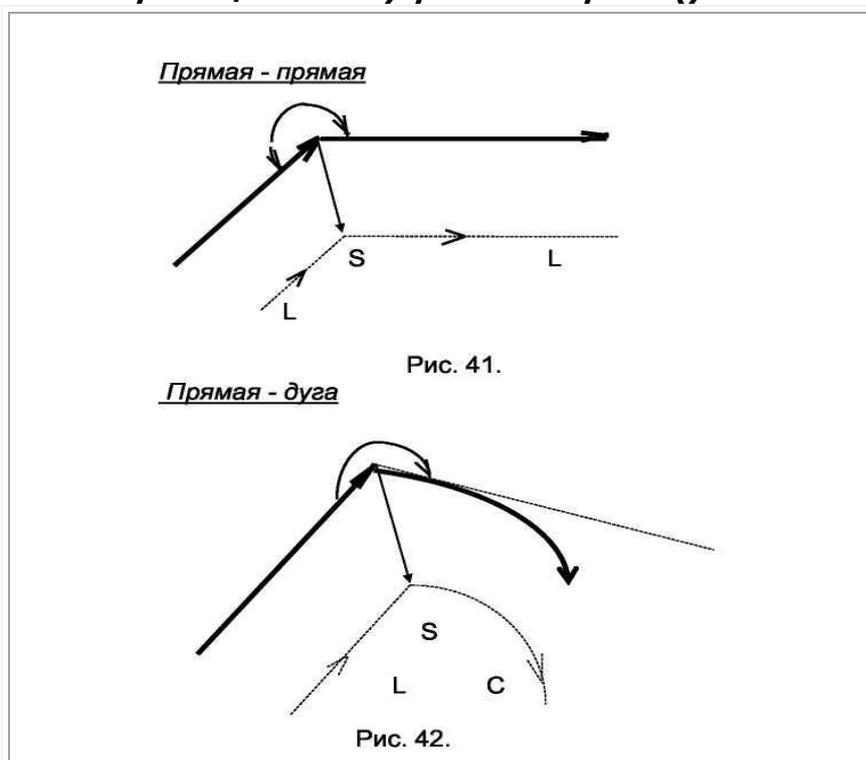




Отработка введенной коррекции на радиус инструмента

При работе СУЧПУ CNC8 с введенной коррекцией на радиус инструмента происходит смещение траектории центра инструмента на величину коррекции от запрограммированной траектории при линейной, круговой, линейно-круговой интерполяции и позиционировании. Переключение G17, G18, G19 возможно только после отмены G41, G42 функцией G40. При перемещениях с наружной стороны угла для его обхода автоматически вставляется один или несколько кадров. Дополнительные кадры представляют собой дугу или отрезки прямых. Функция G14 задает сопряжение по дуге. Функция G15 - сопряжение отрезками прямых. Варианты переходов изображены на рисунках 41 - 60.

Перемещение с внутренней стороны (угол больше 180 град.)



Дуга - прямая

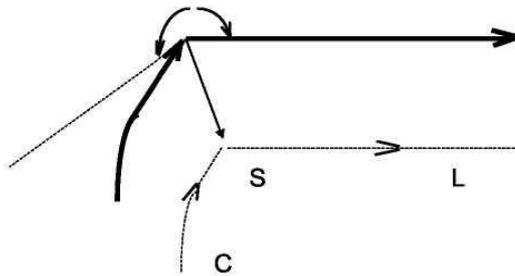


Рис. 43.

Дуга - дуга

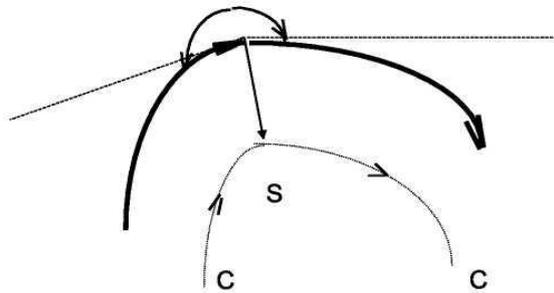


Рис. 44.

Перемещение с наружной стороны под тупым углом (угол больше 90 град., но меньше 180 град.) по функции G14

Прямая - прямая

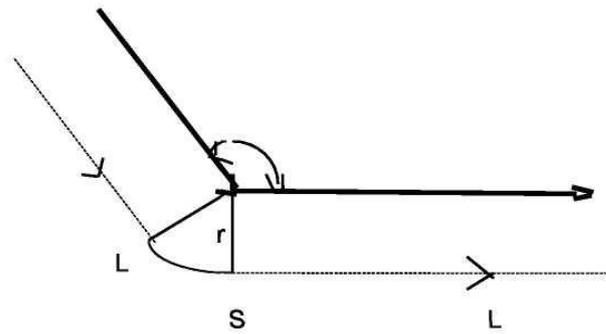


Рис. 45.



Прямая - дуга

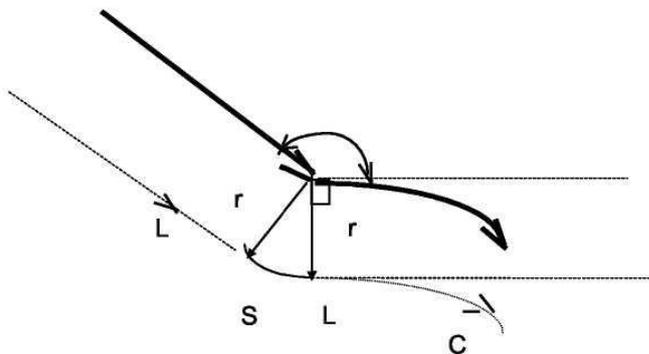


Рис. 46.

Дуга - прямая

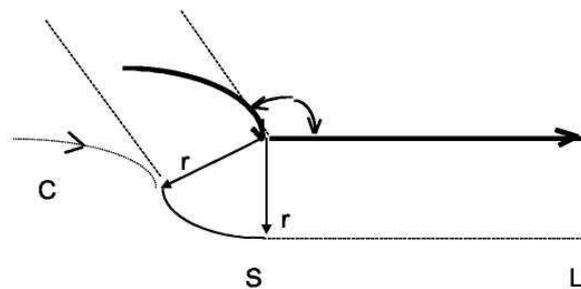


Рис. 47.

Дуга - дуга

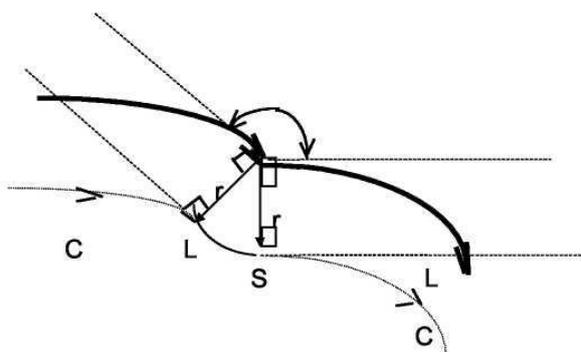


Рис. 48.

Перемещение с наружной стороны под тупым углом (угол больше 90 град., но меньше 180 град.) по функции G15



Прямая - прямая

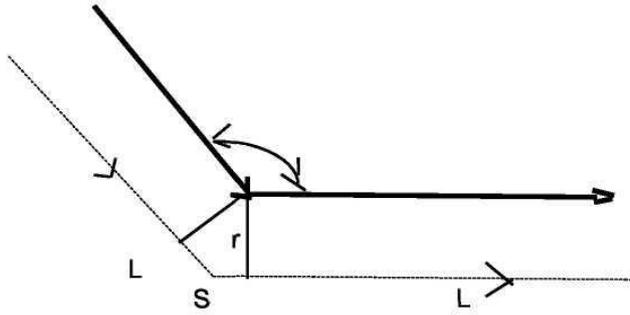


Рис. 49.

Прямая - дуга

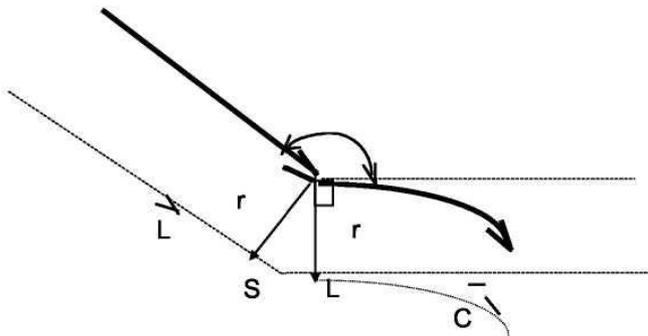


Рис. 50.

Дуга - прямая

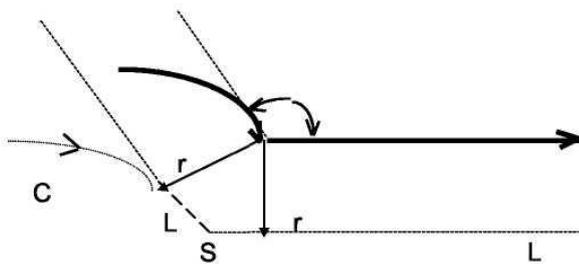
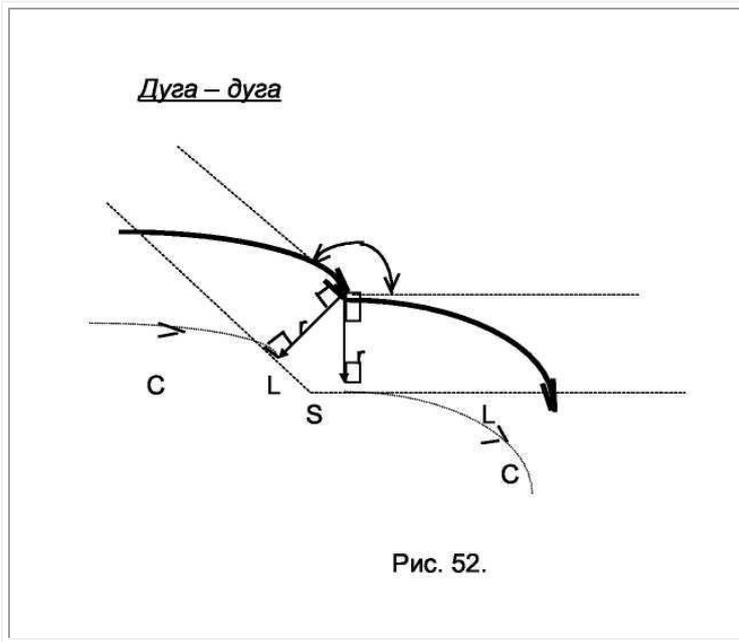
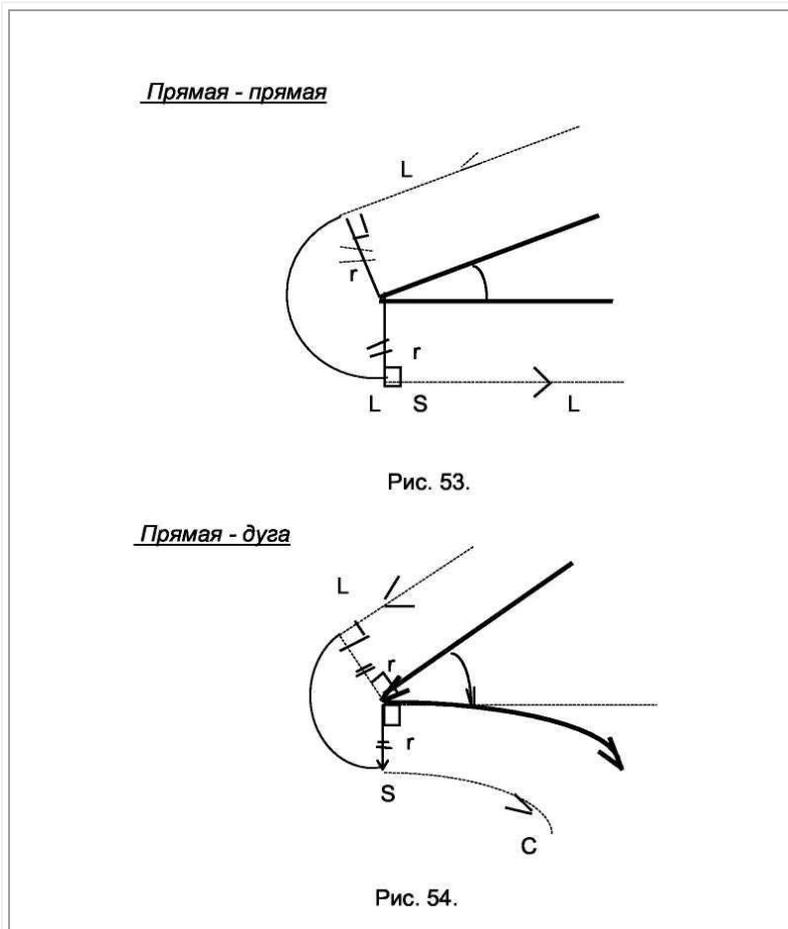


Рис. 51.





Перемещение с наружной стороны под острым углом (угол меньше 90 град.) по функции G14



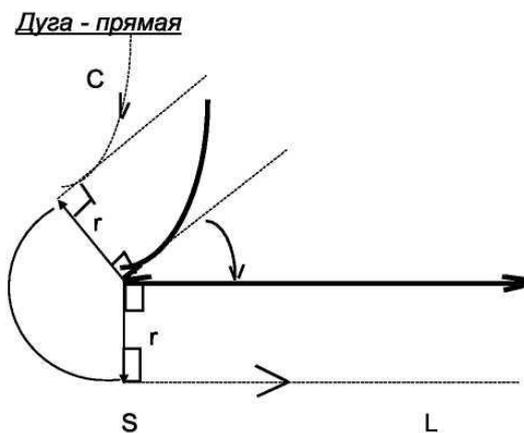


Рис. 55.

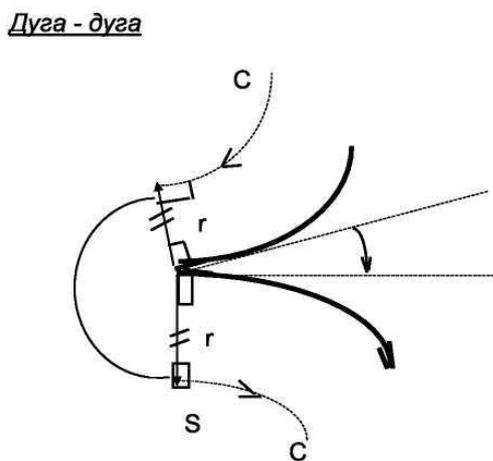


Рис. 56.

Перемещение с наружной стороны под острым углом (угол меньше 90 град.) по функции G15

Прямая - прямая

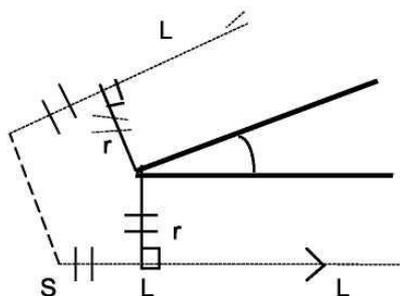


Рис. 57.



Прямая - дуга

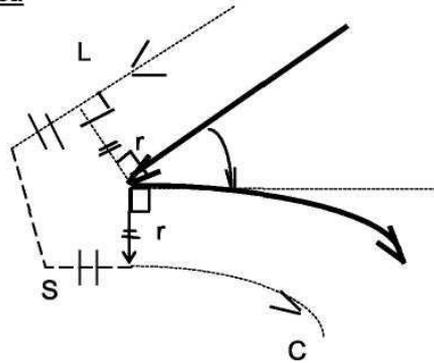


Рис. 58.

Дуга - прямая

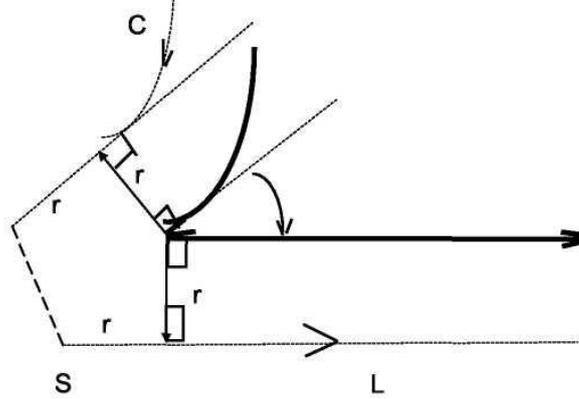


Рис. 59.

Дуга - дуга

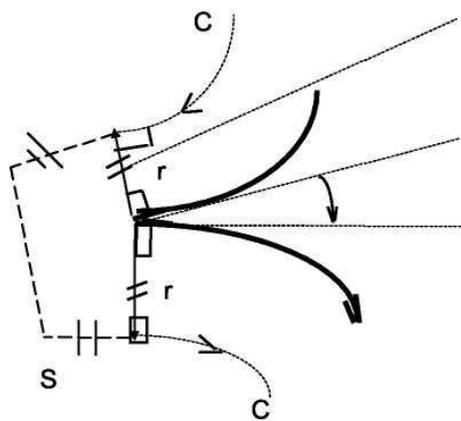
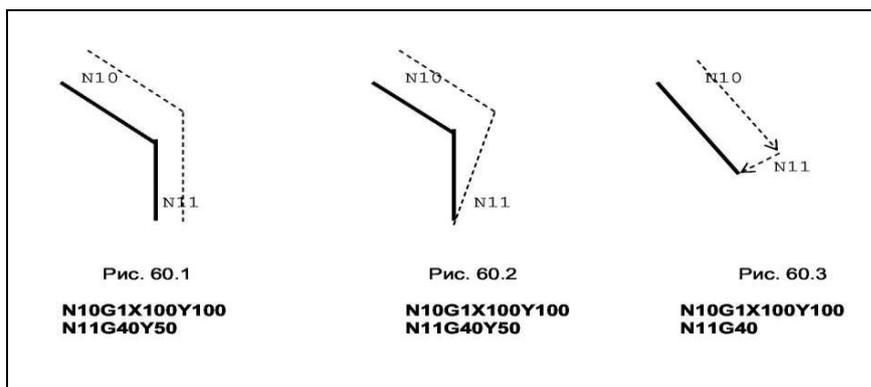


Рис. 60.



Режим отмены коррекции на радиус инструмента

Отмена коррекции на радиус инструмента выполняется программированием G40 или D00, причем ее вывод в виде перемещения инструмента зависит от значения технологического параметра N3035. Если значение параметра равно 0, то вывод коррекции происходит только по той оси, по которой задано перемещение в кадре (рис. 60.1). Если значение параметра равно 1, то вывод коррекции происходит по обеим осям, которые находятся в плоскости коррекции, если в кадре задано перемещение хотя бы по одной оси (рис. 60.2). Если значение параметра равно 2, то вывод коррекции происходит по обеим осям, находящимся в плоскости коррекции, независимо от того, задано перемещение в плоскости коррекции или нет (см. рис. 60.3). Все перемещения, заданные после кадра с отменой коррекции на радиус, выполняются независимо от значения параметра N3035 без учета радиуса инструмента. Программирование G40 или D00 и G02, G03 в одном кадре запрещается.



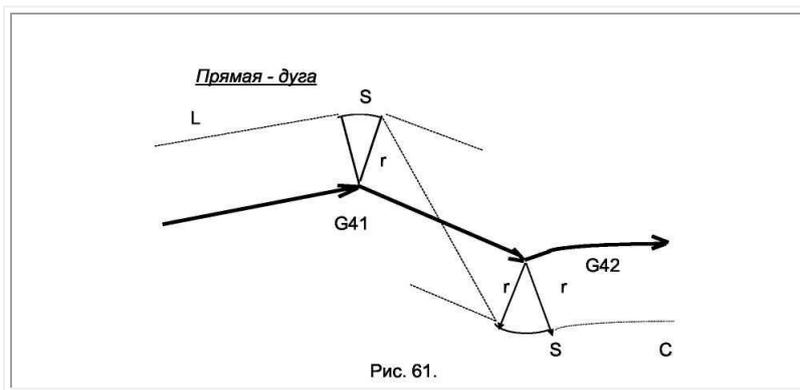
Изменение направления смещения в режиме коррекции

Ниже в таблице показан способ определения коррекции инструмента по радиусу направление смещения в соответствии с комбинацией G41, G42 и знака величины смещения.

Функция	Знак величины смещения	
	Плюс	минус
G41	Смещение слева	Смещение справа
G42	Смещение справа	Смещение слева

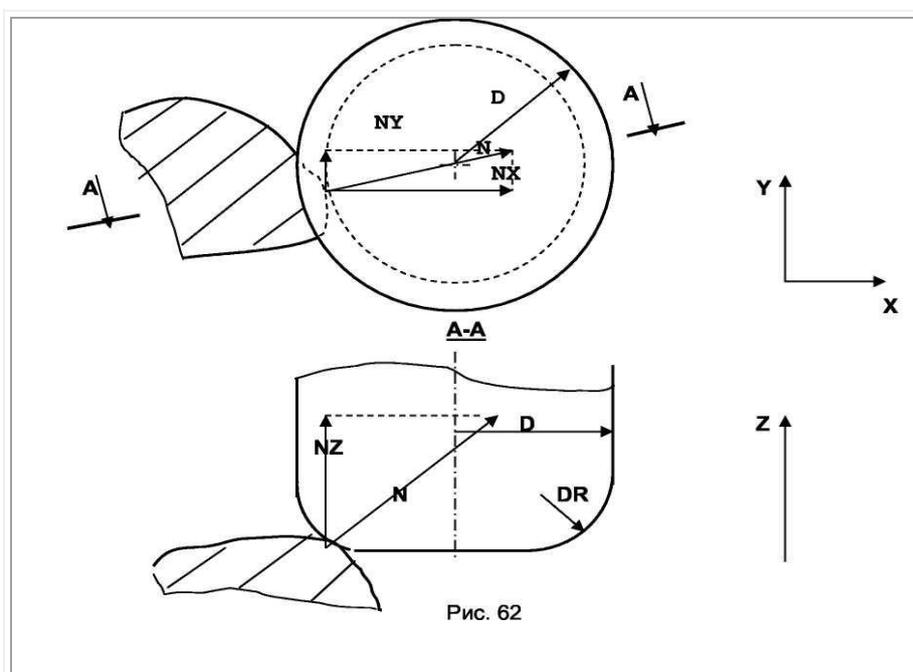
Понятия "**С наружной стороны**" и "**С внутренней стороны**" теряют свой смысл при изменении направления смещения и становятся общими во всех случаях. На рис.61 приведенном в качестве примера величина смещения считается положительной.





Пространственная коррекция на размер инструмента

Если кадры управляющей программы снабжены проекциями NX , NY , NZ на оси координат единичного вектора N нормали к поверхности в точке конца кадра, возможна пространственная коррекция на размер инструмента, которая учитывает его радиус и скругление (рис. 62)



Эта коррекция применяется только для позиционирования по функции $G0$ и для линейной интерполяции по функции $G1$. Задание проекций единичного вектора нормали в конечной точке кадра на оси 1, 2 и 3 происходит при использовании адресов DX , DY и DZ . Количество знаков после запятой при задании проекций не ограничено. С помощью адреса D задается номер корректора, где хранится радиус инструмента. С помощью адреса DR задается номер корректора, в котором хранится величина скругления инструмента. Изменение величины скругления зависит от формы инструмента и может меняться от нуля (цилиндрическая фреза) до значений, больше либо равных радиусу инструмента. Ориентация инструмента относительно осей координат определяется действующей плоскостью аналогично функциям $G43$ - $G44$. При задании функции $G17$ ось вращения инструмента будет вдоль оси 3, при задании функции $G18$ - вдоль оси 2, при задании функции $G19$ -вдоль оси 1.



Если в программе заданы разрешение действия данной коррекции - G143(G 144) и хотя бы один ненулевой номер корректоров D, DR, то начинает работать пространственная коррекция на размер инструмента.

Только в кадрах, где заданы проекции вектора нормали выполняется реальное действие пространственной коррекции на размер инструмента. Функция G144 разрешает действия коррекции и изменяет знаки проекций вектора нормали на противоположные. Функции G143(G144), D и DR могут быть заданы в разных кадрах.

Функцией G40 или при задании нулевых значений номеров D и DR, т. е. D0 и DR0 выполняется отмена пространственной коррекции.

Пример	N1G1G90G143D1DR2X100Y150Z-100DX-0.112234DY-0.604727DZ0.788485F1000 N2X101.2Z-150.98DX-0.209643DY-0.977779 N3X105Y155 N4Y158.7Z-155DX-0.109744DY-0.732243DZ0.672143 N5G40X160Y161DX-0.0008202DY-0.951633DZ0.307235 N6M30
--------	--

В приведенном выше примере заданы все условия для начала работы пространственной коррекции на размер инструмента в кадре N1. В кадре N2 проекция единичного вектора нормали на ось Z отсутствует, что соответствует нулевому значению этой проекции. Естественно, что можно также явно задать это значение - DZ0. В кадре N3 коррекция не действует и проекции вектора нормали к поверхности не заданы. В кадре N5 задана функция отмены коррекции, поэтому, не смотря на задание единичного вектора нормали коррекция не действует.

Правила, действующие в отношении знаков значений корректоров D и DR при пространственной коррекции на размер инструмента:

- при положительном значении корректора на скругление DR происходит смещение по оси Z в положительном направлении, а по осям 1 и 2- смещение вдоль вектора нормали в сторону, противоположную этому вектору, и, наоборот, при отрицательном значении корректора на скругление происходит смещение по оси Z в отрицательном направлении, а по осям 1 и 2- смещение вдоль вектора нормали по этому вектору;
- при положительном значении корректора на радиус происходит смещение по осям 1 и 2 вдоль вектора нормали по этому вектору, при отрицательном значении - в сторону, противоположную этому вектору.

Задание величины коррекции через параметры инструмента

Используя таблицы инструментов и установив соответствующие параметры величина коррекции на размер инструмента может быть сделана через задание номера инструмента по функции T, а не через номера корректоров D, H и DR. Для каждого инструмента в таблице задаются его длина, радиус и скругление (см. **Руководство оператора**). Функции G40-G42, G143-G144 и G43, G44, G49 применяют для ввода коррекций на длину и радиус. Для использования таблицы инструментов электроавтоматика станка должна обрабатывать функцию T независимо от того, есть на станке автоматическая смена инструмента или нет.



Зеркальная обработка

Задать зеркальную обработку по координатам X,Y,Z и другим координатам на станке можно выбрав специальные подрежимы на пульте СЧПУ CNC8 или с помощью функции G67 в тексте программы.

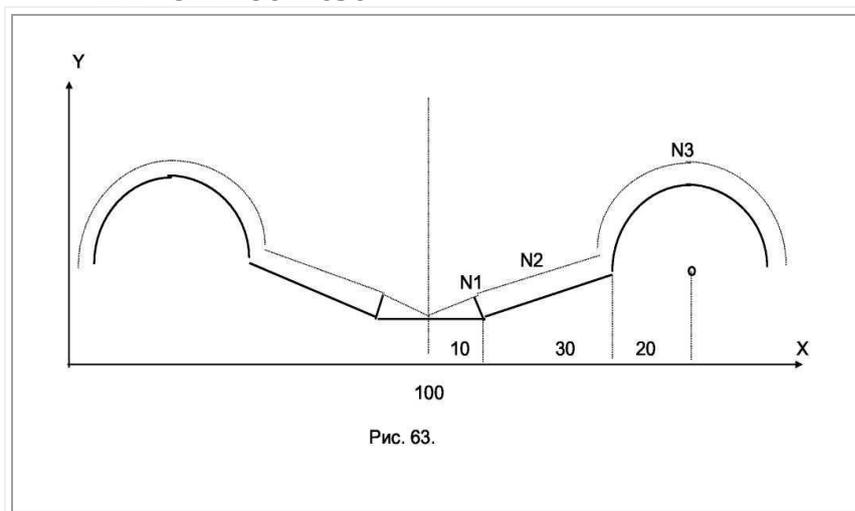
"Зеркальная обработка по оси" означает:

- все перемещения, запрограммированные для заданной оси, выполняются симметрично в противоположном направлении относительно точки зеркальности;
- отработка функции G2 заменяется на G3 и наоборот;
- отработка функции G41 заменяется на G42 и наоборот;
- меняется на противоположный знак соответствующей проекции единичного вектора нормали при пространственной коррекции на размер инструмента.
- Задание зеркальной отработки не влияет на:
- коррекцию на длину инструмента;
- позицию функций G30,G31.

Задание зеркальной обработки с пульта СЧПУ CNC8 применяется когда зеркальность должна действовать на всю программу. Если зеркальная обработка нужна только на части программы, используется функция G67 - для установки зеркальности и G68 - для отмены зеркальности.

Общий вид задания функции G67: **G67X_** задание зеркальной обработки по оси X относительно точки зеркальности X. Точка зеркальности всегда задается в абсолютной системе отсчета независимо от действующих функций G90-G91. Отмена зеркальной обработки по оси X: **G68X0**. На (рис. 63.) показана отработка фрагмента программы зеркально по оси X относительно точки зеркальности 100 мм.

```
N1 G68X100
N2 G90G1F100X110G41D01
N3 X140Y15
N4 G2X180I20J0
```



Отработка будет эквивалентна кадрам:

```
N1 G1F100X90G42D01
N2 X60Y15
N3 G3X20I-20J0
```

ВАЖНО!!!



Точка зеркальности всегда задается в текущей системе координат, заданной по функциям G54-G59. Если зеркальность задается в программе, функцию G67 нужно задавать после того, как задана нужная система координат функциями G54-G59. При задании зеркальности с пульта СЧПУ CNC8 из окна F5, необходимо учитывать, что точка зеркальности **всегда** задается в системе координат, действующей по умолчанию (см. технологический параметр N3008). Если в программе применяется функция, отличная от установленной этим параметром, то точка зеркальности задается с учетом всех этих данных. К примеру, если по умолчанию действует функция G54 со смещением по оси X, равным -150 мм, а в программе задается функция G55 со смещением по оси X, равным -340 мм, и нужно задать зеркальность по оси X относительно нуля G55 с пульта СЧПУ CNC8, то в качестве точки зеркальности по оси X задается величина $-340 - (-150) = -190$ мм

Функции цикловой обработки

Постоянные циклы сверлильно-расточной группы

Функции цикловой сверлильно-расточной обработки реализуются с помощью постоянных циклов, программируемых функциями G81 - G88. Цикловая ось - ось, вдоль которой выполняется постоянный цикл. Цикловая ось задается автоматически при программировании функций выбора плоскости:

- G17 - цикловая ось Z
- G18 - цикловая ось Y
- G19 - цикловая ось X

Запрещается программирование циклов при выборе плоскости с помощью функции G20. Для любой цикловой оси параметры цикла задаются одинаково и всегда должны программироваться после G - функции цикла. Каждый цикл имеет свою диаграмму перемещений цикловой оси, но в основе каждого цикла лежит обобщенная диаграмма перемещений, показанная на рис.64.

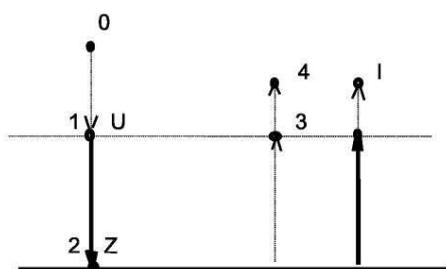


Рис. 64.

Точка 0 - начальная позиция цикла. Сюда выводится инструмент до начала выполнения цикла и включается шпиндель в нужном направлении.

Точка 1 - начальная точка для движения цикловой оси на рабочей подаче.

Точка 2 - конечная точка для движения цикловой оси на рабочей подаче. Здесь возможен останов или реверс шпинделя и задание выдержки времени до перехода на следующий участок.

Точка 3 - точка выхода. Здесь возможна выдержка времени до перехода на следующий участок.

Точка 4 - точка завершения цикла. Здесь возможен реверс или сохранение состояния шпинделя точки 2.

Для следующего цикла это начальная позиция, если подряд выполняются несколько циклов.

При отработке программы в покадровом режиме происходят остановки в точках 0,1,3,4.

Условные обозначения на диаграммах:

———> - рабочая подача

-----> - скорость ускоренного перемещения.



Параметры циклов приведены в таблице ниже. При смене циклов и после задания функции отмены циклов G80 все параметры циклов отменяются. Когда при программировании цикла обязательные параметры не заданы или заданы лишние параметры, происходит ошибка программирования циклов.

Программирование цикла	G_U_Z_W_V_I_F_E_M_H_X_Y_
------------------------	--------------------------

В случае когда обязательные параметры при повторном задании одного и того же цикла не заданы, в цикле используются прежние значения. При незаданном параметре E выдержка времени не выполняется. Параметры программируются строго после G-функции цикла. Величины параметров задаются в соответствии с форматом ввода как указано в п. 1.2.3.

Программирование цикла в общем случае:



Можно программировать не сами величина, а формальные параметра, которые их содержат. Более подробно это указано в разделе **"Макропрограммирование"**. Когда в кадре с циклом необходимо запрограммировать какие-либо задания, то нужно записать их до G-функции цикла. При выполнении такого кадра цикл выполняется последним. Подпрограммы стандартных циклов написаны на языке макропрограммирования.

Параметр		Характеристика	Содержание	
			G90	G91
Обязательные	U	Для всех циклов	Позиция точки 1	Перемещение в точку 1
	Z		Позиция точки 2	Перемещение в точку 2
Необязательные	I		Позиция точки 4	Перемещение в точку 4
			Если не задан, то точка совпадает с точкой 3	
Обязательные	V	для G83 G86	Шаг сверления	
	W	для G83	Запас для очередного начала сверления	
для G86		Величина отскока на скорости ускоренного перемещения		
Необязательные	X	Для G88	Смещение по оси 1 после ориентации	
	Y	Для G88	Смещение по оси 2 после ориентации	
	W	для G87	Выдержка времени в точках 5 (см. рис. 71)	
	F	Для всех циклов	Подача для перемещения на участке 1-2	
	F	для G82 G84	Подача для перемещения на участке 2-3	



H	для G82	Подача для перемещения на участке 2-3
E	Для всех циклов	Выдержка времени в точке 2
	для G84	Выдержка времени в точке 3
M	для G85 G84	Признак смены состояния шпинделя в точке 4

Цикл сверления

На рис.65. показана диаграмма перемещений цикла сверления, заданного функцией G81

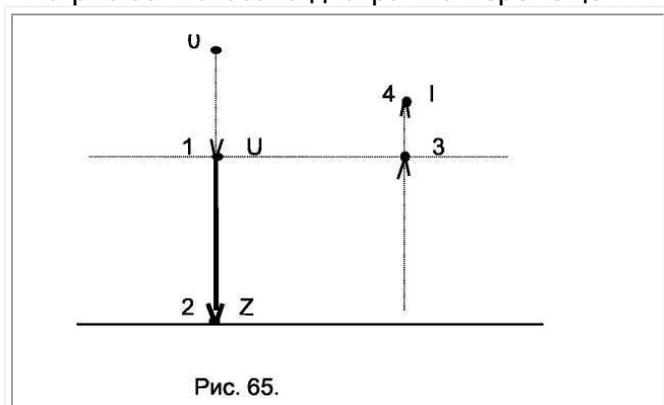


Рис. 65.

Параметры цикла задаются адресами как показано ниже в таблице

Параметр	Смысл	G90	
		G90	G91
Обязательные	U	Позиция начальной точки для движения на рабочей подаче - точка 1	Перемещение в начальную точку для движения на рабочей подаче 0-1
	Z	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче - точка 2	Перемещение на рабочей подаче 1-2
Необязательные	I	Позиция точки выхода 4	Перемещение в точку выхода 2-4
	F	Рабочая подача	
	E	Выдержка времени в точке 2	

В случае когда параметр I не был задан, точка 4 будет совпадать с точками 3 и 1. Перемещения на участках выполняются со скоростями, которые приведены в таблице ниже. Программирование цикла: **G81Z U I F E**

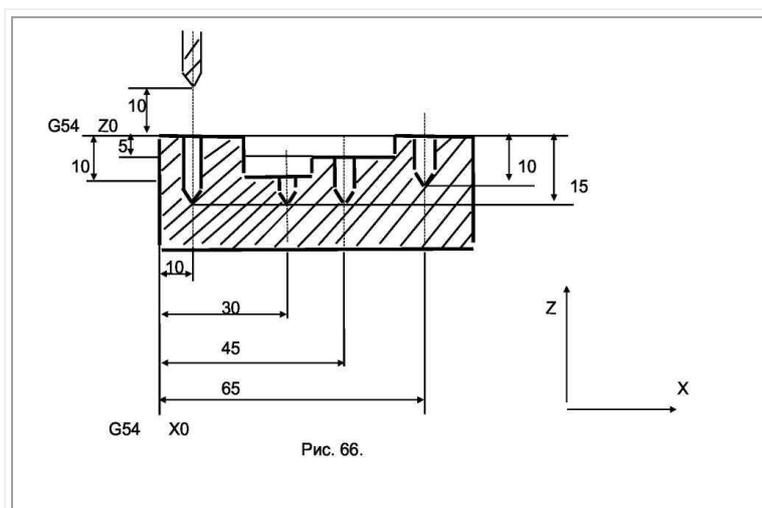
Участок	Скорость перемещения	
	Параметр задан	Параметр не задан
0-1	Скорость ускоренного перемещения	Скорость ускоренного перемещения



1-2	Подача из параметра F	Подача из предыдущих кадров
2-3	Скорость ускоренного перемещения	Скорость ускоренного перемещения
3-4	Скорость ускоренного перемещения	Скорость ускоренного перемещения

Примечание	В покадровом режиме обработки программы происходит останов в точках 0,1,3,4.
------------	--

Пример	Цикловая сверлильная обработка четырех отверстий без выдержки времени рис.66
--------	--



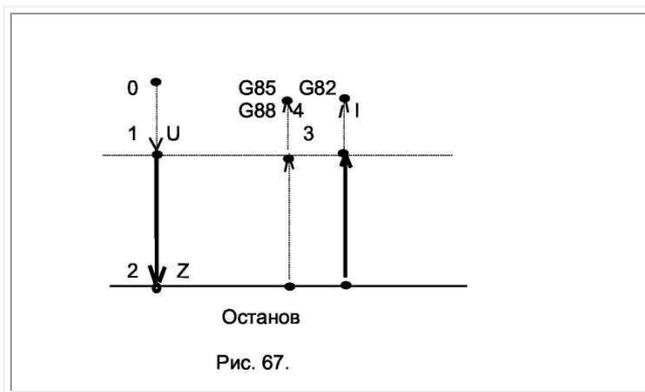
N1G54G0G90X10Z10
N2G81 U0.5Z-15.5F100
N3 X30 G81 U-9.5 I-4.
N4 X45 G81 U-4.5 I0.5
N5X65G81 U0.5Z-10I10
N6 G80

Примечание	Предполагается, что предварительно введена коррекция на длину инструмента, и ось Y установлена в нужную позицию.
------------	--

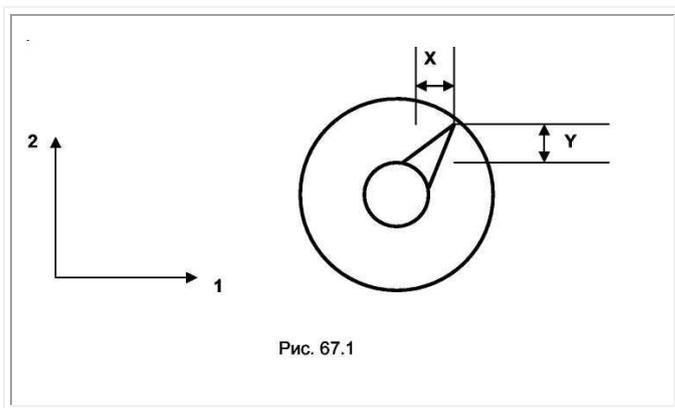
Циклы растачивания

Циклы растачивания в СЧПУ CNC8	<ul style="list-style-type: none"> • G82 - цикл растачивания с программированием подачи выхода, • G85 - цикл растачивания с остановом шпинделя в точке 2 и выходом на быстром ходу рис.67. • G88 - цикл растачивания с ориентированным остановом шпинделя в точке 2, смещением к центру и выходом на быстром ходу рис.67, рис. 67.1.
--------------------------------	---





Циклы имеют такую же диаграмму перемещений как цикл G81. Параметры цикла, задаваемые адресами U, Z, I, F, E и геометрические характеристики имеют тот же смысл для циклов G82, G85, G88, что и для G81. Кроме того, для циклов G82, G85 и G88 существуют дополнительные необязательные параметры показанные в таблице ниже.



Цикл	Параметры	Содержание	
		Параметр задан	Параметр не задан
G82	H	Подача для перемещения на участке 2-3 из параметра H	Подача на участке из параметра F или предыдущего кадра
G88	X,Y	После ориентированного останова шпинделя в точке 2 происходит смещение осей 1 и 2 на величину и в направлении, заданном параметрами X и Y. В точках 3 или 4 происходит смещение в противоположную сторону	После ориентированного останова шпинделя в точке 2 смещение осей не происходит
G85, G88	M	Если задан, то в точке 4 шпиндель не включается. Можно запрограммировать любое значение M	Если не задан, то в точке 4 восстанавливается состояние шпинделя, которое было в точке 0

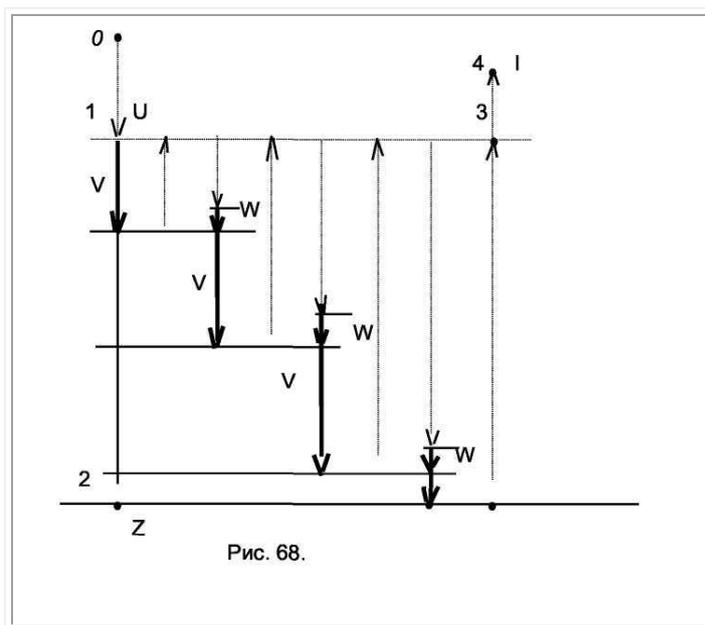


Цикл G82 в общем случае программируется так: **G82U_Z_I_F_E_H_**
 Циклы G85, G88 задаются таким образом: **G85U_Z_I_F_E_M_**
G88U_Z_I_F_E_M_X_Y_

Примечание Цикл G88 будет корректно обрабатываться только в том случае, если на станке есть возможность останова шпинделя в ориентированном положении.

Цикл глубокого сверления

На рис. 68 показана диаграмма перемещений цикла глубокого сверления задается функцией G83.



У параметров U, Z, I, F, E такой же смысл, что и у циклов G81, G82, G85. Для цикла G83 существуют обязательные параметры, показанные в таблице ниже

Параметр	Смысл	
	G90	G91
V	Шаг сверления	Шаг сверления
W	Запас до очередного начала сверления	Запас до очередного начала сверления

Для параметров V и W величины должны задаваться положительными числами. Цикл G83 программируется так: **G83Z U V W I F E**



Цикл нарезания резьбы

На рис. 69 показана диаграмма перемещений цикла нарезания резьбы задается функцией G84.

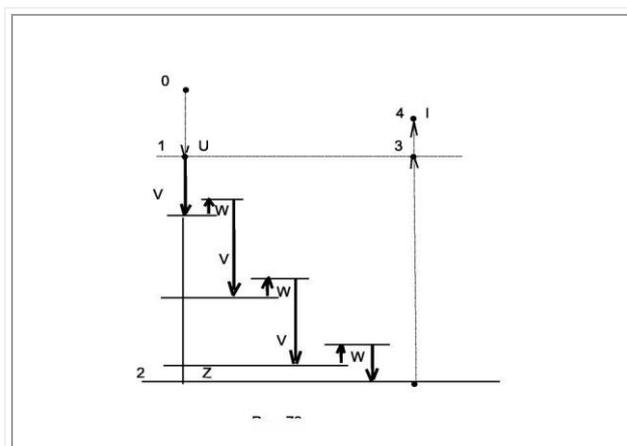


Параметры U, Z, I имеют тот же смысл, что и у циклов G81, G82, G85, G83. Помимо этого, для цикла G84 существуют необязательные параметры, показанные в таблице. Цикл G84 программируется так: **G84U Z I F E M**

Параметр	Содержание	
	Параметр задан	Параметр не задан
F	Подача для участков 1-2 и 2-3	Действует подача для участков 1-2 и 2-3 из предыдущих кадров
E	Выдержка времени в точках 2 и 3	Выдержка времени равна нулю
M	В точке 4 реверс не происходит, сохраняется состояние шпинделя после реверса в точке 2. Значение M может быть задано любое	В точке 4 происходит реверс для восстановления направления вращения, которое было до цикла

Цикл прерывистого сверления

На рис.70 показана диаграмма перемещений цикла прерывистого сверления заданная функцией G86.

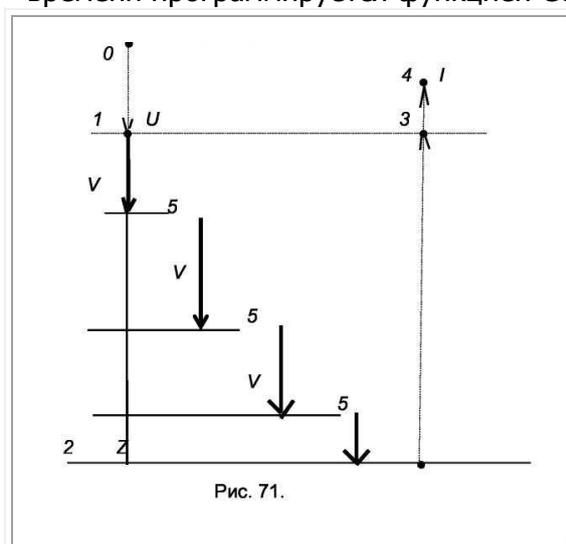


У параметров U, Z, I, F, E такой же смысл, что и для циклов G81, G82, G85, G83. В таблице ниже приведены обязательные параметры для цикла G86 существуют

Параметр	Содержание	
	G90	G91
V	Шаг сверления	Шаг сверления
W	Величина отскока на скорости ускоренного перемещения	Величина отскока на скорости Ускоренного перемещения

Цикл прерывистого сверления с выдержками времени

На рис. 71 показана диаграмма перемещений цикл прерывистого сверления с выдержками времени программируется функцией G87.



У параметров U, Z, I, F, E такой же смысл, как у циклов G81, G82, G85, G83. В таблице ниже приведены параметры для цикла G87.

Параметр	Содержание	
	G90	G91
V	Шаг сверления (обязательный)	Шаг сверления (обязательный)
W	Величина выдержки времени в точках 5 в десятых секунды	Величина выдержки времени в точках 5 в десятых секунды

Если параметр W не задан, в точках 5 происходит торможение до нуля, а затем перемещение до следующей точки 5.

Постоянные циклы токарной группы

Условные	И. Т. - исходная точка цикла;
----------	-------------------------------

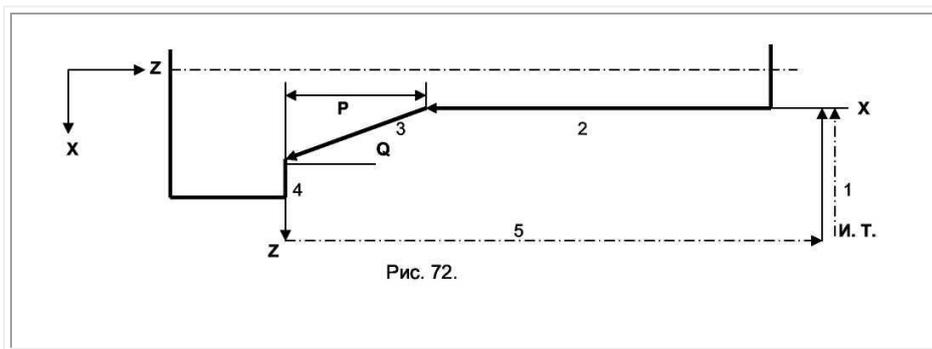


обозначения:

— > перемещение на рабочей подаче
 - - - - - > перемещение на быстром ходу

Однопроходный продольный токарный цикл

На рис. 72 показана диаграмма перемещений однопроходного продольного токарного цикла программируемого функцией G150.



В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла.

Параметр	Смысл		
	G90	G91	
Обязательные	X	Позиция начальной точки для обработки цилиндрической поверхности	Расстояние со знаком от И. Т. до начальной точки для обработки цилиндрической поверхности (участок 1)
	Z	Позиция конечной точки обработки по оси Z (конец участка 3)	Расстояние со знаком от И. Т. до конца участка 3 по оси Z
Необязательные	P	Длина конического участка по оси Z без знака (длина участка 3)	
	Q	Позиция конечной точки конического участка по оси X (конец участка 3)	Расстояние со знаком от И. Т. до конца участка 3 по оси X
	F	Рабочая подача	
	G0	Указание на быстрый ход на участке 1	

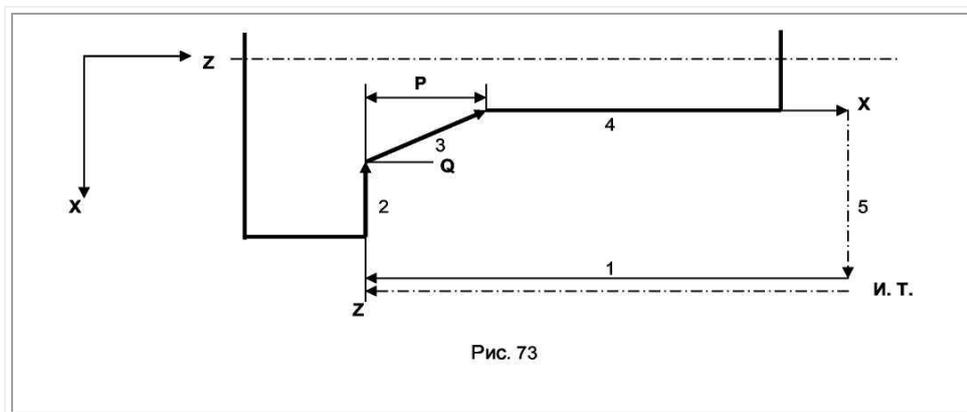
Параметры, связанные с осью X, нужно задавать в размерности радиуса или диаметра с учетом соответствующего станочного параметра (N7006). Параметры P и Q задаются парно. Если эти параметры не заданы, то это соответствует обработке цилиндрической поверхности без конусной части. Когда параметр F не задан, то на участках 1-4 действует подача из предыдущих кадров. Если параметр G не задан, то перемещение на участке 1 выполняется



на рабочей подаче, если задан, то на быстром ходу. В общем случае цикл G150 программируется так: **G150X_Z_P_Q_F_G0**

Однопроходный поперечный токарный цикл

На рис. 73 показана диаграмма перемещений однопроходного поперечного токарного цикла заданного функцией G151.



В таблице ниже показаны адреса, которыми задаются параметры цикла. Правила задания параметров сходны с правилами для цикла G150.

Параметр		Смысл	
		G90	G91
Обязательные	X	Позиция конечной точки по координате X для обработки цилиндрической поверхности	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки по координате X для обработки цилиндрической поверхности (участок 5)
	Z	Позиция начальной точки обработки по оси Z (конец участка 1)	Расстояние со знаком от И. Т. до конца участка 1 по оси Z
Необязательные	P	Длина конического участка по оси Z без знака (длина участка 3)	
	Q	Позиция начальной точки конического участка по оси X (начало участка 3)	Расстояние со знаком от И. Т. до начала участка 3 по оси X
	F	Рабочая подача	
	G0	Указание на быстрый ход на участке 1	

Многопроходный продольный токарный цикл



На рис. 74 показана диаграмма перемещений многопроходного продольного токарного цикла, заданного функцией G152.

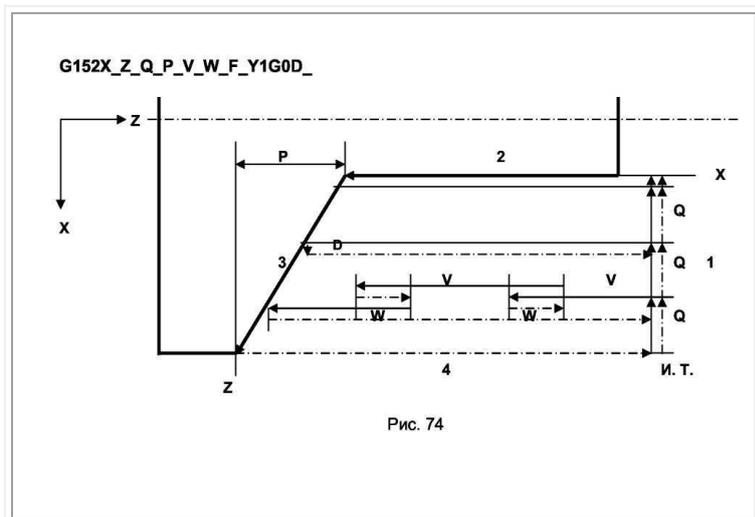


Рис. 74

В таблице ниже приведены адреса задающие параметры цикла. Цикл G152 программируется так: G152X_Z_Q_P_V_W_F_Y1G0D_

Параметр		Смысл	
		G90	G91
Обязательные	X	Позиция конечной точки по координате X для обработки цилиндрической поверхности	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки по координате X для обработки цилиндрической поверхности
	Z	Позиция конечной точки обработки по оси Z (конец участка 3)	Расстояние со знаком от И. Т. до конца участка 3 по оси Z
	Q	Припуск на проход (без знака)	
Необязательные	D	Отскок по оси X со знаком перед возвратом по оси Z в И. Т.	
	P	Длина конического участка по оси Z без знака (длина участка 3)	
	V	Проход на рабочей подаче по оси Z до отскока без знака	
	W	Величина отскока на быстром ходу по оси Z без знака	
	F	Рабочая подача	
	Y1	Конец цикла на уровне X	
	G0	Указание на быстрый ход на участке 1	

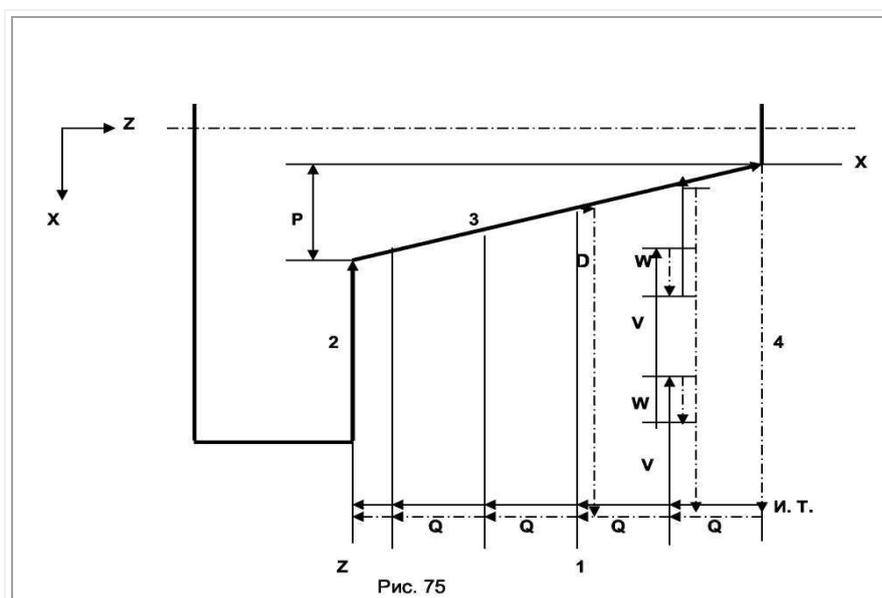
После последнего прохода по оси Z производится зачистка по контуру 1-4. Параметры, связанные с осью X, задаются в размерности радиуса или диаметра с учетом



соответствующего станочного параметра. Когда параметр P не задан, это соответствует обработке цилиндрической поверхности без конусной части. Параметры V и W задаются парно. В случае когда эти параметры не заданы, обработка по оси Z происходит без отскоков за один проход. Если параметр F не задан, то на участках 1-3 действует подача из предыдущих кадров. Когда не задан параметр G, перемещение на участке 1 выполняется на рабочей подаче, если задан, то на быстром ходу. Задание параметра Y дает возможность закончить цикл после зачистки на уровне X. Задав параметра D отводится инструмент от детали по оси X перед возвратом в исходную точку по оси Z, направление отхода определяется знаком параметра D.

Многопроходный поперечный токарный цикл

На рис. 75 показана диаграмма перемещений многопроходного продольного токарного цикла, программируемого функцией G153.



В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Правила задания параметров сходны с правилам для цикла G152.

Параметр	Смысл		
	G90	G91	
Обязательные	X	Позиция конечной точки по координате X	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки по координате X
	Z	Позиция конечной точки обработки по оси Z (конец участка 1)	Расстояние со знаком от И. Т. до конца участка 1 по оси Z
	Q	Припуск на проход (без знака)	
Необязательные	D	Отскок по оси Z со знаком перед возвратом по оси X в И. Т.	
	P	Длина конического участка по оси X без знака (длина участка 3)	
	V	Проход на рабочей подаче по оси X до отскока без знака	
	W	Величина отскока на быстром ходу по оси X без знака	



F	Рабочая подача
Y1	Конец цикла на уровне Z
G0	Указание на быстрый ход на участке 1

Цикл глубокого сверления по оси Z

На рис. 76 показана диаграмма перемещений цикл глубокого сверления по оси Z, заданного функцией G154.

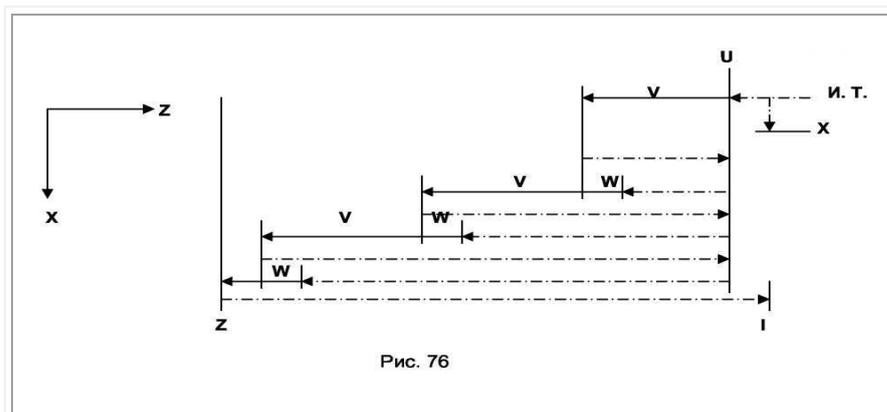


Рис. 76

В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Цикл G154 программируется так: **G154U Z V W I F X**

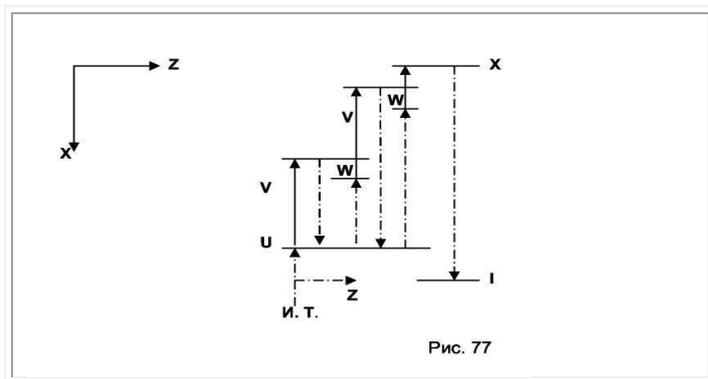
Параметр	Смысл		
	G90	G91	
Обязательные	U	Позиция начальной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от И. Т. до начальной точки для движения на рабочей подаче
	Z	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от начальной точки U до конца сверления
	V	Шаг сверления	
	W	Запас до очередного начала сверления	
Необязательные	I	Позиция точки выхода по оси Z	Расстояние со знаком от конечной точки по оси Z до точки выхода
	F	Рабочая подача	
	X	Позиция конечной точки по оси X после окончания цикла	Смещение по оси X от И. Т. после окончания цикла

Параметр X задается в размерности радиуса или диаметра, учитывая соответствующий станочный параметр. В случае когда параметр F не задан, действует подача из предыдущих кадров. Когда параметр X задан, по окончании цикла происходит смещение по оси X от оси отверстия.

Цикл снятия припуска по оси X



На рис. 77 показана диаграмма перемещений цикла снятия припуска по оси X, заданного функцией G155.



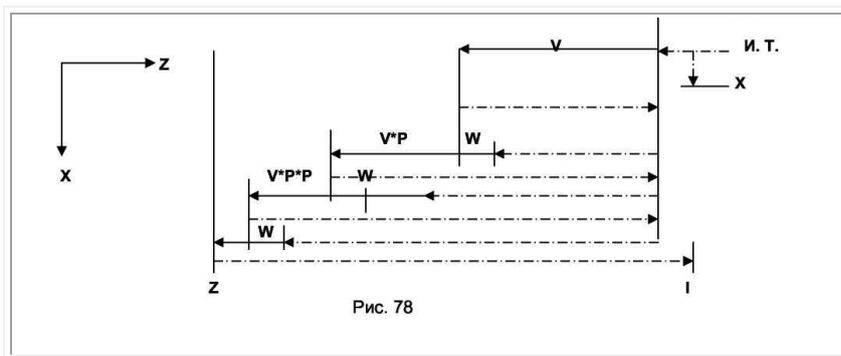
В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Цикл G155 программируется так: **G155U X V W I F Z**

Параметр		Смысл	
		G90	G91
Обязательные	U	Позиция начальной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от И. Т. до начальной точки для движения на рабочей подаче
	X	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от начальной точки U до конца обработки
	V	Припуск по оси X	
	W	Запас до очередного начала обработки	
Необязательные	I	Позиция точки выхода по оси X	Расстояние со знаком от конечной точки по оси X до точки выхода
	F	Рабочая подача	
	Z	Позиция конечной точки по оси Z после окончания цикла	Смещение по оси Z от И. Т. после окончания цикла

Цикл глубокого сверления с нисходящей обработкой по оси Z

На рис. 78 показана диаграмма перемещений цикла глубокого сверления с нисходящей обработкой по оси Z, заданного функцией G156.





В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Цикл G156 программируется так: **G156U_Z_V_W_P_Q_I_F_X_U**

Параметр	Смысл		
	G90	G91	
Обязательные	U	Позиция начальной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от И. Т. до начальной точки для движения на рабочей подаче
	Z	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от начальной точки U до конца сверления
	V	Начальный шаг сверления	
	W	Запас до очередного начала сверления	
	p	Коэффициент изменения шага сверления	
	Q	Минимальное значение шага сверления	
Необязательные	I	Позиция точки выхода по оси Z	Расстояние со знаком от конечной точки по оси Z до точки выхода
	F	Рабочая подача	
	X	Позиция конечной точки по оси X после окончания цикла	Смещение по оси X от И. Т. после окончания цикла

Если значение параметра P меньше 1 (уменьшение шага сверления) вычисления шага сверления выполняются по принципу:

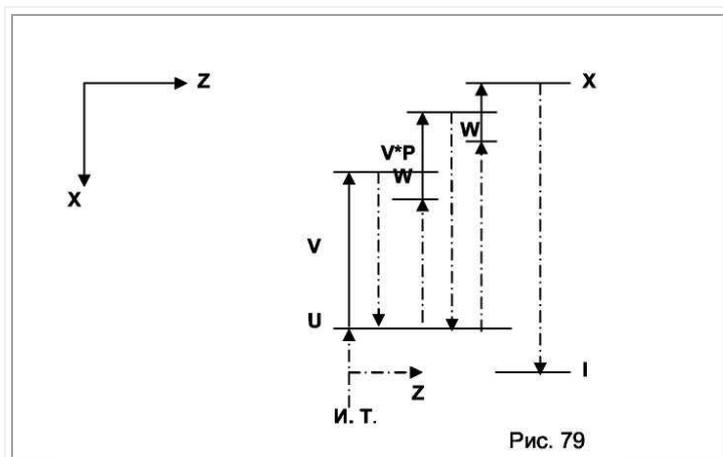
- на первом проходе шаг равен V;
- на втором проходе шаг равен V*P;
- на третьем проходе шаг равен V*P*P и т. д. до тех пор, пока шаг не станет меньше значения параметра Q. После этого до конца сверления шаг будет равен значению Q. При значении параметра P больше 1 (увеличение шага сверления) ограничения шага не происходит.

Параметр X задается в размерности радиуса или диаметра с учетом соответствующего станочного параметра. Когда параметр F не задан, действует подача из предыдущих кадров. Если задан параметр X, то по окончании цикла происходит смещение по оси X от оси отверстия.



Цикл снятия припуска с нисходящей обработкой по оси X

На рис. 79 показана диаграмма перемещений цикла снятия припуска с нисходящей обработкой по оси X, заданного функцией G157.



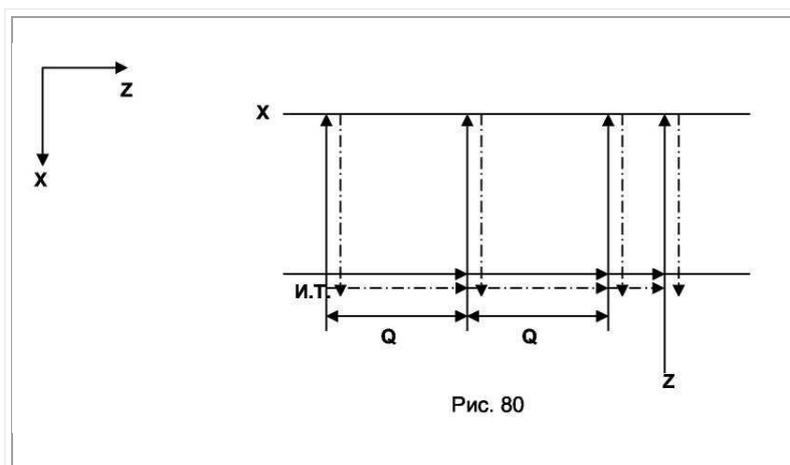
В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Правила задания параметров сходны с правилами для цикла G156. Цикл G157 программируется так: **G157U_X_V_W_P_Q_I_F_Z**

Параметр	Смысл		
	G90	G91	
Обязательные	U	Позиция начальной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от И. Т. до начальной точки для движения на рабочей подаче
	X	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от начальной точки U до конца обработки
	V	Припуск по оси X	
	W	Запас до очередного начала обработки	
	P	Коэффициент изменения шага обработки	
	Q	Минимальное значение шага обработки	
Необязательные	I	Позиция точки выхода по оси X	Расстояние со знаком от конечной точки по оси X до точки выхода
	F	Рабочая подача	
	Z	Позиция конечной точки по оси Z после окончания цикла	Смещение по оси Z от И. Т. после окончания цикла



Многопроходный цикл нарезания цилиндрических канавок

На рис. 80 показана диаграмма перемещений многопроходного цикла нарезания цилиндрических канавок, заданного функцией G158.



В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Цикл G158 программируется так: **G158X_Z_Q_F_G0**

Параметр	Смысл		
	G90	G91	
Обязательные	X	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки для движения на рабочей подаче
	Z	Позиция конечной точки обработки по оси Z	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки обработки по оси Z
	Q	Расстояние между канавками	
Необязательные	F	Рабочая подача	
	G0	Указание на быстрый ход между канавками	

Параметры, связанные с осью X, должны задаваться в размерности радиуса или диаметра с учетом соответствующего станочного параметра. В случае когда не задан параметр F, действует подача из предыдущих кадров. Когда не задан параметр G, перемещение между канавками выполняется на рабочей подаче, если задан, то на быстром ходу.

Многопроходный цикл нарезания торцевых канавок



На рис. 81 показана диаграмма перемещений многопроходного цикла нарезания торцевых, заданного функцией G159.

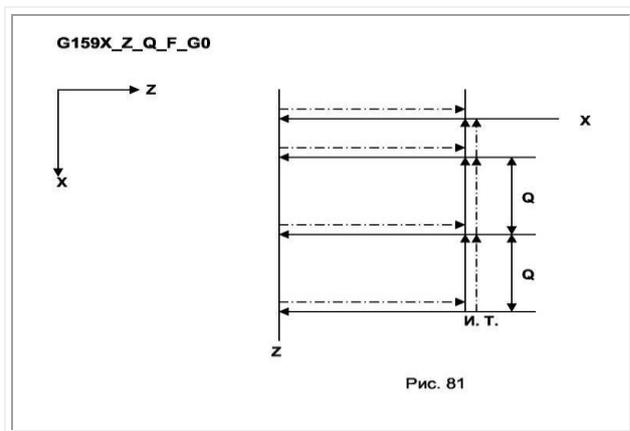


Рис. 81

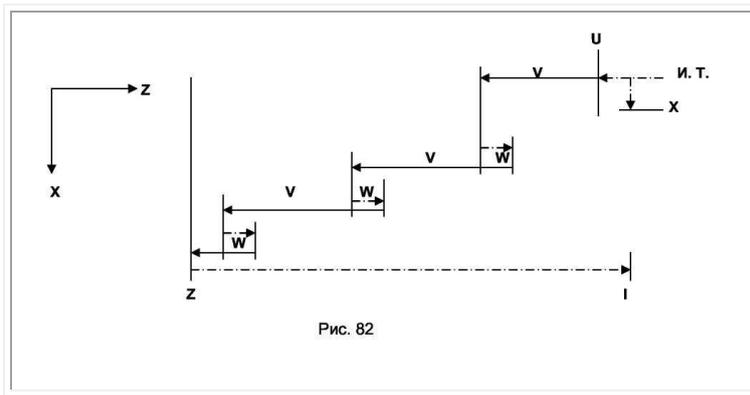
В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Правила задания параметров сходны с правилам для цикла G158. Цикл G159 программируется так:
G159X_Z_Q_F_G0

Параметр		Смысл	
		G90	G91
Обязательные	Z	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки для движения на рабочей подаче
	X	Позиция конечной точки обработки по оси X	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки обработки по оси X
	Q	Расстояние между канавками	
Необязательные	F	Рабочая подача	
	G0	Указание на быстрый ход между канавками	

Цикл сверления с дроблением стружки по оси Z

На рис. 82 показана диаграмма перемещений цикла сверления с дроблением стружки по оси Z, заданного функцией G160





В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Цикл G160 программируется так: **G160U Z V W I F X**

Параметр	Смысл		
	G90	G91	
Обязательные	U	Позиция начальной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от И. Т. до начальной точки для движения на рабочей подаче
	Z	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от начальной точки U до конца сверления
	V	Шаг сверления	
	W	Величина	отскока
Необязательные	I	Позиция точки выхода по оси Z	Расстояние со знаком от конечной точки по оси Z до точки выхода
	F	Рабочая	подача
	X	Позиция конечной точки по оси X после окончания цикла	Смещение по оси X от И. Т. после окончания цикла

Цикл снятия припуска с дроблением стружки по оси X

На рис. 83 показана диаграмма перемещений цикла снятия припуска с дроблением стружки по оси X, заданного функцией G161.



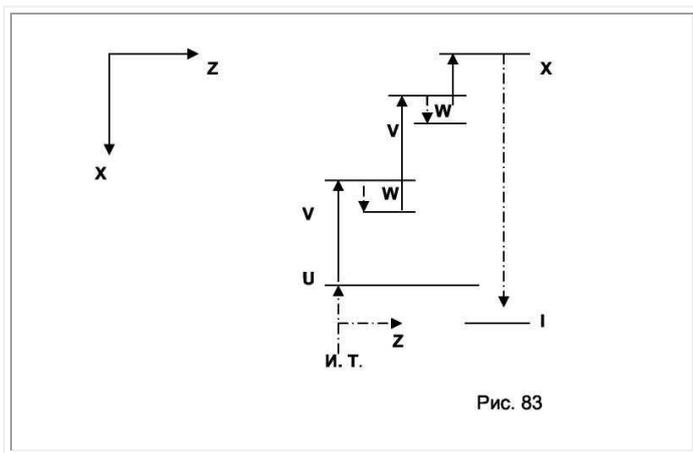


Рис. 83

В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла.

Параметр		Смысл	
		G90	G91
Обязательные	U	Позиция начальной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от И. Т. до начальной точки для движения на рабочей подаче
	X	Позиция конечной точки для движения на рабочей подаче	Расстояние со знаком от начальной точки U до конца обработки
	V	Припуск по оси X	
	W	Величина	отскока
Необязательные	I	Позиция точки выхода по оси X	Расстояние со знаком от конечной точки по оси X до точки выхода
	F	Рабочая	подача
	Z	Позиция конечной точки по оси Z после окончания цикла	Смещение по оси Z от И. Т. после окончания цикла

Многопроходный цикл нарезания резьбы

На рис. 84 показана диаграмма перемещений многопроходного цикла нарезания резьбы, заданного функцией G162.



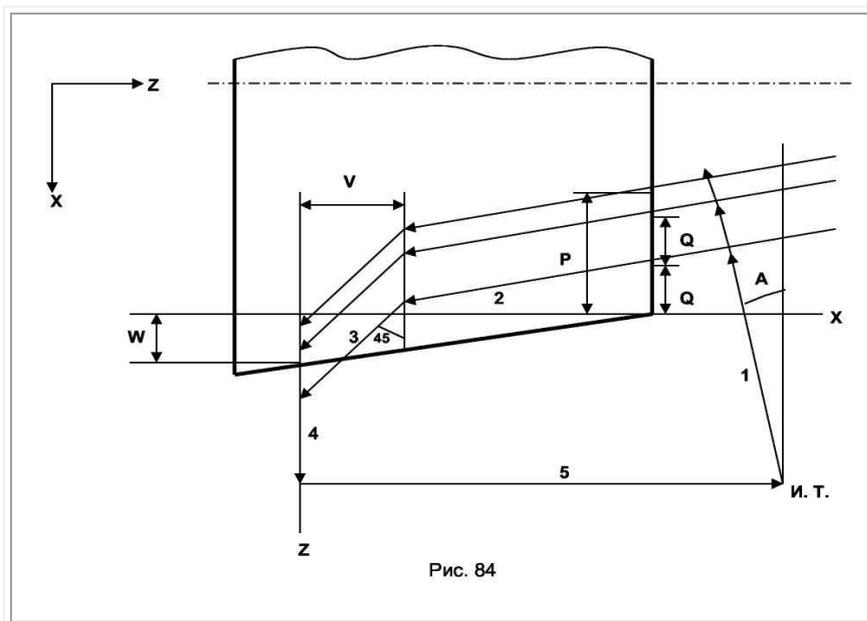


Рис. 84

В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла. Цикл G162 программируется так: **G162X_Z_H_P_Q_V_W_A_F_**

Параметр	Смысл		
	G90	G91	
Обязательные	X	Позиция начальной (многопроходная резьба) или конечной (однопроходная резьба) точки резьбы по оси X	Расстояние со знаком от И. Т. до начальной (многопроходная резьба) или конечной (однопроходная резьба) точки резьбы по оси X
	Z	Позиция конечной точки резьбы по оси Z с учетом катета сбега	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки резьбы по оси Z с учетом катета сбега
	H	Подача в мм/мин на участках 1, 3-5	
Необязательные	P	Глубина резьбы (для многопроходной резьбы)	
	Q	Припуск на проход резьбы	
	V	Катет сбега по оси Z под углом 45 град.	
	W	Конусность резьбы	
	A	Угол врезания (град)	
	F	Шаг резьбы (мм/об) для участка 2	

Параметры X и W задаются в размерности радиуса или диаметра учитывая соответствующий станочный параметр для оси X. Знак параметра Z и W определяет направление нарезания резьбы, а знак параметра W направление конусности (от оси вращения или к оси вращения). Направление отхода от резьбы на участках 3 и 4 противоположно направлению подхода на участке 1. Параметры P и Q задаются парно в размерности радиуса. Когда данные параметры не заданы, это соответствует нарезанию однопроходной резьбы. Если не задан параметр W, это соответствует нарезанию цилиндрической резьбы. При незаданном параметре F на участке 2 действует обратная подача из предыдущих кадров. В случае



когда эта подача была в размерности мм/мин, значение взятое из предыдущих кадров воспринимается в размерности мм/об. Знак угла врезания A соответствует правилу: угол против ч. с. - знак плюс, по ч. с. - знак минус. Шаг для конусной резьбы относится к оси с большим перемещением.

Пример	$F = 2 * \frac{50}{\sqrt{50^2 + 10^2}} = \frac{1}{96} \text{ мм}$	для получения шага резьбы 2мм на конусе длиной 50 мм и разностью диаметров 20 мм параметр F будет равен
--------	---	---

На участках 2 и 3 не действует останов программы по кнопке стоп, заблокирован останов в конце кадра в покадровом режиме отработки программы. При нарезании многопроходной резьбы остаток резьбы B, меньший значения Q, азбивается на несколько проходов следующим образом:

- припуск B/2;
- припуск B/4;
- припуск B/8;
- остаток резьбы B - (B/2+B/4+B/8).

Цикл нарезания резьбы плашкой или метчиком

На рис. 85 показана диаграмма перемещений цикла нарезания резьбы плашкой или метчиком, заданного функцией G163.

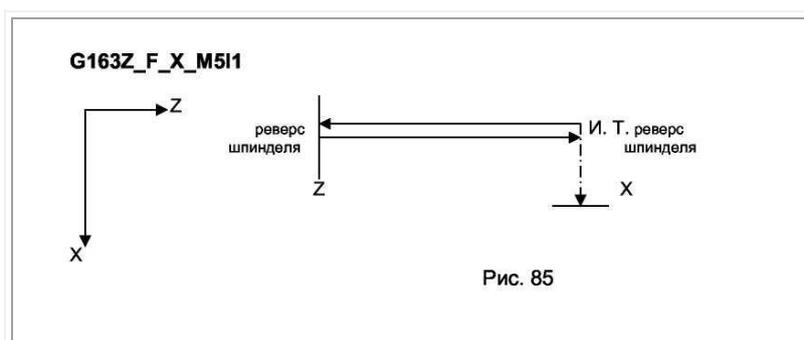


Рис. 85

В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла.

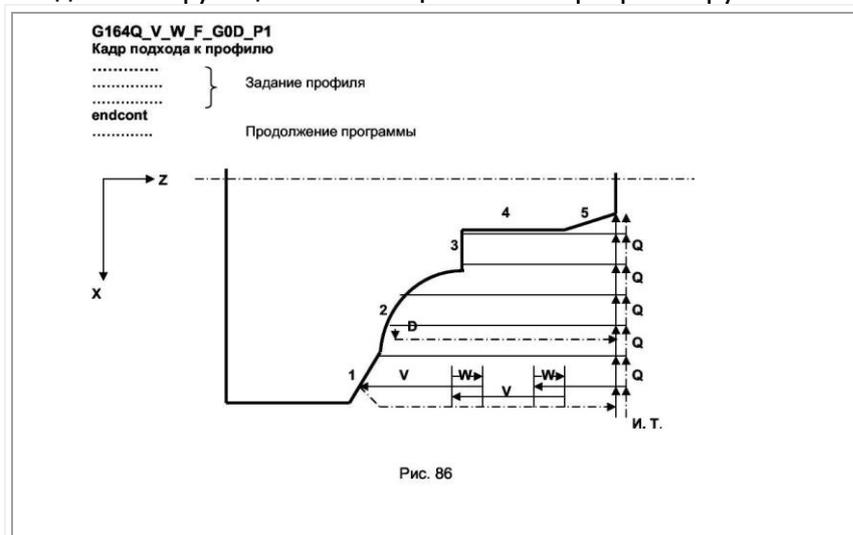
Параметр		Смысл	
		G90	G91
Обязательные	Z	Позиция конечной точки резьбы	Расстояние со знаком от И. Т. до конечной точки резьбы
	F	Шаг резьбы (мм/об)	
	X	Позиция конечной точки по оси X после окончания цикла	Смещение по оси X от И. Т. после окончания цикла
	M5	Указание на реверс шпинделя с промежуточным торможением через M5	
Необязательные	I	Указание на необходимость синхронизации с 0-меткой перед движением по оси Z	



Кнопка "Стоп программы" не действует в процессе нарезания резьбы. В позиции конечной точки резьбы не происходит останов в покadroвом режиме отработки программы.

Цикл продольной обработки до профиля

На рис. 86 показана диаграмма перемещений цикла продольной обработки до профиля, заданного функцией G164. Цикл G164 программируется так: G164Q_V_W-F_G0D_P1



В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла.

Параметр		Смысл
Обязательные	Q	Припуск на проход по оси X
Необязательные	P1	Необходимость зачистного прохода
	D	Отскок по оси X со знаком перед возвратом по оси Z в И. Т.
	V	Шаг обработки по оси Z
	W	Величина отскока
	F	Рабочая подача
	G0	Указание на быстрый ход между проходами

После задания функции G164 первый кадр - это кадр подхода к профилю только по оси Z. После кадра подхода до строки endcont, которая набрана маленькими буквами задается профиль, до которого нужна обработка. По окончании выборки до кадра N5 производится зачистной проход по профилю И. Т.-кадры 1-5 - И. Т. Когда направление зачистки не оптимально для инструмента, зачистной проход не производится, это делается с помощью задания параметра P с любым значением. По окончании цикла G164 последовательность кадров зачистки задается явным образом.

В зависимости от соответствующего станочного параметра по оси X задается параметр Q в единицах радиуса или диаметра. Параметры V и W задаются парно, если они не заданы, то обработка по оси Z происходит без отскоков за один проход. При незаданном параметре F действует подача из предыдущих кадров. Когда не задан параметр G происходит перемещение Q между проходами на рабочей подаче, если задан, то на быстром ходу. Заданный параметр D разрешает отвести инструмент от детали по оси X перед возвратом в



исходную точку по оси Z, знак параметра D определяет направление отхода. Требования к заданию профиля, обязательные к выполнению:

- профиль, заданный между кадром подхода к профилю и строкой endcont, должен быть
 - монотонным, т. е. на контуре не должно быть "карманов";
- контур должен быть задан без использования коррекции на радиус скругления инструмента;
- кадры контура могут содержать только символы N, X, Z, G1, G2, G3, **G90, G91**, I, J, R, F,
- обязательно с числами.

К примеру нужно обработать без зачистки деталь до профиля, заданного на рис. 82.1, с припуском на проход 1.5 мм и отводом инструмента на 0.5 мм по оси X перед возвратом в исходную точку по оси Z.

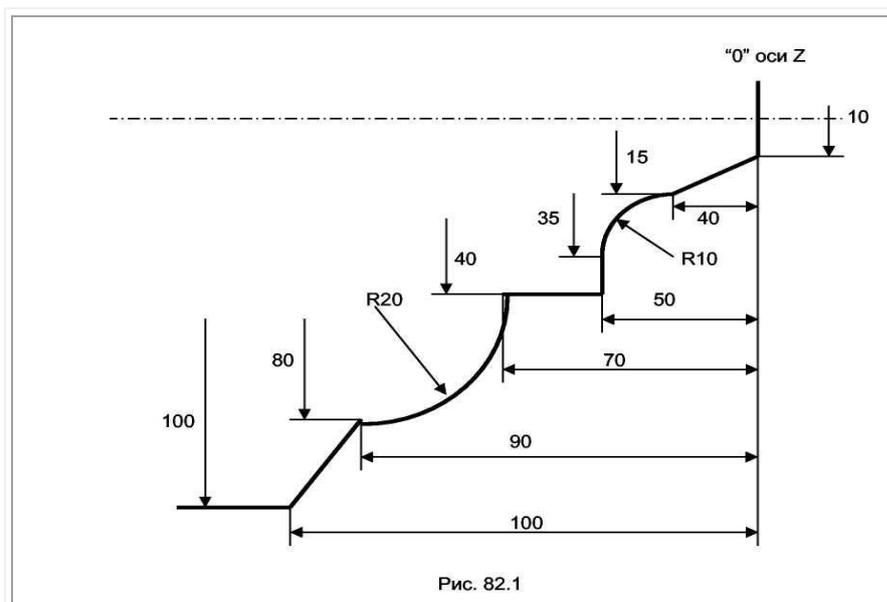


Рис. 82.1

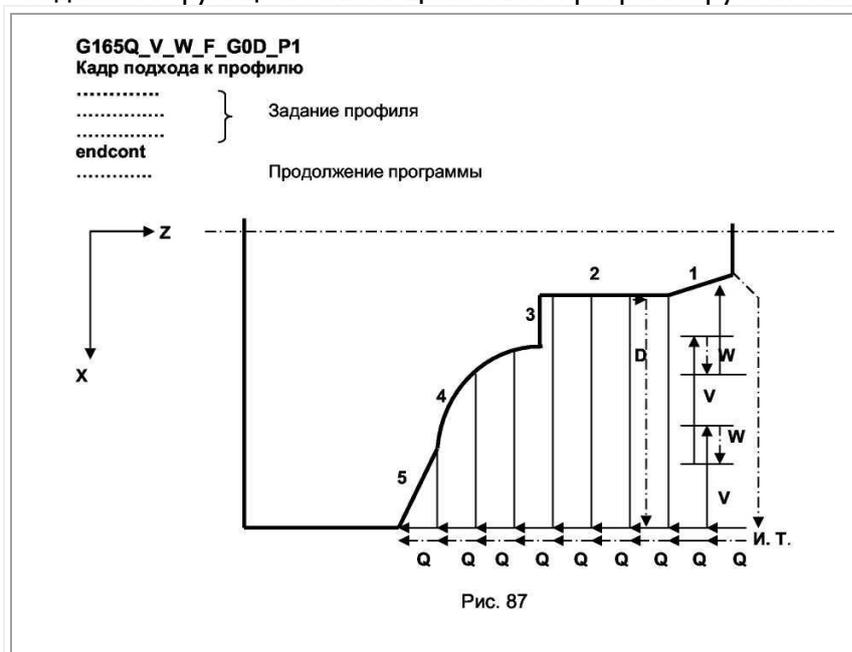
```
N10G0Z5
N20X100
N30G164Q1.5F0.5G0P1D0.5
N40G1Z-100
N50X80Z-90
N60G3X40Z-70R20
N70G1Z-50
N80X35
N90G2X15Z-40R10
N100G1X10Z0
endcont
rem Зачистной
проходN110G0X10
N120G1Z0F0.5
N130X15Z-40
N140G3X35Z-50R10
N150G1X40
N160Z-70
N170G2X80Z-90R20
```



N180G1X100Z-100
N190G0Z5

Цикл поперечной обработки до профиля

На рис. 87 показана диаграмма перемещений цикла поперечной обработки до профиля, заданного функцией G165. Цикл G165 программируется так: G165Q_V_W-F_G0D_P1



В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла.

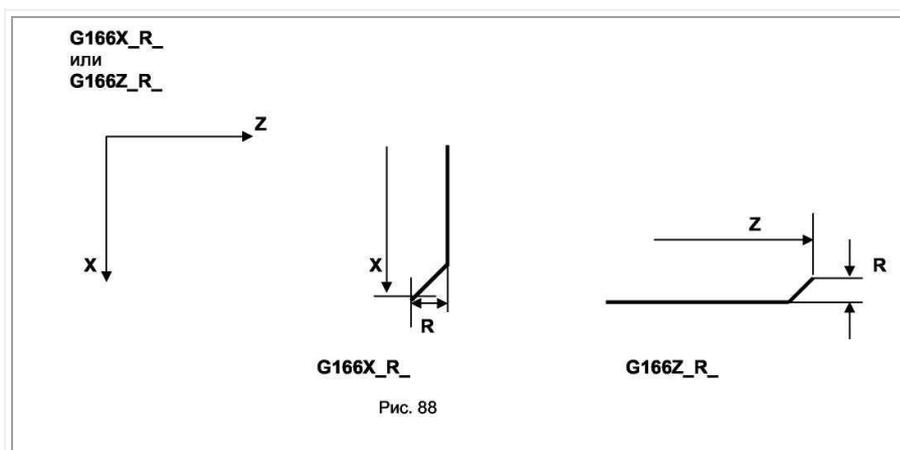
Параметр		Смысл
Обязательные	Q	Припуск на проход по оси Z
Необязательные	P	Необходимость зачистного прохода
	D	Отскок по оси Z со знаком перед возвратом по оси X в И. Т.
	V	Шаг обработки по оси X
	W	Величина отскока
	F	Рабочая подача
	G0	Указание на быстрый ход между проходами

После задания функции G165 первый кадр - это кадр подхода к профилю только по оси X. После кадра подхода до строки endcont, набранной маленькими буквами задается профиль, до которого нужна обработка. После выборки до кадра N5 выполняется зачистной проход по профилю И. Т.-кадры 1-5 - И. Т. В зависимости от соответствующего станочного параметра по оси X задаются параметры V и W в единицах радиуса или диаметра. Параметры V и W задаются парно, если они не заданы, то обработка по оси X происходит без отскоков за один проход. Остальные правила задания цикла такие же как для цикла G164.



Цикл обработки фаски

На рис. 88 показана диаграмма перемещений цикла обработки фаски, заданного функцией G166. Цикл G166 программируется так: G166X_R_ или G166Z_R_

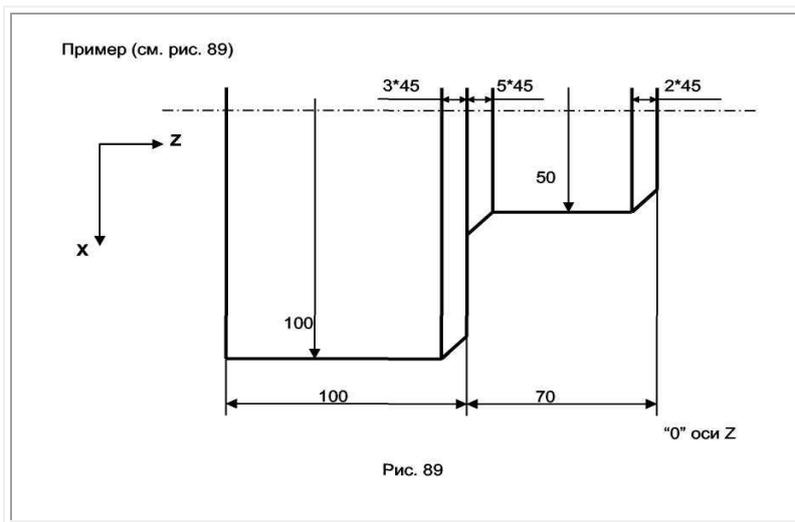


В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла.

Параметр	Смысл	
	G90	G91
X	Координата конечной точки по оси X	Приращение до конечной точки по оси X
Z	Координата конечной точки по оси Z	Приращение до конечной точки по оси Z
R	Сторона фаски со знаком. Знак определяет направление перемещения по незаданной оси	

В кадре с циклом G166 задается только перемещение только по одной из осей и сторона фаски. Величина фаски всегда радиусная величина, знак определяет направление перемещения по незаданной оси при обработке фаски. Перемещение в цикле осуществляется по функциям G0 или G1, которые заданы до цикла, и на подаче, заданной до цикла.

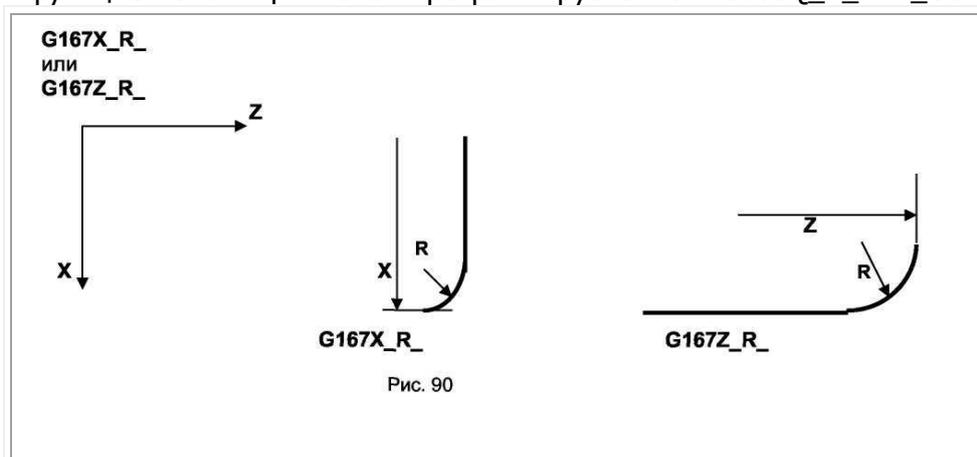




N1G0Z-170
N2G1X100F1.2
N3G166Z-70R-3
N4G166X50R5
N5G166Z0R-2

Цикл обработки скругления

На рис. 90 показана диаграмма перемещений цикла обработки скругления, заданного функцией G167. Цикл G167 программируется так: G165Q_V_W-F_G0D_P1

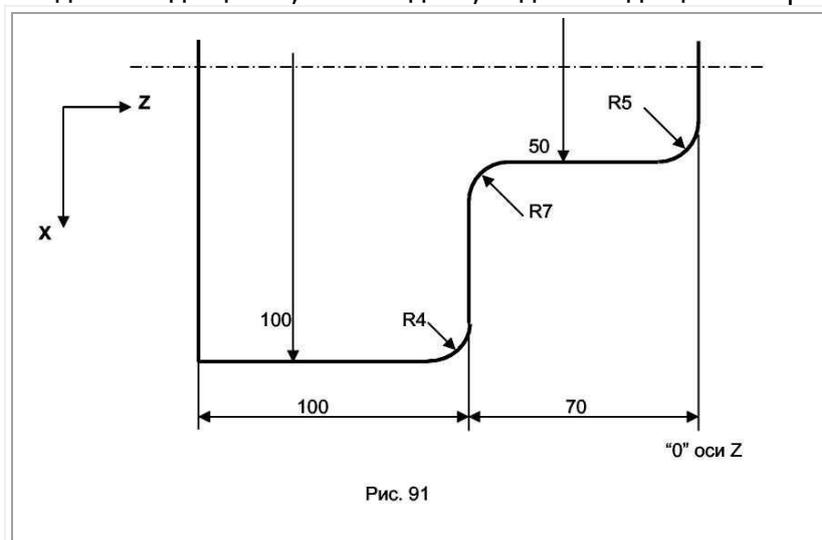


В таблице ниже приведены адреса, которые задают параметры цикла.

Параметр	Смысл	
	G90	G91
X	Координата конечной точки по оси X	Приращение до конечной точки по оси X
Z	Координата конечной точки по оси Z	Приращение до конечной точки по оси Z
R	Радиус скругления со знаком. Знак определяет направление перемещения по незаданной оси	



В кадре с циклом G167 должны быть заданы перемещение **только по одной** из осей и радиус скругления. Величина скругления должна быть всегда радиусной величиной, а знак определяет направление перемещения по незаданной оси при обработке фаски. Перемещение в цикле на прямолинейном участке происходит по функциям G0 или G1, заданным до цикла, и на подаче, заданной до цикла. Пример рис. 91.



N1G0Z-170
N2G1X100F1.2
N3G167Z-70R-4
N4G167X50R7
N5G167Z0R-5

Отмена циклов G81-G88, G150-G167

После задания циклы, номера которых заданы в технологическом параметре N3023, повторяются по умолчанию в каждом последующем кадре, содержащем не языковую информацию. Отмена повторения таких циклов происходит при задании функции G80. Отмена параметров циклов происходит в двух случаях:

- при задании другого цикла;
- при задании функции G80.

Функцию G80 нужно использовать при необходимости отменить действие необязательных параметров у одного и того же цикла (I, E, F, W(для G87)). После G80 обязательные параметры нужно повторять.

Пример	Нужно просверлить 3 отверстия с выходом на уровень I, остальные отверстия с выходом на уровень U.	<i>G90X100G81U5Z-10I10F50 X150 X200 G80 X250G81U5Z-10F50 X300 X350 X400 G80</i>
--------	---	---



Функция шпинделя (S), функция инструмента (T), вспомогательные функции (M)

При отработке числовых значений, которые запрограммированы под адресами M,S,T запускаются процессы в фоновом контроллере, управляющем электроавтоматикой станка. При программировании и выполнении M,S,T - функций в одном кадре с перемещениями, технологические функции M, S, T выполняются до перемещений, совместно с перемещениями и после перемещений. Это зависит от установленных параметров станка и определяется разработчиком электроавтоматики.

Подробно это описано в "Инструкции по сопряжению", а также в Руководстве по эксплуатации на кстанок.

Функция шпинделя

Значение под адресом S имеет различный смысл, это зависит от действующих функций G96 или G97. Когда действует функция G97 значение, задаваемое адресом S без изменений передается в электроавтоматику станка и обычно имеет размерность оборотов в минуту.

К примеру требуется запрограммировать 1000 об/мин. Это выполняется командой S1000. Максимальное задание оборотов шпинделя для СЧПУ CNC8 составляет 9999 об/мин. Конкретная максимальная скорость определяется паспортными данными станка и может отличаться от этого максимального значения. При действии функции G96 задаваемое адресом S значение является скоростью резания и имеет размерность метров в минуту. Частота вращения шпинделя регулируется так, чтобы поддержать постоянство скорости резания, заданной с помощью адреса S, при изменении положения координаты, указанной в общем базовом станочном параметре N1030. Для управления используется следующее расчетное соотношение рис. 92:

$$S(\text{м/мин})=W(\text{об/мин})\cdot R(\text{м})\cdot 2\cdot \pi$$

т. е. для поддержания постоянной скорости резания нужно, чтобы при удалении координаты от оси вращения (R) частота вращения шпинделя W уменьшалась. К примеру, при отработке программы (см. ниже) с диаметральной заданием и с введенным смещением на длину резца

N1M3S100

N2X50

N3G96S150

N4X25

N5G97

в кадре N3 частота вращения шпинделя будет равна

$$\frac{150}{0.05 \cdot \pi} \approx 955 \text{ об/мин}$$

При необходимости можно ограничить максимальную частоту вращения шпинделя при изменении расстояния до оси вращения, если в программе задать параметр LIMS. Например, если в кадре N3 (см. выше) задать

N3G96S150LIMS1100

150

то при достижении диаметра

$$\frac{150}{1100 \cdot \pi} = 0.043 \text{ м} = 43 \text{ мм}$$



рост частоты вращения шпинделя прекратится.

Если при задании функции G96 не задается скорость резания S , в дальнейшем она стабилизируется на том уровне, на котором она получается при текущем радиусе и при текущей частоте вращения шпинделя. Например, в программе скорость резания, начиная с кадра N3, стабилизируется на уровне $100 * 0.05 * \pi = 15.7 \text{ м/мин}$

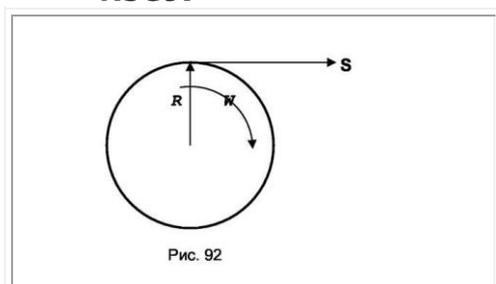
N1M3S100

N2X50

N3G96

N4X25

N5G97



Коррекция скорости шпинделя

При работе СЧПУ CNC8 в покадровом, автоматическом режимах и в режиме ручного управления возможна коррекция скорости шпинделя в пределах $2.9E-37..1.7E36$ %. Реальный диапазон коррекции частоты вращения определяется техническими характеристиками станка. За величину, соответствующую 100% принимается запрограммированная под адресом S скорость шпинделя. Функция G23 разрешает оперативную коррекцию частоты вращения шпинделя из управляющей программы, а функция G24 запрещает. G-функция из этой группы, действующая по умолчанию по включению станка и по пуску управляющей программы с начала устанавливается с помощью технологического параметра N3005. Коррекция частоты вращения шпинделя блокируется при действии функции G96 (поддержание постоянства скорости резания)

Функция инструмента

Адрес T и последующее четырехзначное числовое значение, являющееся номером инструмента используется для выбора нужного инструмента. Программирование инструмента N39 происходит таким образом - **T39**. Номер инструмента для СЧПУ находится в пределах 0 - 9999, но конкретное максимальное значение номера инструмента определяется емкостью магазина инструментов станка.

Вспомогательная функция (M)

Запуск электроавтоматики станка осуществляется при отработке запрограммированных адресов M с последующим двузначным числом. Действие конкретной функции M определяется характеристиками станка и реализуется в соответствии с его алгоритмом работы. Ниже рассматриваются функции M , имеющие специальное назначение и поэтому действующие в любых станках.



M00: Останов программы.	При отработке кадра с M00 происходит безусловный останов автоматической работы, вся информация при этом сохраняется. При пуске отработки программа будет продолжена с того места, где она была прервана функцией M00.
M01: Технологический останов.	Действие M01 повторяет действие M00, отработка запрограммированной функции M01 возможна только в подрежиме работы СЧПУ CNC8 с технологическим остановом или по сигналу от станка.
M02: Конец программы.	Эта функция означает конец программы и приводит к останову автоматической работы СЧПУ CNC8. Состояние системы остается таким же как в последнем кадре отработанной программы. Что бы повторно запустить программы необходимо выполнить поиск начала программы см. "Руководство оператора" .
M03: Пуск шпинделя по часовой стрелке, если смотреть на инструмент со стороны шпинделя.	
M04: Пуск шпинделя против часовой стрелки, если смотреть на инструмент со стороны шпинделя.	
M25: Конец фрагмента программы для повторения с помощью функции G25.	
M30: Конец программы.	Действие функции M30 равно действию функции M02, за исключением того, что для повторного пуска программы не надо выполнять поиск начала программы.
M99: Конец подпрограммы.	Эта функция означает конец подпрограммы и передачу управления программе. Подробное описание действия M99 дано в главе "Подпрограмма". При отработке M99 сигналы на станок не выдаются. При самостоятельной отработке подпрограммы как программы, M99 эквивалентна M02, но без выдачи соответствующих сигналов на станок.

Примечания	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Программирование более 20 M-функций в одном кадре запрещено. ➤ Совместное программирование функций из группы M00, M01, M02, M30, M99, M98 в одном кадре запрещено. ➤ За исключением M25, M99 все функции M обрабатываются вне СЧПУ CNC8 (на стороне станка), из этого следует в каждом конкретном случае изучить ее действие по описанию станка.
------------	--



Подпрограмма

Сделать проще и короче основную программу можно оформив как подпрограмму постоянную последовательность операций или повторяющаяся много раз типовая часть в программе. Эта подпрограмма может вызвать другую подпрограмму. Считая вызов подпрограммы от главной программы однократным, можно использовать максимально 65535 вызовов, то есть, уровень вложенности подпрограмм составляет 65535.

Составление подпрограмм

Подпрограмма оформляется так же как программа. Правила программирования управляющих программ определяют составление текста подпрограммы. Последний кадр программы должен содержать M99 или можно запрограммировать M99 и отдельным кадром это необходимо для возврата из подпрограммы.

Выполнение подпрограмм

Подпрограммы вызывается от главной программы или уже вызванной подпрограммы следующим образом: PN , где N - номер подпрограммы. Можно запрограммировать P_ вместе с перемещением в одном кадре.

Пример	X100P19	В данном случае после завершения перемещения по оси X вызывается подпрограмма с номером 19.
--------	----------------	---

Примечания	<ul style="list-style-type: none">➤ <i>Сигналы по M99 не выдаются на станок.</i>➤ <i>Если не найден номер подпрограммы, который задан адресом P, то вырабатывается текстовое сообщение.</i>➤ <i>Невозможно вызвать подпрограмму в преднаборе.</i>➤ <i>В кадрах, содержащих M99, P, не происходит останов в полуавтоматическом режиме работы УЧПУ. Однако, в кадрах, содержащих кроме адресов M99, P, еще и другие адреса, останов происходит.</i>➤ <i>Кадр с M99 не должен содержать M00,M01 ,M02,M30, а также адреса P.</i>
------------	--

Некоторые подпрограммы могут иметь номер, начинающийся с символа G, это нужно для удобства программирования. Номер, который задан после G, должен находиться в пределах от 0 до 255. Возможно задание номеров, совпадающих с существующими системными G-функциями если эти номера указаны в соответствующем технологическом параметре. При необходимости вызова соответствующей системной G-функции ее программирование осуществляется в виде сдвоенного символа GG.

Пример	N100G1X100Y100	вызов подпрограммы G1. Здесь X100, Y100 -параметры подпрограммы
Пример	N100GG1X100Y100	линейная интерполяция. Здесь X100, Y100 - координаты точки.
Примечание	<i>Все правила, действующие для вызова подпрограмм через символ P, справедливы и для вызова через символ G.</i>	



Перечень сообщений об ошибках программирования

G0 в плоскости эквидистанты	при введенной коррекции на радиус задана функция G0 в плоскости коррекции
G0/G1 с I J K	в кадре с позиционированием или линейным перемещением заданы I J K
G2/G3 без I J K	в кадре с круговой или линейно-круговой интерполяцией не заданы I J K
G27 без координат	функция выхода в ноль задана без указания осей; G27 с I J K - задана функция выхода в ноль с I J K
G32 при введенной коррекции на радиус	функция G32 задана при введенной коррекции на радиус
Будет зарез детали	деталь будет повреждена если продолжается обработка с коррекцией на радиус
Будет программное ограничение + по оси	перемещения за пределы программных ограничителей оси заданы в положительном направлении
Будет программное ограничение - по оси	перемещения за пределы программных ограничителей заданы в отрицательном направлении
В следующем кадре радиус инструмента больше или равен радиусу дуги	при обработке внутренней части дуги с введенной коррекцией на радиус инструмента радиус инструмента > или = радиусу этой дуги
Вызов более одной подпрограммы или цикла в кадре	в одном кадре задано нескольких обращений к подпрограммам
I J K не соответствует плоскости	используются не соответствующие плоскости символы I J K при задании круговой интерполяции в программировании центра дуги
Не было функции G46	перемещения по осям заданы из одной группы при действии функции G45
Недопустимый номер M функции	заданная M-функция не является подпрограммой и не входит ни в одну из групп, описываемых параметрами N1035, N3100-N3102
Недопустимый номер функции	заданная G-функция не относится к подпрограммам и к базовым функциям
Не задана подача	текущее значение подачи равно нулю при задании контурного движения по функциям G1-G3
Не найдена подпрограмма	заданная подпрограмма не найдена при обращении к подпрограмме через символ P
Нет данных для коррекции на радиус	нет перемещений в эквидистантной плоскости при отработке коррекции на радиус в ближайших 10 кадрах
Нет данных для ввода коррекции на радиус	нет перемещений в эквидистантной плоскости при вводе коррекции на радиус в ближайших 10 кадрах



Нет перемещений вне плоскости круг. инт. при G10	не задана линейная часть этой интерполяции при линейно-круговой интерполяции
Нет точки пересечения окружностей с учетом радиуса инструмента	нет пересечения эквидистант с введенной коррекцией на радиус при расчете сопряжения дуг
Нет шага при G10	для линейно-круговой интерполяции не задан шаг
Отработка подпрограмм заблокирована	вызов подпрограммы или цикла в кадре преднабора
Очень острый внутренний угол	при расчете точки перехода между линейными кадрами с введенной коррекцией на радиус эта точка из-за малой величины угла находится за пределами рабочей зоны станка
Ошибка программирования G20	в одном кадре заданы функции определения плоскости G20 и функций G27, G28, G30, G31, G60, G67, G68, G69, G92
Ошибка программирования G28	в одном кадре заданы функции перемещения в ноль станка G28 и функций G20, G27, G30, G31, G60, G67, G68, G69, G92
Ошибка программирования G30,G31	в одном кадре заданы функции (G30,G31) и функций G20, G27, G28, G60, G67, G68, G69, G92
Ошибка программирования G33	при действии функции G0 задана функции нарезания резьбы
Ошибка программирования G36	<ul style="list-style-type: none"> ➤ не задан полюс полярной системы координат; ➤ задан не в текущей плоскости полюс полярной системы координат; ➤ нарушены правила задания перемещений в полярной системе координат; ➤ смена плоскости при действии полярной системы координат
Ошибка программирования G37	<ul style="list-style-type: none"> ➤ смена плоскости при ненулевом угле поворота системы координат; ➤ задан угол поворота без задания функции G37; ➤ задана функция G37 без задания угла поворота; ➤ задание точки поворота не в действующей плоскости
Ошибка программирования G47-G48	в одном кадре заданы функции неявно заданного перемещения G47-G48 и функции G20, G27, G28, G30, G31, G60, G67, G68, G69, G92; отсутствие перемещений в кадре с G47-G48
Ошибка программирования G67-G68	в одном кадре заданы функции установки и отмены зеркальной обработки G67-G68 и функции G20, G27, G28, G30, G31, G60, G69, G92
При задании G2/G3 через R радиус = 0	радиус = 0
При задании G2/G3 через R радиус меньше допустимого	расстояние между начальной и конечной точками дуги > 2*R



При задании G33, G34 или G95 нет датчика синхронизации	на станке нет датчика для получения подачи в мм/об
Программа без M2, M30	M-функция конца программы M2 или M30 при достижении конца файла не встретилась
Программирование полной окружности через R	при задании окружности использовался ее радиус
Радиус дуги окружности при вводе коррекции на радиус = 0	результатирующий радиус = 0
Радиус дуги окружности = 0	радиус дуги окружности = 0
Радиус инструмента больше или равен радиусу дуги	инструмент не вписывается в заданную дугу при отработке программы с введенной коррекцией на радиус
Радиусы в начале и в конце дуги не равны	координаты центра дуги заданы через символы I J K без учета технологических параметров N3020 и N3021
Смена плоскости без вывода коррекции на радиус	смена плоскости без отмены коррекции на радиус
Совместное задание M0, M1, M2, M30, M98; Требуется параметр	функция G25 задана без параметра повтора L
<i>Ошибки программирования циклов</i>	
В задании профиля недопустимая G-функция	в циклах G164, G165 используются G-функции, отличные от G1, G2, G3, G90, G91
В задании профиля недопустимый символ	в циклах G164, G165 используются символы, отличные от N, X, Z, G, I, J, R, F
В задании профиля нет данных	не заданы числа в циклах G164, G165 после символов X, Z, G, I, J, R, F
Задание цикла при G20	заданы циклы G81-G88 при действии плоскости G20
Задано перемещение по двум осям	задано перемещение сразу по осям X и Z в циклах G166 и G167
Неверный подход к профилю	задано перемещение по оси X в первом после цикла G164 кадре, или в первом после цикла G165 кадре задано перемещение по оси Z
Не заданы обязательные параметры U или Z	не задан хотя бы один из параметров U или Z в циклах G81, G82, G84, G85, G88
Не заданы обязательные параметры U Z VW	не задан хотя бы один из параметров U, Z, V или W в циклах G83, G86, G154, G160
Не заданы обязательные параметры U Z V	не задан хотя бы один из параметров U, Z или V в цикле G87
Не заданы обязательные параметры U X VW	не задан хотя бы один из параметров U, X, V или W в циклах G155, G161
Не заданы обязательные параметры UZVWPQ	не задан хотя бы один из параметров U, Z, V, W, P или Q в цикле G156



Не заданы обязательные параметры UXVWPQ	не задан хотя бы один из параметров U, X, V, W, P или Q в цикле G157
Не заданы обязательные параметры цикла X Z Q	не задан хотя бы один из параметров X, Z или Q в циклах G158, G159
Не заданы обязательные параметры X Z H	не задан хотя бы один из параметров X, Z или H в цикле G162
Не заданы обязательные параметры цикла	не задан хотя бы один из обязательных параметров в соответствии с данной инструкцией в циклах G150-G153
Не задан параметр P	при заданном параметре Q не задан параметр P в циклах G150, G151, G162
Не задан параметр Q	при заданном параметре P не задан параметр Q в циклах G150, G151, G162
Не задан параметр V	при заданном параметре W не задан параметр V в циклах G152, G153, G164, G165
Не задан параметр W	при заданном параметре V не задан параметр W в циклах G152, G153, G164, G165
Не задан обязательный параметр Z	не задан обязательный параметр Z в цикле G163
Не задан обязательный параметр Q	не задан обязательный параметр Q в циклах G164, G165
Не задано перемещение	не задано перемещение ни по одной из осей X или Z в циклах G166, G167
Не задан радиус скругления	не задан радиус скругления R в цикле G167
Не задана сторона фаски	не задана сторона фаски R в цикле G166
Нет перемещения по оси X	не задано перемещение по оси X в циклах G152, G162
Нет перемещения по оси Z	не задано перемещение по оси Z в циклах G153, G162
Перемещение меньше стороны фаски	заданное перемещение по оси меньше стороны фаски R в цикле G166
Перемещение меньше радиуса скругления	заданное перемещение по оси меньше радиуса скругления R в цикле G167
Профиль не монотонный	при задании контура в цикле G164 ось X или в цикле G165 ось Z меняют направление перемещения

