



# Руководство для программиста



## Многоцелевые станки (центры) механизированной вертикальной обработки VMC Series II

Оснащенные системой управления  
Hardinge/Fanuc System II, Fanuc Oi-M или Fanuc 18-МС

Скорректировано: 7 мая 2003г.

Руководство №М-3777В  
Раздел № М В00095000377

Литографировано в США  
Октябрь 2002г.

**-ПРИМЕЧАНИЕ-**

Повреждение, полученное в результате неправильного использования, небрежного обращения или аварии, не попадают под гарантийные условия для станков Hardinge.

Информация, представленная в данном Руководстве, может быть изменена без уведомления.

В Руководстве описывается программирование станков (обрабатывающих центров) Hardinge/Fanuc System II, Fanuc Oi-M или Fanuc 18-MC

Фирма Hardinge Inc. ни в каком случае не несет ответственность за косвенное или логически вытекающее повреждение, вызванное использованием информации, содержащейся в данном руководстве.

Полное или частичное репродуцирование данного Руководства без письменного разрешения фирмы Hardinge Inc. запрещено

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ДАННОМ РУКОВОДСТВЕ**

**-ВНИМАНИЕ-**

**Предупреждение должно быть тщательно исполнено для избежания индивидуальных травм или повреждений станка, оснастки или заготовки.**

**-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Меры предосторожности должны соблюдаться для избежания возможного повреждения станка, оснастки или заготовки.**

**-ПРИМЕЧАНИЕ-**

Примечания содержат дополнительную информацию.

Hardinge Inc.  
One Hardinge Drive  
P.O. Box 1507  
Elmira, New York 14902-1507 U.S.A.  
[www.hardinge.com](http://www.hardinge.com)

## **ПЕРЕД ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ИЛИ ПРОГРАММИРОВАНИЕМ СТАНКОВ VMC SERIES II ПОЛНОСТЬЮ ПРОЧТИТЕ ВСЕ ИНСТРУКЦИИ.**

### **-ВНИМАНИЕ-**

Стандарт 1910.1200 Федерального Управления профессиональной безопасности и здравоохранения США (OSHA) действующий с 23 сентября 1987 и различные законы штатов требуют того, чтобы законы штатов требуют того, чтобы вам была предоставлена информация о химических веществах, используемых с поставленными вам станками. Печень химических материалов имеется в Руководстве SP-134, Данные о безопасности при работе с химическими материалами во время их хранения, обращении с ними и их удаления. Храните информацию по другим химическим веществам, используемым с данным станком, вместе с Руководством SP-134.

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ФИРМЫ HARDINGE**

Ваша модель станка разработана и изготовлена для максимально легкой и безопасной операции. Однако ранее принятая производственная практика может не всегда отражать имеющиеся в настоящее время правила и процедуры безопасности и должна быть пересмотрена для получения гарантии соответствия современным стандартам безопасности и здравоохранения.

Hardinge, Inc. рекомендует, чтобы все цеховые мастера, обслуживающий персонал и операторы металлорежущих станков были проинструктированы по поводу важности безопасного техобслуживания, установки и работы оборудования. Ниже приведены наши рекомендации. **ПЕРЕД ПРОВЕДЕНИЕМ ДАЛЬНЕЙШИХ ПРОЦЕДУР ПРОЧТИТЕ ЭТИ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ.**

**ПРОЧТИТЕ СООТВЕТСТВУЮЩЕЕ РУКОВОДСТВО ИЛИ ИНСТРУКЦИИ** перед началом операции или обслуживания станка. Убедитесь в том, что вы правильно поняли все инструкции.

**НЕ ДОПУСКАЙТЕ**, чтобы необученный персонал работал на станке или выполнял ремонт оборудования

**ПРОКОНСУЛЬТИРУЙТЕСЬ С МАСТЕРОМ**, если сомневаетесь в том, что вы правильно выполняете процедуру.

**ВСЕГДА НАДЕВАЙТЕ ЗАЩИТНЫЕ ОЧКИ И ОБУВЬ**. Пользуйтесь при необходимости респиратором, каской, перчатками и резиновыми кольцами для защиты ушей.

**НЕ ПРИСТУПАЙТЕ К РАБОТЕ С ОБОРУДОВАНИЕМ**, если не выполнено регулярное техобслуживание; оборудование должно быть в хорошем состоянии.

**ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ И РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ ТАБЛИЧКИ** прикреплены на станке для вашей безопасности и информации. Не снимайте их.

**НЕЛЬЗЯ МОДЕРНИЗИРОВАТЬ СТАНОК**, пренебрегая блокировкой, системой разъединения или другими устройствами безопасности.

**НЕЛЬЗЯ РАБОТАТЬ НА СТАНКЕ**, если вы носите кольца, часы, ювелирные изделия, свободную одежду или длинные волосы, не убранные в сетку или в специальную кепку.

**УБЕДИТЕСЬ**, в правильном заземлении оборудования. Проверьте это, просмотрев таблицу национальных электрических кодов и все местные коды.

**ВЫКЛЮЧИТЕ ОСНОВНОЕ ПИТАНИЕ** перед началом ремонта или техобслуживания.

**НЕ ЭКСПЛУАТИРУЙТЕ ОБОРУДОВАНИЕ**, если имеет место избыточное или необычное появление тепла, шума, задымления или вибрации. Сообщайте об излишней или необычной вибрации, шумах задымленности или нагреве, а также о повреждении деталей станка.

**ТОЛЬКО СПЕЦИАЛИСТАМ, ИМЕЮЩИМ ДОПУСК**, разрешен доступ к отсекам электрооборудования.

**НЕ ПРИБЛИЖАЙТЕСЬ** к блокам управления или питания, если электричество не отключено.

**НЕ КАСАЙТЕСЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ** влажными руками или стоя на влажной поверхности.

**ЗАМЕНЯЙТЕ СГОРЕВШИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ** предохранителями того же типа и размера.

**ОПРЕДЕЛИТЕ И УСТРАНИТЕ** причину неисправности, вызванной повреждением нагревателей перегрузки, перед повторным запуском станка.

**УЧАСТОК, ПРИЛЕГАЮЩИЙ К СТАНКУ**, должен быть хорошо освещен, и иметь сухую поверхность.

**ХРАНИТЕ ХИМИЧЕСКИЕ И ВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ** подальше от электрического и работающего оборудования.

**ДЕРЖИТЕ ВСЕГДА ПОД РУКОЙ ОГНЕТУШИТЕЛЬ НУЖНОГО ТИПА** при обработке воспламеняемых материалов. Убирайте стружку с рабочего участка.

**НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ** токсичных или воспламеняющихся веществ в качестве растворителя-очистителя или охлаждающего средства.

**ПРОВЕРЬТЕ ВСЕ УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ И ОГРАЖДЕНИЯ** и убедитесь перед началом цикла в том, что они находятся в нормальном состоянии и функционируют правильно.

**УБЕДИТЕСЬ В ТОМ**, что все ограждения находятся в хорошем состоянии и функционируют правильно перед операцией станка.

**НЕ ОТКРЫВАЙТЕ ОГРАЖДЕНИЯ**, когда какой-либо компонент станка движется. Открывая защитную дверцу, убедитесь в том, что персонал находится на достаточном удалении от станка.

**УБЕДИТЕСЬ В ТОМ**, что все инструменты шпинделя и зажимные устройства (держатели) установлены правильно.

**УБЕДИТЕСЬ В ТОМ**, что перед запуском станка вся оснастка закреплена в инструментальном магазине или в шпинделе.

**НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ** изношенный или неисправный ручной инструмент. Для выполнения операций используйте инструмент нужного размера и типа.

**СОБЛЮДАЙТЕ ОСТОРОЖНОСТЬ** вблизи выдающих частей станка, особенно во время установки. Опасайтесь острых кромок на инструментах.

**ИСПОЛЬЗУЙТЕ ТОЛЬКО** молоток с мягкой поверхностью для работы с зажимными приспособлениями.

**УБЕДИТЕСЬ В ТОМ**, что перед установкой инструментов все монтажные поверхности инструментов очищены.

**ПРОВЕРЯЙТЕ ЕЖЕДНЕВНО ВСЕ ЗАЖИМНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ** для того, чтобы убедиться в их хорошем рабочем состоянии. Перед запуском станка замените все неисправные устройства.

**ЛЮБОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, МОДИФИКАЦИЯ СТАНКА**, выполненная без разрешения фирмы Hardinge, должна быть проконтролирована квалифицированным специалистом по технике безопасности перед установкой.

**ИСПОЛЬЗУЙТЕ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ДАВЛЕНИЕ** при захвате на зажимном устройстве. Необходимо учитывать вес, форму и баланс оснастки.

**НЕ ПРЕВЫШАЙТЕ** номинальную мощность станка.

**НЕ ОСТАВЛЯЙТЕ** инструменты, заготовки и другие незакрепленные предметы там, где они могут войти в контакт с движущимися компонентами станка.

**СНИМИТЕ ВСЕ НЕЗАКРЕПЛЕННЫЕ ДЕТАЛИ И ИНСТРУМЕНТЫ**, расположенные на рабочем участке перед эксплуатацией станка. После завершения работы персонала по техобслуживанию не оставляйте инструменты или детали на станке или в пределах рабочего участка. Перед запуском станка уберите гаечные ключи.

**ПРОВЕРЬТЕ УСТАНОВКУ, ОСНАСТКУ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЗАГОТОВКИ**, если станок был выключен на какое-то время.

**ПРОВЕРЯЙТЕ УРОВЕНЬ СМАЗКИ МАСЛА И ОХЛАДИТЕЛЯ** и состояние индикаторов перед включением станка.

**НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ** расположение всех кнопок аварийной остановки.

Перед нажатием кнопки CYCLE START убедитесь в том, что запрограммированы нужные функции, и все органы управления установлены на нужные режимы.

**ВЫПОЛНИТЕ DRY CYCLE** для проверки ошибок программирования

**НЕЛЬЗЯ РЕГУЛИРОВАТЬ** оснастку или шланги системы охлаждения во время работы станка.

**НЕ ПРИБЛИЖАЙТЕСЬ К ЗОНАМ ЗАЩЕМЛЕНИЯ**, опасайтесь аварийных ситуаций.

**НЕ ОСТАВЛЯЙТЕ** работающий станок без присмотра.

**НЕ СНИМАЙТЕ И НЕ УСТАНОВЛИВАЙТЕ** заготовки, когда какая-либо из частей станка находится в движении.

**ОПАСАЙТЕСЬ** острых кромок, вновь обработанных заготовок.

**НЕ ПРОВЕРЯЙТЕ** отделку (шероховатость) или размеры заготовки рядом с работающим шпинделем или движущейся направляющей.

**НЕ ПЫТАЙТЕСЬ** остановить или замедлить движение станка руками или подручным средством.

**НЕ УБИРАЙТЕ СТРУЖКУ** вручную. Убедитесь в том, что станок остановлен, затем для удаления стружки и обрезков используйте крюк или подобное приспособление.

**НЕЛЬЗЯ ВЫПОЛНЯТЬ ОЧИСТКУ** станка с помощью воздушного шланга.

**ПОДДОНЫ ДЛЯ УБОРКИ МУСОРА** храните на безопасном расстоянии от станка. Не переполняйте их.

**ЕСЛИ НЕТ ДРУГИХ УКАЗАНИЙ**, все процедуры должны выполняться одним оператором. Для предотвращения травм следите за тем, чтобы около станка никого не было во время открывания и закрывания защитной дверцы системы охлаждения и дверцей для доступа.

**ДЛЯ ВАШЕЙ ЗАЩИТЫ – РАБОТАЙТЕ АККУРАТНО**

# -Содержание-

## ГЛАВА 1 – ЯЗЫК ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

Программирование системы управления .....	1-1
Введение .....	1-1
Разрешённые знаки (Исключая макроязык).....	1-1
Таблицы формата информационных слов .....	1-2
Английская система .....	1-2
Метрическая система .....	1-4
Специальные знаки программирования.....	1-6
Формат программирования .....	1-6
Последовательность программирования.....	1-7
Последовательность программирования с ленты.....	1-7
Последовательность программирования с клавиатуры .....	1-7
Номер программы.....	1-8
Оси X, Y и Z.....	1-8
Программирование с десятичной запятой .....	1-9
Описания информационных слов .....	1-10
Слово O .....	1-10
Слово N .....	1-10
Слово G .....	1-10
G00 Позиционирование.....	1-11
G01 Линейная интерполяция.....	1-11
G02 Круговая интерполяция (Дуга, по часовой стрелке) .....	1-12
G03 Круговая интерполяция (Дуга, против часовой стрелки).....	1-12
G04 Остановка (простой) .....	1-13
G09 Точная остановка .....	1-13
G10 Включение режима установки данных .....	1-14
G11 Выключение режима установки данных .....	1-14
G12 Фрезерование глубоких круглых выемок по ч. с. ....	1-14
G13 Фрезерование глубоких круглых выемок против ч.с.....	1-14
G15 Выключение программирования полярных координат.....	1-14
G16 Включение программирования полярных координат .....	1-15
G17 Выбор плоскости XY .....	1-15
G18 Выбор плоскости XZ .....	1-15
G19 Выбор плоскости YZ .....	1-15
G20 Ввод данных (в дюймах).....	1-15
G21 Ввод данных (в мм).....	1-16
G22 Включение ограничения хода (имеющегося в памяти) .....	1-16
G23 Выключение ограничения хода (имеющегося в памяти).....	1-16
G27 Проверка возврата в исходное положение .....	1-16
G28 Возврат в исходное положение .....	1-17
G29 Возврат из исходного положения .....	1-17
G30 Возврат в положение для смены инструмента .....	1-17
G31 Функция пропуска.....	1-17
G39 Круговая интерполяция (коррекция на угловое положение).....	1-18
G40 Стирание (отмена) компенсации диаметра инструмента .....	1-18
G41 Активизация компенсации диаметра инструмента (в левой части детали) .....	1-18
G42 Активизация компенсации диаметра инструмента (в правой части) .....	1-18
G43 Активизация компенсации длины инструмента .....	1-19
G49 Стирание (отмена) компенсации длины инструмента.....	1-19
G50 Выключение режима масштабирования (измерение с помощью шкалы) ...	1-19

G51 Включение режима масштабирования .....	1-19
G52 Система локальных координат .....	1-19
G54 ~ G59 Стандартные системы рабочих координат (G54 Знач. по умолчанию) .....	1-19
G54 P_ Дополнительные системы рабочих координат .....	1-20
G60 позиционирование в одном направлении .....	1-20
G61 Режим рабочей остановки.....	1-20
G62 Автоматическая ручная коррекция на угловое положение.....	1-21
G63 Режим нарезания резьбы метчиком.....	1-21
G64 Режим резания.....	1-21
G65 Вызов немодальной макропрограммы.....	1-22
G66 Вызов модальной макропрограммы.....	1-22
G67 Отмена вызова модальной макропрограммы .....	1-22
G68 Вращение координат .....	1-23
G69 Отмена вращения координат.....	1-23
G71 Фрезерование глубоких прямоугольных выемок – По ч. с.....	1-24
G72 Фрезерование глубоких прямоугольных выемок – Против ч.с.....	1-24
G73 Высокоскоростной цикл глубокого сверления.....	1-24
G74 Цикл левостороннего нарезания резьбы метчиком.....	1-24
G76 Цикл точной расточки .....	1-24
G80 Отмена цикла .....	1-25
G81 Цикл сверления.....	1-25
G82 Цикл сверления.....	1-25
G83 Цикл глубокого сверления .....	1-25
G84 Цикл правостороннего нарезания резьбы метчиком.....	1-25
G85 Цикл расточки.....	1-26
G86 Цикл расточки.....	1-26
G87 Цикл задней расточки.....	1-26
G88 Цикл расточки (с ручным отводом) .....	1-26
G89 Цикл расточки.....	1-26
G90 Режим абсолютного позиционирования .....	1-27
G91 Режим инкрементного позиционирования.....	1-27
G92 Смещение координат / Ограничение постоянной скорости резания .....	1-27
G94 Скорость подачи – дюйм/мм. в мин.....	1-27
G95 Скорость подачи – дюйм/мм. на оборот .....	1-28
G96 Постоянная скорость резания.....	1-28
G97 Прямое программирование скорости.....	1-28
G98 Возврат к начальной точке в цикле .....	1-28
G99 Возврат к точке R в цикле .....	1-28
Слово X .....	1-29
Абсолютное позиционирование .....	1-29
Инкрементное позиционирование.....	1-29
Команда на остановку (простой) .....	1-29
Слово Y .....	1-30
Абсолютное позиционирование .....	1-30
Инкрементное позиционирование.....	1-31
Слово Z.....	1-32
Абсолютное позиционирование .....	1-32
Инкрементное позиционирование.....	1-32
Слово I.....	1-33
Слово J.....	1-33
Слово K .....	1-33
Слово C .....	1-33



Слово R .....	1-33
Слово P .....	1-34
Слово Q .....	1-34
Слово D .....	1-34
Слово H .....	1-35
Слово F .....	1-35
Слово S .....	1-36
Слово T .....	1-36
Слово M .....	1-37
M00 Остановка программы .....	1-37
M01 Вспомогательная остановка .....	1-37
M02 Конец программы .....	1-37
M03 Перемещение шпинделя вперед .....	1-37
M04 Реверсирование шпинделя .....	1-37
M05 Остановка шпинделя .....	1-38
M06 Автоматическая смена инструмента .....	1-38
M08 Включение охлаждающего насоса .....	1-38
M09 Выключение охлаждающего насоса .....	1-38
M10 Включение тормоза поворотного стола (Опция) .....	1-38
M11 Выключение тормоза поворотного стола (Опция) .....	1-38
M13 Перемещение шпинделя вперед / Включение системы охлаждения .....	1-38
M14 Перемещение шпинделя назад / Включение системы охлаждения .....	1-39
M15 Остановка шпинделя / Выключение системы охлаждения .....	1-39
M16 Выключение воздушного обдува .....	1-39
M17 Включение воздушного обдува .....	1-39
M19 Ориентирование (координаты заднего положения) шпинделя .....	1-39
M20 Отмена ориентирования шпинделя .....	1-39
M21 Включение зеркального отображения оси X .....	1-40
M22 Включение зеркального отображения оси Y .....	1-40
M23 Отмена зеркального отображения .....	1-40
M24 Включение рабочего освещения .....	1-40
M25 Выключение рабочего освещения .....	1-40
M29 Режим жесткого нарезания резьбы метчиком .....	1-40
M30 Конец программы .....	1-40
Только для станков с высоким крутящим моментом	
M41 Низшая передача шпинделя .....	1-40
M42 Высшая передача шпинделя .....	1-40
M48 Включение скорости подачи и ручной коррекции скорости шпинделя .....	1-40
M49 Выключение скорости подачи и ручной коррекции скорости шпинделя .....	1-40
M51 Включение охлаждения стружки .....	1-41
M52 Выключение охлаждения стружки .....	1-41
M53 Включение охлаждения через шпиндель (Опция) .....	1-41
M54 Выключение охлаждения через шпиндель (Опция) .....	1-41
M68 Включение транспортера для удаления стружки .....	1-41
M69 Выключение транспортера .....	1-41
M71 Исходное положение инструментального магазина 1 .....	1-41
M72 Выдвижение инструментального магазина 1 .....	1-41
M73 Зажимание шпинделя .....	1-41
M74 Разжимание шпинделя .....	1-42
M75 Поиск номера инструмента шпинделя (магазин 1) .....	1-42
M76 Запуск режима смены инструментов (магазин 1) .....	1-42
M77 Отмена режима смены инструментов (магазин 1) .....	1-42
M80 Автоматическое выключение питания .....	1-42

M81 Исходное положение инструментального магазина 2 (Опция) .....	1-42
M82 Выдвижение инструментального магазина 2 (Опция).....	1-43
M83 Зажимание шпинделя (Опция) .....	1-43
M84 Разжимание шпинделя (Опция) .....	1-43
M85 Поиск номера инструмента шпинделя (магазин 2).....	1-43
M86 Запуск режима смены инструментов (магазин 2) .....	1-43
M87 Отмена режима.....	1-44
M98 Запрос подпрограммы.....	1-44
M99 Конец подпрограммы.....	1-44
M100 Фрезерование глубоких круглых выемок (карманов)-По ч. с.....	1-44
M101 Фрезерование глубоких круглых выемок (карманов)-Против ч.с. ....	1-44
M102 Прямоугольное карманное фрезерование - По часовой стрелке .....	1-45
M103 Прямоугольное карманное фрезерование - Против часовой стрелки .....	1-45
Формат программы .....	1-46

## **ГЛАВА 2 – КОМПЕНСАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТА**

Введение.....	2-1
Определения (описания) коррекции на инструмент .....	2-1
Коррекция диаметра .....	2-1
Коррекция длины .....	2-1
Коды компенсации .....	2-2
Выбор плоскости .....	2-2
Активизирование компенсации .....	2-3
Программирование (сравнение) .....	2-5
Ввод и вывод заготовки с действующей компенсацией .....	2-6
Переключение кодов G41 / G42 .....	2-7
Отвод инструмента от заготовки с действующей компенсацией.....	2-8
Отмена компенсации погрешностей инструмента .....	2-8
Правила программирования компенсации диаметра .....	2-8

## **ГЛАВА 3 – ЛИНЕЙНАЯ И КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ**

Скорость подачи.....	3-1
Абсолютное и инкрементное программирование .....	3-1
Абсолютное.....	3-1
Инкрементное .....	3-1
Интерполяция.....	3-2
Линейная интерполяция .....	3-2
Ввод (вставка) фаски (кромки) или радиуса закругления вершины.....	3-2
Ввод фаски (режущей кромки).....	3-2
Ввод радиуса закругления вершины.....	3-2
Аварийные сообщения для ввода фаски или радиуса.....	3-3
Круговая интерполяция.....	3-5
G02 Дуга (по часовой стрелке) .....	3-5
G03 Дуга (против часовой стрелки).....	3-5
Выбор плоскости.....	3-5
Винтовая интерполяция .....	3-6
Типовая программа обработки деталей .....	3-7
Примечания по программированию круговой интерполяции .....	3-8
Описания параметров круговой интерполяции.....	3-9

## **ГЛАВА 4 – СИСТЕМА РАБОЧИХ КООРДИНАТ**

Введение .....	4-1
Возврат к нулю (Исходное положение) .....	4-2
Оси X, Y и Z .....	4-2
Декартовы координаты .....	4-3
Система координат на дисплее .....	4-3
Стандартные программируемые системы рабочих координат .....	4-4
Дополнительные программируемые системы рабочих координат .....	4-6
Ввод данных системы координат из программы .....	4-6
G52 Система локальных координат .....	4-7
Введение .....	4-7
Ограничения .....	4-7
Отмена G52 .....	4-8
G92 Смещение абсолютного положения координат .....	4-9
G92 Примечания по программированию .....	4-9
Полярные координаты .....	4-10
Коды G .....	4-10
Выбор плоскости .....	4-10
Режимы позиционирования .....	4-10
Абсолютное позиционирование .....	4-10
Инкрементное позиционирование .....	4-10
Примеры программирования полярных координат .....	4-11
Сегмент типовой программы (для окружности болта) .....	4-12

## **ГЛАВА 5 – ВЫБОР ИНСТРУМЕНТА И КОРРЕКЦИИ**

Устройство для автоматической смены инструментов .....	5-1
Команды для смены инструментов .....	5-1
Инструментальный магазин .....	5-1
Команда M06 .....	5-2
Инструментальный барабанный магазин .....	5-2
Инструментальный магазин с поворотной рукой .....	5-2
Формат программирования .....	5-3
Коррекции на инструмент .....	5-5
Коррекции на длину инструмента (Слово H) .....	5-5
Коррекции на диаметр инструмента (Слово D) .....	5-6
Ввод коррекций на инструмент из программы обработки детали .....	5-7
Активизирование коррекций .....	5-8
Отмена коррекций .....	5-8

## **ГЛАВА 6 – СТАНДАРТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ**

Введение .....	6-1
G90/91 Программирование .....	6-1
Коэффициенты коррекции погрешностей .....	6-1
Компенсация погрешностей инструмента .....	6-1
G41 Резец слева от инструмента .....	6-1
G42 Резец справа от инструмента .....	6-1
Компенсация (коррекции на инструмент) .....	6-2
Компенсация длины .....	6-2
Компенсация диаметра .....	6-2
Пример программирования .....	6-2
Сегмент типовой программы .....	6-4

## ГЛАВА 7 – ФРЕЗЕРОВАНИЕ ГЛУБОКИХ ВЫЕМОК (КАРМАНОВ)

Введение.....	7-1
Коды G.....	7-1
Коды M.....	7-2
Коррекции на инструмент для фрезерования глубоких выемок.....	7-3
Память В.....	7-3
Память С (Опция).....	7-3
Фрезерование глубоких круглых выемок (карманов).....	7-4
Черновая обработка глубоких выемок.....	7-4
Форматы программирования.....	7-4
Определение информационных слов.....	7-4
Сегмент типовой программы.....	7-5
Однократный чистовой проход.....	7-6
Форматы программирования.....	7-6
Определение информационных слов.....	7-6
Сегмент типовой программы.....	7-7
Фрезерование глубоких прямоугольных выемок (карманов).....	7-8
Черновая обработка глубоких выемок.....	7-8
Форматы программирования.....	7-8
Определение информационных слов.....	7-8
Сегмент типовой программы.....	7-8

## ГЛАВА 8 – ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ

Введение.....	8-1
G90/91 Программирование.....	8-1
G98/99 Программирование.....	8-1
Отмена циклов сверления.....	8-2
Циклы глубокого сверления.....	8-2
Информационные слова.....	8-2
Форматы.....	8-2
Определения (описания).....	8-2
Фрагмент типовой программы.....	8-3
Перемещение инструмента в цикле G73.....	8-4
Перемещение инструмента в цикле G83.....	8-5
Циклы сверления с однократным проходом.....	8-6
Информационные слова.....	8-6
Форматы.....	8-6
Определения.....	8-6
Сегмент типовой программы.....	8-7
Сверление нескольких отверстий.....	8-9
Сегмент типовой программы.....	8-9
Примечания.....	8-10

## ГЛАВА 9 – ЦИКЛЫ РАСТОЧКИ (РАСТАЧИВАНИЯ)

Введение .....	9-1
G90/91 Программирование .....	9-1
G98/99 Программирование .....	9-1
Отмена циклов расточки .....	9-2
Общее описание .....	9-2
Угол ориентирования .....	9-3
Описание параметров .....	9-3
Установка оси и направления .....	9-4
G76 Цикл чистовой расточки .....	9-5
Информационные слова .....	9-5
Форматы .....	9-5
Определения .....	9-5
Перемещения инструмента в цикле G76 .....	9-7
Сегмент типовой программы .....	9-8
G85 Цикл расточки .....	9-9
Информационные слова .....	9-9
Форматы .....	9-9
Определения .....	9-9
Перемещения инструмента в цикле G85 .....	9-10
Сегмент типовой программы .....	9-11
G86 Цикл расточки .....	9-12
Информационные слова .....	9-12
Форматы .....	9-12
Определения .....	9-12
Перемещения инструмента в цикле G86 .....	9-13
Сегмент типовой программы .....	9-14
G87 Цикл расточки .....	9-15
Информационные слова .....	9-15
Форматы .....	9-15
Определения .....	9-15
Перемещения инструмента в цикле G87 .....	9-17
Сегмент типовой программы .....	9-18
G88 Цикл расточки .....	9-19
Информационные слова .....	9-19
Форматы .....	9-19
Определения .....	9-19
Перемещения инструмента в цикле G88 .....	9-20
Сегмент типовой программы .....	9-21
G89 Цикл расточки .....	9-22
Информационные слова .....	9-22
Форматы .....	9-22
Определения .....	9-22
Перемещения инструмента в цикле G86 .....	9-23
Сегмент типовой программы .....	9-24
Расточка нескольких отверстий .....	9-25
Сегмент типовой программы .....	9-25
Примечания .....	9-26

## **ГЛАВА 10 – ЦИКЛЫ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ**

Введение.....	10-1
Режимы резьбонарезания метчиком.....	10-1
Обычное резьбонарезание .....	10-1
Жесткое резьбонарезание .....	10-1
Скорость подачи для резьбонарезания .....	10-2
G90/91 Программирование .....	10-2
G98/99 Программирование .....	10-3
Отмена циклов нарезания резьбы метчиком .....	10-3
Циклы резьбонарезания с однократным проходом .....	10-4
Информационные слова .....	10-4
Форматы.....	10-4
Определения .....	10-4
Сегмент типовой программы .....	10-5
Резьбонарезание нескольких отверстий .....	10-6
Сегмент типовой программы .....	10-6
Примечания .....	10-7

## **ГЛАВА 11 – УПРАВЛЕНИЕ СРОКОМ СЛУЖБЫ (РЕСУРСОМ СТОЙКОСТИ) ИНСТРУМЕНТА**

Основная информация .....	11-1
Введение.....	11-1
Единицы измерения срока службы .....	11-1
Число деталей.....	11-1
Величина времени обработки.....	11-1
Общее описание программы .....	11-2
Программа управления сроком службы.....	11-3
Формат программы .....	11-3
Ввод новых данных.....	11-3
Обновление (доработка) имеющихся данных.....	11-3
Удаление имеющихся данных .....	11-4
Определение информационных слов .....	11-4
Слово P – Номер инструментальной группы.....	11-4
Слово L – Величина срока службы (информационное слово).....	11-5
Слово T – Номер инструмента.....	11-5
Слово H – Коррекция длины инструмента.....	11-5
Слово D – Коррекция диаметра инструмента .....	11-5
Примечания по программированию .....	11-5
Типовая программа управления сроком службы (Ввод новых данных) .....	11-6
Определения информационных блоков .....	11-6
Программа обработки детали .....	11-7
Команды, подаваемые инструментом.....	11-7
Объединенные команды .....	11-8
Типовая программа обработки детали, использующая объединенные команды .....	11-8

## ГЛАВА 12 – ОПЦИИ И РАЗЛИЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Дюймовый/метрический режимы .....	12-1
Установка дюймового/метрического режима .....	12-1
Подпрограммы.....	12-2
Запрос подпрограммы .....	12-3
G96 Постоянная скорость резания .....	12-4
Введение.....	12-4
Формат программирования .....	12-5
Определение информационного слова .....	12-5
Режим масштабирования (измерения с помощью шкалы) .....	12-6
Типы масштабирования .....	12-6
Однородное масштабирование .....	12-6
Независимое масштабирование.....	12-8
Примеры .....	12-8
Зеркальное отображение .....	12-9
Пример .....	12-9
Примечания .....	12-11
Макропрограммы.....	12-12
Вызов немодальной макропрограммы .....	12-12
Вызов модальной макропрограммы .....	12-12
Формат вызова .....	12-12
Однонаправленное позиционирование (G60) .....	12-13
Введение.....	12-13
Определение направления и расстояния.....	12-13
Станки, имеющие управление Hardinge / Fanuc System II Control.....	12-13
Направление .....	12-13
Расстояние .....	12-14
Станки, имеющие управление Fanuc Oi-M или Fanuc 18-MC Control.....	12-15
Направление .....	12-15
Расстояние .....	12-15
Примеры .....	12-16
Типовое позиционирование .....	12-16
Примечания .....	12-17
Программирование 4-ой оси (Опция).....	12-18
Введение.....	12-18
Формулы .....	12-18
Типовая операция .....	12-18
Вычисления размеров .....	12-18
Типовая программа.....	12-19

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Характеристики (спецификации) перемещения

#### Оси X и Y

Обрабатывающий центр VMC600II .....	A-1
Обрабатывающий центр VMC800II .....	A-2
Обрабатывающий центр VMC1000II .....	A-3
Обрабатывающий центр VMC1250II .....	A-4
Обрабатывающий центр VMC1500II .....	A-5

#### Ось Z

Обрабатывающий центр VMC 600II, 800II и 1000II .....	A-6
Обрабатывающий центр VMC 1250II и 1500II .....	A-7

### Месторасположение и конфигурация гнезд под инструмент

Обрабатывающий центр VMC600II .....	A-8
Обрабатывающий центр VMC800II .....	A-9
Обрабатывающий центр VMC1000II .....	A-10
Обрабатывающий центр VMC1250II .....	A-11
Обрабатывающий центр VMC1500II .....	A-12

### Перечень кодов G .....

### Перечень кодов M .....

### Аварийные сообщения .....



**-ПРИМЕЧАНИЕ-**

**-ПРИМЕЧАНИЕ-**

# ГЛАВА 1 – ЯЗЫК ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Программа обработки деталей представляет собой заказанный комплект инструкций, которые определяют перемещение направляющей (суппорта) и шпинделя, а также вспомогательные функции. Эти инструкции написаны на языке программы, состоящем из последовательностей информационных блоков. Каждый блок содержит адекватную информацию для металлорежущего станка и выполнение одной или более функций.

Блок состоит из одного или более информационных слов, которые вместе рассматриваются как единое целое. Каждое слово состоит из адреса слова, следующего за цифровым значением. Адрес слова представляет собой букву, которая специфицирует значение информационного слова. Число, следующее за адресом слова, имеет формат, который специфицирует число знаков в слове, а также диапазон, в котором должны содержаться эти величины. Эти форматы имеются в каждом описании информационных слов, а также приводятся в таблицах на стр. 1-2 и 1-4.

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

### ВВЕДЕНИЕ

Программирование станков (обрабатывающих центров) Hardinge требует хороших знаний о станке, оснастке и управлении.

Нужно быть очень внимательным при записи программы или перфорировании на ленты, т.к. все перемещения станка выполняются так, как они запрограммированы. Неверное вычисление или выбор неправильной функции может привести к неправильному перемещению.

Основной единицей ввода программы является «Блок». Обычно одна строка или информационный блок представляет одну описываемую операцию или несколько описываемых операций, независимых друг от друга. (Например, перемещение оси и изменение скорости шпинделя не являются независимыми операциями, которые можно запрограммировать в одном и том же блоке). Блок может содержать одну или все из следующих позиций:

1. Код удаления блока (/)
2. Порядковый номер (функция N)
3. Подготовительные функции (функция G)
4. Команды перемещения оси (функции X, Y и Z).
5. Команда скорости подачи (функция F)
6. Команда скорости шпинделя (функция S)
7. Выбор инструмента и коррекции (функции T, D и H)
8. Различные функции (функция M)

Блок ДОЛЖЕН содержать действительный знак EOB

### РАЗРЕШЕННЫЕ ЗНАКИ (ИСКЛЮЧАЯ МАКРОЯЗЫК)

Разрешенные буквы для управления – это те, которые использовались в качестве адресов слова в блоке программы обработки детали, который система управления принимает и с которым работает. Все неразрешенные буквенные знаки на ленте или диске будут загружаться в память, но приводят к ошибке декодирования, когда предпринимается попытка выполнения программы. Запрещенный знак должен быть убран или заменен разрешенным знаком. Запрещены следующие знаки:

E, U, V и W

## ТАБЛИЦЫ ФОРМАТА ИНФОРМАЦИОННЫХ СЛОВ

### Английская система

См. пояснения на стр. 1-3

Функция (информационное слово)	Подготовительные команды	Формат	Минимальное значение	Максимальное значение
O (Номер программы)	-	O4	1	8999
N (Номер блока)	-	N4	1	9999
G (Команды)	-	G3	0	152
M (Команды)	-	M3	0	103
P (Остановка)	G04	P8	1	99999999
P (Подпрограмма)	-	P7	1	99999999
P (Коррекция)	G10	P2	1	32
Q (Глубина резания)	G73, G83	Q4	1	9999
X (Абсолютн.) <sup>1</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±2.4	.0001	23.6220
X (Абсолютн.) <sup>2</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±2.4	.0001	31.4961
X (Абсолютн.) <sup>3</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±2.4	.0001	40.1575
X (Абсолютн.) <sup>4</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±2.4	.0001	49.2126
X (Абсолютн.) <sup>5</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±2.4	.0001	60.0000
X (Инкрементн.)	<b>G91</b> , G00, G01, G02, G03	X±2.4	.0001	-
X (Остановка)	G04	X5.3	.001	99999.999
Y (Абсолютн.) <sup>6</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	Y±2.4	.0001	20.1574
Y (Абсолютн.) <sup>7</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	Y±2.4	.0001	26.0630
Y (Инкрементн.)	<b>G91</b> , G00, G01, G02, G03	Y±2.4	.0001	-
Z (Абсолютн.) <sup>6</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	Z±2.4	-20.0787	0.0787
Z (Абсолютн.) <sup>7</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	Z±2.4	-25.0000	0.0787
Z (Инкрементн.)	<b>G91</b> , G00, G01, G02, G03	Z±2.4	.0001	-
X (Коррекция нуля)	G10	X±2.4	0.	-
Y (Коррекция нуля)	G10	Y±2.4	0.	-
Z (Коррекция нуля)	G10	Z±2.4	0.	-
D (Коррекция диаметра инструмента)	G41, G42	D2	0	200
H (Коррекция длины инструмента)	G43	H2	0	200
I (Круговая интерполяция)	G02, G03	I±3.4	0.	999.9999
J (Круговая интерполяция)	G02, G03	J±3.4	0.	999.9999
K (Круговая интерполяция)	G02, G03	K±3.4	0.	999.9999
F (Скорость подачи, в мин.)	G94	F3.2	.01	472.
F (Скорость подачи, в мин.)	G95	F1.4	.0001	9.9999
S (Скорость шпинделя) <sup>8</sup>	-	S4	0	8000
S (Скорость шпинделя) <sup>9</sup>	-	S4	0	12000
S (Скорость шпинделя) <sup>10</sup>	-	S4	0	15000

Т (Выбор инструмента) <sup>11</sup>	-	T2	1	20
Т (Выбор инструмента) [Опция] <sup>12</sup>	-	T2	1	40
Т (Выбор инструмента) [Опция] <sup>13</sup>	-	T2	1	24
С (Ввод фаски)	G01	C2.4	.0001	-
R (Ввод радиуса)	G01	R2.4	.0001	-
R (Радиус)	G02, G03	R2.4	-	-
R (Вращение координат)	G68	R±3.3	.001	360

### Пояснения к таблицам формата информационных слов

1. VMC600II Обрабатывающий центр
2. VMC800II Обрабатывающий центр
3. VMC1000II Обрабатывающий центр
4. VMC1250II Обрабатывающий центр
5. VMC1500II Обрабатывающий центр
6. VMC600II, 800II и 1000II Обрабатывающие центры
7. VMC1250II и 1500II Обрабатывающие центры
8. Центр, оснащенный стандартным или дополнительным шпинделем с высоким крутящим моментом.
9. Центр, оснащенный дополнительным высокоскоростным (12000 об./мин.) шпинделем.
10. Центр, оснащенный дополнительным высокоскоростным (15000 об./мин.) шпинделем.
11. Центр, оснащенный одним барабанным инструментальным магазином.
12. Центр, оснащенный двумя барабанными инструментальн. магазинами [Опция].
13. Центр, оснащенный одним инструментальным магазином с поворотной ручкой [Опция].

## Метрическая система

См. пояснения на стр. 1-3.

Функция (информационное слово)	Подготовительные команды	Формат	Минимальное значение	Максимальное значение
0 (Номер программы)	-	O4	1	8999
N (Номер блока)	-	N4	1	9999
G (Команды)	-	G3	0	152
M (Команды)	-	M3	0	103
P (Остановка)	G04	P8	1	99999999
P (Подпрограмма)	-	P7	1	9999999
P (Коррекция)	G10	P2	1	32
Q (Глубина резания)	G73, G83	Q4	1	9999
X (Абсолютн.) <sup>1</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±3.3	.001	600.000
X (Абсолютн.) <sup>2</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±3.3	.001	800.000
X (Абсолютн.) <sup>3</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±3.3	.001	1020.000
X (Абсолютн.) <sup>4</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±3.3	.001	1250.000
X (Абсолютн.) <sup>5</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	X±3.3	.001	1524.000
X (Инкрементн.)	<b>G91</b> , G00, G01, G02, G03	X±3.3	.001	-
X (Остановка)	G04	X5.3	.001	99999.999
Y (Абсолютн.) <sup>6</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	Y±3.3	.001	512.000
Y (Абсолютн.) <sup>7</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	Y±3.3	.001	662.000
Y (Инкрементн.)	<b>G91</b> , G00, G01, G02, G03	Y±3.3	.001	-
Z (Абсолютн.) <sup>6</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	Z±3.3	-510.000	2.000
Z (Абсолютн.) <sup>7</sup>	<b>G90</b> , G00, G01, G02, G03	Z±3.3	-635.000	2.000
Z (Инкрементн.)	<b>G91</b> , G00, G01, G02, G03	Z±3.3	.001	-
X (Коррекция нуля)	G10	X±2.4	0.	-
Y (Коррекция нуля)	G10	Y±2.4	0.	-
Z (Коррекция нуля)	G10	Z±2.4	0.	-
D (Коррекция диаметра инструмента)	G41, G42	D2	0	200
H (Коррекция длины инструмента)	G43	H2	0	200
I (Круговая интерполяция)	G02, G03	I±3.4	0.	999.9999
J (Круговая интерполяция)	G02, G03	J±3.4	0.	999.9999
K (Круговая интерполяция)	G02, G03	K±3.4	0.	999.9999
F (Скорость подачи, в мин.)	G94	F5.0	1.	12000.
F (Скорость подачи, в мин.)	G95	F3.2	.01	500.
S (Скорость шпинделя) <sup>8</sup>	-	S4	0	8000
S (Скорость шпинделя) <sup>9</sup>	-	S4	0	12000
S (Скорость шпинделя) <sup>10</sup>	-	S4	0	15000

Т (Выбор инструмента) <sup>11</sup>	-	T2	1	20
Т (Выбор инструмента) [Опция] <sup>12</sup>	-	T2	1	40
Т (Выбор инструмента) [Опция] <sup>13</sup>	-	T2	1	24
С (Ввод фаски)	G01	C2.4	.0001	-
Р (Ввод радиуса)	G01	R2.4	.0001	-
Р (Радиус)	G02, G03	R2.4	-	-
Р (Вращение координат)	G68	R±3.3	.001	360

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗНАКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Знак «Конец записи (%)» должен быть первым и последним знаком на перфоленте, который загружается в управление станка через последовательный порт RS-232. Если необходимо загрузить несколько программ с одной перфоленты, то может быть желательным поставить знак конца записи между каждой программой. Все знаки конца записи должны предшествовать знаку конца блока

Знак EOB (;) должен использоваться после последнего знака в каждом информационном блоке программы обработки деталей, которая должна быть загружена в память управления. Если знак EOB пропущен в информационном блоке программы, то система управления рассматривает следующий блок как часть блока, пропустившего EOB. Это может привести к нежелательному поведению станка.

Знак EOB – это знак возврата каретки в формате EIA (RS-224-B) и знак перевода строки в формате ASCII (RS-358-B). При программировании с клавиатуры используйте клавишу EOB. Этот знак будет показан как (;) на дисплее управления.

Сообщения оператору и комментарии можно включить в программы, загруженные через RS-232, если они заключены в скобки. При записи комментария можно использовать любой разрешенный знак ASCII.

Код пропуска блока (/), введенный в начало информационного блока, приводит к игнорированию системой управления информационного блока, когда пропуск блока активизирован оператором. Когда пропуск блока не действует, выполняется информационный блок.

## ФОРМАТ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Программы, выполняемые системой управления, состоят из буквенно-цифровых слов, которые управление распознает как специальные команды. Эти слова состоят из адресов из одной буквы и цифр, присвоенных этому адресу. Слова в блоке могут следовать в любой удобной последовательности. Однако, Hardinge рекомендует следующую последовательность:

/, N, G, X, Y, Z, I, J, K, C, R, P, Q, D, H, F, S, T, M

Для системы были разработаны средства программирования – для обеспечения разрешающей способности (при программировании) величиной 0,0001 д. (0,001 мм), в результате чего специальные форматы информационных слов применяются к соответствующим значениям. Эти форматы приведены в каждом из описаний информационных слов; они также перечислены в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. Эти цифры обозначают максимальное число мест, допустимых справа и слева от десятичной запятой.

Нет необходимости вводить знак «плюс», т.к. управление подразумевает его при отсутствии знака. При необходимости ДОЛЖЕН быть запрограммирован знак «минус».

Формат программы, приведенный на стр. 1-46, - это формат программы обработки детали, изучаемый и используемый в Школе обучения потребителя Hardinge.

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Настойчиво рекомендуется, чтобы программист пользовался форматом программирования Hardinge.



# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

## Последовательность программирования на ленте

Последовательность программирования на ленте включает следующее:

1. Несколько дюймов переднего ракорда, если необходимо.
2. Введите идентификатор (ID) и номер программы. Все программы идентифицируются буквой «O» перед номером ID программы обработки  
Детали и могут иметь четырехзначные ID номера (1-8999). Номера 9000-9999 зарезервированы для макропрограмм. ID-код программы и номер программы стоят перед действительным знаком EOB.
3. Введите программу
4. Введите команду окончания программы (M02, M30) в последнем информационном блоке. Все блоки должны заканчиваться действительным знаком EOB.
5. Введите знак конца записи.
6. Если необходимо используйте несколько дюймов заднего ракорда.

## Последовательность программирования с клавиатуры

Для этого вида программирования выполните следующее:

1. Выберите режим редактирования.
2. Включите редактирование программы. Более подробно см. Руководство для оператора станка (M-400).
3. Нажмите Program.

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Программы обработки детали идентифицируются буквой «D» перед ID-номером программы и могут иметь 4-х значные ID-номера (1-8999). Номера 9000-9999 зарезервированы для макропрограмм. ID-код программы и номер программы стоят перед действительным знаком EOB. Пример номера программы – «O2222».

4. Введите код программы и ее номер, затем нажмите «Insert». Действующая в данный момент программа стирается с дисплея. На дисплее показаны номер новой программы и знак окончания записи.

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Действительный знак EOB должен вводиться в конце каждого блока. Каждый буквенный адрес и значение должны вводиться отдельно.

5. Введите буквенный адрес и значение.
6. Нажмите Insert.
7. Нажмите клавишу EOB и Insert в конце каждого блока.
8. Команды M02 или M30 должны располагаться в конце программы, перед действительным знаком EOB.
9. Отключите редактирование программы.

## НОМЕР ПРОГРАММЫ

Программам, хранящимся в памяти, должны присваиваться номера программы обработки детали. Номера программ используются системой управления для идентификации различных программ и подпрограмм, находящихся в памяти.

Диапазон номеров от 1 до 8999, однако, должны соблюдаться следующие ограничения при назначении номеров:

1. Буквенные и другие различные знаки (например, тире) не разрешены.
2. Номера 9000-9999 зарезервированы для постоянных макропрограмм, введенных на главную (макро) ленту. Эти номера нельзя присваивать другим программам обработки детали или макросам.

Номер программы ДОЛЖЕН быть идентифицирован буквой «O» перед ID-номером. Нет необходимости программировать нулевые головные цифры, т.к. они, когда нужно, автоматически вводятся системой управления. Номер программы должен быть на первой строке программы. Он может программироваться на строке самостоятельно или может быть первым вводом в первом информационном блоке.

### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

При вводе программы с клавиатуры (если опущен ID-номер) активная программа будет редактироваться в соответствии с данными, вводимыми при нажатии клавиши Insert. Если работает одна из постоянных макропрограмм серии 9000, а номер программы не введен, то первый блок программы будет отклонен и на дисплее управления появится сообщение «Защита записи».

Когда лента без идентифицирующего номера программы загружается в память, система управления будет автоматически назначать первый номер программируемой последовательности в качестве номера программы.

Любая попытка сохранить программы, имеющие номера, которые уже введены в память программы, приводит к появлению на дисплее сообщения «Already Exists» (Уже имеется). Это сообщение говорит о том, что ID-номер программы уже назначен.

## ОСИ X, Y и Z

Оси X и Y перемещаются параллельно лицевой поверхности шпинделя. Ось Z перемещается параллельно осевой линии шпинделя. Эти буквенные обозначения для трех осей рекомендуются Ассоциацией Электронной промышленности (E.I.A.). В попытках способствовать взаимозаменяемости и предотвратить непонимание между изготовителями ЧПУ и покупателями, эти стандарты приняты E.I.A. Они включают в себя следующее: обозначение оси, спецификацию перемещения оси, коды, знаки для перфоленты, формат операционной команды, формат данных и электрическое сопряжение между органами управления и станком.

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ДЕСЯТИЧНОЙ ЗАПЯТОЙ

Десятичная запятая должна использоваться со следующими адресными словами: A, B, C, F, I, K, R, X, Y и Z. Если десятичная запятая программируется в слове, в котором она не допустима (G, M, N, O, P, Q, S или T) или если в каком-либо одном информационном слове появляются две (или больше) десятичные запяты, то появляется сообщение об ошибке.

Значения с десятичными запятыми или без них могут управляться в одном и том же блоке.

Нет необходимости программировать нулевые младшие цифры при использовании программирования с десятичной запятой.

### **- МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ -**

**Для предотвращения нежелательного поведения станка программист должен убедиться в том, что все десятичные запяты позиционированы правильно.**

Если десятичная запятая не программируется, управление использует соответствующий формат информационных слов для ввода нулевых старших цифр и правильного размещения десятичной запятой.

Пример: В режиме дюймового измерения (G20) формат для слова Z -  $\pm 2.4$ . Если программируется Z4, система управления предполагает Z4.0000.

Эта предполагаемая десятичная запятая – очень важный фактор, о котором нельзя забывать. Разница между значениями с десятичными запятыми и без них очень велика.

Нижеследующий пример записан в дюймовом режиме (G20).

Пример: Команда X2. направляет стол на координату X2.0000, однако команда X2 направляет стол на X.0002. Десятичная запятая должна программироваться, когда это разрешено.

Кроме специфицирования месторасположения предполагаемой десятичной запятой, форматы информационных слов также показывают максимальное число цифр, которые могут появиться слева и справа от десятичной запятой. См. таблицы на стр. 1-2 и 1-4.

## ОПИСАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЛОВ

Ниже приводятся информационные слова, используемые в системе управления.

### СЛОВО O

Используется как адрес буквы для номеров программы обработки детали и должна предшествовать ID – номеру программы. См. стр. 1-8, «Номер программы».

### СЛОВО N

Обеспечивает порядковый номер, состоящий из буквы «N» и до 4-х цифр (0000-9999). Нет необходимости иметь порядковый номер в каждом блоке. При использовании они могут располагаться в любом месте блока, однако обычно они программируются как первое слово в блоке, кроме того случая, когда программируется «Удаление блока (I)». Коды стирания блока, во время их программирования, будут первыми значками в блоке.

Слово N не влияет на работу станка, хотя оно представляет операторам ценную информацию о том. Нужно ли им соотносить выполняемую операцию с оригиналом программы.

Последовательность нумерации можно начинать с любого номера, например, с № 0001. Рекомендуется, чтобы программист назначал порядковые номера с интервалами по 5 или по 10 так, чтобы можно было ввести в программу дополнительные блоки (если необходимо). Это устраняет необходимость повторно назначать порядковые номера после добавления блока в программу. Единственным исключением из этой рекомендации является то, что блоку, с которого начинается каждая операция, назначается номер коррекции на инструмент, использующийся во время этой операции. Например, при использовании коррекции #6, №6 будет номером блока, который начинает эту операцию.

Можно опустить нулевые головные цифры (начальные нули).

### СЛОВО G

Это подготовительная команда, которая устанавливает управление на специальный тип операции. Оно имеет формат G3, от 0 до 152. Определенные коды G – это коды по умолчанию, которые автоматически активизируются системой управления в следующих условиях:

1. Включение станка.
2. Считывание кода конца программы ( M02/M30).
3. Сброс управления.
4. Аварийная остановка.

Коды G бывают двух типов:

1. Немодальные, или однократные, коды G эффективны только в блоке, в котором они программируются.
2. Модальные коды G эффективны до тех пор, пока они не заменены другим кодом G в той же самой группе.

Таблица в Приложении перечисляет коды G, используемые системой управления по группам. Только один код G из каждой группы может быть допущен в информационный блок. Если программируется более одного блока из группы (с клавиатуры или с ленты), то последний из кодов G, введенных в информационный блок, будет активным блоком G.

Коды G, имеющие начальный нуль, можно программировать без нуля.

Пример: G01 может программироваться как G1.

## **G00 позиционирование (Группа 1, Код G)**

Это состояние включения или сброса. Эта команда позиционирования гарантирует линейное перемещение на осях X, Y и Z между программируемыми конечными точками со скоростью, определяемой переключателем ручной коррекции быстрой продольной подачи. Когда переключатель установлен на 100% или выше, перемещение выполняется скоростью быстрой продольной подачи 1181 д/мин. (30000 мм/мин.) на осях X, Y и Z.

Перемещения оси выражены как X, Y и Z для абсолютных и инкрементных перемещений. См. G90 и G91 – информация по управлению абсолютным и инкрементным перемещением оси.

Когда действует G00, программируемая скорость подачи (функция F) игнорируется управлением.

Когда программируется перемещение по обеим осям X и Y, оси выполняют векторное перемещение со скоростью продольной подачи, являющейся результатом быстрой подачи X и Y. Когда перемещение при позиционировании G00 запрограммировано, а переключатель коррекции быстрой подачи установлен на 100% или выше, обе оси перемещаются с максимальной скоростью продольной подачи.

Команда G00 – модальная. Запрограммированная команда G00 будет удалять любой активный код G группы 1. Любой другой код G группы 1 будет удалять активную команду G00.

## **G01 Линейная интерполяция (Группа 1, Код G)**

Эта интерполяция генерирует линейное движение по оси X, Y или Z. Все перемещения X, Y и Z между запрограммированными конечными точками выполняются со скоростью, специфицированной командой скорости подачи в том же блоке или активной скоростью подачи в предыдущем блоке. На программируемую скорость подачи непосредственно влияет переключатель ручной коррекции скорости подачи. Максимальная программируемая скорость подачи – 472 д/мин (12000 мм/мин.) на оси X, Y и Z.

Расстояние перемещения оси выражено как X, Y и Z для абсолютных и инкрементных перемещений. Когда несколько осей программируются для конической резки (обработки на конус), управление будет компенсировать скорости подачи оси X, Y и Z для получения векторной скорости, равной запрограммированной скорости подачи, т.е. когда программируются несколько осей, происходит векторное перемещение.

Команда G01 – модальная. Программируемая команда G01 удаляет любой активно действующий код G группы 1. Любой другой код G группы 1 будет удалять активную команду G01.

## **G02 Круговая интерполяция (Дуга по часовой стрелке) (Группа 1, Код G)**

См. рис. 3.3 – Траектория перемещения инструмента для дуги по часовой стрелке

Направление дуги определяется траекторией резца относительно центра дуги (вид с определенного направления).

Команда G02 используется со словами I, J и K (коррекция центра дуги) или словом R (радиус) для обеспечения необходимых квалифицированных размеров дуги.

Команда выбора плоскости G17, G18 или G19 используется с G02 для спецификации, какие две оси участвуют в интерполированном перемещении. G17 представляет собой выбор плоскости по умолчанию при включении станка.

Команда G02 – модальная. Программируемая G02 будет удалять любой активно действующий код G группы 1. Любой другой код G группы 1 будет удалять активную команду G02. См. Главу 3 – Дополнительная информация по круговой интерполяции.

## **G02 Круговая интерполяция (Дуга против часовой стрелки) (Группа 1, Код G)**

См. рис. 3.3 – Траектория перемещения инструмента для дуги против часовой стрелки.

Направление дуги определяется траекторией резца относительно центра дуги (вид с определенного направления).

Команда G02 используется со словами I, J и K (коррекция центра дуги) или словом R (радиус) для обеспечения необходимых квалифицированных размеров дуги.

Команда выбора плоскости G17, G18 или G19 используется с G03 для спецификации, какие две оси участвуют в интерполированном перемещении. G17 представляет собой выбор плоскости по умолчанию при включении станка.

Команда G03 – модальная. Программируемая G03 будет удалять любой активно действующий код G группы 1. Любой другой код G группы 1 будет удалять активную команду G03. См. Главу 3 – Дополнительная информация по круговой интерполяции.

## **G04 Остановка (простой)** **(Группа 0, код G)**

Команда остановки должна программироваться со словом X или P для спецификации деятельности остановки в секундах. Продолжительность остановки может быть от 0,001 до 99999,999 сек.

Подготовительная команда G04 и соответствующие ей слово X или P должны программироваться вместе в информационном блоке, которые не создают движение оси.

### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

Программирование с десятичной запятой нельзя применять, когда слово P используется для определения продолжительности остановки. Слово P специфицирует остановку в миллисекундах. Можно использовать формат подавления начального нуля, но конечные нули использоваться не должны.

Пример: Остановку 25 сек. можно программировать любым из следующих способов:

G04 X2.5;

G04 P2500;

Код остановки – немодальный код и не изменяет статуса какого-либо модального условия (состояния) системы управления. По окончании остановки рабочий режим возвращается в тот же статус, который был перед остановкой. Скорость подачи восстановлена повторно.

Когда G04 программируется без временного фактора (слово X и P), это будет интерпретироваться как немодальная команда точной остановки. Более подробно см. G09.

## **G09 Точная остановка** **(Группа 0, код G)**

Из-за автоматического ускорения и замедления углы не подвергаются резкой отсечке во время перехода от одного перемещения на резку к другому.

Команды G09 управляют действительной траекторией перемещения инструмента для согласования (совмещения) с программируемой траекторией.

G09 – немодальная команда и должна программироваться столько раз, сколько требуется. См. G61 – информация по установке режима точной остановки.

## **G10 Включение режима установки данных (Группа O, код G)**

Команда G10 позволяет вводить коррекции рабочего смещения и/или коррекции на инструмент с использованием следующих способов, в отличие от индивидуальных вводов коррекции на клавиатуре ручного ввода данных (MDI):

- Ввод необходимой коррекции из отдельной программы обработки детали.
- Ввод необходимой коррекции из отдельной программы.

Когда коррекции вводятся из программы обработки детали, они должны располагаться вблизи начала программы. Это гарантирует, что коррекции вводятся, когда используются в программе.

Из отдельной программы можно ввести столько коррекций, сколько необходимо. Подготовительная команда G10 – модальная команда и при программировании остается активной до ее удаления командой G11. См. Главы 4 и 5 –дополнительная информация по использованию команды G10.

## **G11 Выключение режима установки данных (Группа O, код G)**

G11 отменяет режим установки данных G10.

## **G12 Фрезерование круглых, глубоких выемок (карманов) Перемещение по часовой стрелке.**

### **- ПРИМЕЧАНИЕ –**

G12 используется для программирования фрезерования этого вида, если станок не имеет опции контактной измерительной головки. Используйте M100, стр. 1-44, для программирования этого вида фрезерования, если станок оснащен опцией измерительной головки.

Команда G12 позволяет программисту определить круглую (круговую) выемку с одним информационным блоком. Инструмент будет следовать по траектории по часовой стрелке. См.Главу 7–более подробная информация по фрезерованию выемок.

## **G15 Выключение программирования полярных координат (Группа 17, код G)**

Это состояние включения или сброса. Команда G15 отменяет программирование полярных координат и активизирует программирование декартовых координат. См. Главу 4 – дополнительная информация по программированию декартовых и полярных координат.



### **G16 Включение программирования полярных координат (Группа 17, код G)**

G16 отменяет программирование декартовых координат и активизирует программирование полярных координат. См. Главу 4.

### **G17 Выбор плоскости XY (Группа 2, код G)**

Эта команда относится к состоянию включения или сброса. Она выбирает плоскость X, Y для компенсации инструмента, круговой интерполяции, вращения системы координат и циклов сверления. G17 – модальная команда, которая будет действовать до ее отмены командой G18 или G19. См. соответствующую главу об использовании команды G17.

### **G18 Выбор плоскости XZ (Группа 2, код G)**

G18 выбирает плоскость X, Z для компенсации инструмента, круговой интерполяции, вращения системы координат и циклов сверления. Это – модальная команда, которая будет действовать до ее отмены командой G17 или G19. См. главу по использованию команды G18.

### **G18 Выбор плоскости YZ (Группа 2, код G)**

Команда G19 выбирает плоскость Y, Z для компенсации инструмента, круговой интерполяции, вращения системы координат и циклов сверления. G19 – модальная команда и будет действовать до ее отмены командой G17 или G18. См. главу по использованию команды G19.

### **G20 Ввод данных в дюймах (Группа 6, код G)**

#### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

Рекомендуется, чтобы все программы, записанные в дюймовом измерении, имели код G20 в начале программы для гарантии того, что активизирован правильный формат, если предыдущая выполненная программа была в метрическом режиме.

Когда действует режим G20, предполагается, что все данные находятся в дюймовом режиме и интерпретируются в соответствии с таблицей формата информационных слов, стр. 1-2.

Эта команда модальная и может быть отменена только командой G21 (метрический режим). Нажатие клавиши сброса не влияет на G20. Если G20 активна при выключенном питании, то она будет активна при восстановлении питания. G20 должна программироваться в блоке отдельно.

См. Главу 12 – информация по переключению режимов ввода данных.

## **G21 Ввод данных в метрическом режиме (Группа 6, код G)**

### **- ПРИМЕЧАНИЕ –**

Рекомендуется, чтобы все программы, записанные в метрической системе, имели код G21 в начале программы для гарантии того, что активен правильный формат, если предыдущая выполненная программа была в дюймовом режиме.

Когда активизирован режим G21, предполагается, что все данные находятся в метрическом режиме и интерпретируются в соответствии с таблицей формата информационных слов, стр. 1-4.

Эта команда модальная и может быть отменена только командой G20 (дюймовый режим). Нажатие клавиши сброса не влияет на G21. Если G21 действует, когда питание, то она будет активна при восстановлении питания. G 21 должна программироваться в блоке отдельно.

См. Главу 12 – информация по переключению режимов ввода данных.

## **G22 Включение ограничений запрограммированного хода (Группа 9, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. Когда активизирована G22, действует ограничение запрограммированного хода #2. Инструмент не может войти в установленные пределы ограничения хода.

### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

Ограничение хода #1 действует, даже если активна G22.

G22 активна при включении питания независимо от того, была ли она активна при выключенном питании. Однако сброс управления не возвращает управление к G22, если активна G23 во время управления сброса управления.

## **G23 Выключение ограничений запрограммированного хода (Группа 9, код G)**

Когда активна G23, ограничения хода #2 не действует. Инструмент может перемещаться в пределах прямоугольного участка, установленного этим ограничением.

### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

Ограничение хода #1 действует, даже если активна G23.

## **G27 Проверка возврата в исходное положение (Группа 0, код G)**

### **-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Обычно эта команда используется для автоматической смены инструмента. Перед выполнением этой команды компенсация погрешностей инструмента должна быть отменена.**

G27 выполняет автоматический возврат в исходное положение для одной или более осей. Перемещение в исходное положение выполняется с быстрой продольной подачей для каждой из управляемых осей. ЧПУ станка выдает аварийное сообщение, если положение, достигнутое управляемыми осями, не является исходным (опорным) положением.

## **G28 Возврат в исходное положение (Группа 0, код G)**

### **-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Запрограммируйте «G28 G91 Z0.» для перемещения оси Z в исходное положение. Если G90 активна, а «G28 Z0.» считывается управлением станка, шпиндель будет перемещаться к поверхности стола станка (Z0.)**

Команда G28 выполняет автоматический возврат в исходное положение для одной или нескольких осей. Перемещение может выполняться через промежуточное положение или непосредственно в исходное положение. Оно выполняется с быстрой скоростью продольной подачи для каждой управляемой оси. См. G29 – возврат из исходного положения.

Координатные значения, запрограммированные в блоке G28, сохраняются системой управления и должны быть перепрограммированы, если требуется другое значение. См. следующие примеры:

N1 G90 G28 X2. Y6. Z-10.; Быстрое перемещение в промежуточное положение X2, Y6, Z-10. Затем быстрое перемещ. в исходное положение.

N2 G28 X4.; Быстрое перемещение в промежуточное положение X4. Затем быстрое перемещение в исходное положение.

## **G29 Возврат из исходного положения (Группа 0, код G)**

G29 выполняет автоматический возврат из исходного (опорного) положения для одной или нескольких осей. Оно выполняется через промежуточное положение или непосредственно в координату программы. Перемещение в промежуточное положение или исходное происходит на быстрой скорости продольной подачи для каждой управляемой оси. См. G28 – возврат в исходное положение.

## **G30 Возврат в положение для смены инструментов (Группа 0, код G)**

### **-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Запрограммируйте «G30 G91 Z0.» для перемещения оси Z в положение смены инструментов. Если G90 активна, а «G30 Z0.» считывается управлением станка, шпиндель будет перемещаться к поверхности стола станка (Z0.).**

Команда G30 используется для выполнения автоматического возврата оси Z в положение для смены инструментов. Она также отменяет действующую коррекцию на инструмент.

## **G31 Функция пропуска (Группа 0, код G)**

Команда G31 позволяет программисту управлять линейной интерполяцией (подобно G01) с дополнительной возможностью реагирования (ответа) на внешний сигнал пропуска. Если сигнал пропуска не обнаружен, то выполнение программы происходит так, как с G01. Если сигнал пропуска обнаружен, то выполнение программы сразу перемещается в следующий информационный блок. Выполняемое перемещение не завершено. G31 – немодальная команда и должна программироваться каждый раз, когда она должна быть действующей.

### **G39 Круговая интерполяция углового смещения**

#### **(Группа 0, код G)**

Команда G39 в режиме G01, G02 или G03 позволяет выполнить круговую интерполяцию коррекции с радиусом резца на угловой позиции. Эта команда действует только для перемещения оси X и Y. G41 или G42 должны уже действовать. G41 определяет дугу по часовой стрелке, а G42 – против часовой стрелки, если смотреть в направлении –Z.

G39 – немодальная команда и должна программироваться каждый раз, когда она должна действовать. Выполняемый режим G01, G02 или G03 остается эффективным после завершения блока команды G39.

#### **G39 X\_ Y\_;**

В режиме G90 определяет абсолютную координату для конечной точки интерполированного перемещения. В режиме G91 определяет инкрементное расстояние до конечной точки интерполированного перемещения.

#### **G39 I\_ J\_;**

Определяет инкрементное расстояние до конечной точки интерполированного перемещения.

### **G40 Отмена компенсации диаметра инструмента**

#### **(Группа 7, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. Коррекция на инструмент отменяется (G41/G42) запрограммированной G40. Если G40 программируется в блоке отдельно, то коррекция на инструмент отменяется. Если блок G40 содержит перемещение оси, коррекция на инструмент отменяется; затем программируемое перемещение появляется без коррекции. Коррекция отменяется, когда нажата кнопка аварийной остановки или сброса. Исходное положение или программируемая M02/M30 также отменяет коррекцию на инструмент. См. Главу 2.

### **G41 Активная компенсация диаметра –Слева от детали**

#### **(Группа 7, код G)**

Компенсация диаметра инструмента, расположенного слева от заготовки, устанавливается программированием G41. Представьте оператора сидящим на инструменте лицом в направлении перемещения инструмента. Если заготовка расположена справа от оператора, то правильным будет G41. Во входном блоке компенсация диаметра G41 должна быть запрограммирована с перемещением позиционирования холостого хода в том же информационном блоке. После ввода компенсации диаметра G41 можно программировать в блоке отдельно для переключения G42 на G41. См. Главу 2.

### **G41 Активная компенсация диаметра –Справа от детали**

#### **(Группа 7, код G)**

Компенсация (коррекция погрешности) диаметра инструмента, расположенного справа от заготовки, устанавливается программированием G42. Представьте оператора сидящим на инструменте лицом в направлении перемещения инструмента. Если заготовка расположена слева от оператора, то правильным будет G42. Во входном блоке компенсация диаметра G42 должна быть запрограммирована с перемещением позиционирования холостого хода в том же информационном блоке. После ввода компенсации диаметра G42 можно программировать в блоке отдельно для переключения G41 на G42. См. Главу 2.

### **G43 Активная компенсация длины инструмента**

#### **(Группа 8, код G)**

Эта компенсация (коррекция) устанавливается программированием G43 и словом H, которое специфицирует используемую коррекцию на инструмент. Во входном блоке компенсации длины G43 должна программироваться с перемещением позиционирования холостого хода в том же информационном блоке. См. Главу 5 – дополнительная информация.

### **G49 Отмена компенсации длины**

#### **(Группа 8, код G)**

Компенсация длины инструмента отменяется программированием G49. См. Главу 5

### **G50 Выключение режима масштабирования**

#### **(измерения с помощью оптической линейки)**

#### **(Группа 11, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. G50 используется для отмены режима масштабирования.

### **G51 Включение режима масштабирования**

#### **(Группа 11, код G)**

Команда G51 используется для определения масштаба перемещения осей 43 специфицированного положения. Команда G50, выключение питания или сброс управления отменяет команду G51.

См. дополнительную информацию, Глава 12.

### **G52 Система локальных координат**

#### **(Группа 0, код G)**

Команда G52 используется для установки системы локальных координат в стандартной системе координат (G54 – G59). См. Главу 4 – дополнительная информация по установке системы локальных координат.

### **G54 – G59 Стандартные системы рабочих координат (G54 – умолчание)**

#### **(Группа 14, код G)**

G54 – G59 позволяют программисту сместить нулевые положения оси. Выбором различных координатных систем программист может использовать ту же программу для обработки нескольких деталей. Значения, введенные в каждый комплект регистров координатной системы, представляют собой абсолютное расстояние от исходного положения станка до смещенного исходного положения для каждой оси.

G54 – это состояние включения питания или сброса, оно остается эффективным до выбора другой координатной системы.

Когда выбирается команда от G55 до G59, она остается эффективной до выполнения следующих пунктов:

- Выбрана другая система координат.
- Нажата клавиша сброса (G54 становится активной)
- Станок выключен (G54 будет активной при включении).

См. Главу 4 – дополнительная информация по программированию и активизированию стандартных координатных систем.

## **G54 P\_ Дополнительные системы рабочих координат (Группа 14, код G)**

### **- ПРИМЕЧАНИЕ -**

Функция дополнительной системы рабочих координат должна быть включена через параметр перед ее использованием. Необходимо знать, что включение этой функции потребляет 10 метров памяти управления.

Когда эта функция включена, команда «G54 P\_» позволяет программисту иметь доступ к 48 дополнительным системам рабочих координат.

См. Главу 4 – дополнительная информация по включению и программированию дополнительных систем координат.

## **G60 Однонаправленное позиционирование (Группа 0, код G)**

Однонаправленное позиционирование (G60) позволяет программисту дать команду станку приблизиться ко всем программируемым позициям из определенного направления (+ или -) на каждой оси. Использование этого вида позиционирования эффективно ликвидирует ошибки позиционирования, которые могут произойти из-за мертвого хода (зазора) в системах сервопривода. См. Главу 12.

## **G61 Режим точной остановки (Группа 15, код G)**

Когда подается команда G61, происходит замедление в конечной точке режущей головки, а проверка «в позиции» выполняется для каждого выполняемого последовательного блока.

G61 остается активной до ее отмены командой G62, G63 или G64. См. G09 – информация по программированию немодальной точной остановки.

## **G62 Автоматическая ручная коррекция на угловое положение (Группа 15, код G)**

### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

Функция ручной коррекции на угловое положение должна быть включена через параметр перед ее эксплуатацией. G62 должна быть включена и отключена от программы во время обработки угла, когда запущена линейная интерполяция.

G62 при необходимости автоматически включается и отключается ЧПУ во время обработки угла, когда запущена круговая интерполяция, если соблюдены следующие условия:

- Действует компенсация диаметра инструмента; (G41 или G42) и слово D.
- Управление интерпретирует перемещение в качестве внутреннего угла.

Команда G62 используется для автоматической корректировки программируемой скорости подачи на углах.

Цель режима G62 – уменьшить скорость инструмента при резании угловых положений. Когда инструмент обрабатывает внутренний угол на полной скорости подачи, он может перегрузиться и в результате некачественно обработать поверхность.

Когда G62 активизирована, выполняется скругление угла и скорость подачи инструмента замедляется во время углового резания. Скорость подачи возвращается к программному значению после завершения обработки угла.

Когда G62 запущена из программы, она остается активной до ее отмены командой G61, G63 или G64.

## **G63 Режим нарезания резьбы метчиком. (Группа 15, код G)**

G63 используется для отключения ручной коррекции скорости подачи и функций удержания подачи (FEED HOLD). Скорость подачи не уменьшается в конце информационного блока перед выполнением следующего блока.

G63 остается активной до ее отмены командой G61, G62 или G64.

## **G64 Режим резания (Группа 15, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. G64 используется для установки стандартного режима резания. Этот режим вводит функция скругления угла, но в отличие от G62, выполняет все перемещения резания с программируемой скоростью подачи. Это может привести к некачественной обработке поверхности во время резания внутренних углов.

G64 остается активной до ее отмены командой G61, G62 или G63.

### **G65 Вызов (запрос) немодальной макропрограммы. (Группа 0, код G)**

Для активирования немодальной макро, запрограммируйте следующую команду макровывозов:

G65 P \_\_\_\_\_ L \_\_\_\_\_;

Где: G65 = Команда макровывоза

P = Номер макропрограммы

L = Количество выполняемых операций

Предполагается, что L, если не программируется, будет «1».

Команда макровывоза G65 – немодальная. После выполнения блока команды G65 режим ее отключается. См. Главу 12 – дополнительная информация по вызову макропрограмм.

### **G66 Вызов (запрос) модальной макропрограммы (Группа 12, код G)**

Для активизирования немодальной макро, запрограммируйте следующую команду макровывозов:

G66 P \_\_\_\_\_ L \_\_\_\_\_;

Где: G66 = Команда макровывоза

P = Номер макропрограммы

L = Количество выполняемых операций

Предполагается, что L, если не программируется, будет «1».

Специфицированная команда макровывоза выполняется каждый раз при выполнении команды перемещения..

G66 – модальная команда, действует до ее отмены командой G67. См. Главу 12.

### **G67 Отмена вызова модальной программы (Группа 12, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. G67 отменяет режим модальной макро, активизированный командой G68.



## **G68 Вращение системы координат (Группа 16, код G)**

Команда G 68 используется для вращения системы координат. Программируются три параметра для того, чтобы система управления выполнила вращение координатной системы:

- Плоскость вращения
- Центральная точка вращения
- Угол вращения

### **ПЛОСКОСТЬ ВРАЩЕНИЯ**

G17 (Ось X, Y) – Центральная точка будет определена с координатами X и Y.

G18 (Ось X, Z) – Центральная точка будет определена с координатами X и Z.

G19 (Ось Y, Z) – Центральная точка будет определена с координатами Y и Z.

Если нужная плоскость вращения уже активизирована, то нет необходимости программировать G17, G18 или G19 в блоке данных G68.

### **ЦЕНТРАЛЬНАЯ ТОЧКА ВРАЩЕНИЯ (КООРДИНАТА XY, XZ или YZ)**

Когда активизирована G90 (Абсолютный режим), запрограммированные координатные значения будут соотноситься с исходным положением станка до их изменения командной системы рабочих координат (G54 – G59). Центральная точка будет смещена в соответствии со смещением действующей системы рабочих координат.

Когда действует G91 (Инкрементный режим), программируемые координатные значения будут соотноситься с текущим положением оси.

Если координата не специфицирована для центра вращения, то текущее положение оси используется для него.

### **УГОЛ ВРАЩЕНИЯ ® Слово)**

Действительный диапазон для определения угла составляет от -360.000 до +360.000 с приращениями 0.001<sup>0</sup>. Значение сохраняется системой управления станка. Если команда G68 подана баз слова R, то будет использован последний запрограммированный угол вращения.

### **СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО БЛОКА**

G(17, 18 или 19) G68 1<sup>st</sup> Axis\_ 2<sup>nd</sup> Axis\_ R\_;

### **БЛОКИ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ**

G17 G68 X\_ Y\_ Z;

G18 G68 X\_ Z\_ R;

G19 G68 Y\_ Z\_ R;

## **G69 Отмена вращения координат (Группа 16, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. G69 отменяет команду G68. Система координат станка переходит к стандартным координатам заданного положения.

## **G71 Фрезерование глубоких прямоугольных выемок (карманов) – Движение по часовой стрелке**

### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

G71 используется для программирования этого вида фрезерования, если станок HE имеет опции контактной измерительной головки. Используйте M102, стр. 1-45, для программирования фрезерования прямоугольных глубоких выемок, если станок имеет контактную головку для измерения инструмента.

G71 позволяет программисту определить квадратный или прямоугольный карман с одним информационным блоком. Инструмент движется по траектории по часовой стрелке. Более подробно см. Главу 7.

## **G72 Фрезерование прямоугольных глубоких выемок (карманов) – Движение против часовой стрелки**

### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

G72 используется для программирования этого вида фрезерования, если станок HE имеет опции контактной измерительной головки. Используйте M103, стр. 1-45, для программирования фрезерования прямоугольных глубоких выемок, если станок имеет контактную головку для измерения инструмента.

G72 позволяет программисту определить квадратный или прямоугольный карман с одним информационным блоком. Инструмент движется по траектории по часовой стрелке. Более подробно см. Главу 7.

## **G73 Цикл высокоскоростного глубокого сверления (Группа 9, код G)**

Команда G73 активизирует цикл высокоскоростного глубокого (со ступенчатой подачей) сверления с использованием приращений с постоянной глубиной. Когда закончен последний проход сверления, инструмент отводится к начальной точке цикла сверления или к точке возврата, специфицированной словом R – в зависимости от действия G98 или G99. Перемещение отвода будет выполняться со скоростью быстрой продольной подачи. Цикл G73 программируется в одном информационном блоке. G73 действует до ее отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 8.

## **G74 Цикл левостороннего нарезания резьбы метчиком. (Группа 9, код G)**

Команда G74 активизирует цикл левостороннего резьбонарезания метчиком. Когда он завершен, шпиндель реверсирует направление и метчик подается обратно в точку R и быстро перемещается в начальную точку цикла, если активна G98, или метчик подается в точку R и остается там, если активна G99. G74 программируется в одном информационном блоке. Она действует до ее отмены другим кодом G в группе 9. Более подробно см. Главу 10.

## **G76 Цикл чистовой расточки (Группа 9, код G)**

G76 активизирует цикл чистовой расточки (расточивания). После завершения прохода вращения резца цикл прекращается и резец отходит от обрабатываемой поверхности перед тем, как резец отводится от расточенного отверстия для предотвращения повреждения заготовки. Резец отводится в начальную точку цикла или в точку возврата, специфицированную словом R – в зависимости от действия G98 и G99. Перемещение отвода выполняется со скоростью быстрой продольной подачи. G76 программируется в одном блоке. G76 остается действующей до ее отмены другим кодом G группы 9. Более подробно см. Главу 9.

### **G80 Отмена цикла (Группа 9, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. Команда G80 отменяет циклы обработки G73, G74, G76 и G81-89. Отменяются данные, запрограммированные для положения возврата (команда R) и глубины резания (команда Z). Более подробно См. примеры циклов обработки в Гл. 8, 9 и 10.

### **G81 Цикл сверления (Группа 9, код G)**

Команда G81 активизирует цикл сверления единичного прохода. Когда проход завершен, инструмент продолжает вращение и отводится в начальную точку цикла или точку возврата, специфицированную словом R – в зависимости от действия G98 или G99. Отвод выполняется со скоростью быстрой продольной подачи. G81 программируется в одном информированном блоке и остается действующей до ее отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 8 для получения дополнительной информации.

### **G82 Цикл сверления (Группа 9, код G)**

G82 активизирует цикл сверления с единичным проходом с программируемым остановом (простоем) в конце прохода сверления. Когда проход завершен, инструмент продолжает вращение и отводится с быстрой скоростью продольной подачи после специфицированной остановки. Инструмент возвращается в начальную точку цикла или точку возврата, специфицированную словом R, в зависимости от активности G98 или G99. Отвод выполняется с быстрой скоростью продольной подачи. G82 программируется в одном информационном блоке и остается действующим до ее отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 8.

### **G83 Цикл глубокого сверления (Группа 9, код G)**

G83 активизирует цикл глубокого (со ступенчатой подачей) сверления, которые использует приращения постоянной глубины. Когда завершен последний проход сверления, инструмент отводится в начальную точку цикла сверления или в точку возврата, специфицированную словом R, в зависимости от использования G98 или G99. Перемещение (отвод) выполняется на быстрой скорости продольной подачи. G83 программируется в одном информационном блоке и остается действующей до ее отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 8.

### **G84 Цикл левостороннего нарезания резьбы метчиком (Группа 9, код G)**

Команда G84 активизирует цикл правостороннего нарезания резьбы метчиком. Когда нарезание закончено, шпиндель реверсирует направление, а метчик подается обратно в точку R и на быстрой скорости – в начальную точку цикла, если активна G98, или метчик подается активно в точку R и остается там, если активна G99. G84 программируется в одном блоке и остается действующей до ее отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 10, дополнительная информация.

### **G85 Цикл расточки (растачивания)**

#### **(Группа 9, код G)**

G85 запускает цикл расточки. После достижения расточным резцом запрограммированной глубины он продолжает вращение и отводится с программируемой скоростью подачи в точку возврата, специфицированную словом R. Резец остается в этой точке, если действует G99, или он перемещается с быстрой скоростью в начальную точку цикла, если действует G98. Цикл G98 программируется в одном блоке и остается действующим до его отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 9.

### **G86 Цикл расточки (растачивания)**

#### **(Группа 9, код G)**

Команда G86 активизирует цикл расточки с единичным проходом. Когда проход завершен, вращение резца прекращается и он отводится с быстрой скоростью продольной подачи в начальную точку цикла или в точку возврата, специфицированную словом R, в зависимости от действия G98 или G99. Цикл G86 программируется в одном информационном блоке и остается действующим до его отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 9.

### **G87 Цикл расточки задней поверхности**

#### **(Группа 9, код G)**

#### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

G99 действует вместе с циклом G87.

Команда G87 активизирует цикл расточки задней поверхности. Этот цикл позволяет выполнять растачивание на задних поверхностях, с перемещением резца в направлении +Z во время операции. После окончания прохода вращение резца прекращается и он перемещается от обработанной поверхности от обработанной поверхности перед отводом. Резец отводится с быстрой скоростью продольной подачи в начальную точку цикла. Цикл G87 программируется в одном информационном блоке и остается действующим до его отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 9.

### **G87 Цикл расточки (с ручным отводом)**

#### **(Группа 9, код G)**

G88 активизирует цикл расточки с программируемой остановкой в конце прохода расточки. Когда проход достигает запрограммированной начальной точки, вращение резца прекращается. Оператор вручную отводит резец в точку возврата, специфицированную словом R. Отвод из точки возврата в начальную точку цикла выполняется с быстрой скоростью продольной подачи. G88 программируется в одном информационном блоке и остается действующей до ее отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 9.

### **G89 Цикл расточки**

#### **(Группа 9, код G)**

Эта команда активизирует цикл расточки. После достижения расточным резцом запрограммированной глубины он делает остановку (простой) в конце растачиваемого отверстия, а шпиндель продолжает вращаться. После простоя резец продолжает вращаться и отводится с запрограммированной скоростью подачи в точку возврата, специфицированную словом R. Резец остается в точке возврата, если действует G99, или быстро переводится в начальную точку цикла, если активна G98. Цикл G89 программируется в одном информационном блоке и остается действующим до его отмены другим кодом G группы 9. См. Главу 9.

### **G90 Режим абсолютного позиционирования (Группа 3, код G)**

Состояние включения питания или сброса. G90 дает команду на перемещение всех осей относительно исходного положения, если не произведена модификация командой системы рабочих координат (G54- G59). Исходное (опорное) положение будет смещено в соответствии со смещением действующей системы рабочих координат. См. описания информационных слов X, Y и Z на стр. 1 – 29.

### **G91 Режим инкрементного позиционирования (Группа 3, код G)**

G91 дает команду на перемещение всех осей относительно текущего положения оси. См. описание на стр. 1- 29.

### **G92 Смещение координат/Ограничение постоянной скорости (об/мин.) резания (Группа 0, код G)**

СМЕЩЕНИЕ КООРДИНАТ.

Команда G92 позволяет, при необходимости, выполнить смещение системы абсолютных координат. Обычно оси станка перемещаются в определенное положение, затем подается команда G92 и нужных координат. Регистры абсолютного положения сбрасываются в координаты с командой в информационном блоке G92.

См. Главу 4.

ОГРАНИЧЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ (об/мин.) РЕЗАНИЯ.

G92 используется с функцией постоянной скорости резания для установки ограничения скорости шпинделя. В следующем примере устанавливается ограничение скорости 4500 об/мин.

Пример: G92 S4500;

Ограничение скорости G92 отменяется операцией возврата к нулю, включения питания или сбросом управления.

См. более подробно Главу 12.

### **G94 Скорость подачи в дюймах/мм в минуту (Группа 5, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. Скорость подачи (Слово F) программируется непосредственно в дюймах/мм в минуту. Она остается неизменной до программирования. Формат Слова F – F3.2 в дюймовом режиме (G 20) и F5.0 в метрическом режиме (G21). Максимальная программируемая скорость подачи составляет 472 д./мин. (12000 мм/мин.) При вводе режима G98 должна программироваться новая скорость подачи. G98 – модальная команда и отменяет G99.

Должна быть запрограммирована десятичная запятая. Для дюймового режима (G 20) записаны следующие примеры:

Пример 1: F400 – скорость подачи 4 д./мин.

Пример 2: F400 – скорость подачи 400 д./мин.

### **G95 Скорость подачи в дюймах/мм на оборот (Группа 5, код G)**

Скорость подачи (Слово F) программируется непосредственно в дюймах/мм на оборот. Она остается неизменной до ее программирования. Формат Слова F – 1.6 в дюймовом режиме(G 20) и F3.4 в метрическом режиме(G 21). Максимальная программируемая скорость подачи составляет 9.999999 д./об. (500.0000 мм/об.). При вводе режима G 99 должна быть запрограммирована новая скорость подачи. G 99 – модальная команда, которая отменяет G 98.

Должна программироваться десятичная запятая. Для дюймового режима (G 20) записаны следующие примеры:

Пример 1: F9 – скорость подачи 0.000009 д./об.

Пример 2: F9. – скорость подачи 9 д./об.

### **G96 Постоянная скорость резания (Группа 13, код G)**

Режим G 96 позволяет программирование скорости резца относительно заготовки непосредственно со скоростью фут./мин. в дюймовом режиме (G 20) и м/мин. в метрическом режиме (G 21). Постоянная скорость резания – это функция диапазона скорости шпинделя и программируемой постоянной скорости резания (Слово W). ЧПУ автоматически регулирует скорость шпинделя в пределах диапазона для сохранения постоянной скорости резания независимо от положения инструмента. G 96 отменяется G 97. Если новая скорость шпинделя не программируется, шпиндель движется на скорости, с которой он двигался, когда была отменена постоянная скорость резания. Более подробно см. Главу 12, «Постоянная скорость резания».

### **G97 Прямое программирование скорости (Группа 13, код G)**

Это состояние умолчания системы управления, нет необходимости его программировать. Скорости шпинделя программируются непосредственно в оборотах в минуту. Если нужна другая скорость шпинделя, будет программироваться Слово S, специфицирующее новое значение скорости. См. «Слово S», стр. 1 – 36.

### **G98 Возврат в начальную точку цикла (Группа 10, код G)**

Это состояние включения питания или сброса. G98 дает команду инструменту возвратиться в начальное положение цикла, когда он завершен. Возвратное перемещение выполняется с высокой скоростью продольной подачи. G98 отменяется командой G99. Более подробную информацию о циклах обработки см. в Главах 8, 9 и 10.

### **G99 Возврат в точку R (Группа 10, код G)**

G99 дает команду инструменту переместиться в точку R (возврат), специфицированную информационным Словом R в блоке, управляющим циклом обработки, когда цикл завершен. Возвратное перемещение выполняется с высокой скоростью продольной подачи.

G99 отменяется командой G98. См.Главы 8, 9 и 10.

## СЛОВО X

### - МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-

**Программирование оси на перемещение без правильной действующей коррекции на инструмент или коррекции нуля, может привести к столкновению инструмента с заготовкой.**

### - ПРИМЕЧАНИЕ-

Хотя система привода оси действительно перемещает стол станка, для лучшего понимания вопроса будут обсуждаться все перемещения оси X с точки зрения перемещения инструмента относительно стационарного стола.

Слово X – это команда положения оси. Ось X перемещается влево или вправо, если смотреть от передней части станка. Перемещение оси X (расстояние) измеряется между исходным положением X и осевой линией шпинделя и записывается с X и знаком + или -. Знак + можно опустить, т.к. он предполагается при отсутствии знака

Шпиндель находится в исходном положении оси X, когда оно выровнено с опорным (исходным) положением оси X. См. Приложение–исходное положение оси X и макс. перемещение между ограничениями программного обеспечения +X и –X.

В информационном блоке должна программироваться только одна команда X. Если команд больше, управление активизировано на команде X, самой ближней (запрограммированной) к Знаку EOB. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1–2 и 1-4.

### **Абсолютное позиционирование**

G90 запускает режим абсолютного позиционирования. Когда не действуют коррекция на инструмент и рабочее смещение (нулевая коррекция), все программируемые перемещения представляют собой конечное положение осевой линии шпинделя относительно исходного положения оси X. Когда активизированы коррекции на инструмент и на износ (оси X) с помощью команды на коррекцию (Слово T), запрограммированное положение изменяется в соответствии с коррекцией.

Если коррекции на инструмент не работают, X – положительное значение, когда осевая линия шпинделя расположена справа от исходной точки оси X.

Пример: Команда «X2.5» обеспечивает выравнивание системой управлением шпинделя с координатой 2.5.

Рабочее смещение (нулевая коррекция) может использоваться для установки системы рабочих координат, в которой XO не совпадает с исходным положением оси X. В этом случае все программируемые перемещения оси X будут соотноситься с XO, установленной рабочим смещением. См. Главу 4. «Рабочее смещение».

### **Инкрементное (с приращением) позиционирование**

G91 активизирует режим инкрементного позиционирования. Все инкрементные перемещения оси X выполняют относительно имеющегося положения оси X.

Пример: Команда X2.5 обеспечивает (системой управления) позиционирование шпинделя на 2.5 дюйма в направлении +X от предыдущего положения на оси X. См.Рис1.1.

### **Команда временной остановки (простоя)**

Слово X также используется для придания временного фактора в команду остановки (G04). Формат Слова X в команде (G04) – X5.3 в секундах. См. стр. 1-13, G04.

## СЛОВО Y

### - МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ –

**Программирование оси для перемещения без активной правильной коррекции на инструмент или коррекции нуля может привести к столкновению инструмента с заготовкой.**

### - ПРИМЕЧАНИЕ –

Хотя система привода оси действительно перемещает стол станка, для лучшего понимания вопроса будут обсуждаться все перемещения оси Y с точки зрения перемещения инструмента относительно стационарного стола.

Слово Y – это команда абсолютного положения оси. Перемещение оси Y в направлении передней или задней части станка измеряется между исходным положением Y и осевой линией шпинделя и записывается с Y и знаком + или -. Знак «плюс» можно опустить..

Шпиндель находится в исходном положении оси Y, когда он выравнивается с опорным (исходным) положением оси Y. См. Приложение, информацию об исходном положении оси Y и максимальном перемещении между ограничениями программного обеспечения +Y и –Y.

В блоке данных должна программироваться только одна команда Y. Если программируется больше одной команды Y, система управления действует с командой Y, запрограммированной ближе всех к Знаку EOB. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1–2 и 1-4.

### **Абсолютное позиционирование**

Если коррекции на инструмент не работают, Y является положительным значением, когда осевая линия шпинделя позиционирована справа от исходной (опорной) точки оси Y, и Y – отрицательное значение, когда осевая линия шпинделя позиционирована слева от нее.

Когда не действуют коррекция на инструмент и рабочее смещение (коррекция нуля), все запрограммированные перемещения будут конечным положением осевой линии шпинделя относительно исходного положения оси Y. Когда коррекции на инструмент и на износ (оси Y) активизированы командой коррекции (Слово T), программируемое положение будет изменено в соответствии с коррекцией.

Пример: Команда «Y2.5» обеспечивает выравнивание (системой управления) шпинделя с координатой 2.5 оси Y.

Рабочее смещение (нулевая коррекция) может использоваться для установки системы рабочих координат, в которой XO не совмещено с исходным положением оси X. В этом случае все программируемые перемещения оси X будут расположены относительно XO, установленным рабочим смещением. См. Главу 4.



## Инкрементное позиционирование

G91 запускает режим инкрементного позиционирования. Все инкрементные перемещения оси Y выполняются относительно имеющегося (текущего) положения оси Y.

Пример: Команда «G91Y2.5» стимулирует систему управления к позиционированию стола на 2.5 дюйма в направлении +Y от предыдущего положения на оси Y. См. Рис 1.1.

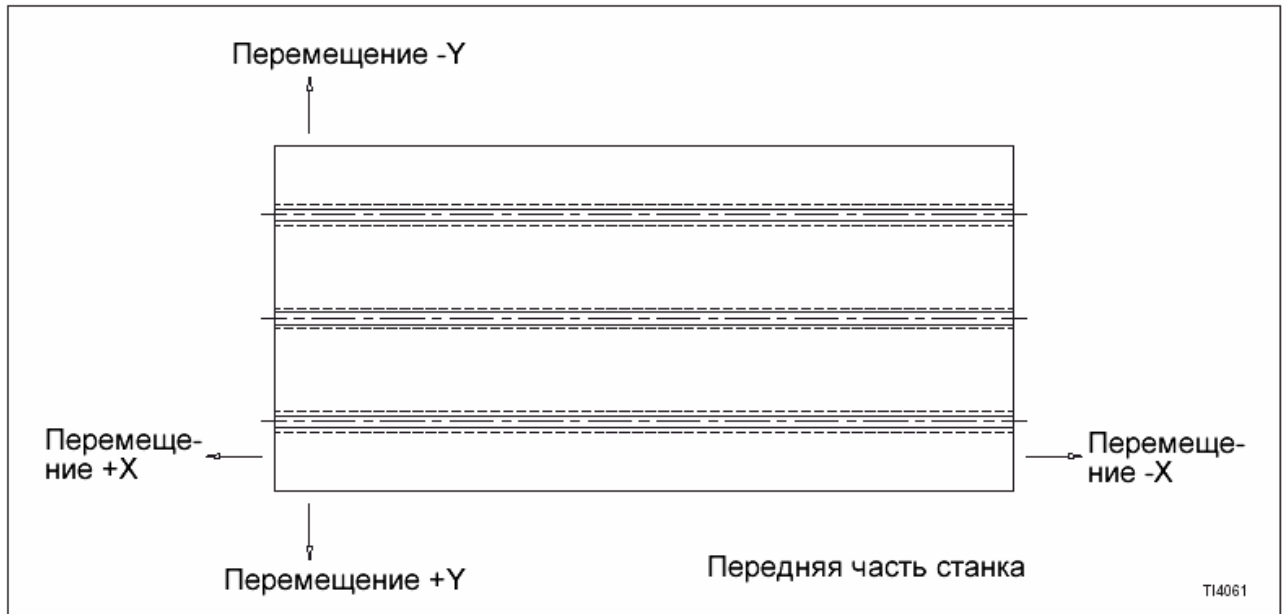


Рис. 1.1 – Перемещение стола по оси X и Y (Вид с верхней части станка)

## СЛОВО Z

Слово Z – это команда управления расстоянием для шпинделя. Оно измеряется относительно исходного положения шпинделя и записываются с Z и знаком + или -. Плюс можно опустить, т.к. он подразумевается, если знак не программируется.

Шпиндель находится в исходном положении, когда его торец (лицевая поверхность) расположена на расстоянии 23.6220 дюйма (600 мм) от стола. См. Приложение – исходное положение оси Z и максимальное перемещение между +Z и -Z.

В блоке данных должна программироваться только одна команда Z. Если программируется более одной команды Z, то управление работает с командой Z, запрограммированной ближе всех к знаку EOB.

### - МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-

**Программирование оси для перемещения без правильной активной коррекции на инструмент или коррекции нуля может привести к столкновению шпинделя или заготовки с инструментом.**

Формат слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4.

### Абсолютное позиционирование

G90 активизирует режим абсолютного позиционирования. Если не запущены коррекция на инструмент или рабочее смещение (коррекция нуля), то все программируемые перемещения оси Z, будут представлять собой конечное положение лицевой поверхности шпинделя относительно его исходного положения. Когда действуют коррекции на инструмент и/или рабочее смещение (коррекция нуля), соответственно будет изменяться запрограммированное положение.

Пример: Команда «Z5», с указанием скорости подачи стимулирует систему управления к позиционированию торца шпинделя на 5 дюймов над столом. Команда «Z9.» со скоростью подачи стимулирует систему управления к позиционированию торца шпинделя на 9 дюймов над столом.

Рабочее смещение (нулевая коррекция) может использоваться для установки системы рабочих координат, в которой ZO не совпадает с исходным положением шпинделя. Если ZO для используемой системы рабочих координат не является исходным положением шпинделя, то все программируемые перемещения оси Z будут расположены относительно ZO, установленного рабочим смещением. Отрицательное значение Z описывает координатную точку над исходным положением шпинделя. См. Главу 4. «Рабочее смещение».

### Инкрементное (с приращением) позиционирование

G91 активизирует режим инкрементного позиционирования. Все инкрементные перемещения оси X выполняют относительно имеющегося положения оси X.

Пример: Команда X2.5 обеспечивает (системой управления) позиционирование шпинделя на 2.5 дюйма в направлении +X от предыдущего положения на оси X. См. Рис 1.2

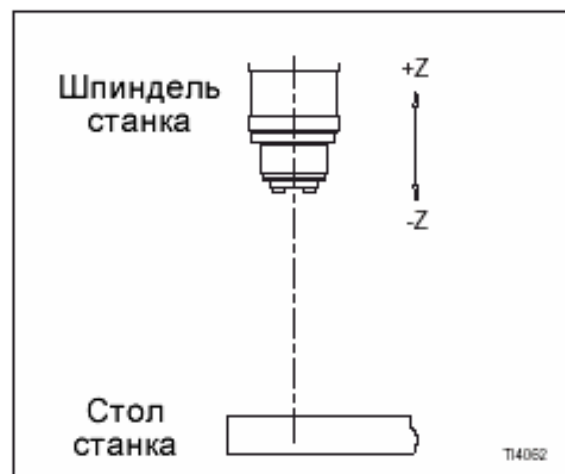


Рис. 1.2 Перемещение оси Z

## **СЛОВО I**

Слово I используется во время круговой интерполяции (G02/G03). Оно представляет собой значимую величину, определяющую расстояние на оси X от начальной точки дуги до центра дуги. Знак является результатом координатного направления от начальной точки до центра дуги. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. См. также Главу 3, круговая интерполяция.

## **СЛОВО J**

Слово J используется во время круговой интерполяции (G02/G03). Это значимая величина, определяющая расстояние на оси Y от начальной точки дуги до центра дуги. Знак является результатом координатного направления от начальной точки до центра дуги. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. См. Главу 3.

## **СЛОВО K**

Слово K используется во время первой интерполяции (G02/G03). Она является значимой величиной, определяющей расстояние на оси Z от начальной точки дуги до ее центра. Знак является результатом координатного направления от начальной точки до центра дуги. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. См. Главу 3.

## **СЛОВО C**

Когда активизирована линейная интерполяция (G01), «C» определяет числовое значение радиуса, введенного между двумя линейными перемещениями. Формат показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. См. Главу 3 «Линейная интерполяция».

## **СЛОВО R**

Когда активизирована линейная интерполяция (G01), «R» определяет числовое значение радиуса, введенного между двумя линейными перемещениями. Формат показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. См. Главу 3 «Линейная интерполяция».

Когда активизирована круговая интерполяция (G02 или G03), «R» определяет числовое значение радиуса, соединяющего две точки. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. См. Главу 3 «Круговая интерполяция».

Когда активизирована коррекция на инструмент (компенсация расхождений) (G41 или G42), «R» определяет числовое значение радиуса головки (кромки) резца. Значения, имеющиеся в таблицах коррекций на инструмент, активизируются командой T. Формат информационного слова показан на стр. 1-2 и 1-4. См. Главу 2 «Компенсация (коррекция) инструмента».

Когда действует вращение системы координат (G68), R определяет направление и величину вращения системы координат. См. G68, стр. 1-19.

## **СЛОВО P**

Слово P используется в следующих функциях:

G82 Цикл сверления, Глава 8

G88 Цикл расточки, Глава 9

G89 Цикл расточки, Глава 9

Вызов подпрограммы, Глава 12

Программа ввода коррекций на инструмент, Глава 5

При использовании с командами G04, G82, G88 и G89 слово P устанавливает временной фактор для остановки (простоя). Слово P выражает остановку в десяти-тысячных долях секунды и имеет формат информационного слова P8. См. G04, стр. 1-13.

### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

Со словом P нельзя использовать программирование с десяти тысячной запятой. Можно применять подавление начального нуля, но конечные нули должны быть использованы.

При использовании слова P с вызовом подпрограммы оно появляется в блоке запроса M98 основной программы и определяет ID-номер запрашиваемой подпрограммы и количество выполняемых подпрограмм. Формат информацион. слова = P7.

При использовании ввода с ленты коррекций на инструмент или коррекций рабочего смещения слово P специфицирует номер коррекции. Формат слова – P5.

См. Главу 5 – информация по вводу в память коррекций на инструмент.

## **СЛОВО Q**

Слово Q используется в циклах глубокого сверления G73/G83 и циклах расточки G76/G87. Слово Q используется для специфицирования глубины резания для каждого прохода во время цикла G73 или G83 и программируется как положительно инкрементное значение. См. Главу 8, дополнительная информация по циклам глубокого сверления.

Слово Q используется для специфицирования величины смещения во время цикла расточки G76 или G87 и программируется в качестве положительного инкрементного значения. См. Главу 9, Циклы расточки.

## **СЛОВО D**

Слово D используется для выбора коррекции диаметра инструмента. Она активизируется посредством команды G41 или G42. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4.

«D00» отменяет активную коррекцию диаметра инструмента. «D01» - «D200» активизируют соответствующую коррекцию диаметра.

См. Главу 5 «Выбор инструмента и коррекции на инструмент».

## СЛОВО H

Слово H используется для выбора коррекции на длину инструмента. Коррекция на длину инструмента активизируется посредством команды G43. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4.

«H00» отменяет активную коррекцию на длину инструмента. «H01» - «H200» активизируют соответствующую коррекцию.

См. Главу 5.

## СЛОВО F

Слово F используется для установки скорости подачи. При использовании команды G94 оно выражает скорость подачи в дюймах или мм в минуту. Для дюймового режима (G20) формат слова – F3.2, для метрического (G21) – F5.0. Должна программироваться десятичная запятая.

При использовании слова с командой G95 оно выражает скорость подачи в дюймах или мм на оборот. Формат показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. Должна программироваться десятичная запятая.

Если запрограммировано несколько скоростей подачи в блоке данных, то активной скоростью будет последняя запрограммированная.

Т. к. максимальная запрограммированная скорость подачи составляет 472 д./мин. (12000 мм/мин) на осях X, Y и Z, скорость подачи в режиме G95 будет «с ограниченной длиной хода (шагом)». Когда активизирован режим G95 максимальную скорость подачи в режиме G01 можно вывести из следующих формул:

$$\text{Максим. скорость подачи (д./об.)} = 472 \text{ д./мин.} + \text{об./мин. (скорость)}$$

$$\text{Максим. скорость подачи (мм/об.)} = 12000 \text{ мм/мин} + \text{об./мин. (скорость)}$$

Слово F, которое может располагаться в любом месте в информационном блоке, остается неизменным до повторного программирования. Быстрая скорость продольной подачи достигается программированием максимальной скорости подачи, когда управление

работает в режиме G94. В режиме G95 эта скорость достигается вычислением скорости подачи с помощью указанных формул. Если G00 используется для получения быстрой скорости продольной подачи, убедитесь в том, что она отменена другим кодом G группы 1 после завершения перемещения быстрой продольной подачи.

Переключатель ручной коррекции скорости подачи изменяет программируемую скорость подачи с 0% (Удержание подачи) на 200%. Когда работает режим пробного прогона, управление стимулирует все перемещение направляющих (суппорта) со скоростью 40 д./мин., когда переключатель установлен на 100%.

## СЛОВО S

Слово S используется для установки скорости шпинделя. Слово S – модальное и не требует повторного программирования до тех пор, пока не требуется другая скорость шпинделя. Не программируйте десятичную запятую со словом S.

Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. Эффективный диапазон скорости шпинделя показан в таблице:

Тип шпинделя	Основная скорость	Максимальная скорость
Стандартный	2,000	8,000
С высоким крутящим моментом, низкий диапазон [Опция]	375	1,375
С высоким крутящим моментом, высокий диапазон [Опция]	2,000	8,000
Высокоскоростной [Опция]	1,333	12,000 или 15,000

## СЛОВО T

Слово T индексирует инструментальный магазин. Формат информационного слова показан в таблицах на стр. 1-2 и 1-4. Две цифры специфицируют инструмент, перемещаемый в положение для смены инструмента.

Пример: N0120 T15;

Блок N0120 запрашивает инструмент 15, перемещаемый в положение для смены инструментов.

## **СЛОВО M**

Слова M перемещают (переводят) операцию в станок. Они известны как «различные функции» и обозначаются запрограммированным словом M, имеющим формат M3. В информационном блоке может быть только одно слово M. Если программируется несколько слов M в блоке (с клавиатуры или ленты), то активным будет последнее введенное слово M. См. Приложение, таблицу слова M. M может располагаться в любом месте в блоке.

Следующие слова M назначены для использования в обрабатывающих центрах Hardinge Series II VMC, оснащенных системой управления Hardinge / Fanuc Control System II:

### **M00 Остановка программы**

Команда M00 останавливает программу, шпиндель и выключает охлаждение. С нажатием кнопки начала цикла продолжается выполнение программы. Программист должен запрограммировать M03, M04, M07, M08, M13, M14 или M15 для возобновления работы шпинделя и охлаждающего насоса при повторном пуске программы после ее остановки (M00)

### **M01 Вспомогательная остановка**

M01 выполняет ту же функцию, что и M00, если вспомогательная остановка запущена перед тем, как блок с M01 считывается системой управления. Если вспомогательная остановка не запущена оператором, то управление игнорирует запрограммированное Слово M01 и продолжает выполнять программу. Эта функция эффективна, когда необходимо произвести измерения заготовки при установке. С нажатием кнопки начало цикла продолжается выполнение программы. Программист должен запрограммировать M03, M04, M07, M08, M13, M14 или M15 для возобновления работы шпинделя и охлаждающего насоса с повторным пуском программы после M01.

### **M02 Конец программы**

M02 указывает на окончание программы обработки детали и обычно находится в последнем программируемом блоке. Она останавливает шпиндель, выключает охлаждение и выполняет «обратную перемотку» программы обработки детали. См. также M30.

### **M03 Перемещение шпинделя вперед**

M03 выполняет прогон шпинделя в переднем направлении с программируемой скоростью шпинделя (Слово S). Шпиндель движется вперед во время вращения по часовой стрелке (если смотреть в направлении -Z). M03 остается действующей до ее отмены командой M00, M01, M02, M04, M05, M14, M30 или нажатием клавиши сброса или аварийной остановки.

### **M04 Перемещение шпинделя обратно (Реверсирование)**

M04 запускает прогон шпинделя в обратном направлении с программируемой скоростью (Слово S). Шпиндель выполняет прогон в обратном направлении во время вращения против часовой стрелки (если смотреть в направлении -Z). M04 остается действующей до ее отмены командой M00, M01, M02, M04, M05, M13, M30 или нажатием клавиши сброса или аварийной остановки.

## **M05 Остановка шпинделя**

M05 вызывает остановку шпинделя, но она НЕ прекращает перемещение оси до тех пор, пока действует G95. M05 остается действующей до ее отмены M03, M04, M13 или M14. M05 можно также активизировать командами M00, M01, M02, M30 или нажатием клавиши сброса или аварийной остановки.

## **M06 Автоматическая смена инструмента**

M06 стимулирует смену инструмента в шпинделе на инструмент в активной позиции в инструментальном магазине. Нужный инструмент предварительно индексируется в активную позицию с помощью Слова T.

## **M08 Включение охлаждающего насоса**

M08 включает насос системой охлаждения. Она действует до ее отмены командой M00, M01, M02, M05, M09 и M30 или нажатием кнопки сброса или аварийной остановки.

## **M09 Выключение охлаждающего насоса**

M09 выключает насос системы охлаждения. Она действует до ее отмены командой M08, M13 или M14. M09 активизируется при запуске станка и командами M00, M01, M02, M05 и M30 или нажатием клавиши сброса или аварийной остановки.

## **M10 Включение тормоза поворотного стола (Опция)**

M10 включает тормоз поворотного (вращающегося) стола. Тормоз предотвращает поворот стола в процессе обработки. M10 отменяется командой M11.

## **M11 Выключение тормоза поворотного стола (Опция)**

M11 выключает тормоз поворотного стола, что дает возможность индексировать стол между двумя операциями резания.

## **M13 Продвижение шпинделя/ Включение охлаждения**

M13 стимулирует прогон шпинделя в переднем направлении на запрограммированной скорости (слово S) и включает насос системы охлаждения. Запускаются все имеющиеся на станке системы подачи охлаждения. Шпиндель продвигается вперед, когда вращается по часовой стрелке (если смотреть с верхней части станка). M13 действует до ее отмены командами M00, M01, M02, M05 M14 и M30 или нажатием клавиши сброса или аварийной остановки.

Если M04 программируется после M13, шпиндель движется в обратном направлении, а насос системы охлаждения остается включенным.



### **M14 Реверсирование шпинделя / Включение охлаждения**

M14 запускает прогон шпинделя в обратном направлении с программируемой скоростью (Слово S) и включает охлаждающий насос. Все имеющиеся на станке системы подачи охлаждения запускаются. Шпиндель движется в обратном направлении (назад), вращаясь против часовой стрелки (если смотреть с верхней части станка). M14 действует до ее отмены командой M00, M01, M02, M04, M05, M13, M30 или нажатием кнопки сброса или аварийной остановки.

Если M03 программируется после M14, шпиндель перемещается вперед, а насос охлаждения остается включенным.

### **M15 Остановка шпинделя / Выключение охлаждения**

M15 останавливает шпиндель и выключает охлаждение, но НЕ останавливает движение оси, пока работает G95. M05 действует до ее стирания командой M03, M04, M13 или M14. M05 может также быть активизирована с помощью M00, M01, M02, M30 или нажатием кнопки сброса или аварийной остановки.

### **M16 Выключение воздуходува**

#### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

M16 входит в макропрограмму смены инструмента и НЕ предназначено для прямого программирования. Команда M16 отключает устройство воздушной продувки шпинделя.

### **M17 Включение воздуходува (системы воздушной продувки).**

#### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

M17 входит в макропрограмму смены инструмента и НЕ предназначена для прямого программирования.

M17 отключает устройство воздушной продувки шпинделя. Это устройство предназначено для очистки шпинделя от стружки и загрязнения во время каждой смены инструмента. M17 отменяется командой M16.

### **M19 Ориентирование шпинделя**

M19 выполняет радиальное ориентирование шпинделя станка для выравнивания приводных спор (кронштейнов) с положением для смены инструмента, в котором зажимается шпиндель. M19 отменяется командой M20.

См. Главу 5, более подробная информация о смене инструмента.

### **M20 Отмена ориентирования шпинделя**

M20 отпускает шпиндель для выполнения нормальной операции. Отменяет команду M19.

**M21 Включение функции зеркального изображения оси X**

Команда M21 включает зеркальное изображение оси X. См. Главу 12 – информация о функции зеркального изображения. M21 отменяется командой M23.

**M22 Включение функции зеркального изображения оси Y**

M22 включает зеркальное изображение оси Y. См. Главу 12 – информация о функции зеркального изображения. Отменяется командой M23.

**M23 Отмена зеркального изображения**

M23 отменяет зеркальное изображение оси X (M21) или оси Y (M22).

**M24 Включение рабочего освещения**

M24 включает рабочее освещение.

**M25 Выключение рабочего освещения**

M25 выключает рабочее освещение.

**M29 Режим жесткого нарезания резьбы**

Команда M29 запускает режим жесткого нарезания резьбы. См. Главу 10.

**M30 Конец программы**

Команда M30 показывает окончание программы и обычно располагается в последнем запрограммированном блоке. Она останавливает шпиндель, выключает охлаждение и выполняет «обратную перемотку» программы обработки детали. См. также M02.

**M41 Низшая передача шпинделя**

(только для станков с высшим крутящим моментом)

**- ПРИМЕЧАНИЕ-**

Смена передач (ступеней) шпинделя (M41/M42) должны программироваться только при нахождении в положении смены инструмента.

Команда M41 переключает двухскоростной шпиндель на низшую передачу, что обеспечивает более высокий крутящий момент. Эффективный диапазон скорости шпинделя для обработки на низшей передаче 375-1375 об./мин

**M42 Высшая передача шпинделя**

(только для станков с высшим крутящим моментом)

M42 переключает двухскоростной шпиндель на высшую передачу. Эффективный диапазон скорости шпинделя для обработки на высокой передаче 2000-8000 об./мин

**M48 Включение скорости подачи и ручной коррекции шпинделя**

M48- состояние включения питания и сброса управления. M48 включает скорости подачи и ручной коррекции шпинделя и действует до ее отмены командами M49.

**M49 Отключение скорости подачи и ручной коррекции шпинделя**

M49 отменяет M48 и включает скорости подачи и скорости шпинделя для 100-процентного функционирования программируемых значений, игнорируя органы управления этими функциями. M49 остается действующей до ее отмены командами M02, M30, M48, выключения или сброса управления.

### **M51 Включение промывки стружки**

Команда M51 включает поточную промывку стружки. Промывочные сопла направлены в заднюю часть рабочей зоны станка и подают охлаждение в переднюю часть станка для смывания стружки в поддоны. M51 отменяется командой M52.

### **M52 Выключение промывки стружки**

Команда M52 выключает поточную промывку стружки. M52 отменяет команду M51

### **M53 Включение охлаждения через шпиндель (Опция)**

Команда M53 запускает клапан, который направляет поток охлаждения через шпиндель станка в режиме постоянного потока. M53 действует до ее отмены командой M54. Основной охлаждающий насос должен быть включен с помощью M08, M13, M14 или кнопки включения охлаждения перед тем, как поток охладитель пойдет через шпиндель.

### **M54 Выключение охлаждения через шпиндель (Опция)**

M54 отключает клапан, который направляет поток охладителя через шпиндель станка. Поток охлаждения через шпиндель прекращается. Охлажденный насос продолжает работать до включения посредством M00, M01, M02, M09, M15, M30, кнопок выключения охлаждения, сброса или аварийной остановки.

### **M68 Включение транспортера для удаления стружки**

M68 включает вспомогательный транспортер для удаления стружки. M68 отменяется командой M69 или нажатием кнопки включение/выключение (ON/OFF) транспортера.

### **M69 Выключение транспортера для удаления стружки**

M69 выключает вспомогательный транспортер для удаления стружки. Эта команда отменяется командой M68 или нажатием кнопки вкл./выкл. транспортера.

### **M71 Исходное положение инструментального магазина 1**

M71 перемещает стандартный инструментальный магазин от шпинделя станка в исходное положение. Это стандартное положение инструментального магазина во время обработки. В обычных условиях нет необходимости давать команду M71. Она входит в макропрограмму для смены инструментов и отменяется командой M72.

### **M72 Продвижение инструментального магазина 1**

#### **-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Неиспользование команды M71 для перемещения инструментального магазина в исходное положение перед обработкой заготовки может привести к повреждению станка или оснастки.**

M72 начинает перемещение стандартного инструментального магазина к шпинделю станка, в положение для смены инструмента. В нормальных условиях нет необходимости выдавать команду M72. Эта команда входит в макропрограмму смены инструмента и отменяется командой M71.

### **M73 Зажимание резцедержателя (инструментальный магазин 1)**

Команда M73 выполняет зажатие резцедержателя (в шпиндель), поступившего из первого магазина. В обычных условиях нет необходимости использовать M73. Эта команда входит в макрос для смены инструментов и отменяется командой M74.

#### **M74 Разжимание резцедержателя (инструментальный магазин 1)**

M74 выполняет разжимание резцедержателя, возвращаемого в первый инструментальный магазин. В обычных условиях нет необходимости использовать команду M74. Эта команда входит в макропрограмму смены инструмента, которая отменяется командой M73.

#### **M75 Поиск номера инструмента в шпинделе (магазин 1)**

Команда M75 сравнивает номер инструмента в шпинделе с номером инструментальной станции в положении для смены инструментов на стандартном магазине. Если правильная инструментальная станция не находится в положении для смены инструментов, то инструментальный магазин будет индексироваться для позиционирования станции в положении для смены инструментов.

В обычных условиях нет необходимости программировать M75, которая входит в макропрограмму для смены инструментов.

#### **M76 Активизирование режима для смены инструментов (магазин 1)**

M76 активизирует режим для смены инструментов для магазина 1. В нормальных условиях нет необходимости программировать M76, которая входит в макропрограмму для смены инструментов. M76 отменяется командой M77.

При необходимости M76 программируется оператором станка во время устранения неисправности устройства для смены инструментов. См. Руководство для оператора (M-400) – процедуры устранения неисправностей.

#### **M77 Отмена режима смены инструмента (магазин 1)**

Команда M77 отключает режим смены для инструментального магазина 1. В обычных условиях нет необходимости программировать M77, которая входит в объединенную макропрограмму смены инструмента. M77 отменяется командой M76.

При необходимости M77 программируется оператором станка при устранении неисправности устройства для смены инструмента. См. Руководство для оператора (M-400) – процедуры устранения неисправностей.

#### **M80 Автоматическое выключение питания**

M80 автоматически выключает управление станка.

#### **M81 Исходное положение инструментального магазина 2 (Опция)**

Команда M81 перемещает второй инструментальный магазин от шпинделя в исходное положение, которое является стандартным для магазина во время обработки. В обычных условиях нет необходимости использовать M81, которая входит в макропрограмму смены инструментов. M81 отменяется командой M82.

## **M82 Продвижение инструментального магазина 2 (Опция)**

### **-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Не использование команды M81 для перемещения второго инструментального магазина в исходное положение перед обработкой заготовки может привести к повреждению станка или оснастки.**

M82 выполняет продвижение второго магазина к шпинделю станка в положение смены инструмента. В обычных условиях нет необходимости использовать M82, которая входит в макропрограмму смены инструментов и отменяется командой M81.

## **M83 Зажимание резцедержателя в шпинделе (инструментальный магазин 2) (Опция)**

M83 выполняет зажимание шпинделем резцедержателя, подаваемого из второго инструментального магазина. В обычных условиях нет необходимости использовать M83, которая входит в макропрограмму смены инструментов и отменяется командой M84.

## **M84 Разжимание резцедержателя в шпинделе (инструментальный магазин 2) (Опция)**

Команда M84 разжимает (отпускает) резцедержатель шпинделя, возвращаемый во второй магазин. В обычных условиях нет необходимости использовать команду M84, которая входит в макропрограмму смены инструмента и отменяется командой M83.

## **M85 Поиск номера инструмента в шпинделе (магазин 2)**

M85 сравнивает номер инструмента в шпинделе с номером инструментальной станции в положении смены инструмента на вспомогательном (втором) магазине. Если нужной станции нет в положении для смены инструмента, то инструментальный магазин будет индексироваться для позиционирования правильной станции в положении для смены инструмента.

В нормальных обстоятельствах нет необходимости программировать M85, которая введена в макропрограмму смены инструмента.

## **M86 Запуск режима смены инструмента (магазин 2)**

M86 активизирует режим смены инструмента для магазина 2. В обычных условиях нет необходимости программировать M86, которая входит в макропрограмму смены инструмента и отменяется командой M87.

Когда необходимо, M86 программируется оператором станка при устранении неисправности устройства смены инструмента. См. Руководство для оператора (M-400) - устранение неисправностей.

### **M87 Отмена режима смены инструмента (магазин 2)**

M87 отключает указанный режим для инструментального магазина 2. В обычных условиях нет необходимости программировать M87. Она входит в макропрограмму смены инструмента и отменяется командой M86.

Когда требуется, M87 программируется оператором станка при устранении неисправности устройства для смены инструмента. См. Руководство для оператора (M-400).

### **M98 Вызов подпрограммы**

Этот код должен находиться в блоке основной программы обработки детали, которая активизирует подпрограммы. Слово P используется с номером подпрограммы для специфицирования выполняемой подпрограммы.

Пример: M98 P1;

M98 специфицирует вызов подпрограммы, а P1 специфицирует подпрограмму #1 в качестве выполняемой подпрограммы.

См. Главу 12 «Подпрограммы».

### **M99 Конец подпрограммы**

M99 используется для возврата в программу, которые запросила подпрограмма после ее завершения.

См. Главу 12.

### **M100 Фрезерование глубоких круглых выемок (карманов) – Перемещение по часовой стрелке**

#### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

M100 используется для программирования этого вида фрезерования, если станок оснащен опцией контактной измерительной головки. Используйте G12, стр. 1-14, для программирования фрезерования глубоких выемок, если станок HE оснащен измерительной головкой.

Команда M100 позволяет программисту определить (описать) круглую выемку с одним информационным блоком. Инструмент движется по траектории по часовой стрелке. См. Главу 7 – дополнительная информация по фрезерованию глубоких выемок.

### **M101 Фрезерование глубоких круглых выемок (карманов) – Перемещение против часовой стрелки**

#### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

M101 используется для программирования этого вида фрезерования, если станок оснащен опцией измерительной головки. Если станок HE имеет этой опции, используйте G13, стр. 1-14.

Команда M101 позволяет программисту определить (описать) круглую выемку (карман) с одним информационным блоком. Инструмент перемещается по траектории против часовой стрелки. См. Главу 7.

### **M102 Фрезерование прямоугольных глубоких выемок (карманов) – Перемещение по часовой стрелке**

#### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

M102 используется для программирования этого типа фрезерования, если станок оснащен опцией контактной измерительной головки. Если такой опции НЕТ, для программирования используйте G71 стр. 1-24.

Команда M102 позволяет программисту определить (описать) квадратную или прямоугольную выемку с одним блоком данных. Инструмент перемещается по траектории по часовой стрелке. См. Главу 7.

### **M103 Фрезерование прямоугольных глубоких выемок (карманов) – Перемещение против часовой стрелки**

#### **- ПРИМЕЧАНИЕ-**

M103 используется для программирования этого типа фрезерования, если станок оснащен опцией контактной измерительной головки. Если такой опции НЕТ, для программирования используйте G72, стр. 1-24.

Команда M103 позволяет программисту определить (описать) квадратную или прямоугольную выемку с одним блоком данных. Инструмент движется против часовой стрелки. См. Главу 7.

## ФОРМАТ ПРОГРАММЫ

---

### НАЧАЛО ПРОГРАММЫ

% ;	Код остановлен (конец записи)
O _____ ;	Буква «О» и номер программы
G20 или G21	Установка дюймового или метрического режима

---

### НАЧАЛО ОПЕРАЦИИ

N__ (____);	Порядковый номер и сообщение
M6 T__ (H1);	Последовательность смены инструментов, H1 - вспомогательная команда для перемещения стола в X0.Y0.
G0 G90 X__ Y__;	Режим позиционирования, Абсолютное позиционирование, Быстрое перемещение в начальную точку X, Y.
G1 Z__F__;	Активизирование коррекции на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальную точку Z, Скорость и направление шпинделя, Включение охлаждения. Перемещение на глубину резания со скоростью подачи.
G41 или G42 D__ X__ Y__;	Активизирование коррекции диаметра инструмента.

---

### ОБРАБОТКА ДЕТАЛИ

---

#### УДАЛЕНИЕ ДЕТАЛИ

G40 X__ или Y__;	Переместить деталь для отмены коррекции на инструмент.
G0 Z__;	Быстрое перемещение в обратное положение Z над деталью
G80;	Отмена постоянного цикла
M9;	Активизирование коррекции на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальную точку Z, Скорость и направление шпинделя, Включение охлаждения. Перемещение на глубину резания со скоростью подачи.
G91 G30 Z0. Y0. M19	Быстрое перемещение в положение для смены инструмента, Перемещение стола в положение для разгрузки, Ориентирование шпинделя

---

### ОКОНЧАНИЕ ПРОГРАММЫ

M30;	«Обратная перемотка» программы – Остановка станка
%;	Код останова (Окончание записи)



**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

# **ГЛАВА 2 – КОРРЕКЦИЯ НА ИНСТРУМЕНТ**

## **ВВЕДЕНИЕ**

При выполнении программы обработки детали исходное положение шпинделя перемещается на координатах, специфицированных программой. Однако в исходном положении шпинделя не происходит удаления металла. Коррекция применяется для указания местоположения инструмента относительно заготовки. Код действующей коррекции диаметра инструмента (G41 или G42) и данные в выбранном файле коррекции (Слово D) позволяют ЧПУ станка правильно расположить инструмент для выполнения необходимой резки, основываясь на геометрии заготовки и направлении движения резца. Код действующей коррекции на длину инструмента (G43) и данные в выбранном файле коррекции на инструмент (Слово H) позволяют ЧПУ станка правильно расположить инструмент для выполнения необходимой операции резания, основываясь на длине инструмента (расстоянии от линии инструмента).

Инструменты для обработки центрованием используют коррекции на длину инструмента (Слово H) и не используют компенсацию диаметра. Инструменты для бесцентровочной обработки используют коррекции диаметра (Слово D) и коррекции на длину (Слово H) для показа местоположения резца относительно заготовки.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ (ОПИСАНИЕ) КОРРЕКЦИИ НА ИНСТРУМЕНТ**

### **КОРРЕКЦИЯ ДИАМЕТРА ИНСТРУМЕНТА**

Радиус инструмента – это величина, вводимая в файл коррекции на инструмент для коррекции диаметра.

### **КОРРЕКЦИЯ ДЛИНЫ ИНСТРУМЕНТА**

Расстояние от режущей кромки инструмента до лицевой поверхности (торца) шпинделя будет величиной, вводимой в файл для коррекции длины.

См. Главу 5 – «Выбор инструмента и коррекции».

## КОДЫ КОРРЕКЦИИ НА ИНСТРУМЕНТ

Коррекция на инструмент выполняется посредством использования файлов и кодов коррекции. Коррекция на инструмент смещает положение инструмента, основанное на значении, имеющемся в файле коррекции.

G40 - Отмена коррекции диаметра инструмента

G41 - Коррекция диаметра (инструмент слева от детали)

G42 - Коррекция диаметра (инструмент справа от детали)

G43 - Действует коррекция длины инструмента

G49 - Отмена коррекции длины инструмента

Коррекция длины инструмента должна быть активизирована (G43) перед вводом режима коррекции диаметра. Когда коррекция на инструмент действует во время выполнения программы обработки детали, регистр «Действительное положение» показывает координаты фрезы для поверхности, обработанной резанием.

### ВЫБОР ПЛОСКОСТИ

Выбор плоскости определяет две оси, на которых коррекция на инструмент будет действовать, если перемещение оси управляется по всем трем осям (X, Y и Z). G40 должна действовать, когда подана команда на выбор плоскости. Команда коррекции диаметра (G41 или G42) подается после команды выбора плоскости по умолчанию.

КодG	Выбор плоскости
G17	Оси X и Y
G18	Оси X и Z
G19	Оси Y и Z

## АКТИВИЗИРОВАНИЕ КОМПЕНСАЦИИ (КОРРЕКЦИИ НА ИНСТРУМЕНТ)

Коррекция длины инструмента должна быть запущена перед вводом коррекции на инструмент активизируются командой G43 со Словом H для специфицирования коррекции длины. Команда G49 отменяет действующую коррекцию на инструмент. См. Главу 5.

Команда G41 или G42 программируется со Словом D для запуска коррекции на инструмент. Слово D специфицирует регистр инструмента, содержащий величину радиуса инструмента. Этот блок называется блоком ввода коррекции на инструмент. Блок ввода G41 или G42 не должен относиться к движению резания по крайней мере на одной из осей, выбранных командой выбора плоскости (G17,G18 или G19). Расстояние перемещения должно быть равным (или больше, чем) радиусу инструмента. Это рекомендуемое расстояние, гарантирующее, что инструмент не столкнется с заготовкой. Для того, чтобы определить, какой код G необходимо использовать, представьте себя сидящим на заготовке лицом к движению инструмента. Если инструмент находится слева от вас, то G41 является правильным кодом. Если инструмент - справа от вас, то G42 - правильный код. (См. Рис. 2.1).

Система управления имеет двухблочную функцию предварительного просмотра, которая позволяет завершать скорректированное перемещение с инструментом, находящимся в положении для начала следующего скорректированного движения. Когда выполняется активный блок, управление заранее изучает возможность считывания и обработки двух следующих блоков. См. Рис. 2.2 для сравнения 2-х запрограммированных траекторий инструмента: с коррекцией, основанной на похожих контурах заготовки, и без нее.

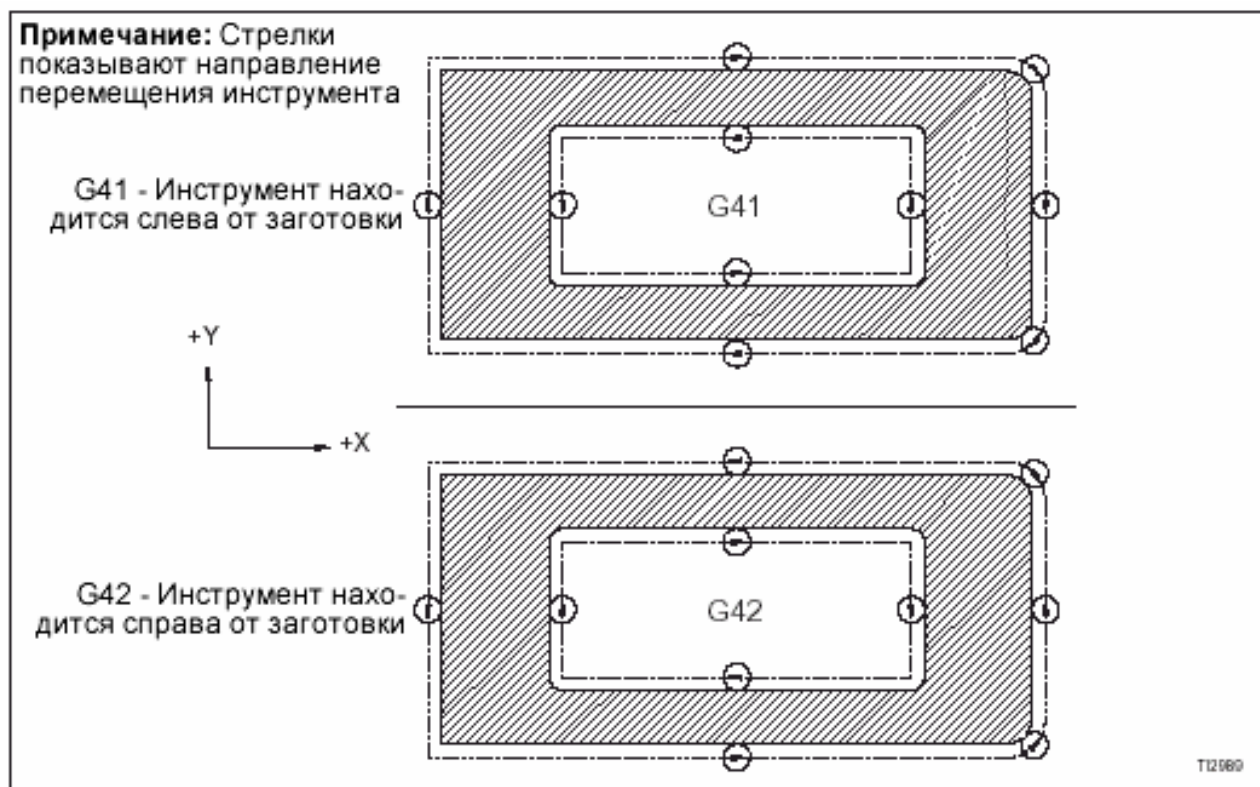


Рис. 2.1 Диаграмма G41 / G42.

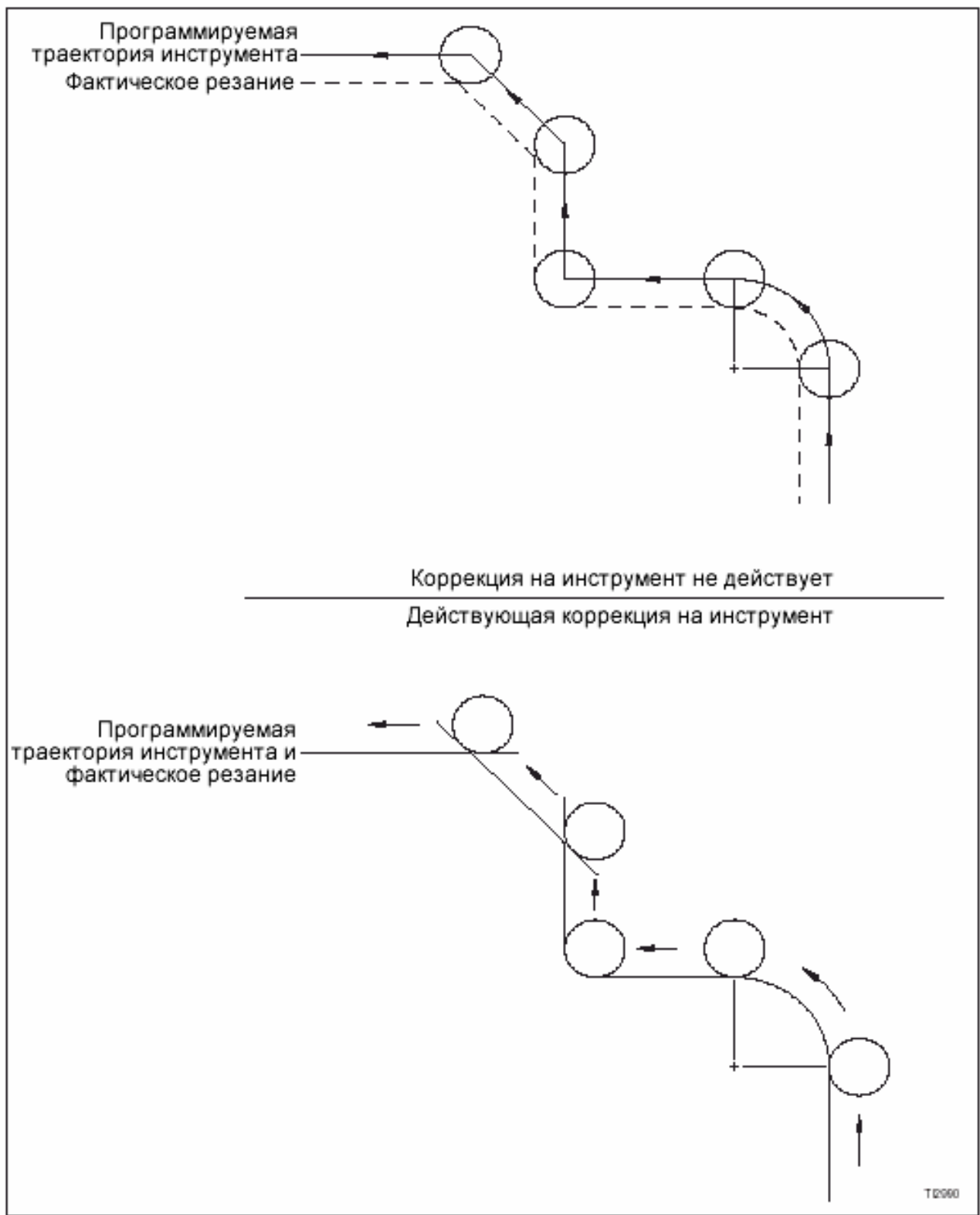


Рис. 2.2 Сравнение траекторий движения инструмента.

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Один и тот же профиль (контур) заготовки показан на рис. 2.3 и 2.4. Отметим различие между программируемыми координатами оси и между двумя способами программирования.

Когда автоматическая компенсация не используется для того, чтобы система управления образовала нужную траекторию инструмента, программист должен выполнить необходимые вычисления для смещения инструмента от заготовки, основываясь на геометрии инструмента. Любое изменение радиуса инструмента потребует корректировки программы. См. Рис. 2.3 – Расположение координат инструмента, когда коррекция НЕ используется.

При использовании автоматической компенсации программист может записать программу обработки детали так, как если бы осевая линия шпинделя проходила через контур заготовки. Программы записываются с использованием координат, взятых непосредственно от заготовки. См. Рис. 2.4 – Расположение координат с использованием коррекции на инструмент. Когда используется коррекция на инструмент, оператор станка вводит в память значения D и H каждого инструмента, находящиеся в отдельных регистрах в файле коррекции на инструмент, а управление выполняет все необходимые вычисления во время выполнения программы. Если инструмент изменен, оператор может просто модифицировать значения D и H в файле коррекции, а система управления вычисляет коррекцию (компенсацию), когда программа выполняется повторно. Устранены ручные вычисления, требующие времени, т.к. имеется угроза существенного корректирования программы обработки детали из-за изменений оснастки.

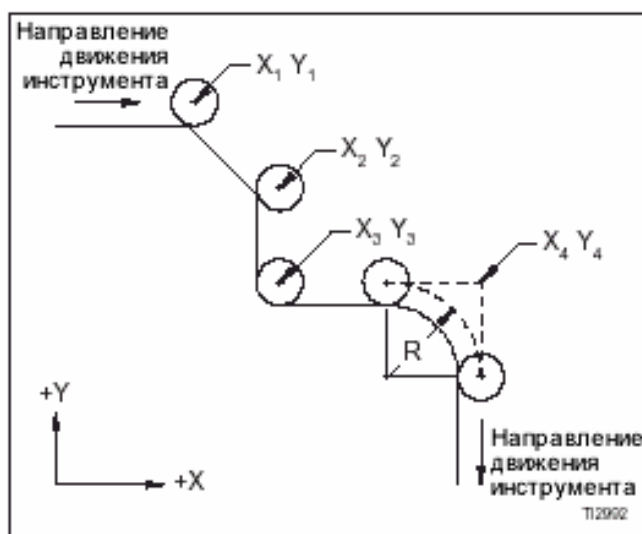


Рис. 2.3 – Координаты, запрограммированные без коррекции на инструмент.

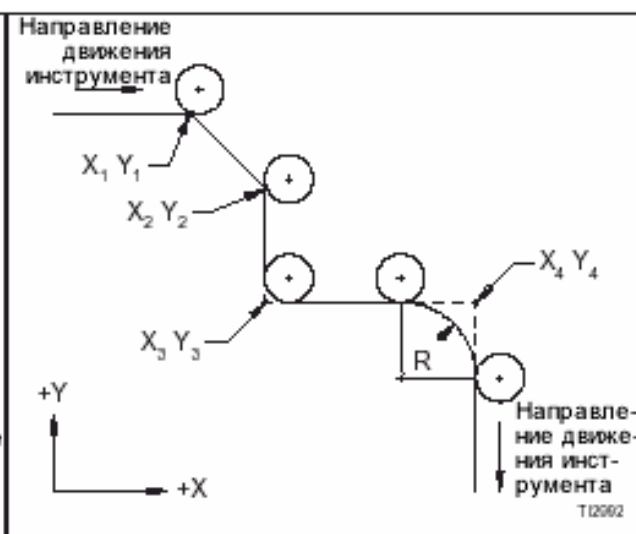


Рис. 2.4 – Координаты, запрограммированные с коррекцией на инструмент.

## ВВОД И ВЫВОД ЗАГОТОВКИ С РАБОЧЕЙ КОРРЕКЦИЕЙ НА ИНСТРУМЕНТ

Угол перемещения при вводе и выводе должен быть равен (или более)  $90^\circ$ . См. Рис. 2.5 – Правильное перемещение оси. Если угол меньше  $90^\circ$ , инструмент может быть «заперт». Когда инструмент «заперт», он не достигает запрограммированной конечной точки. См. Рис. 2.6 - Неправильное перемещение оси и «запирание инструмента».

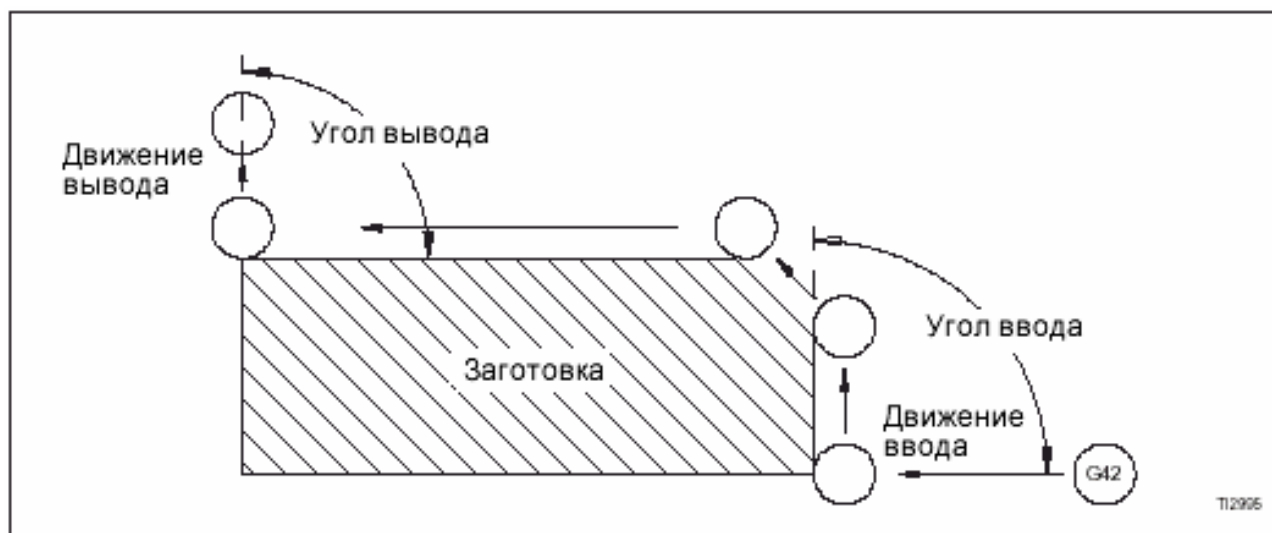


Рис. 2.5 – Правильное перемещение оси.

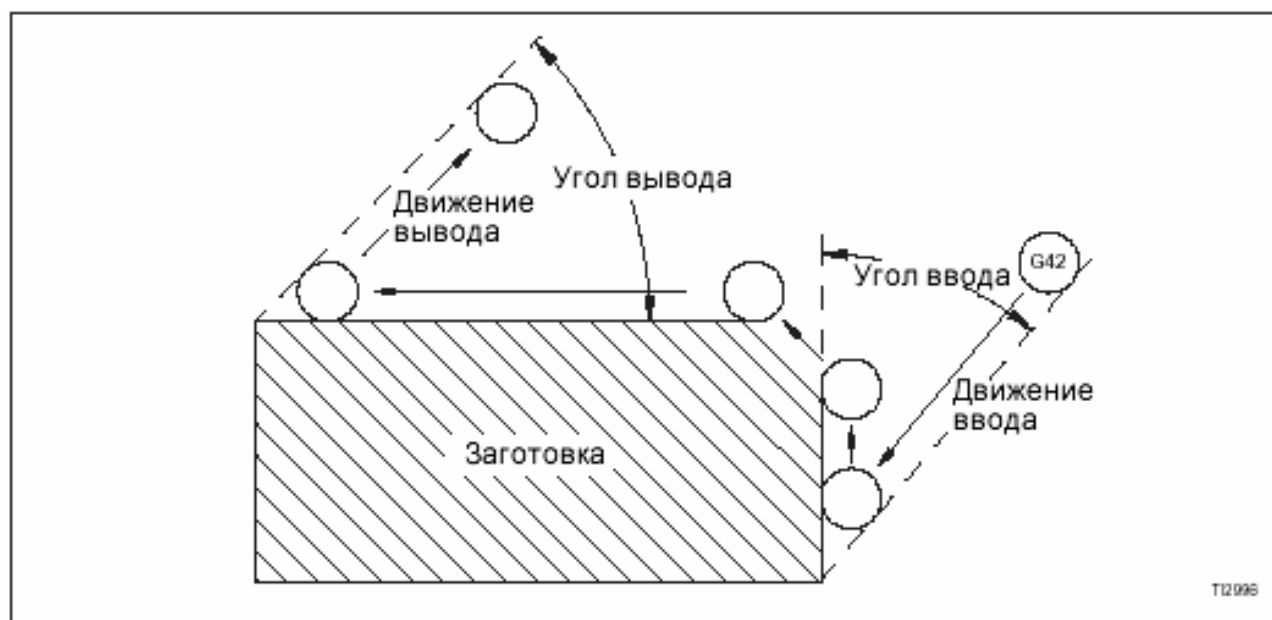


Рис. 2.6 - Неправильное перемещение оси и «запирание инструмента»



## ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ КОДОВ G41/G42

### - МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ -

**В зависимости от способа, которым интерполируется коррекция диаметра инструмента, G41 и G42 должны программироваться в блоке с линейным перемещением (без резания). Если этот вид коррекции активизируется в блоке, в котором подана команда на резку, может произойти нежелательное перемещение оси.**

Для переключения режимов G41 и G42 нет необходимости программировать G40 для отмены кода действующей коррекции. Программирование нужного кода G41 или G42 с линейным перемещением (без резания) по любой из осей отменяет активный код и активизирует новый код G. Например, если активен G41, а программируется G42, то G41 отменяется, а G42 активизируется.

Необходимо быть внимательным при переключении режимов коррекции на инструмент, т.к. во время переключения может произойти отсечение угла. См. пример – Рис. 2.7.

В зависимости от программируемой траектории инструмента и геометрии резца, возможна необходимость программирования перемещения инструмента следующим образом (см. Рис. 2.8):

1. Запрограммируйте конечную точку первого прохода резания после окончания фактического резания.
2. Переключите режим коррекции диаметра во время линейного перемещения (без резания) в начальную точку для второго прохода резания.
3. Запрограммируйте начальную точку второго прохода перед началом фактического резания.

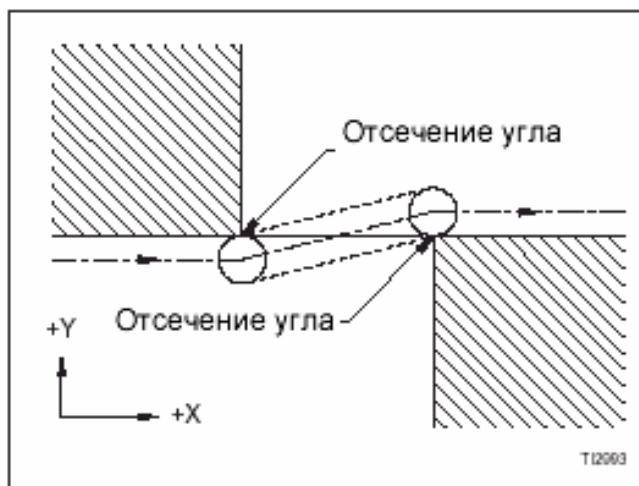


Рис. 2.7 – Отсечение угла при переключении режима коррекции.

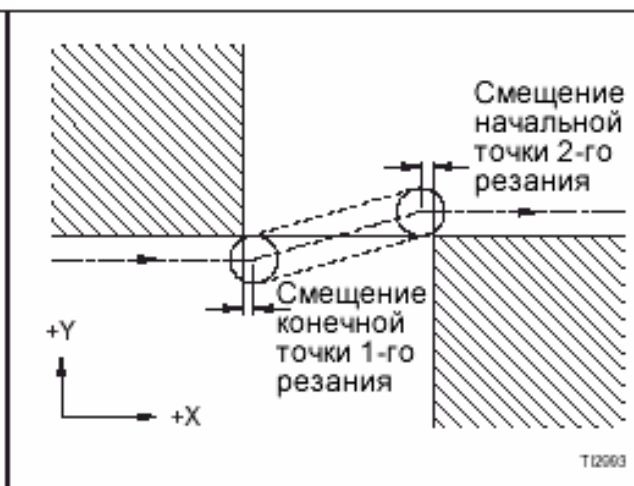


Рис. 2.8 - Отсутствие отсечения угла при переключении режима коррекции.

## **ОТВОД ИНСТРУМЕНТА ОТ ЗАГОТОВКИ С ДЕЙСТВУЮЩЕЙ КОРРЕКЦИЕЙ НА ИНСТРУМЕНТ**

Если программа остановлена во время выполнения контурной (профильной) обработки с действующей коррекцией, и инструмент удаляется от заготовки посредством ручной операции JOG или команды MDI, не возобновляйте цикл из этого нового положения. Сбросьте программу и выполните операцию возобновления программы (Program Restart).

## **ОТМЕНА КОРРЕКЦИИ НА ИНСТРУМЕНТ**

Для отключения коррекции запрограммируйте G40 вместе с линейным перемещением (без резания) от заготовки. Это перемещение будет выполняться, по крайней мере, на одной из осей, выбранной командой выбора плоскости (G17, G18 или G19). G17 – это выбор значения по умолчанию и будет активна, если команда выбора плоскости не запрограммирована. Важно, чтобы перемещение в этом блоке было типа «без резания» из-за интерполяции. Аварийный сигнал отображается на дисплее, если круговое перемещение запрограммировано в блоке вывода (выхода).

## **ПРАВИЛА ПРОГРАММИРОВАНИЯ КОРРЕКЦИИ ДИАМЕТРА ИНСТРУМЕНТА**

1. Введите в память данные на инструмент в файле коррекции. Коррекция длины (G43) должна быть активизирована перед активизацией коррекции диаметра G41 или G42.
2. Для активизирования коррекции диаметра запрограммируйте G41 или G42 вместе с линейным перемещением (без резания) по осям, специфицированным командой выбора плоскости (G17, G18 или G19). См. стр. 2-2 (команды выбора плоскости). Величина перемещения должна быть равной (или больше) величина диаметра инструмента. См. стр. 2-3 – информацию по выбору правильного кода коррекции диаметра (G41 или G42).
3. Ввод в заготовку должен быть больше (или равен)  $90^\circ$  относительно направления резания. См. Рис. 2.5, угол ввода.
4. Вывод из заготовки должен быть больше (или равен)  $90^\circ$  относительно направления резания. См. Рис. 2.5, угол ввода.
5. Обычно коррекция диаметра переключается (G41 или G42 и наоборот) программированием нужной команды коррекции с отводом от заготовки - величиной больше или равной радиусу резца. Это позволяет управлению станка правильно компенсировать диаметр инструмента без столкновения с заготовкой. Одним исключением из этого правила является реверсирование оси, выполняемое программированием кода G41 или G42 с перемещением оси, в результате чего инструмент направляется обратно в начальную точку последнего запрограммированного перемещения.
6. Когда действует коррекция диаметра, только один информационный блок, который не содержит перемещения оси, может программироваться между блоками, содержащими перемещение оси. Если поочередно программируются 2 блока или более (без перемещения), то может возникнуть нежелательное поведение станка в форме «недостаточного» или «избыточного» резания.
7. При удалении заготовки перемещение оси должно способствовать отводу инструмента от заготовки по одной из осей, специфицированных командой выбора плоскости (G17, G18 или G19) перед выполнением команды G40. Величина этого перемещения должна быть равна или больше радиуса инструмента. См. стр. 2-2 – команда выбора плоскости.

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

## ГЛАВА 3 – ЛИНЕЙНАЯ И КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ СКОРОСТЬ ПОДАЧИ

Скорость подачи определяется величиной после адреса слова F. Эта величина может быть выражена в дюймах (мм) в минуту (режим G94) или дюймах (мм) на оборот (режим G95). Максимальная программируемая скорость подачи составляет 472 д./мин [12000 мм/мин]. Программируемые скорости подачи величиной больше максимальной скорости будут установлены (по умолчанию) на максимальное значение по завершению программы.

Для преобразования д./мин. (мм/мин.) в д./об. (мм/об.) разделите значение скорости подачи д./мин. (мм/мин.) на программируемую скорость подачи:

Английская система:  $\text{д./мин} + \text{об./мин} = \text{д./об.}$

Метрическая система:  $\text{мм/мин} + \text{об./мин} = \text{мм/об.}$

Для преобразования д./об. (мм/об.) в д./мин (мм/мин) умножьте величину скорости подачи д./мин. (мм/об.) на программируемую скорость подачи.

Английская система:  $\text{д./об.} \times \text{об./мин} = \text{д./мин.}$

Метрическая система:  $\text{мм/об.} \times \text{об./мин.} = \text{мм/мин.}$

Для ручного корректирования программируемых скоростей подачи используйте переключатель ручной коррекции скорости подачи, который отключается во время цикла нарезания резьбы метчиком.

## АБСОЛЮТНОЕ И ИНКРЕМЕНТНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ АБСОЛЮТНОЕ

В абсолютном программировании (режим G90) информационные слова X, Y и Z используются для специфицирования конечной точки перемещения в качестве координаты на системе рабочих координат. Следующая команда запрашивает линейное перемещение для позиционирования исходного положения в «X.25 Y6.25 Z5.» на системе рабочих координат:

```
G01 G90 G94 X.25 Y6.25 Z5. F10,;
```

## ИНКРЕМЕНТНОЕ

В инкрементном программировании (режим G91) информационные слова используются для специфицирования конечной точки перемещения в качестве инкрементного расстояния от положения в данный момент на системе рабочих координат.

+X = Влево (от передней части станка)

- X = Вправо (от передней части станка)

+Y = К передней части станка

- Y = К задней части станка

+ Z = К исходному положению шпинделя (вверх)

- Z = К столу (вниз)

Например, следующая команда запрашивает инкрементное линейное перемещение, при котором стол продвигается на 0,5 дюйма в направлении +X и на 2,5 дюйма в направлении -Y:

```
G01 G91 G94 X.5 Y-2.5 Z5. F10,;
```

## ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

Интерполяция определяет функцию управления, когда она декодирует программируемые данные, управляющие перемещением оси. Выдавая тип перемещения, скорость подачи и конечную точку, система управления определяет траекторию инструмента, образуя последовательность промежуточных точек между данным положением направляющей (суппорта) и программируемой конечной точкой. При работе с конусами и дугами она также вычисляет нужную скорость подачи каждой оси для образования правильной траектории инструмента.

Имеются два стандартных типа интерполяции, выполняемой системой управления (ЧПУ):

Линейная интерполяция  
Круговая интерполяция

### ЛИНЕЙНАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

Управляется командой G01, являющейся модальным кодом, который остается активным до программирования кода G00 (позиционирование) или кода G02/G03 (круговая интерполяция). Следовательно, необходимо запрограммировать G01 для возврата к линейной интерполяции из активного кода G00, G02 или G03, т.к. это тоже модальные коды. С активной командой G01 программные блоки выдают инструменту команду перемещаться по прямой линии из его текущего положения в программируемую конечную точку. Эта точка специфицируется как положение абсолютной координаты на системе рабочих координат или как инкрементное перемещение из данного положения направляющей. Например:

G01 G90 G95 X.25 Z2. F.008

Направляющие перемещаются из текущего положения в рабочую координату X.25 Z2.

G01 G91 G95 X.4 Z-1. F.008

Ось X перемещается на 0,4 дюйма в положительном направлении, а ось Z – на 1 дюйм в отрицательном направлении.

### Ввод (вставка) фаски или радиуса закругления вершины

Когда два линейных перемещения (G01) пересекаются, можно ввести фаску или дугу между ними без добавления третьего программного блока или переключения с линейной интерполяции на круговую и обратно. Выполняйте следующие правила:

1. Линейная интерполяция (G01) должна быть активной во время обоих перемещений.
2. Конечная точка первого блока – это точка, в которой линейные перемещения будут пересекаться, если нет ввода фаски или радиуса. Это не является начальной точкой фаски или радиуса.

### ВВОД ФАСКИ

Для ввода фаски запрограммируйте слово «,C» в первом блоке двух линейных перемещений (G01). Эти два линейных перемещения не должны быть перпендикулярны друг другу. Значения для «,C» - не назначенные. Слову C должна предшествовать запятая (,)

### ВВОД РАДИУСА ЗАКРУГЛЕНИЯ ВЕРШИНЫ

Для ввода дуги запрограммируйте слово «,R» в первом блоке двух линейных перемещений (G01). Эти перемещения не должны быть перпендикулярны друг другу. Значение для «,R» - не назначенное. Слову R должна предшествовать запятая (,).

## АВАРИЙНЫЕ СООБЩЕНИЯ ДЛЯ ВВОДА ФАСКИ / ВВОДА РАДИУСА ЗАКРУГЛЕНИЯ ВЕРШИНЫ

### Аварийный сигнал 050:

Фаска или радиус закругления вершины получили команду в блоке, который также включает в себя команду резбонарезания.

### Аварийный сигнал 051:

Направление перемещения или величина перемещения в блоке после блока, который определил неадекватность значения фаски или радиуса.

### Аварийный сигнал 052:

Блок, следующий за блоком, который определяет, что фаска или радиус закругления вершины не находятся в режиме G01. (Например, второй блок находится в режиме G02 или G03).

### Аварийный сигнал 053:

C или R программируются без запятой, которая необходима.

### Аварийный сигнал 054:

Следующий блок G01 выдает команду на конусообразное перемещение (перемещение нескольких осей) с командой на ввод (вставку) фаски или радиуса.

### Аварийный сигнал 055:

Величина перемещения во втором блоке – меньше, чем величина фаски или радиуса, специфицированная в первом блоке.

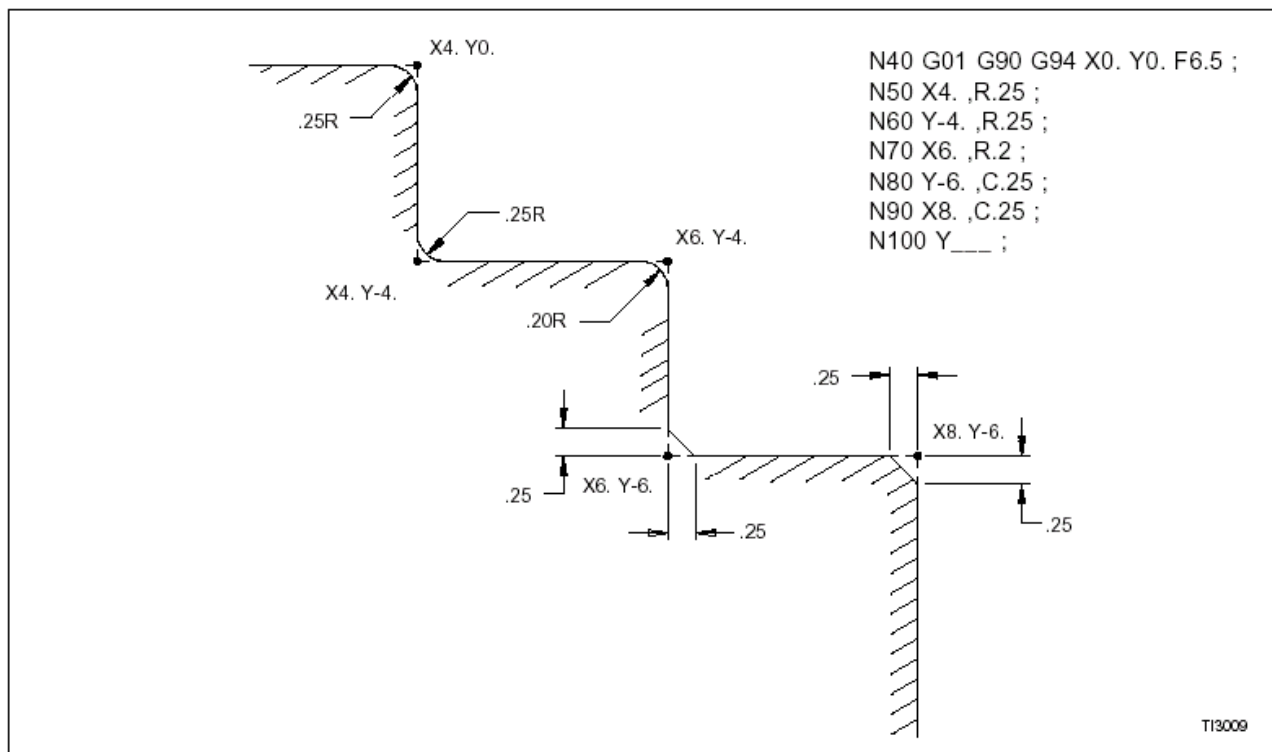
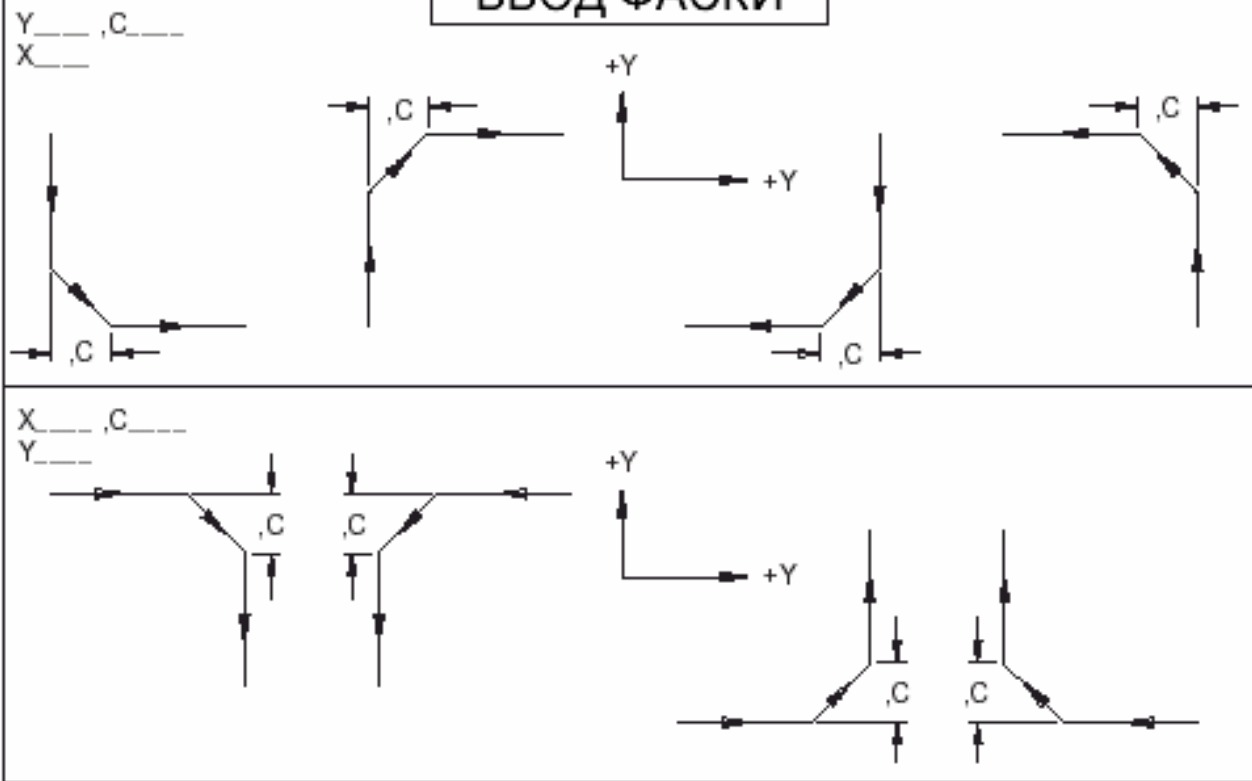
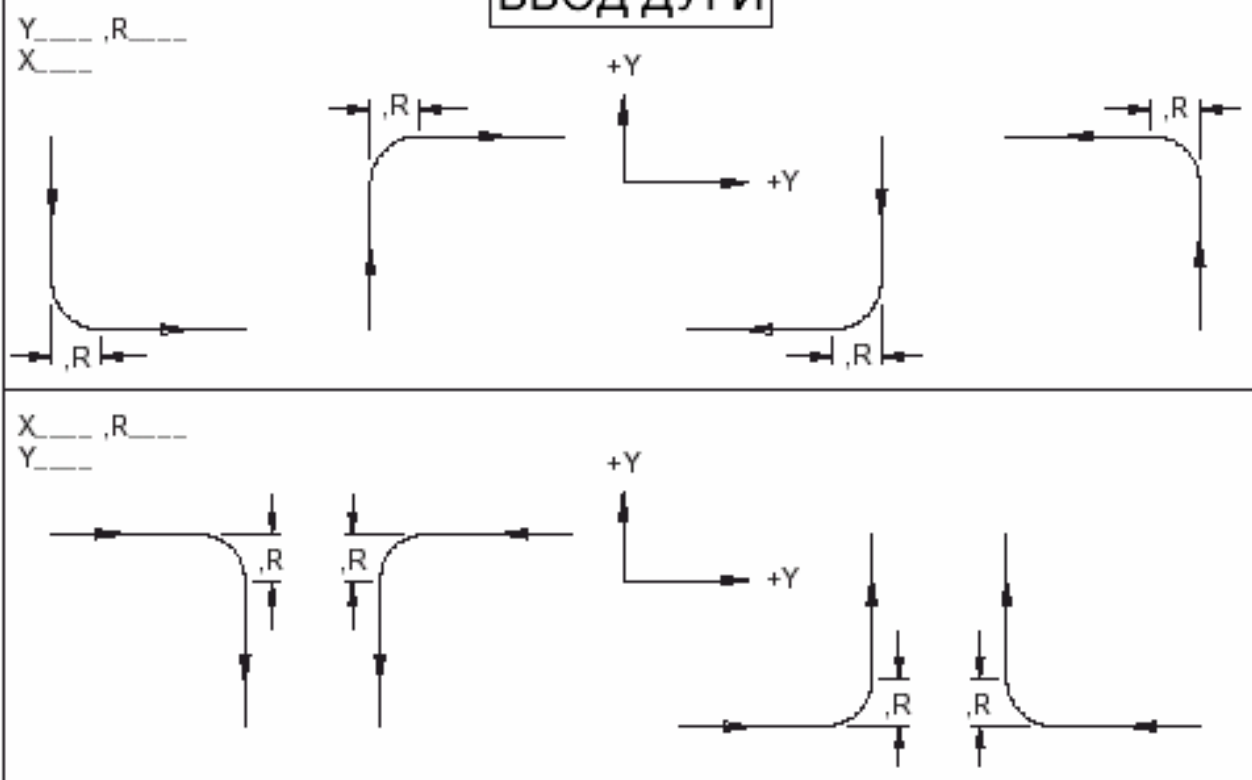


Рис. 3.1 – Ввод (вставка) фаски / радиуса закругления вершины  
Фрагмент типовой программы

### ВВОД ФАСКИ



### ВВОД ДУГИ



ТІЗ010

Рис. 3.2 – Схема ввода фаски /радиуса закругления вершины.



## КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

В круговой интерполяции система управления использует информацию, содержащуюся в одном информационном блоке, для образования дуги. Имеются два типа круговой интерполяции:

Дуга G02, перемещение по часовой стрелке  
Дуга G03, перемещение против часовой стрелки

EIA определяет эти дуги следующим образом:

### G02 Дуга по часовой стрелке

Дуга, образованная координатным движением двух осей, в которых кривая траектории инструмента относительно заготовки расположена по часовой стрелке, если смотреть на плоскость движения от положительного к отрицательному направлению перпендикулярной оси. См. Рис. 3.3.

### G03 Дуга против часовой стрелки

Дуга, образованная координатным движением двух осей, в которых кривая траектории инструмента относительно заготовки расположена против часовой стрелки, если смотреть на плоскость движения от положительного направления к отрицательному направлению перпендикулярной оси. См. Рис. 3.3.

Кроме кода G для вращательного движения инструмента, информационный блок, специфицирующий круговую интерполяцию, должен содержать информацию, указывающую на положение конечной точки дуги и центра дуги. Информационные слова, специфицирующие эти параметры, приведены в табл. на стр. 3-9.

Заметим различия в определениях – в зависимости от того, действует коррекция на инструмент или не действует. Как показано, с действующей коррекцией положение конечной точки дуги и центра дуги не зависит от геометрии инструмента. Эти размеры взяты из характеристик детали, а управление выполняет необходимую коррекцию для образования правильной дуги. См. Главу 2 «Коррекция на инструмент».

### Выбор плоскости

Выбор плоскости определяет две оси, на которых круговая интерполяция будет эффективна, когда выдана команда на перемещение по всем трем осям (X, Y и Z). См. следующий раздел «Винтовая интерполяция», описывающий программирование по 3-м осям.

G17 – выбор плоскости по умолчанию.

Код G	Выбор плоскости
G17	Оси X и Y
G18	Оси X и Z
G19	Оси Y и Z



T12997

Рис. 3.3 – Круговая интерполяция

### Винтовая интерполяция

Включается, когда выдана команда на круговую интерполяцию, а движение программируется по всем трем осям. Круговая интерполяция распространяется на оси, специфицированные командой выбора плоскости (G17, G18 или G19), а линейная интерполяция применяется к осям, не специфицированным этой командой.

#### ПРИМЕРЫ:

G17 [G02 или G03] X\_ Y\_ Z\_ R\_ F\_ ;

Круговая интерполяция приложена к осям X и Y, а линейная – к оси Z

G18 [G02 или G03] X\_ Y\_ Z\_ R\_ F\_ ;

Круговая интерполяция приложена к осям X и Z, а линейная – к оси Y

G19 [G02 или G03] X\_ Y\_ Z\_ R\_ F\_ ;

Круговая интерполяция приложена к осям Y и Z, а линейная – к оси X

#### СКОРОСТЬ ПОДАЧИ

Информационное слово F специфицирует скорость подачи с радиусом дуги.

Скорость подачи для дуги с линейной интерполяцией следующая:

Программируемая скорость подачи X [Длина линейной оси + Длина круговой дуги]

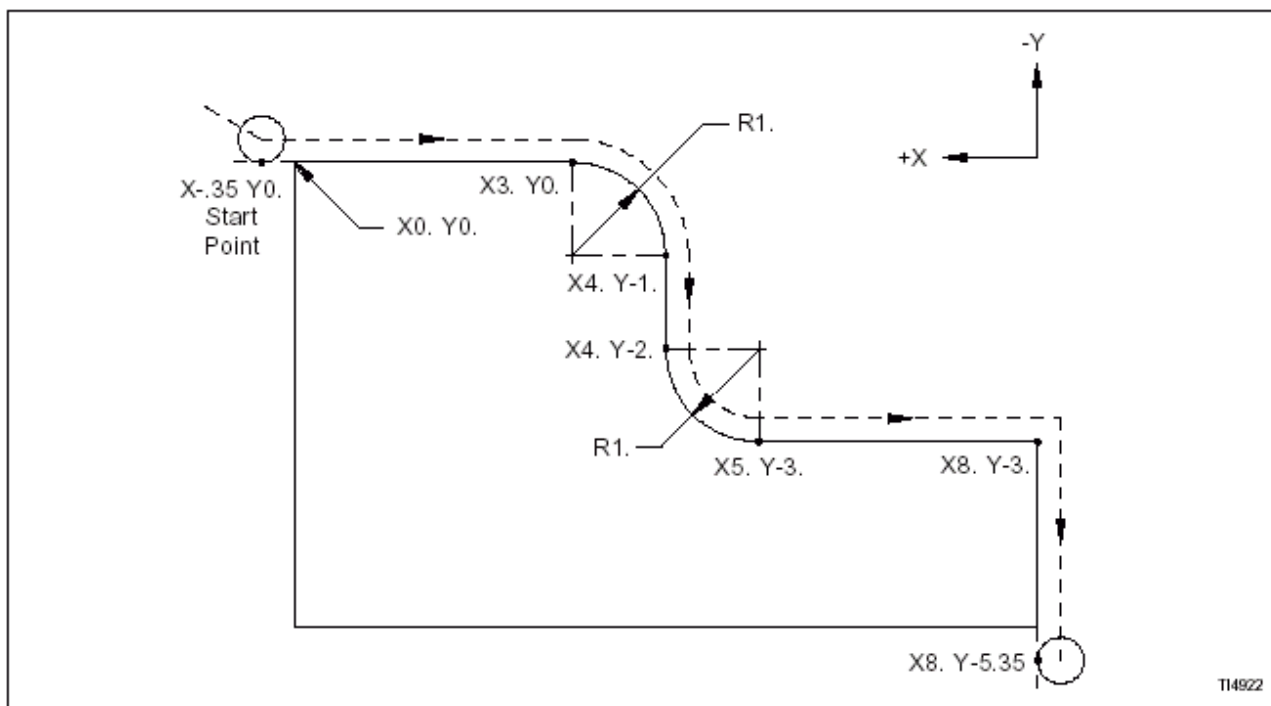


Рис. 3.4 – Контур заготовки для типовой программы обработки детали.

### Структура типовой программы обработки детали

На рис. 3.4 представлена обычная траектория движения инструмента и основная структура программы, необходимые для круговой интерполяции по оси X и Y. Режущий инструмент программируется на перемещение к начальной точке каждой дуги с помощью G01 (линейная интерполяция). Программный блок, управляющий круговой интерполяцией, специфицирует тип дуги (G02 или G03), конечную точку дуги и радиус. G01 программируется для отмены круговой интерполяции после завершения каждой дуги.

N50 G17	Выбор оси X и Y для круговой интерполяции
N60 G0 G41 G90 G94 X-.35 Y0. D5;	Установка режима позиционирования, Коррекция на инструмент, Абсолютное программирование, Скорость подачи д./мин, Специфицирование начальной точки
N70 G1 X3. F5. ;	Установка линейной интерполяции, Координата X линейного перемещения, Установка скорости подачи для резания.
N80 G2 X4. Y-1. R1. ;	Установка круговой интерполяции по часовой стрелке, Специфицирование конечной точки дуги и радиуса дуги.
N90 G1 Y-2. ;	Установка линейной интерполяции, Координата Y линейного перемещения.
N100 G3 X5. Y-3. R1. ;	Установка круговой интерполяции против часовой стрелки, Специфицирование конечной точки и радиуса дуги.
N110 G1 X8. ;	Установка линейной интерполяции, Координата X линейного перемещения.
N120 Y-5.35 ;	Координата Y линейного перемещения

## Программирование для круговой интерполяции

1. В круговой интерполяции скорость подачи по дуге (касательная к дуге) удерживается в пределах  $\pm 2\%$  программируемой скорости.
2. Если I и J используются для показа центра дуги, а I или J равно нулю, то это слово можно опустить.
3. Если I и J используются для показа центра дуги и оба слова программируются как нуль, с недействующей коррекцией на инструмент (G41 или G42), то инструмент будет перемещаться линейно от начальной точки дуги до ее конечной точки. Но если I и J программируются как нуль, с действующей коррекцией на инструмент, то аварийное сообщение «038 PROGRAM» появляется на дисплее. Это сообщение показывает, что имеет место «избыточное резание», т.к. начальная точка дуги совпадает с центром дуги.
4. Если I, J и R программируются в одном блоке, управление игнорирует I и J и образует дугу с использованием R для размещения центра дуги.
5. Если R используется для размещения центра дуги, то предполагается дуга с  $0^\circ$  (перемещения инструмента нет), если выполняется одно из следующих условий:
  - a) если программируемая координата конечной точки дуги опущены в абсолютном режиме (G90).
  - b) если координаты конечной точки дуги опущены в абсолютном режиме (G90).
  - c) если координаты конечной точки дуги программируются как нуль в инкрементном режиме (G91).
6. Если R используется для показа центра дуги, а величина R меньше, чем половина расстояния от начальной до конечной точки дуги, то R игнорируется и образуется половина окружности, соединяющей начальную и конечную точку дуги.
7. Круговая интерполяция может переключаться без отмены G01.
8. G01 (линейная интерполяция) должна программироваться для отмены круговой интерполяции.

## Описания параметров круговой интерполяции

ТИП ОПИСАНИЯ	КОМАНДА	ОПИСАНИЕ (коррекция на инструмент не работает)	ОПИСАНИЕ (коррекция на инструмент работает)
Расположение центра дуги	I, J, K	Инкрементное расстояние от центра инструмента в начальной точке дуги до центра дуги. ПРИМЕЧАНИЕ: Эта величина должна быть обозначена. Это инкрементное расстояние зависит от диаметра инструмента. См. Рис. 3.5	Инкрементное расстояние от начальной точки дуги до ее центра. ПРИМЕЧАНИЕ: Эта величина должна быть обозначена. Это инкрементное расстояние остается таким же, независимо от диаметра инструмента. См. Рис. 3.6
	R	Радиус дуги. Измеряется от центра инструмента до центра дуги. Эта величина положительная для дуг $\leq 180^\circ$ . Эта величина отрицательная для дуг $> 180^\circ$ . ПРИМЕЧАНИЕ: Это расстояние зависит от диаметра инструмента. См. Рис. 3.5	Радиус дуги. Измеряется от начальной точки дуги до ее центра. Эта величина положительная для дуг $\leq 180^\circ$ . Эта величина отрицательная для дуг $> 180^\circ$ . ПРИМЕЧАНИЕ: Это расстояние остается таким же, независимо от диаметра инструмента. См. Рис. 3.6
Расположение конечной точки дуги	X, Y, Z (Режим G90)	Координата центра инструмента в конечной точке дуги ПРИМЕЧАНИЕ: Эта координата зависит от диаметра инструмента. См. Рис. 3.7	Координата конечной точки дуги. ПРИМЕЧАНИЕ: Эта координата не зависит от диаметра инструмента. См. Рис. 3.8
	X, Y, Z (Режим G90)	Инкрементное расстояние от центра инструмента в начальной точке дуги до центра инструмента в конечной точке. ПРИМЕЧАНИЕ: Эта координата зависит от диаметра инструмента. См. Рис. 3.7	Инкрементное расстояние от начальной точки дуги до ее конечной точки. Это инкрементное расстояние не зависит от диаметра инструмента. См. Рис. 3.8

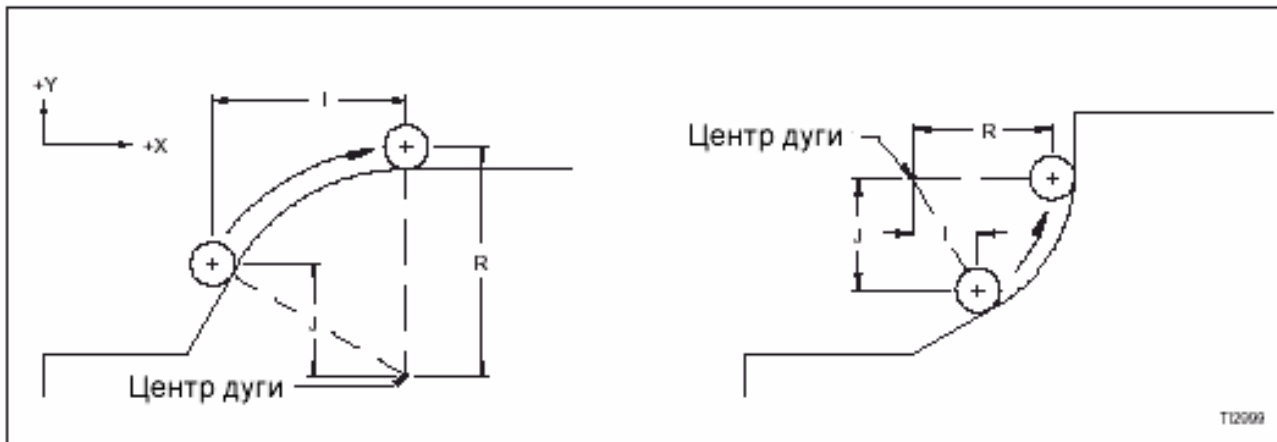


Рис. 3.5 – Параметры центра дуги. (Коррекция на инструмент не работает).

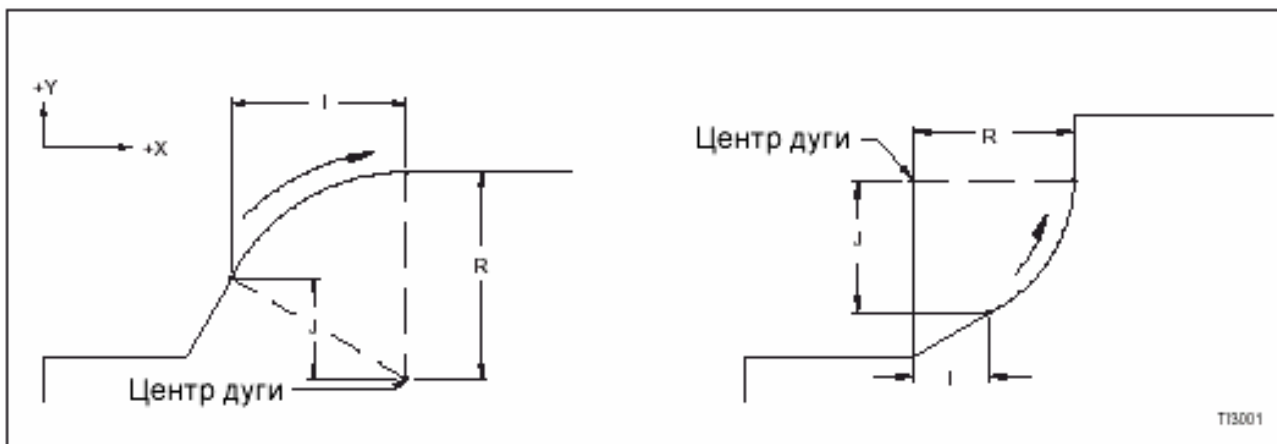


Рис. 3.6 – Параметры центра дуги. (Коррекция на инструмент работает).

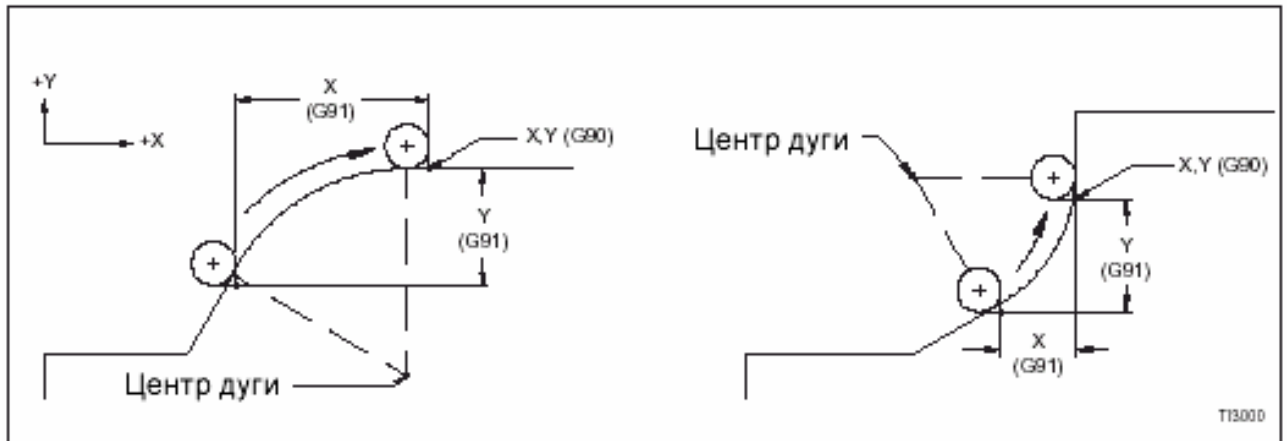


Рис. 3.7 – Параметры конечной точки дуги. (Коррекция на инструмент не работает).

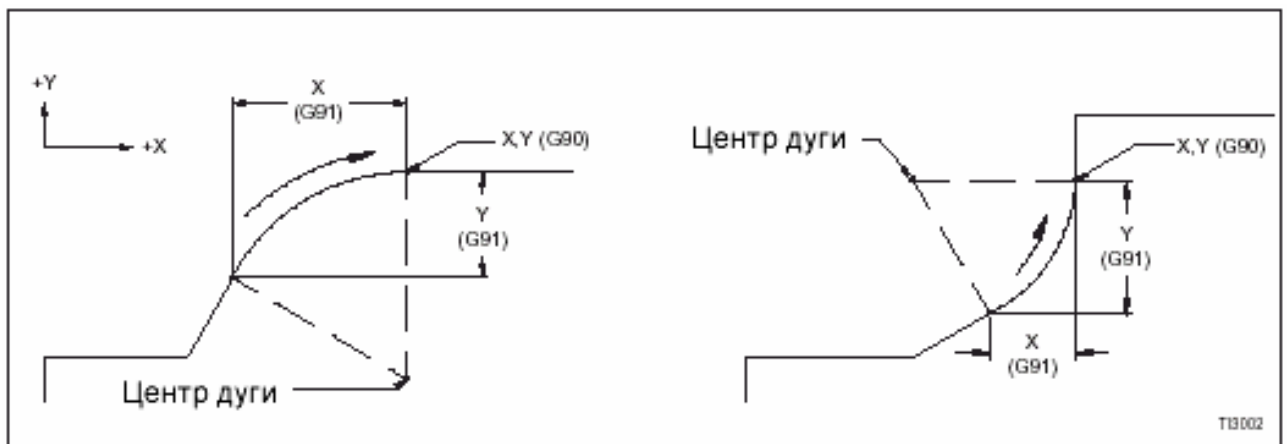


Рис. 3.8 – Параметры конечной точки дуги. (Коррекция на инструмент работает).

**- ПРИМЕЧАНИЯ-**



# ГЛАВА 4 – СИСТЕМА РАБОЧИХ КООРДИНАТ

## ВВЕДЕНИЕ

Шпиндельная бабка и стол станка позиционируются с помощью вращающихся ходовых винтов, работающих от серводвигателей. Обороты каждого ходового винта подсчитываются кодером (шифратором), который является компонентом двигателя оси и постоянно управляет радиальным положением ходового винта. Информация с кодера поступает в ЧПУ, где она преобразуется в полезную выходную информацию для получения нужной скорости подачи и положение направляющей.

Стол станка приводится в действие ходовыми винтами с шагом по 10мм по осям X и Y. Шпиндельная бабка станка приводится в действие на оси Z ходовым винтом с шагом 10мм. Один оборот ходового винта равен 10мм (0,3937 д.) при перемещении направляющей. Ходовой винт вращается синхронно с валом кодера, который генерирует данные позиционирования и скорости. Эти данные подаются на ЧПУ для выполнения функций управления позиционированием и скоростью.

Для перемещения направляющей на 0,306 дюйма мы вводим закодированную команду в ЧПУ, которая специфицирует тип перемещения (линейное или круговое), скорость (подачи) и расстояние. (Расстояние может быть показано как инкрементное расстояние от положения в данный момент или как координата, представляющая конечную точку перемещения). ЧПУ декодирует команду и преобразует ее в напряжение, посылаемое на серводвигатель направляющей (суппорта). Серводвигатель вращает ходовой винт, винт вращает вал кодера, который выдает данные позиционирования и скорости. Эти данные подаются в ЧПУ, где используются для управления перемещением направляющей.

Расстояние от положения (в данный момент) направляющей до заданной конечной точки известно как Distance To Go (расстояние, которое предстоит пройти). Перед тем, как (в нашем примере) происходит какое-либо перемещение, это расстояние составляет 0,306 дюйма. Эта величина находится в регистре в ЧПУ. Когда вращается ходовой винт, ЧПУ принимает отсчет с кодера и вычитает это значение с регистра «Distance To Go». Когда эти регистры выполняют отсчет до нуля, ЧПУ «знает», что направляющая переместилась на 0,306 дюйма ( $\pm 0,0001$ ).

Эта система обратной связи, в которой фактическое перемещение направляющей сравнивается с командой, получаемой с ЧПУ, известна как система обратной связью (с закрытым контуром). Кроме системы с обратной связью для обсужденного выше положения направляющей, имеется также система с обратной связью для скорости подачи, которая использует электрические импульсы, образованные кодером.

Используя информацию обратной связи, принимаемую от кодера, ЧПУ может точно переместить направляющую на заданное командой расстояние с заданной скоростью подачи. Как и следует ожидать, перед использованием этой прецизионной системы позиционирования с обратной связью. ЧПУ должно быть синхронизировано с металлорежущим станком. То есть, координаты положения, указанные ЧПУ, должны отражать фактическое положение направляющих. Это достигается выполнением операции возврата к нулю (в исходное положение).

## **ВОЗВРАТ К НУЛЮ (В ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ)**

Когда включается управление для запуска станка, оно «не знает» положение направляющих. Для синхронизации управления и станка каждая направляющая должна быть переведена в положение возврата к нулю (исходное положение). Это положение также рассматривается как «опорный нуль» (Reference Zero).

### **- ПРИМЕЧАНИЕ -**

Величины положения координат, рассмотренные в этом разделе, предполагают, что рабочее смещение установлено на X0. Y0. Z0., а коррекция на инструмент не действует.

Операция возврата к нулю размещает направляющие в исходном положении. См. Приложение, рисунки с исходными положениями. После перемещения направляющих в эту позицию регистры абсолютного положения автоматически устанавливаются на X0.0 Y0.0 Z0.0

## **ОСИ X, Y и Z**

Три стандартных оси станка обозначены следующим образом:

Ось X: Горизонтальное перемещение стола параллельно лицевой поверхности (торцу) шпинделя и параллельно с передней частью станка.

Ось Y: Горизонтальное перемещение стола параллельно лицевой поверхности шпинделя и перпендикулярно с передней частью станка.

Ось Z: Вертикальное перемещение бабки, в которую входит шпиндель станка.

Эти буквенные обозначения трех осей рекомендованы Ассоциацией электронной промышленности (EIA) и Организацией международных стандартов (ISO). В попытке обеспечить взаимозаменяемость и избежать непонимания между изготовителями систем управления и их покупателями EIA представила на рассмотрение рекомендуемые стандарты на систему обозначений осей и перемещений, кодов знака для перфоленты, операционных команд и информационного формата и электрических средств сопряжения между ЧПУ и станками.

## ДЕКАРТОВЫ (ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ КООРДИНАТЫ)

Для установки системы соотношения положения инструмента с положением заготовки мы должны прежде всего установить систему, в которой можно определить местоположение данной точки относительно известной опорной точки. Поскольку мы имеем взаимно перпендикулярные оси (X, Y и Z), мы можем использовать декартовы (известные также как прямоугольные) координаты для описания места любой точки, в которой можно расположить инструмент. Для использования декартовых координат необходимо определить две опорные точки:

1. Нулевую точку (XO YO ZO) для системы рабочих координат.
2. Опорное (исходное) положение инструмента.

## ОТОБРАЖЕНИЕ НА ДИСПЛЕЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Процедура включения питания запрашивает операцию возврата к нулю для синхронизации системы «управление/станок». Эта операция устанавливает регистры на их начальные значения. После процедуры возврата к нулю нажмите клавишу положения (Position), затем ALL для показа следующих регистров положения на дисплее управления:

- ABSOLUTE
- DISTANCE TO GO
- MACHINE
- RELATIVE

### - ПРИМЕЧАНИЕ -

Регистры «DISTANCE TO GO» показаны на дисплее только в автоматическом режиме и режиме MDI.

При обсуждении этого вопроса мы имеем дело с регистрами «Станок» и «Абсолютное положение». Регистры станка показывают на дисплее позиции точек исходного положения относительно положения возврата к нулю (исходного положения) станка. Координаты возврата к нулю - XO YO ZO.

Регистры станка показывают позиции опорных точек оси относительно этого положения. Эти регистры нельзя изменять. Они всегда показывают «действительное» положение оси относительно опорного исходного положения.

Большой интерес для программиста представляют регистры абсолютного положения, которые изменять можно. Эти регистры показывают положение опорной точки инструмента как координату на системе рабочих координат, которая представляет собой систему прямоугольных координат с ее началом (начало отсчета = XO YO ZO), равным началу регистров абсолютного положения.

До тех пор, пока не используется коррекция рабочих координат, после операции возврата к нулю, начало оси Z в системе рабочих координат будет опорным (нулевым) положением (ZO).

Если не используется коррекция на инструмент, опорной точкой инструмента является пересечение лицевой поверхности шпинделя и осевой линии шпинделя.

Если она не изменена, система координат устанавливает соотношение лицевой поверхности и осевой линии шпинделя с исходным (нулевым) положением (ZO).

Для упрощения программирования программист может измерить координатную систему для соотношения местоположения нулевых координат на заготовке.

См. Главу 3 – дополнительная информация о скорости подачи, абсолютном и инкрементном программировании и линейной интерполяции.

# СТАНДАРТНЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ СИСТЕМЫ РАБОЧИХ КООРДИНАТ

Система управления имеет 6 стандартных программируемых систем рабочих координат. Эти системы выбираются использованием команд G54 – G59. G54 – значение по умолчанию, действующее после сброса управления.

Коррекция рабочих координат перемещает начало системы координат в соответствии со значениями X, Y и Z, хранящиеся в активном файле рабочих координат. Сразу после команды на коррекцию рабочих координат, управление добавляет ее в регистры абсолютного положения. Значения, введенные в координатную систему с командой G54, действуют до отмены другой командой. Значения, введенные в координатную систему с командами G55, G56, G57, G58 или G59, действуют до отмены другой командой координатной системы, сбросом управления или командой «конца программы».

Наличие нескольких систем рабочих координат позволяет программисту использовать ту же программу обработки детали для обработки нескольких деталей, установленных на столе станка. Вместо программирования каждой заготовки программа смещает координатную систему в следующую заготовку, предназначенную для обработки. См. Рис. 4.1

## **- МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ -**

**Любое ненулевое значение, вводимое в поле оси Z активного файла рабочих координат, должно быть отрицательным числом.**

Значения, находящиеся в файле рабочих координат, вычитаются из регистров абсолютного положения и смещают начало системы рабочих координат на величину, которая хранится в файле рабочих координат. Например, если ось X находится на расстоянии 8 дюймов, а оператор вводит X2.5 в активном файле рабочих координат, то регистры абсолютного положения показывают на дисплее X5.5 [8-2.5].

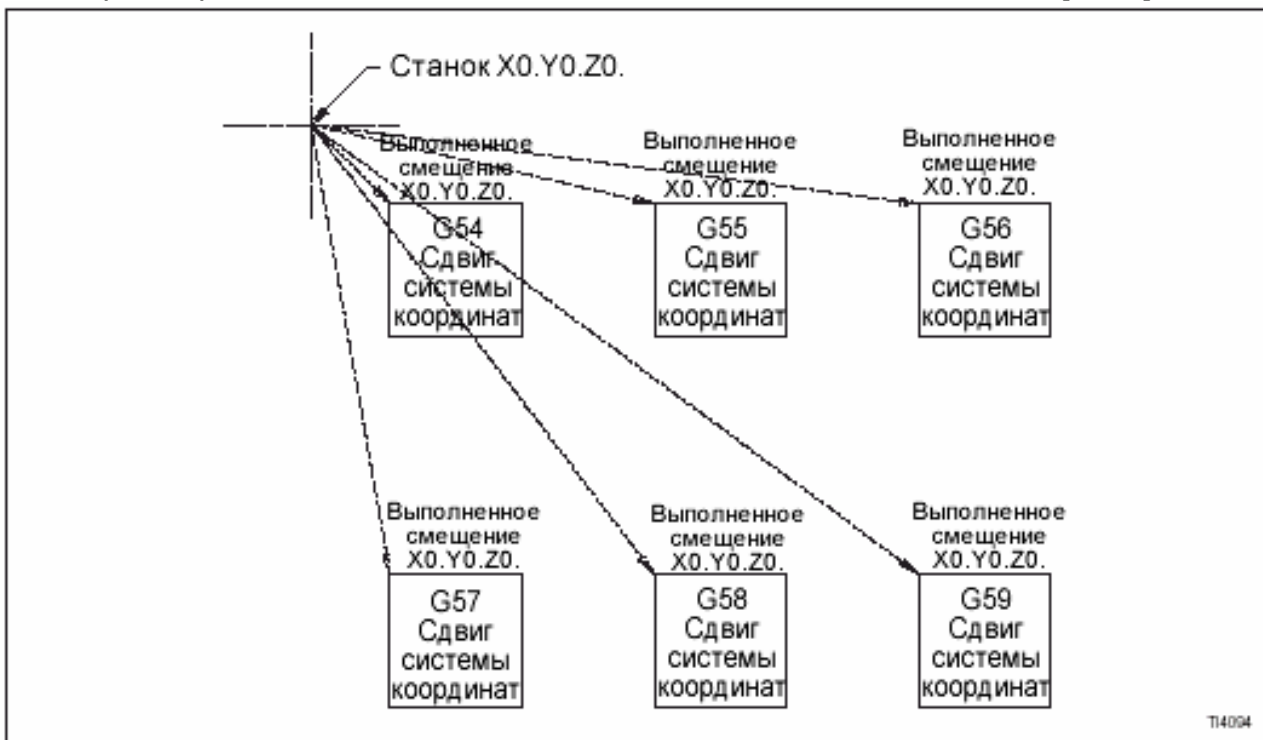


Рис.4.1 Смещения (сдвиги) типовой системы координат.

Может возникнуть необходимость сохранить в памяти высоту опорной поверхности на заготовке в качестве коррекции рабочей координаты оси X. Когда значение сохранено и активизировано, опорная поверхность заготовки приобретает значение «Z0». Рабочая координата оси Z сохраняется как ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ значение.

Коррекции рабочих координат X и Y используются для смещения (сдвига) нулевых координат X и Y, специфицированных значениями действующей рабочей координаты. Рабочая координата оси X сохраняется в качестве ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО значения, координата оси Y – ОТРИЦАТЕЛЬНОГО.

#### СМЕЩЕНИЕ ТИПОВОЙ СИСТЕМЫ РАБОЧИХ КООРДИНАТ

На рис.4.2 4.3 показано смещение системы рабочих координат, когда регистры активной программируемой системы содержат следующие значения: X8. Y-6. Z-15.75

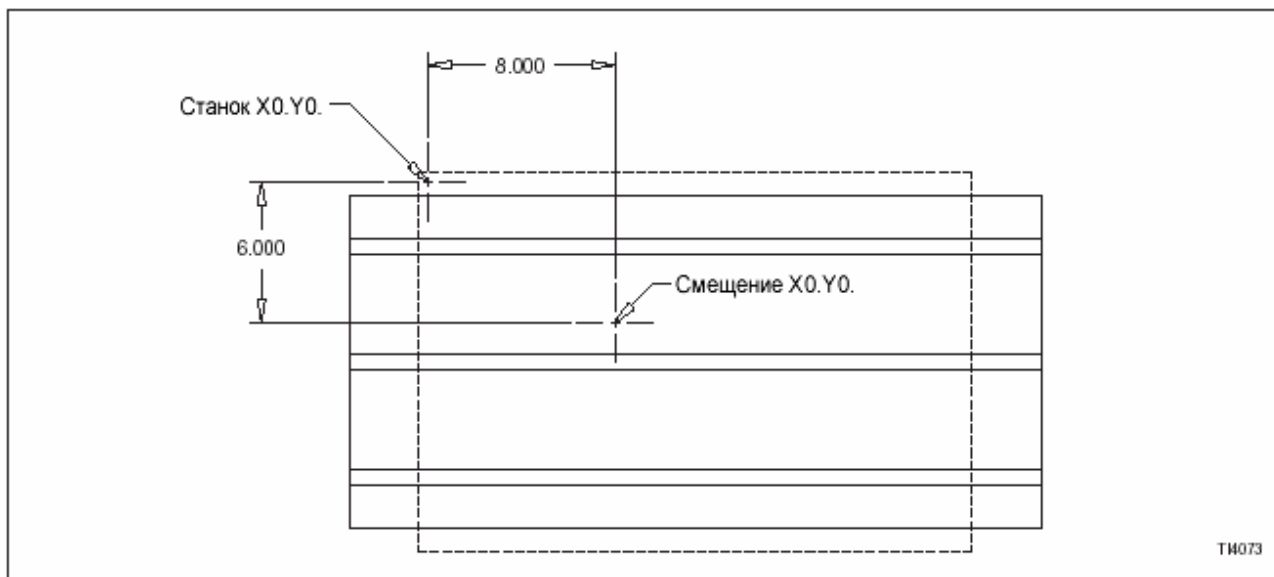


Рис. 4-2 – Смещение системы координат осей X и Y.

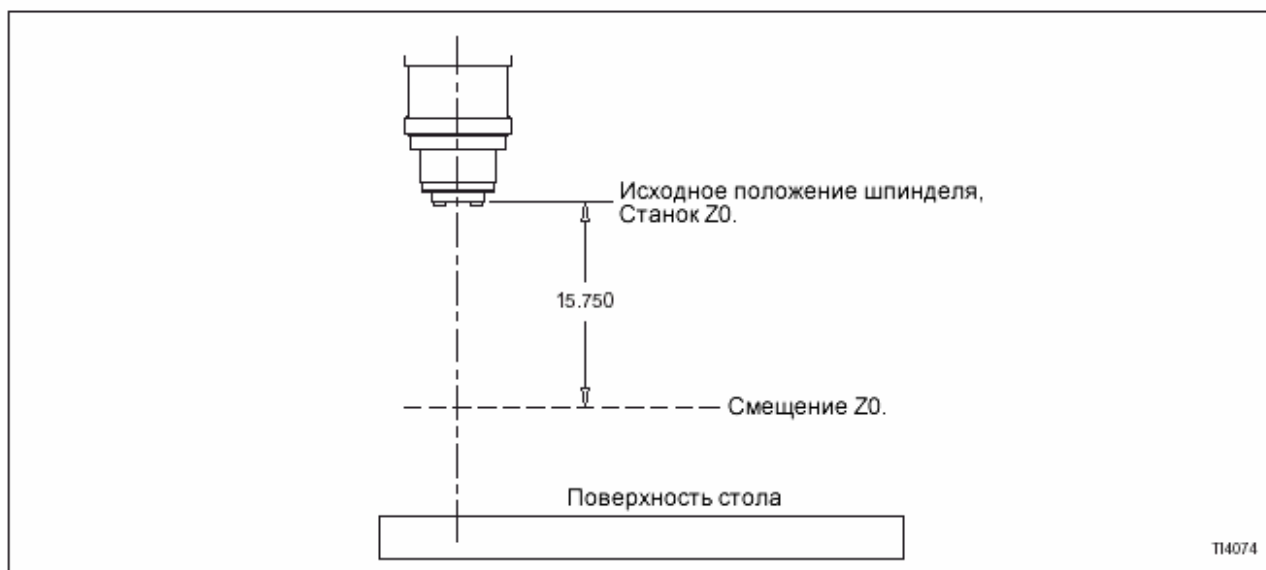


Рис. 4-3 – Смещение системы координат оси Z.

# ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ СИСТЕМЫ РАБОЧИХ КООРДИНАТ

Система управления имеет 48 вспомогательных (дополнительных) программируемых систем рабочих координат, которые выбираются с помощью команды «G54P\_\_». Фактический диапазон значений для слова P от 1 до 48.

## ВВОД ДАННЫХ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ИЗ ПРОГРАММЫ

Данные системы координат можно ввести непосредственно из программы с помощью кода G10.

Формат программирования:

G10 L2 P\_\_ X\_\_\_\_\_ Y\_\_\_\_\_ Z\_\_\_\_\_;

или  
G10 L20 P\_\_ X\_\_\_\_\_ Y\_\_\_\_\_ Z\_\_\_\_\_;

Определения информационных слов:

G10: Команда ввода данных.

L2: Установка стандартной системы рабочих координат.

P\_: Выбор модифицируемой системы рабочих координат.

P1 = Система координат G54

P2 = Система координат G55

P3 = Система координат G56

P4 = Система координат G57

P5 = Система координат G58

P6 = Система координат G59

L20: Установка вспомогательной системы рабочих координат.

P\_: P1 – P48 для установки вспомогательной сист. координат (1-48)

X\_: Величина смещения координаты оси X.

Y\_: Величина смещения координаты оси Y.

Z\_: Величина смещения координаты оси Z.

Когда действует G90 (абсолютный режим), а данные рабочих координат вводятся с помощью команды G10, программируемые данные рабочих координат ПЕРЕЗАПИСУТ данные в специальном файле системы рабочих координат.

Когда действует G91 (инкрементный режим), а данные вводятся с помощью команды G10, программируемые данные рабочих координат ДОБАВЛЯЮТСЯ в данные, находящиеся в специальном файле системы рабочих координат.

# G52 ЛОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ

## ВВЕДЕНИЕ

### - МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ –

После выполнения команды G52 активизируйте коррекцию на инструмент.

Команда G52 позволяет программисту создать подчиненную систему координат внутри действующей системы рабочих координат (G54~G59). Эта подчиненная система также называется локальной.

## АКТИВИЗИРОВАНИЕ G52

Когда строка команды G52 считывается управлением станка, начало (отсчета) действующей системы рабочих координат смещается на величины, специфицированные информационными словами X, Y и Z. См. Рис. 4.4. Нет необходимости управлять всеми тремя осями в строке команды G52.

Формат программирования: `G52 X_ Y_ Z_;`

## ОГРАНИЧЕНИЕ

1. G52 автоматически отменяется, когда программируется другая система координат. Если требуется, команда G52 должна программироваться, когда дана команда системе рабочих координат.
2. Команда на первое перемещение оси выдается после того, как G52 должна быть запрограммирована в абсолютном режиме (G90).

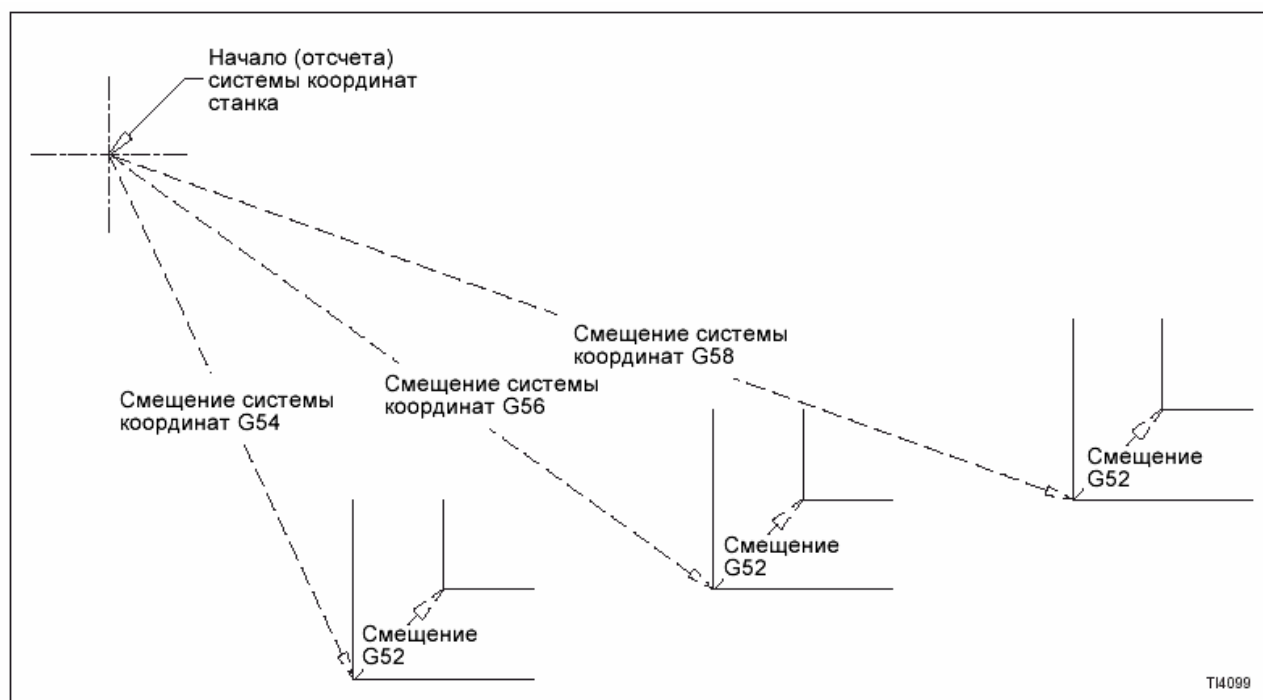


Рис. 4.4 – Смещение (сдвиг) координатной системы G52.

## ОТМЕНА G52

1. Нажмите кнопку сброса системы управления.
2. Вручную переместите оси станка в исходное положение. См. Главу 2 Руководства для оператора (M-400)
3. Запрограммируйте команду G52 с X0. Y0. Z0.

Пример:

Локальная G52 была предварительно установлена программированием «G52 X2. Y1.5;». Программирование «G52 X0. Y0. ;» стирает локальную систему координат.

4. Запрограммируйте другую систему рабочих координат.

Пример:

Если G54 была активна, когда была установлена локальная система координат, то программирование G55-59 отменит локальную систему координат.

5. Программирование смещения абсолютных координат G92 отменяет локальную систему координат.



## G92 СМЕЩЕНИЕ АБСОЛЮТНЫХ КООРДИНАТ

Команда G92 позволяет программисту изменить значение в регистрах абсолютного положения.

### **- МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ –**

**Будьте внимательны при установке регистра абсолютного положения оси Z с командой G92. Неправильная установка может привести к столкновению инструмента со столом, заготовкой или зажимным устройством во время выполнения программы.**

1. Переместите смещаемую ось (оси) в нужное положение.
2. Запрограммируйте команду G92 с нужной осью и значениями координат. См. следующие примеры:

G92 X0. Y0. Z0.	Регистры абсолютного положения оси X, Y и Z изменены на «0».
G92 X2.5	Регистр абсолютного положения оси X изменяется на «2.5».
G92 X0. Y4.25	Регистр абсолютного положения оси X изменяется на «0», а регистр абсолютного положения оси Y на «4.25»
G92 X1.25 Y3.65 Z -1.25	Регистр абсолютного положения оси X изменяется на «1.25», оси Y на «4.25», а оси Z – на «1.25».

При выполнении информационного блока G92 регистры положения при показе абсолютного положения изменяются на значения, запрограммированные в блоке G92.

### ПРИМЕЧАНИЯ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

1. Смещение системы координат G92 можно отменить, используя один из двух следующих способов:
  - Переместите оси станка в исходное положение. См. информацию в руководстве для оператора (M-400).
  - Выключите управление станка.
2. По крайней мере одна ось и координатное значение ДОЛЖНА программироваться с командой G92.
3. G92 НЕ приводит к перемещению.
4. Команду G92 можно подать в автоматическом режиме или в режиме MDI.
5. Можно изменить только ось (оси), запрограммированную с командой G92.
6. Не программируйте каких-либо других данных в блоке G92. Можно запрограммировать только команду G92 с нужной осью и координатным значением.

## ПОЛЯРНЫЕ КООРДИНАТЫ

Программирование полярных координат позволяет программисту специфицировать положение координат (угол и расстояние) относительно одной из следующих позиций:

- нулевая точка действующей в данный момент системы координат.
- текущее положение осей.

### КОДЫ G

Коды G полярных координат – модальные значения.

G15 – Выключение полярных координат.

G16 – Включение полярных координат.

### ВЫБОР ПЛОСКОСТИ

Выбор плоскости выполняется следующими командами:

G17 – Плоскость XY

G18 - Плоскость XZ

G19 - Плоскость YZ

#### - ПРИМЕЧАНИЕ –

Ниже см. «Режимы позиционирования» для определения начала (отсчета) и установки радиуса и угла перемещения.

Выбор плоскости определяет информационное слово, используемое для величины радиуса полярного перемещения, и информационное слово, специфицирующее угол перемещения.

С активной G17, слово X используется для специфицирования радиуса полярного перемещения, а слово Y используется для специфицирования угла перемещения по оси Y относительно оси X.

С активной G18, слово X используется для специфицирования радиуса полярного перемещения, а слово Z используется для специфицирования угла перемещения по оси Z относительно оси X.

С активной G19, слово Y используется для специфицирования радиуса полярного перемещения, а слово Z - для специфицирования угла перемещения по оси Z относительно оси Y.

Положительные команды перемещения угла выполняются против часовой стрелки, а отрицательные – по часовой стрелке относительно оси, которая специфицирует величину радиуса.

### РЕЖИМЫ ПОЗИЦИРОВАНИЯ

#### - ПРИМЕЧАНИЕ –

Значения радиуса и угла можно программировать независимо – как абсолютные и инкрементные значения. Нет необходимости специфицировать оба значения в одном и том же режиме позиционирования.

#### Абсолютное позиционирование

Команды на полярные перемещения (во время активного абсолютного позиционирования, G90) будут выполняться относительно нулевой точки действующей системы координат.

#### Инкрементное позиционирование

Команды на полярные перемещения (во время активного инкрементного позиционирования, G91) будут выполняться относительно текущего положения осей.

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПОЛЯРНЫХ КООРДИНАТ

Для сохранения последовательности операций в примерах программирования полярных координат, рис. 4.5 – 4.8, используйте выбор плоскости G17 (XY).

На рис. 4.6 4.7 предполагается перемещение из X0, Y0 в начальную точку. Это перемещение устанавливает основной угол, от которого проводится измерение инкрементного угла.

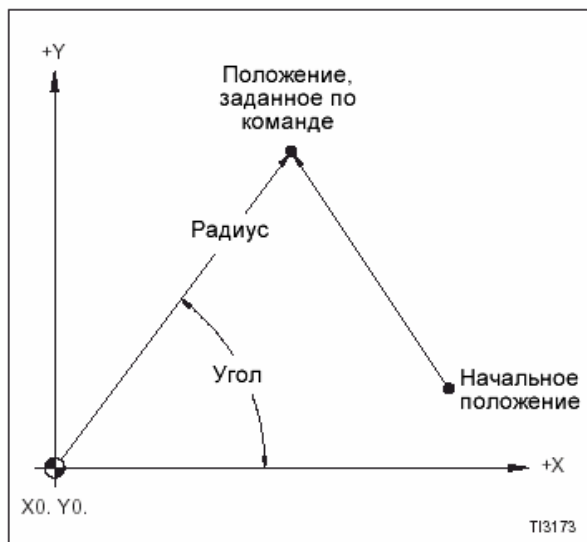


Рис. 4.5 Абсолютный радиус и угол

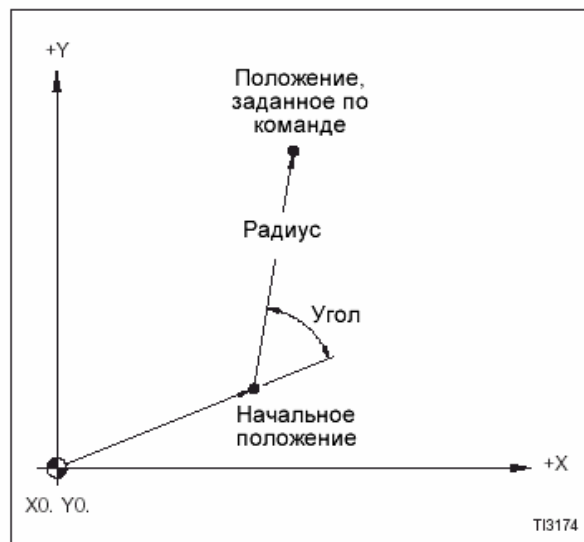


Рис. 4.6 Инкрементный радиус и угол

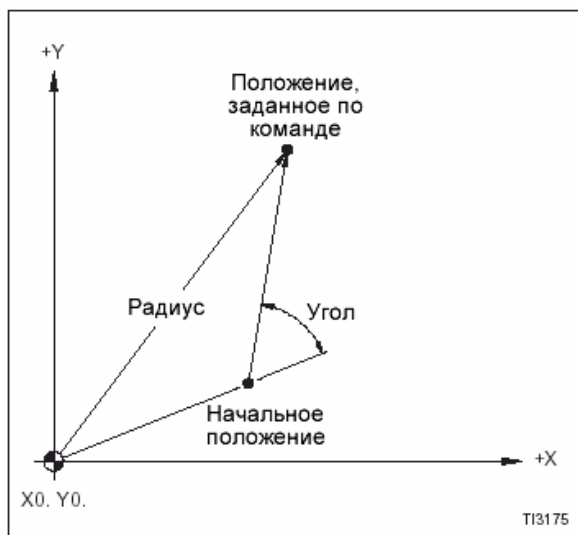


Рис.4.7 - Абсолютный радиус и инкрементный угол

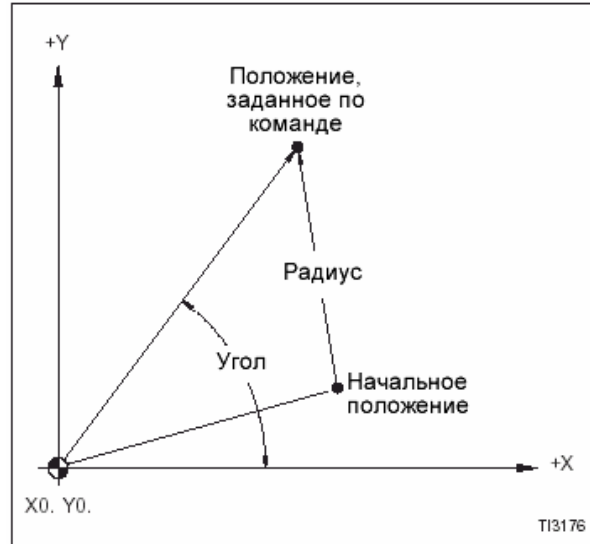


Рис. 4.8 – Инкрементный радиус и абсолютный угол

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОКРУЖНОСТИ БОЛТА

В этих сегментах на окружность просверливаются 3 отверстия. Положение  $X_0, Y_0$  для активной системы координат установлено в центре окружности болта. См. рис. 4.9.

Использование абсолютного радиуса и абсолютного угла.

G17 G90 G16 ;	Выбор плоскости XY, Абсолютное позиционирование,
G81 G98 X4. Y30. Z-1. R.1 F3.7 ;	Включение программирования полярных координат, Активизирование цикла сверления, Выбор точки отвода, Установка радиуса на 4 дюйма от $X_0Y_0$ , Установка абсолютного угла на $30^\circ$ (Отверстие #1), Глубина сверления, Точка возврата, Скорость подачи
Y150. ;	Установка абсолютного угла на $150^\circ$ (Отверстие #2)
Y270. ;	Установка абсолютного угла на $270^\circ$ (Отверстие #3)
G15 G80 ;	Выключение программирования полярных координат, Отмена цикла сверления

Использование абсолютного радиуса и инкрементного угла

G17 G90 G16 ;	Выбор плоскости XY, Абсолютное позиционирование,
G81 G98 X4. Y30. Z-1. R.1 F3.7 ;	Включение программирования полярных координат, Активизирование цикла сверления, Выбор точки отвода, Установка радиуса на 4 дюйма от $X_0Y_0$ , Установка абсолютного угла на $30^\circ$ (Отверстие #1), Глубина сверления, Точка возврата, Скорость подачи
G91 Y120. ;	Установка инкрементного угла на $120^\circ$ от предыдущего угла (Отверстие #2)
Y120. ;	Установка инкрементного угла на $120^\circ$ от предыдущего угла (Отверстие #3)
G15 G80 ;	Выключение программирования полярных координат, Отмена цикла сверления

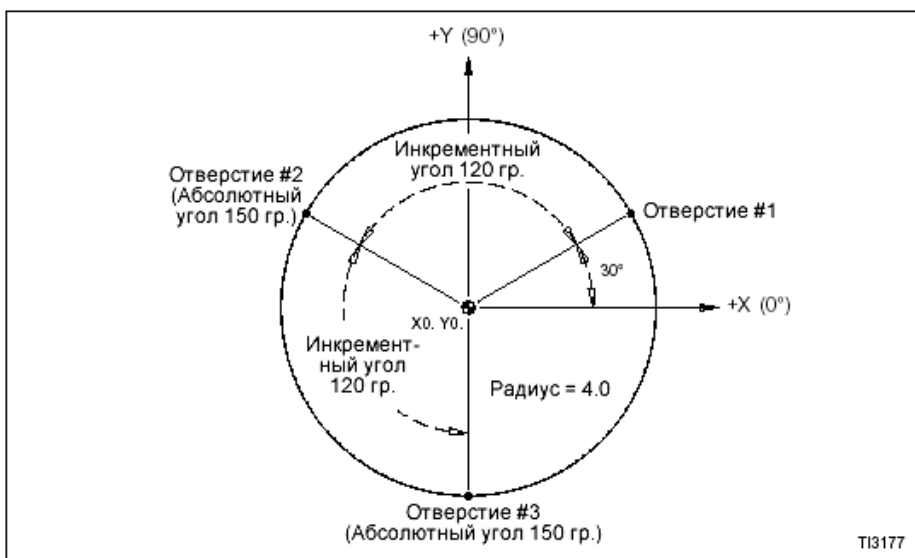


Рис. 4.9 – Окружность болта.

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

# ГЛАВА 5 – ВЫБОР ИНСТРУМЕНТА И КОРРЕКЦИЯ НА ИНСТРУМЕНТ

## УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА

Имеются три конфигурации инструментального магазина:

- Станок имеет один барабанный инструментальный магазин на 20 станций (магазин 1), расположенный слева от шпинделя станка. Это стандартная конфигурация.
- Станок имеет два барабанных инструментальных магазина на 20 станций; магазин 1 расположен слева от шпинделя станка, а магазин 2 – справа. Это вспомогательная конфигурация.
- Станок имеет один инструментальный магазин с поворотной рукой на 24 станции (магазин 1), расположенный слева от шпинделя станка. Это вспомогательная конфигурация.

Во время запрограммированной смены инструмента магазин автоматически занимает кратчайшую траекторию для перемещения выбранного инструмента в положение для смены.

## КОМАНДЫ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА

Имеются две различные команды, относящиеся к процессу смены инструмента:

1. Запрограммируйте слово T для позиционирования нужного инструмента в положение для смены инструмента. См. ниже «Инструментальный магазин»
2. Запрограммируйте команду M06 для выполнения фактической смены инструмента. См. описание команды M06 на следующей стр.

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ МАГАЗИН

Выбор инструмента выполняется с помощью команды слову T из программы обработки детали. Когда программируется действительное слово T, инструментальный магазин направляет необходимый инструмент в положение для смены.

Слово T имеет формат информационного слова T2 и следующий диапазон значений:

Один барабанный инструментальный магазин [Стандартный]:	T01 – T20
Два барабанных инструментальных магазина [Вспомогательный]:	T01 – T40
Магазин с поворотной рукой [Вспомогательный]:	T01 – T24

Со словом T недопустимо программирование с десятичной запятой.

## **КОМАНДА M06**

### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

Необходимо, чтобы слово T для нужного инструмента прогруппировалось на строке команды M06. Это гарантирует, что в положении смены инструмента будет находиться правильный инструмент в том случае, если программа обработки детали завершилась, а инструментальный магазин индексируется вручную. См. стр. 5.3

### **Барабанный инструментальный магазин**

Команда M06 обеспечивает выполнение следующих операций:

1. Ось Z перемещается в положение смены инструмента.
2. Включение воздушного обдува инструмента.
3. Ориентирование шпинделя.
4. Инструментальный магазин зажимает инструмент в шпинделе станка.
5. Шпиндель разжимает инструмент.
6. Ось Z перемещается вверх в исходное положение Z.
7. Инструментальный магазин индексируется к следующему инструменту.
8. Ось Z перемещается вниз в положение смены инструмента. Включение воздушного обдува шпинделя.
9. Шпиндель зажимает (в патроне) инструмент.
10. Инструментальный магазин разжимает (опускает) инструмент.
11. Инструментальный магазин отводится (назад).

### **Инструментальный магазин с поворотной ручкой**

Команда M06 обеспечивает выполнение следующих операций:

1. Перемещение оси Z в положение смены инструмента и ориентирование шпинделя.
2. Опустите гнездо инструментального магазина в положение смены инструмента
3. Рука для автоматической смены инструмента заменяет инструмент в положении для его смены на инструмент, находящийся в шпинделе станка.



## ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ФОРМАТ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Дается команда слову T (для необходимого инструмента) на каждой строке команды M06. Это гарантирует, что нужный инструмент находится в положении смены инструмента, если программа обработки детали остановлена, а инструментальный магазин индексирован вручную.

После окончания смены инструмента магазину дается команда индексировать следующий требуемый инструмент в положение смены.

Нижеследующий пример приводит рекомендуемый формат программирования, используемый для смен инструментов. Этот пример основан на процессе обработки, который требует наличие шести инструментов.

### ПРИМЕР:

O0100 ;	Номер программы
.	
.	
M06 T01 ;	Отмена действующей коррекции на инструмент, Перемещение оси Z в положение для смены инструмента, Ориентирование шпинделя, При необходимости, позиционирование инструмента #1 в положение для смены, Выполнение последовательной смены инструмента (Загрузка первого инструмента). Обработка заготовки 1-ым инструментом "
.	
.	
M06 T02 ;	Отмена действующей коррекции на инструмент, Перемещение оси Z в положение для смены, Ориентирование шпинделя, При необходимости - позиционирование инструмента #2 в положение для смены, Выполнение последовательной смены инструмента (Замена 1-го инструмента на 2-ой). Обработка заготовки 2-ым инструментом. "
.	
.	
M06 T03;	Отмена действующей коррекции на инструмент, Перемещение оси Z в положение для смены, Ориентирование шпинделя, При необходимости - позиционирование инструмента #3 в положение смены, Выполнение последовательной смены инструмента (Замена 2-го инструмента на 3-й). Обработка заготовки 3-им инструментом "
.	
.	

(Продолжение на следующей странице)

M06 T04 ;  
Отмена коррекции на инструмент,  
Перемещение оси Z в положение смены,  
Ориентирование шпинделя,  
При необходимости - позиционирование инструмента #4 в  
положение смены, Выполнение последовательной смены  
инструмента (Замена 3-го инструмента на 4-й)  
Обработка заготовки 4-ым инструментом  
"

.  
.  
M06 T05 ;  
Отмена действующей коррекции на инструмент,  
Перемещение оси Z в положение для смены,  
Ориентирование шпинделя,  
При необходимости - позиционирование инструмента #5 в  
положение для смены, Выполнение последовательной  
смены инструмента (Замена 4-го инструмента на 5-ый).  
Обработка заготовки 5-ым инструментом.  
"

.  
.  
M06 T06 ;  
Отмена действующей коррекции на инструмент,  
Перемещение оси Z в положение для смены,  
Ориентирование шпинделя,  
При необходимости - позиционирование инструмента #6 в  
положение смены, Выполнение последовательной смены  
инструмента (Замена 5-го инструмента на 6-й).  
Обработка заготовки 6-ым инструментом  
"

.  
.  
Окончание программы

## КОРРЕКЦИИ НА ИНСТРУМЕНТ

Файл коррекции на инструмент состоит из 200 регистров коррекций (01 - 200). Файл позволяет оператору легко выполнить регулировку после смены инструмента и избежать значительных изменений в программе обработки детали. Эти регистры используются для коррекций на длину и диаметр инструмента. Тип коррекции (длины или инструмента) определяется информационным словом, используемым для запроса коррекции.

### ПРИМЕРЫ:

Если коррекция 01 запрашивается как коррекция длины:	H01 (или H1).
Если коррекция 01 запрашивается как коррекция диаметра:	D01 (или D1).
Если коррекция 02 запрашивается как коррекция длины:	H02 (или H2).
Если коррекция 02 запрашивается как коррекция диаметра:	D02 (или D2).

### **-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Информация, имеющаяся в файлах коррекции на инструмент, НЕ преобразуется автоматически в правильные единицы измерения, когда запрограммированная команда G20 или G21 переключает программируемые единицы между дюймовыми и метрическими. Коррекция, измеряемая в нужных единицах, должна быть введена, когда система управления установлена на нужный режим – дюймовый (G20) или метрический (G21). Если G20 или G21 программируется после ввода коррекции на инструмент, то десятичная запятая будет смещена на одно место влево или вправо. Если режим запуска – G20 (дюймовый), а программа переключается на G21 (метрический), то десятичная запятая коррекции будет смещена на одно место вправо. Если режим запуска – G21 (метрический), а программа переключается на G20 (дюймовый), то десятичная запятая коррекции перемещается на одно место влево.**

## КОРРЕКЦИЯ НА ДЛИНУ ИНСТРУМЕНТА (СЛОВО H)

Коррекции длины смещают исходную точку шпинделя от лицевой поверхности шпинделя к режущей кромке инструмента. Это значение вводится в регистр коррекции в качестве положительного значения. См. Рис. 5.1. Коррекции длины инструмента активизируются командой G43 с действительным словом H из программы обработки детали. Управление станка использует значение в специфицированном регистре коррекции для правильного позиционирования инструмента на оси Z. Слово H имеет формат информационного слова H3, с действительным диаметром от «H00» до «H200».

Когда управление считывает «H1» - «H200» из программы обработки детали, специфицированная коррекция активизирована для компенсации длины. Со словом H программирование десятичной запятой не допускается.

Когда управление считывает «H00» или команду «G49» (Отмена коррекции на длину), действующая в данный момент коррекция на длину отменяется.

Оператор станка может выполнить регулировку регистра для компенсации износа или изменения. Регулировка износа инструмента представляет собой обычно отрицательные значения, которые добавляются в регистре коррекции.

## КОРРЕКЦИЯ НА ДИАМЕТР ИНСТРУМЕНТА (СЛОВО D)

Расстояние от режущей кромки до центра инструмента. Коррекции на диаметр смещают опорную (исходную) точку шпинделя от осевой линии шпинделя к режущей кромке инструмента. Это значение вводится в регистр в качестве положительного. См. рис. 5.1.

Коррекции на диаметр активизируются посредством программирования команды коррекции (G41 или G42) с действительным словом D из программы обработки детали. Когда эта команда действует, управление станка использует значение в специфицированной коррекции на инструмент для правильного позиционирования инструмента на осях X и Y. Слово D имеет формат D3 с диапазоном от "D00" до "D200".

Когда управление считывает "D1" – "D200" из программы обработки детали, специфицированная коррекция на инструмент запускается для компенсации диаметра. Программирование десятичной запятой не допускается со словом D.

Когда управление считывает "D00" или команду G40 (отмена компенсации диаметра), действующая коррекция на диаметр отменяется.

Оператор станка может производить регулировку в регистре коррекции на инструмент для компенсации износа или изменения. Все регулировки для износа инструмента являются отрицательными значениями, которые добавляются в величину в регистре.

См. главу 2 "Коррекция на инструмент", команда коррекции.

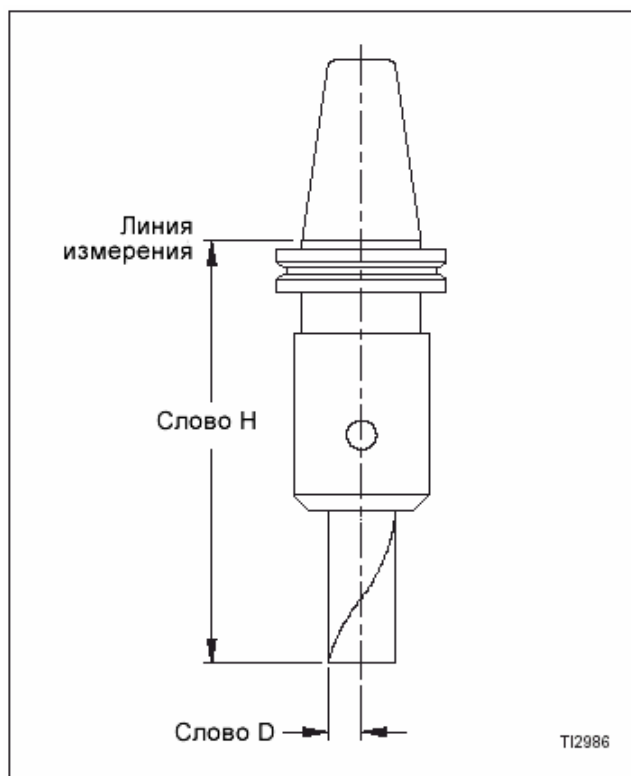


Рис. 5.1. – Определение слова H и D.

## ВВОД КОРРЕКЦИЙ НА ИНСТРУМЕНТ ИЗ ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

Коррекции на инструмент можно ввести из программы обработки детали, используя код G10.

Когда действует код G90 (абсолютный режим), величина R, запрограммированная в блоке G10, перезаписывает значения, содержащиеся в выбранном регистре коррекции на инструмент.

Когда действует G91 (инкрементный режим), величина R, запрограммированная в блоке G10, будет добавлена в величину, содержащуюся в выбранном регистре.

Формат программирования:

G10 L10 P\_\_\_\_\_R\_\_\_\_\_ ;

G10: Команда ввода данных

L10: Установка регистров коррекции на инструмент

P: Выбор изменяемого регистра коррекции на инструмент (1-200)

R: Вводимая величина коррекции на инструмент

ПРИМЕР 1: G10 G90 L10 P6 R6.85;

Величина "6.85" накладывается на величину, имеющуюся в данный момент в коррекции #6.

ПРИМЕР 2: G10 G91 L10 P12 R.5;

Величина ".5" добавляется в коррекции на инструмент #12.

## АКТИВИЗИРОВАНИЕ КОРРЕКЦИЙ НА ИНСТРУМЕНТ

Коррекции на длину запускаются командой G43 и словом T. Коррекции на диаметр приводятся в действие командой G41 или G42 и словом D. Номера, запрограммированные со словами H и D, определяют, какие коррекции следует использовать с выбранным инструментом. Ниже См. сегменты типовой программы.

### СЕГМЕНТ #1 ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

Коррекция на длину инструмента: N0120 G43 Z\_H12;

Блок N120, величина в регистре 12, выбрана для компенсации длины.

Коррекция на инструмент активизирована, а станок выполняет компенсированное перемещение в координату оси Z.

### СЕГМЕНТ #2 ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

#### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

В блоке N0270 система управления только требует перемещения на оси X или Y для получения компенсации диаметра инструмента. Допускается, но не требуется перемещение по обеим осям.

Коррекции на длину и диаметр инструмента: N0260 G43 Z\_H7;  
N0270 (641 или 642) X\_Y\_D8;

Блок N260, величина в регистре 7, выбрана для компенсации длины инструмента. Коррекция на инструмент активизирована, и станок выполняет компенсированное перемещение в координату оси Z.

Блок N0260, величина в регистре 8, выбрана для компенсации диаметра инструмента. Коррекция на инструмент активизирована, и станок выполняет компенсированное перемещение в координаты оси X и Y.

Когда коррекция на инструмент программируется в блоке, содержащем перемещение оси, передвижение по коррекции вычисляет с запрограммированным положением оси, что вызывает перемещение направляющих непосредственно в скорректированное положение оси на запрограммированной скорости подачи.

## ОТМЕНА КОРРЕКЦИЙ НА ИНСТРУМЕНТ

“D00” или команда G40 используется для отмены активной коррекции на диаметр инструмента (слово D). Следующее программируемое перемещение оси X или Y отменяет эту коррекцию и перемещает осевую линию шпинделя в запрограммированное положение X или Y.

“H00” или команда G49 используется для отмены активной коррекции на длину (слово H). Следующее запрограммированное перемещение оси Z отменяет коррекцию длины и перемещает лицевую поверхность шпинделя в запрограммированное положение оси Z.

Коррекции на инструмент также отменяются, когда нажата клавиша сброса или станок выключен.

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**



# ГЛАВА 6 – СТАНДАРТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

## ВВЕДЕНИЕ

Стандартное фрезерование связано с программированием фрезеровочных инструментов (фрезы) “от конца к концу”, с коррекцией на фрезу или без нее.

См. следующие главы, описывающие автоматические циклы:

Глава 7 – Фрезерование глубоких выемок (карманов)

Глава 8 – Циклы сверления

Глава 9 – Циклы расточки

Глава 10 – Циклы нарезания резьбы метчиком.

Способ программирования будет изменяться в зависимости от того, используется абсолютное программирование (G90) или инкрементное (G91). Все типовые программы в данной главе предназначены для абсолютного программирования.

## G90/G91 ПРОГРАММИРОВАНИЕ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

G90 выдает команду на абсолютное программирование. Все перемещения оси (выполняемые по команде), будут соотноситься с нулевым положением оси X, Y и Z. G90 – модальная команда и остается активной до ее отмены командой G91.

G91 выдает команду на инкрементное программирование. Все перемещения оси (выполняемые по команде) будут соотноситься с текущими положениями оси. G91 – модальная команда и остается активной до ее отмены командой G90.

## КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕКЦИИ

Коэффициенты коррекции (поправочные коэффициенты) включают в себя коды коррекции и коррекции на инструмент. Управление смещает действительное положение режущего инструмента с помощью команды G41 или G42 и активной коррекции для позиционирования режущей кромки в нужном положении для обработки заготовки.

## КОМПЕНСАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА

Компенсация идентифицирует направление перемещения резца относительно заготовки. Эти данные позволяют ЧПУ правильно компенсировать диаметр режущего инструмента. Программист записывает программу обработки детали таким образом, чтобы осевая линия инструмента соответствовала обрабатываемой поверхности заготовки.

### G41 Режущий инструмент слева от заготовки

Когда шпиндель вращается вперед (M03), G41 используется для фрезерования с постепенным подъемом. Когда шпиндель вращается назад (M04), G41 используется для обычного фрезерования.

### G42 Режущий инструмент справа от инструмента

Когда шпиндель вращается вперед (M03), G42 используется для обычного фрезерования. Когда шпиндель вращается обратно (M04), G42 используется для фрезерования с постепенным подъемом.

См. главу 2, дополнительная информация по коррекции (компенсации).

## КОМПЕНСАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА (КОРРЕКЦИЯ НА ИНСТРУМЕНТ).

### Коррекция на длину инструмента

Программируется командой G43 и словом H, которое имеет действительный диапазон от "H0" до "H200". Со словом H не допускается программирование десятичной запятой. Программирование "H0" или команда G49 отменяет активную коррекцию на длину. См. Главу 5, дополнительная информация.

### Коррекция на диаметр

Программируется командой G41 или G42 и словом D, которое имеет действительный диапазон от "D0" до "D200". Со словом D не допускается программирование десятичной запятой. Программирование "D0" или команда G40 отменяет активную коррекцию на диаметр инструмента. См. Главу 5.

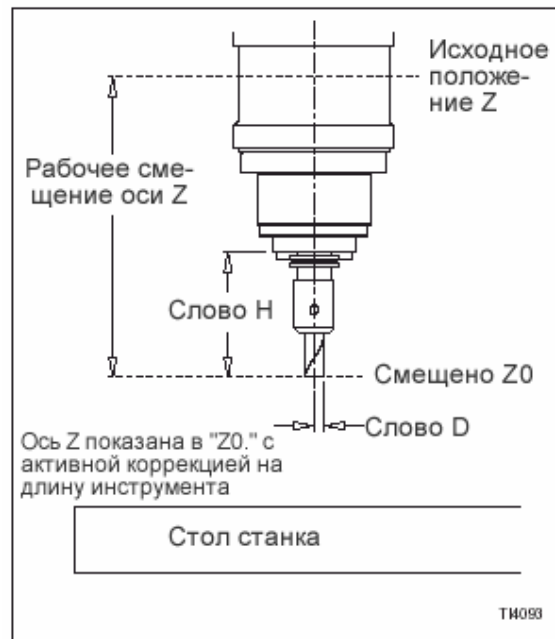


Рис. 6.1 - Определения слов H и D.

## ПРИМЕР ПРОГРАММИРОВАНИЯ

### СПЕЦИФИКАЦИИ:

Z0: Поверхность детали

Материал: Литейный чугун (220 BHN)

В этой типовой программе заготовка, показанная на рис. 6.2, обрабатывается следующим образом:

### Последовательность 1: Фрезерование внешнего контура

Тип инструмента: Концевая (торцевая) фреза для грубой обработки, диаметр 1 дюйм (HSS – быстрорежущая сталь)

# Инструмента: 4

### Последовательность 2: Фрезерование литевой выемки

Тип инструмента: Концевая (торцевая) фреза для грубой обработки, диаметр 1 дюйм (HSS)

# Инструмента: 4

### Последовательность 3: Фрезерование горизонтального лаза в лицевой (торцевой) поверхности.

Тип инструмента: Дисковая фреза, диаметр 0.5×3.0 дюйма

# Инструмента: 4

G90 (абсолютное программирование) и G94 (скорость подачи д./мин.) – это значения по умолчанию (включение питания) и в данном примере активны.

Угол заготовки установлен на X0, Y0, а поверхность заготовки установлена на Z0 с помощью системы рабочих координат G54. См. главу 4, информация по программируемым системам рабочих координат.

Сегмент типовой программы начинается на стр. 6-4. Каждая последовательность в сегменте программирования перечислена на отдельной странице с иллюстрацией, которая показывает координаты начальной и конечной точек, а также любые другие соответствующие положения координат.

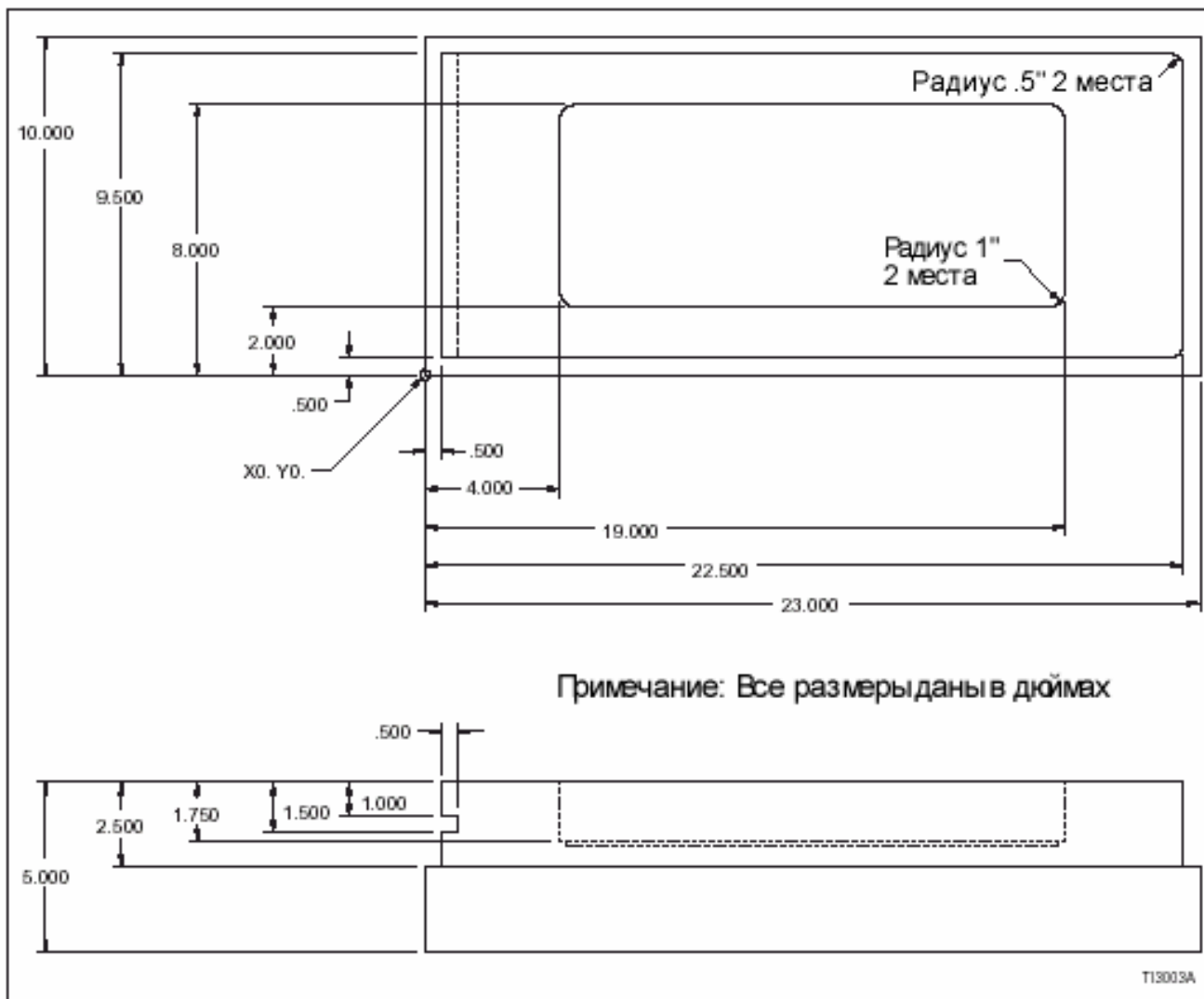


Рис. 6.2 – Размеры типовой заготовки.

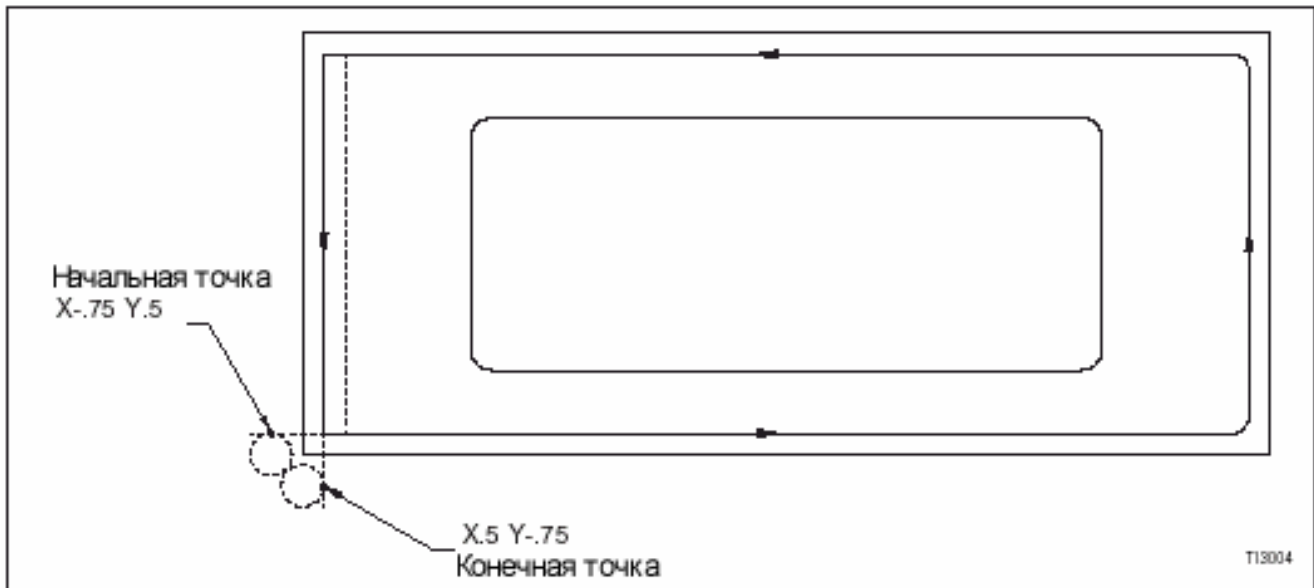


Рис. 6.3 – Типовая (стандартная) заготовка: Траектория перемещения инструмента (внешний контур).

### Сегмент типовой программы

N90 M06 T4 ;	Последовательность смены инструмента
N100 G00 G90 X-1. Y-.5 ;	Режим позиционирования, абсолютное позиционирование, быстрое перемещение в X-1. Y - .5
N110 G43 H3 Z-2.5 S267 M13 ;	Активизирование коррекции на длину с использованием коррекции #3, Быстрое перемещение в начальную точку Z, Перемещение шпинделя вперед (скорость 267 об./мин.), Включение охлаждения.
N130 G01 G42 X-.75 Y.5 D4 F8. ;	Активизирование коррекции на диаметр с использованием коррекции #4, Подача в начальную точку X и Y (Рис. 6.3), Скорость подачи 8д./мин.
N140 X22. ;	Подача на X22. Y.5
N150 G03 X22.5 Y1. R.5 ;	Круговая интерполяция, Радиус 0.5 дюйма
N160 G01 Y9. ;	Линейная интерполяция, Подача на X22. Y9.
N170 G03 X22. Y9.5 R.5 ;	Круговая интерполяция, Радиус 0.5
N180 G01 X.5 ;	Линейная интерполяция, Подача на X.5 Y9.5
N190 G01 Y-.75 ;	Линейная интерполяция, Подача на X.5 Y - .75
N200 G00 Z.1 ;	Быстрое перемещение инструмента над поверхностью заготовки
	(продолжение на следующей странице)

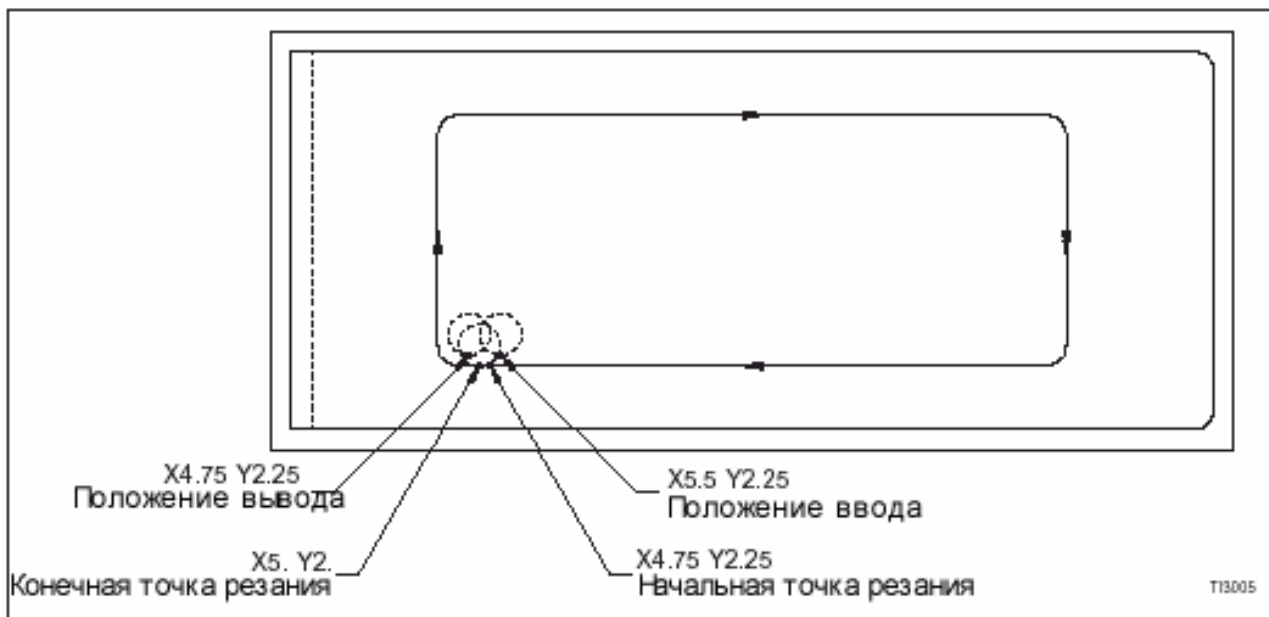


Рис. 6.4 = Типовая (стандартная) заготовка: Траектория перемещения инструмента (контур глубокой выемки).

N210 X5.5 Y2.25

Быстрое перемещение в положение ввода X и Y (рис. 6.4)

N220 Z-1.5

Быстрое перемещение на Z – 1.5

N230 G01 Z-1.75 F8.

Линейная интерполяция, Подача на глубину, Скорость подачи 8д./мин.

N240 X5.25 Y2.

Подача в начальную точку резания

N250 X5.

Подача на X5.

N260 G02 X4. Y3. R1.

Круговая интерполяция, Радиус 1 дюйм

N270 G01 Y7.

Линейная интерполяция, Подача на Y7.

N280 G02 X5. Y8. R1.

Круговая интерполяция, Радиус 1 дюйм

N290 G01 X18.

Линейная интерполяция, Подача на X18.

N300 G02 X19. Y7. R1.

Круговая интерполяция, Радиус 1 дюйм

N310 G01 Y3.

Линейная интерполяция, Подача на Y3.

N320 G02 X18. Y2. R1.

Круговая интерполяция, Радиус 1 дюйм

N330 G01 X5.

Линейная интерполяция, Подача на X5.

N340 X4.75 Y2.25

Перемещение для отвода заготовки на осях X и Y

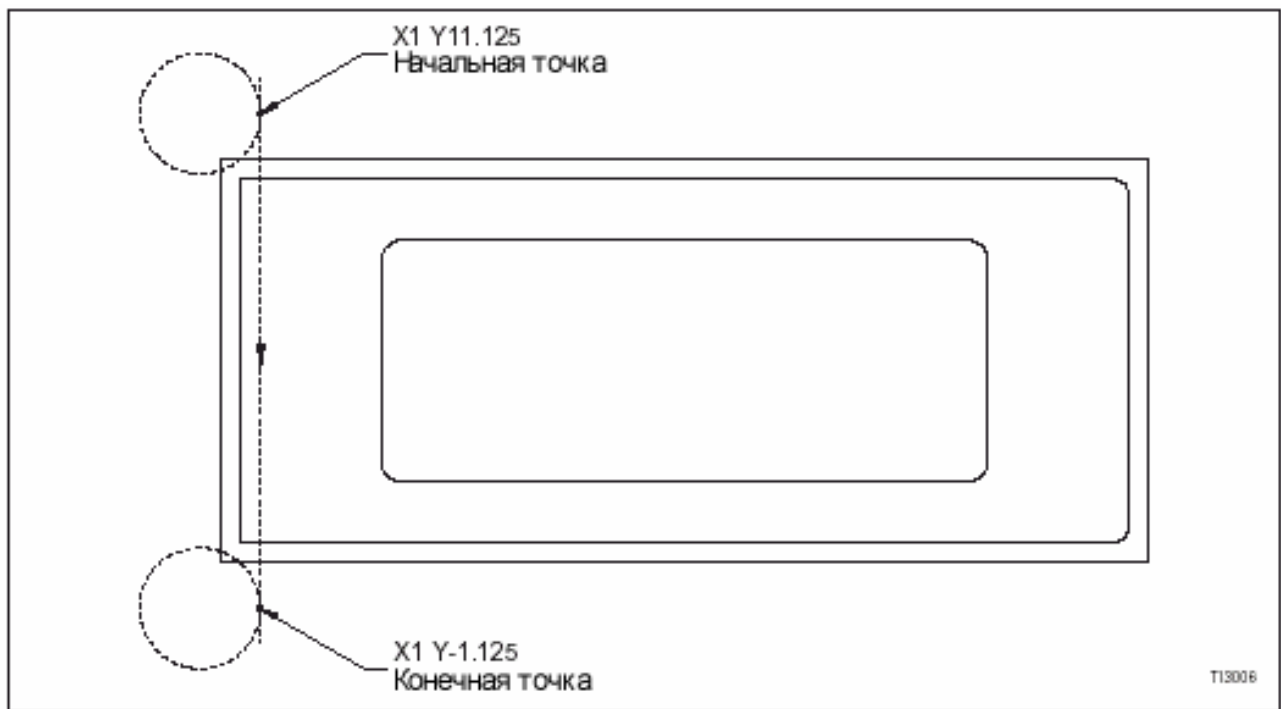


Рис. 6.5 – Типовая (стандартная) заготовка: Траектория перемещения инструмента (горизонтальный паз).

N350 M06 T5 ;	Последовательность смены инструмента
N360 G00 G90 X-1.25 Y11.25 ;	Режим позиционирования, Абсолютное позиционирование, Быстрое перемещение на X – 1.25 Y11.25
N370 G43 H5 Z-1.5 S89 M13 ;	Активизирование коррекции #5 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальную точку Z, Перемещение шпинделя вперед, скорость 89 об./мин., Включение охлаждения
N390 G01 G42 X1. Y11.125 D6 F4. ;	Линейная интерполяция, Активизирование коррекции #6 на диаметр инструмента, Подача в начальную точку X и Y (рис. 6.5), Скорость подачи 4д./мин.
N400 Y-1.125 ;	Подача на X1. Y – 1.125
N410 G00 Z.1 ;	Быстрое перемещение инструмента над поверхностью заготовки
.	
.	

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**



# ГЛАВА 7 – ФРЕЗЕРОВАНИЕ ГЛУБОКИХ ВЫЕМОК (КАРМАНОВ)

## ВВЕДЕНИЕ

Коды фрезерования глубоких выемок, описанные в этой главе, позволяют программисту определить, какую выемку необходимо фрезеровать – круглую или прямоугольную. Соответствующий код программируется с информационными словами, которые специфицируют необходимую информацию для правильной обработки выемки (кармана).

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Все ссылки на обычное фрезерование или фрезерование с постепенным подъемом основаны на вращении фрезы вперед (M03 или M13).

## КОДЫ G ФРЕЗЕРОВАНИЯ ГЛУБОКИХ ВЫЕМОК

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

См. стр. 7-2 “Коды M фрезерования глубоких выемок (карманов)” – коды, используемые для программирования этого вида фрезерования, если станок имеет измерительную головку.

Четыре кода G используются для фрезерования глубоких выемок, если станок не имеет опцию контактной измерительной головки. См. рис. 7.1.

G12 – Круглая выемка, перемещение по ч. с. (Обычное фрезерование)

G13 - Круглая выемка, перемещение против ч. с. (Фрезерование с подъемом)

G71 – Прямоугольная выемка, перемещение по ч. с. (Обычное фрезерование)

G72 - Прямоугольная выемка, перемещение против ч.с.(Фрезер. с подъемом)

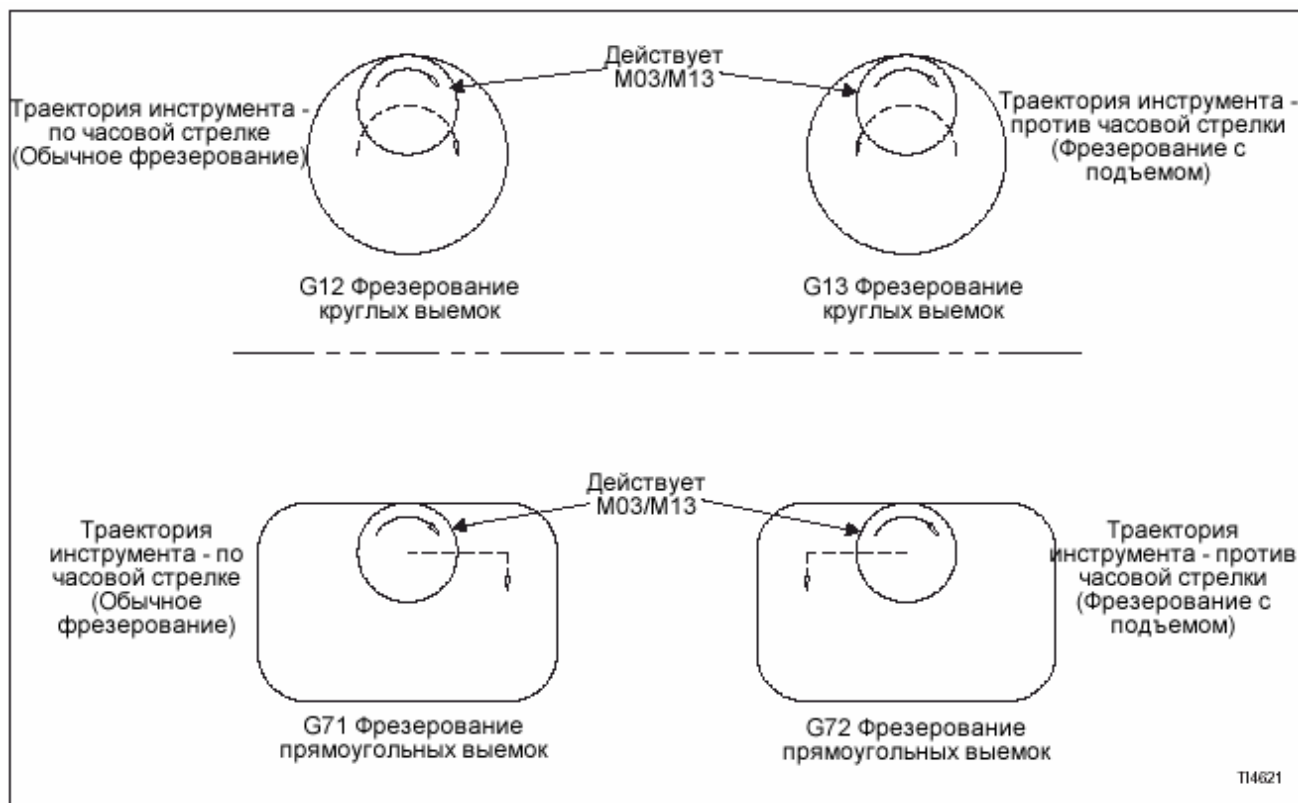


Рис. 7.1 –Определение кодов G (фрезерование глубоких выемок)

# КОДЫ M ФРЕЗЕРОВАНИЯ ГЛУБОКИХ ВЫЕМОК

## -ПРИМЕЧАНИЕ-

См. стр. 7-1, коды G, используемые для программирования фрезерования глубоких выемок, если станок не имеет опции измерительной головки.

Четыре кода M используются для программирования этого вида фрезерования, если станок оснащен контактной измерительной головкой. См. рис. 7.2.

M100 – Круглая выемка, перемещение по ч. с. (обычное фрезерование)

M101 - Круглая выемка, перемещение против ч. с. (фрезерование с подъемом)

M102 – Прямоугольная выемка, перемещение по ч. с. (обычное фрезерование)

M103 - Прямоугольная выемка, перемещение против ч. с. (фрезерование с подъемом)

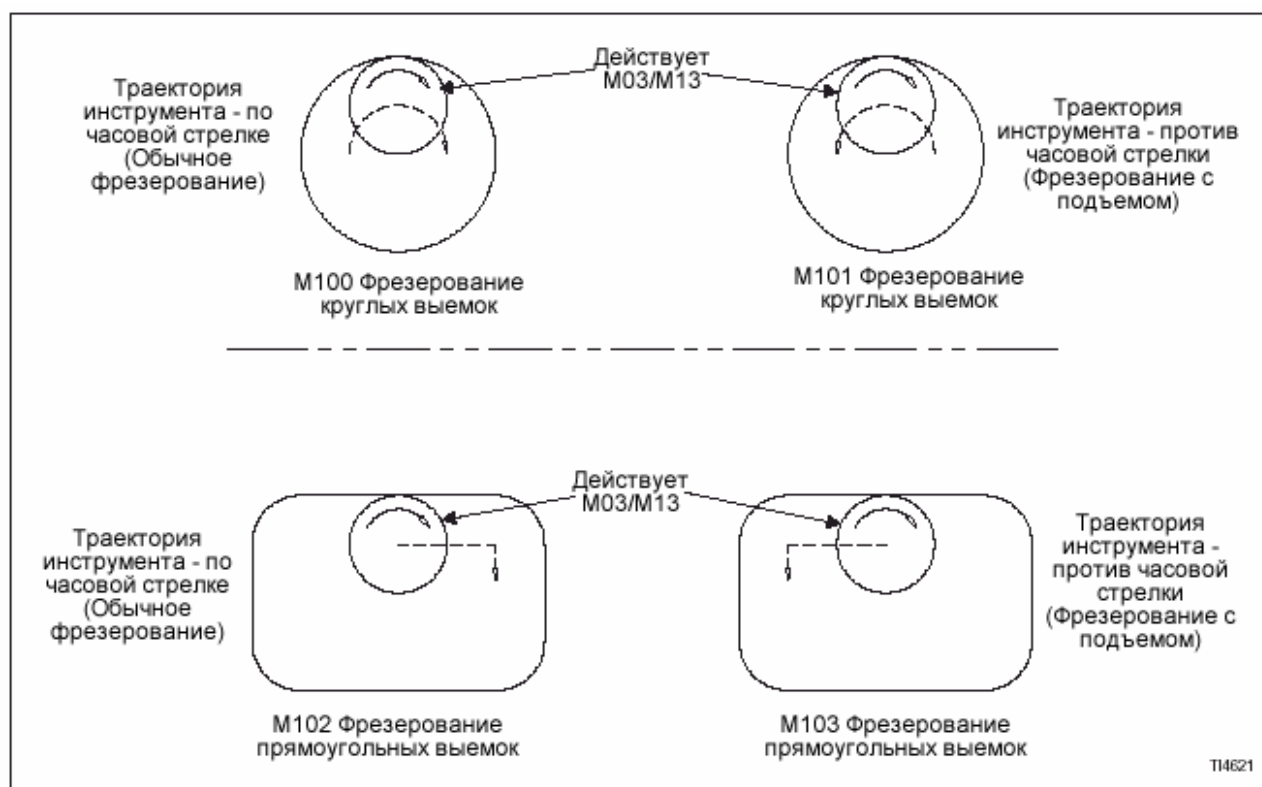


Рис. 7.2 – Определение кодов M (фрезерование глубоких выемок)

# КОРРЕКЦИИ НА ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ГЛУБОКИХ ВЫЕМОК (КАРМАНОВ)

## -ПРИМЕЧАНИЕ-

Независимо от того, какая память активизирована (В или С), слово D используется в информационном блоке фрезерования для запроса величины радиуса инструмента.

### Память В коррекции на инструмент.

Если действует память В, то активизированы следующие регистры коррекции.

Слово D (диаметр)

Геометрия  
Износ

Загрузите значение радиуса резца в неиспользованный **регистр коррекции на износ**. Слово D в информационном блоке будет использоваться для запроса величины радиуса.

### Память С коррекции на инструмент (Опция).

Если действует память С, то активизируются следующие регистры коррекции:

Слово D (диаметр)

Геометрия  
Износ

Слово H (длина)

Геометрия  
Износ

Загрузите значение радиуса резца в неиспользованный **регистр коррекции на износ H**. Слово D в информационном блоке фрезерования глубоких выемок будет использоваться для запроса величины радиуса.

## ФРЕЗЕРОВАНИЕ КРУГЛЫХ ГЛУБОКИХ ВЫЕМОК (КАРМАНОВ)

Этот вид фрезерования можно использовать для черновой обработки выемки или для выполнения чистового прохода на выемке, которая перед этим подверглась черновой обработке.

Подайте инструмент на нужную глубину оси Z в центре глубокой выемки (кармана) перед активизированием команды кода G или M,

Инструмент возвращается в центр выемки после ее фрезерной обработки.

### ЧЕРНОВАЯ ОБРАБОТКА

#### Форматы фрезерования

G (12 или 13) I\_ K\_ Q\_ D\_ F\_; (станок не имеет контактной измерительной головки)

M (100 или 101) I\_ K\_ Q\_ D\_ F\_; (станок оснащен опцией контактной измерительной головки)

#### Описание информационных слов.

G12: Круглая выемка, перемещение по часовой стрелке (обычное фрезерование)

G13: Круглая выемка, перемещение против часовой стрелки (фрезерование с подъемом)

M100: Круглая выемка, перемещение по часовой стрелке (обычное фрезерование)

M101: Круглая выемка, перемещение против часовой стрелки (фрезерование с подъемом)

I: Начальный радиус

K: Конечный радиус выемки

Q: Инкрементное расстояние между проходами резца (значение радиуса)

D: Номер регистра коррекции, содержащего радиус резца

F: Скорость подачи на резец (рабочей подачи)

См. рис 7.3.

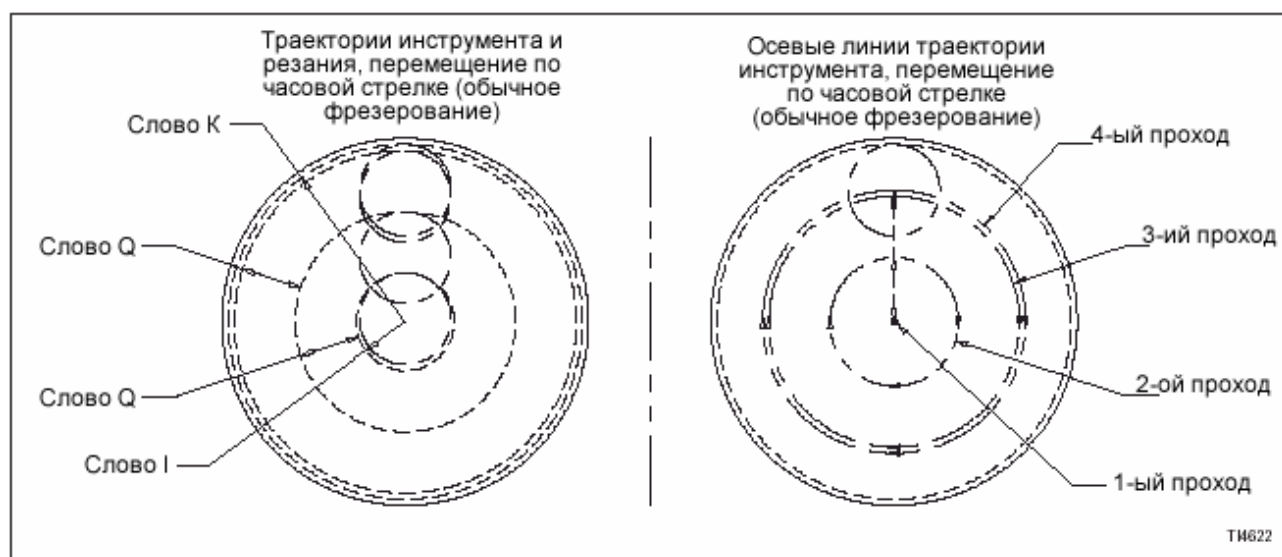


Рис. 7.3 – Черновое фрезерование глубокой выемки.

## Сегмент типовой программы

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Следующий сегмент программы предназначен для станка, не оснащенного опцией измерительной головки.

Замените G12 на M100 для использования этого сегмента на станке с опцией измерительной головки.

N2 (ЧЕРНОВАЯ ОБРАБОТКА 0.75 КОНЦЕВОЙ ФРЕЗОЙ);

M6 T2;

G0 G90 X3. Y-3.;

G43 H2 Z.1 S1200 M13;

G1 Z -.375 F15;

G12 I.4 K1.48 Q.5 D20 F20;

G0 Z.1;

G91 G30 Z0 M19;

M01;

Последовательность смены инструмента

Режим позиционирования, абсолютное позиционирование, перемещение в центр выемки

Активизирование коррекции #2 на длину инструмента, быстрое перемещение в начальную точку оси Z, вращение шпинделя вперед – 1200 об./мин., включение охлаждения

Подача на глубину

Выполнение фрезерования круглых выемок

Быстрый отвод оси Z от заготовки

Быстрое перемещение в положение для смены инструмента, ориентирование шпинделя

Вспомогательная остановка

## ОДНОКРАТНЫЙ ПРОХОД ДЛЯ ЧИСТОЙ ОБРАБОТКИ

### Форматы программирования

G (12 или 13) I\_K\_Q\_D\_F\_; (станок без измерительной головки)

M (100 или 101) I\_K\_Q\_D\_F\_; (станок с измерительной головки)

### Определения информационных слов

#### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Величина, специфицированная для слова R, **должна** быть меньше, чем радиус чистовой обработки выемки минус радиус инструмента. Это предотвращает зацепление инструмента с заготовкой во время быстрой продольной подачи. См. определение слова I для радиуса выемки при чистовой обработке.

- G12 Круглая выемка, перемещение по часовой стрелке (обычное фрезерование)
- G13 Круглая выемка, перемещение против часовой стрелки (фрезерование с подъемом)
- M100 Круглая выемка, перемещение по часовой стрелке (обычное фрезерование)
- M101 Круглая выемка, перемещение против часовой стрелки (фрезерование с подъемом)
- I Радиус выемки при чистовой обработке
- R Расстояние (при быстрой подаче) для приближения и выхода из операции резания. Измеряется от начальной точки, находящейся в центре выемки
- D Номер регистра коррекции, содержащего значение радиуса резца
- F Скорость подачи на резец

См. рис. 7.4.

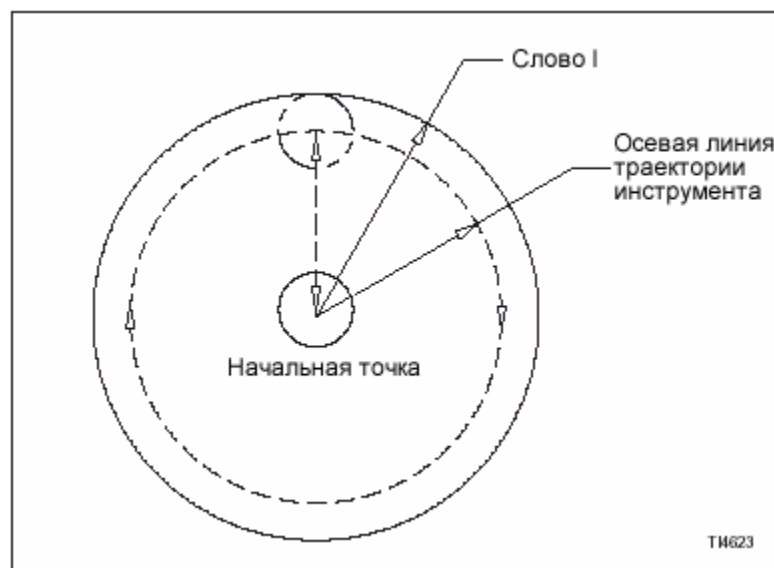


Рис. 7.4 – Чистовое фрезерование круглых глубоких выемок.

## Сегмент типовой программы

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Этот сегмент предназначен для станка, не оснащенного опцией измерительной головки.

Замените G12 на M100 для использования этого сегмента на станке с опцией измерительной головки.

N2 (КОНЦЕВАЯ ФРЕЗА ДЛЯ ЧИСТОВОЙ  
ОБРАБОТКИ ВЫЕМКИ .5)

M6 T3;

G0 G90 X3. Y-3.;

G43 H3 Z.1 S2500 M13;

G1 Z -.375 F25;

G12 I1.5 R1.25 Q.5 D30 F25;

G0 Z.1;

G91 G30 Z0 M19;

M01;

Последовательность смены инструмента

Режим позиционирования, абсолютное позиционирование, перемещение в центр выемки

Активизирование коррекции #3 на длину инструмента, быстрое перемещение в начальную точку оси Z, вращение шпинделя вперед на скорости 2500 об./мин., включение охлаждения

Подача на глубину

Выполнение фрезерования круглой выемки

Быстрое перемещение оси Z от заготовки

Быстрое перемещение в положение для смены инструмента, ориентирование шпинделя

Вспомогательная остановка

## ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ГЛУБОКИХ ВЫЕМОК

Этот вид фрезерования можно использовать для черновой обработки прямоугольной или квадратной выемки.

Подайте инструмент на нужную глубину оси Z в центре выемки перед командой кода G или M.

Инструмент останавливается в задней части выемки после завершения его обработки. Координата оси X конечной точки будет равна координате оси X последнего прохода резания. Координата оси Y конечной точки будет равна координате оси Y начальной точки.

### ЧЕРНОВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ ГЛУБОКИХ ВЫЕМОК

#### Форматы программирования.

G (71 или 72) X\_ Y\_ Q\_ D\_ F\_ ; (Станок без опции измерительной головки)

M (102 или 103) X\_ Y\_ Q\_ D\_ F\_ ; (Станок с опцией измерительной головки)

#### Определение информационных слов

G71	Обычное фрезерование, перемещение по часовой стрелке
G72	Обычное фрезерование, перемещение против часовой стрелки
M102	Обычное фрезерование, перемещение по часовой стрелке
M103	Обычное фрезерование, перемещение против часовой стрелки
X	Длина выемки на оси X
Y	Длина выемки на оси Y
Q	Инкрементное расстояние между проходами резания
D	Номер регистра коррекции, содержащего значение радиуса резца
F	Скорость подачи на резку

См. рис. 7.5.



## Сегмент типовой программы

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Следующий сегмент программы предназначен для станка, не оснащенного опцией измерительной головки.

Замените G72 на M103 для использования на станке с контактной измерительной головкой.

N5 (.5 КОНЦЕВАЯ ФРЕЗА);

M6 T5;

G0 G90 X2. Y-1.;

G43 H4 Z.1 S1500 M13;

G1 Z-.1875 F20;

G72 X5. Y3. Q.3 D15 F20;

G0 Z.1;

G91 G30 Z0 M19;

M01;

Последовательность смены инструментов

Режим позиционирования, абсолютное позиционирование, перемещение в центр выемки

Активизирование коррекции #3 на длину инструмента, быстрое перемещение в начальную точку оси Z, вращение шпинделя вперед со скоростью 1500 об./мин., включение охлаждения

Подача на глубину

Выполнение фрезерования прямоугольных выемок

Быстрый отвод оси Z от заготовки

Быстрое перемещение в положение для смены инструмента, ориентирование шпинделя

Вспомогательная остановка

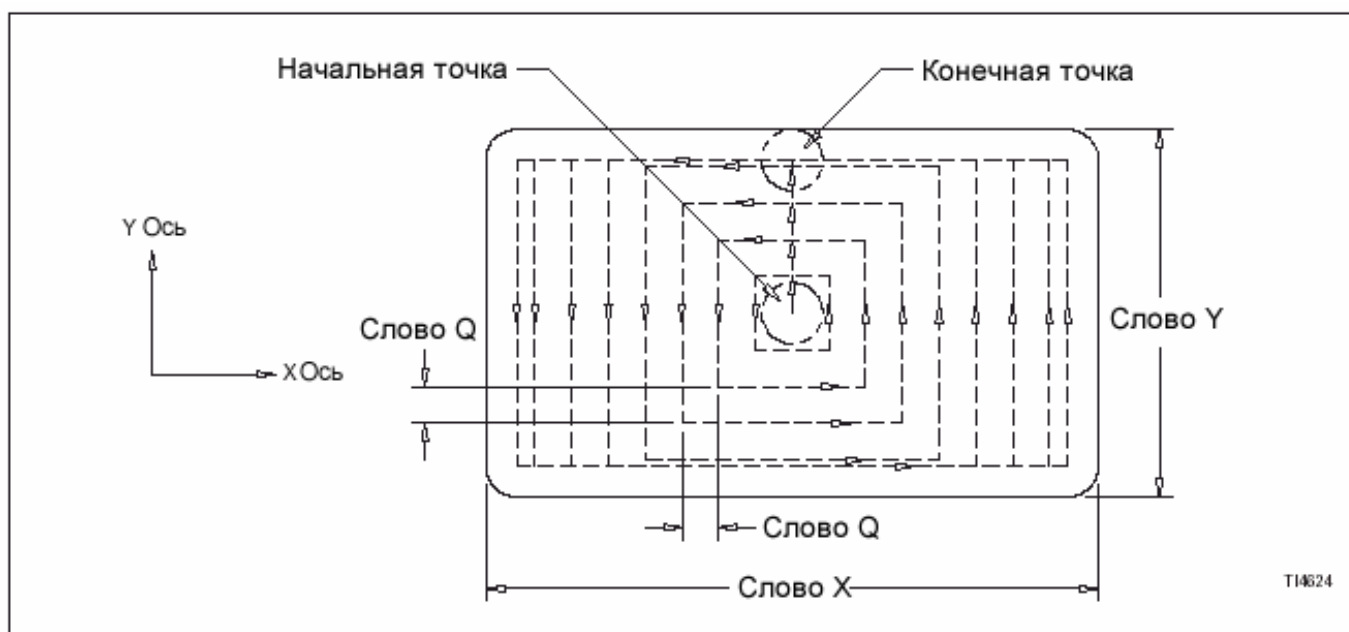


Рис. 7.5 – Фрезерование прямоугольных глубоких выемок (карманов): осевые линии траектории инструмента (8 проходов).

**-ПРИМЕЧАНИЕ-**

# ГЛАВА 8 – ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ

## ВВЕДЕНИЕ

ЧПУ предлагает возможность использования 4-х циклов сверления: два цикла глубокого сверления и два цикла сверления с однократным проходом. Каждый цикл сверления предлагает определенные возможности. Программист выбирает соответствующий цикл в зависимости от требований к выполняемой операции.

В цикле глубокого сверления ось Z реверсируется с определенными интервалами для обеспечения нужного удаления стружки. Обязанность программиста обеспечить выполнение запрограммированных параметров и последующее достаточное устранение стружки во время операции сверления.

В цикле с однократным проходом сверления ось X выполняет непрерывное перемещение для сверления заготовки. Программист обязан гарантировать, что запрограммированные параметры обеспечивают выполнение цикла без перегрузки инструмента. Ось Z реверсируется после завершения сверления отверстия.

Способ программирования циклов сверления изменяется в зависимости от того, какое программирование используется – абсолютное (G90) или инкрементное (G91). Все типовые программы в этой главе подразумевают абсолютное программирование. Положение инструмента в конце каждого цикла сверления управляется программой обработки детали с помощью команды G98 или G99.

## G90/G91 ПРОГРАММИРОВАНИЕ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Команда G90 или G91 может быть активизирована перед выполнением цикла сверления или в том же информационном блоке цикла сверления.

G90 – команда на выполнение абсолютного программирования. Все перемещения оси (по команде) соотносятся с нулевыми положениями оси X, Y и Z. G90 – модальная команда и остается действующей до ее отменяющей командой G91.

G91 – активизирует инкрементное программирование. Все перемещения оси (по команде) соотносятся с текущим положением оси. G91 – модальная команда и остается действующей до ее отменяющей командой G90.

## G98/G99 ПРОГРАММИРОВАНИЕ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Команда G98 или G99 может быть активизирована перед выполнением цикла сверления или в том же информационном блоке цикла сверления.

G98 подается инструменту для его отвода в начальную точку цикла, когда он завершен. G98 – модальная команда и остается действующей до ее отменяющей командой G99.

G99 подается инструменту для его отвода в точку возврата, когда цикл сверления завершен. G99 – модальная команда и остается действующей до ее отменяющей командой G98.

См. рис. С описаниями каждого цикла для определения местоположения начальной точки возврата цикла.

## ОТМЕНА ЦИКЛОВ СВЕРЛЕНИЯ

Циклы сверления ДОЛЖНЫ быть отменены сразу после завершения. Если цикл сверления не отменен и подана команда на перемещение оси, то оси будут перемещаться в новое положение координат и выполнять активный цикл сверления.

Запрограммируйте команду G80 отдельно в каждом информационном блоке немедленно после последнего действующего блока. Блок команды G80 появляется сразу после информационного блока, дающего команду на цикл сверления, ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ сверления нескольких отверстий. См. стр. 8-9, сверление нескольких отверстий.

## ЦИКЛЫ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ

G73 и G83 используют приращения постоянной глубины для расстояния подачи на резку. Цикл G73 называется “высокоскоростным” из-за короткого расстояния отвода после каждого прохода, см. рис. 8.1. Для сравнения – Цикл G83 отводит сверло в точку возврата после каждого прохода, см. рис. 8.2. Каждый из этих циклов имеет свои преимущества и должен быть выбран в соответствии с требованиями к операции.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЛОВА

### Форматы

#### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, показанные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Программирование в дюймах

[G73 or G83] X±2.4 Y±2.4 Z±2.4 Q2.4 R±2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

[G73 or G83] X±3.3 Y±3.3 Z±3.3 Q3.3 R±3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

### Определения

КОМАНДА G73	Код G для цикла высокоскоростного, глубокого сверления
КОМАНДА G83	Код G для цикла глубокого сверления
СЛОВО X	Специфицирует координату оси X для высверливаемого отверстия относительно X0 (нуль). В сегменте типовой программы координата оси X для высверливаемого отверстия будет «X5.0».
СЛОВО Y	Специфицирует координату оси Y для высверливаемого отверстия относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы координата оси Y для высверливаемого отверстия будет «Y3.0».

СЛОВО Z	Специфицирует окончательную глубину высверливаемого отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте типовой программы окончательная глубина отверстия будет составлять 2.125 дюйма.
СЛОВО Q	Специфицирует глубину резания на проход в направлении Z в качестве инкрементного значения. В типовой программе это значение составляет 0.05 дюйма.
СЛОВО R	Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата. См. R на рис. 8.1 и 8.2. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 0.1 дюйма.
СЛОВО K	Специфицирует количество выполняемых циклов сверления в каждом месторасположении. Предполагается, что K равно 1, если оно не запрограммировано. Когда запрограммировано «K0», данные о цикле сверления вводятся в память управления станка, но цикл сверления не выполняется.
СЛОВО F	Специфицирует скорость подачи для цикла сверления. В типовой программе скорость подачи составляет 3,67 д./мин.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 BHN)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая (инструментальная) сталь)
Диаметр инструмента:	0.375 дюйма
# Коррекции на инструмент:	9

В программе Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки, а отверстие диаметра 3/8" просверливается на глубину 2,125. См. Рис. 8.1

G94 (подачи со скоростью д./мин) и G98 (возврат и начальной точке) являются значениями по умолчанию (включении питания) и в этом примере активны.

Сегмент типовой программы:

N220 M06 T_ ; N230 G00 G90 X5. Y3. ;	Последовательность смены инструмента Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N240 G43 H9 Z1. S611 M13 ;	Активизирование коррекции #9 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя вперед со скоростью 611 д./мин., Включение охлаждения
N250 [G73 or G83] G98 Z-2.125 R.1 Q.5 F3.67 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G73 (G83).
N260 G80; N270 M06 T_ ;	Отмена цикла Последовательность смены инструмента.

### Перемещение инструмента в цикле G73 (Рис. 8.1)

При выполнении цикла мы имеем следующую последовательность перемещений по оси Z.

1. Быстрый перевод сверла в начальную точку.
2. Из начальной точки сверло быстро перемещается в точку возврата.
3. Сверло подается в значение "Q".
4. Сверло быстро поднимается на одно приращение отвода.
5. Сверло подается в значение "Q+ Приращение отвода".
6. Пункты 4-5 повторяются до последнего прохода. На последнем проходе сверло подается на окончательную глубину отверстия, затем быстро отводится в начальную точку или в точку возврата в зависимости от того, активна G98 и G99. См. описание программирования G98/G99, стр.8-1.

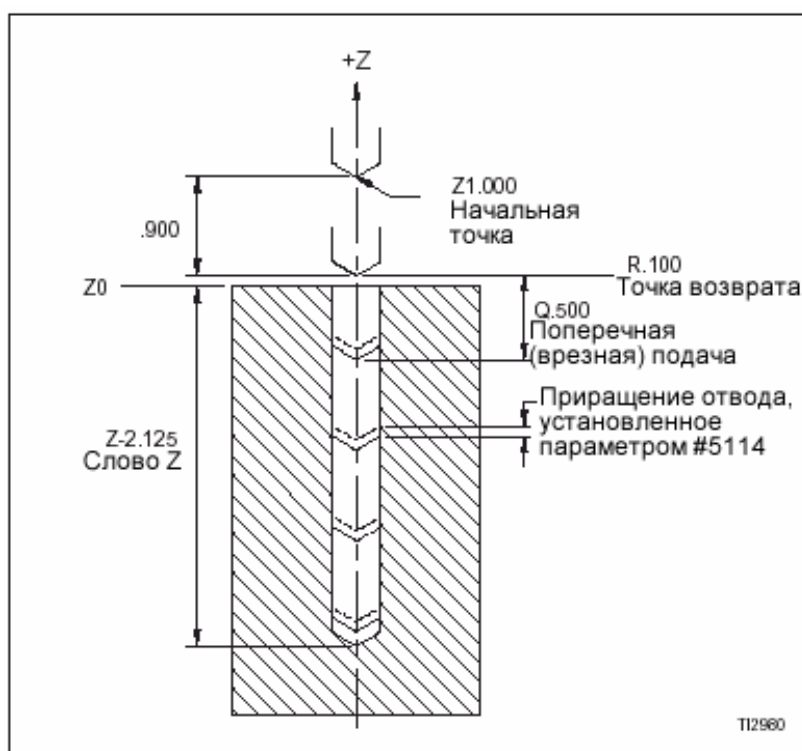


Рис. 8-1. – G73 Цикл глубокого сверления.

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА В ЦИКЛЕ G83. (РИС. 8.2)

При выполнении цикла последовательность перемещения оси Z следующая:

1. Сверло быстро перемещается в начальную точку.
2. Из начальной точки сверло быстро перемещается в точку возврата.
3. Сверло подается в значение "Q".
4. Сверло быстро подается в точку возврата.
5. Быстрое перемещение сверла (вниз) в точку "Быстрая подача".
6. Сверло подается в "Q+ Быстрая подача"
7. Пункты 4-6 повторяются до последнего прохода. На последнем проходе сверло подается на окончательную глубину отверстия, затем быстро отводится в начальную точку или точку возврата – в зависимости от того, какая команда активна, G98 или G99. См. стр. 9-1, описание программирования G98/G99.

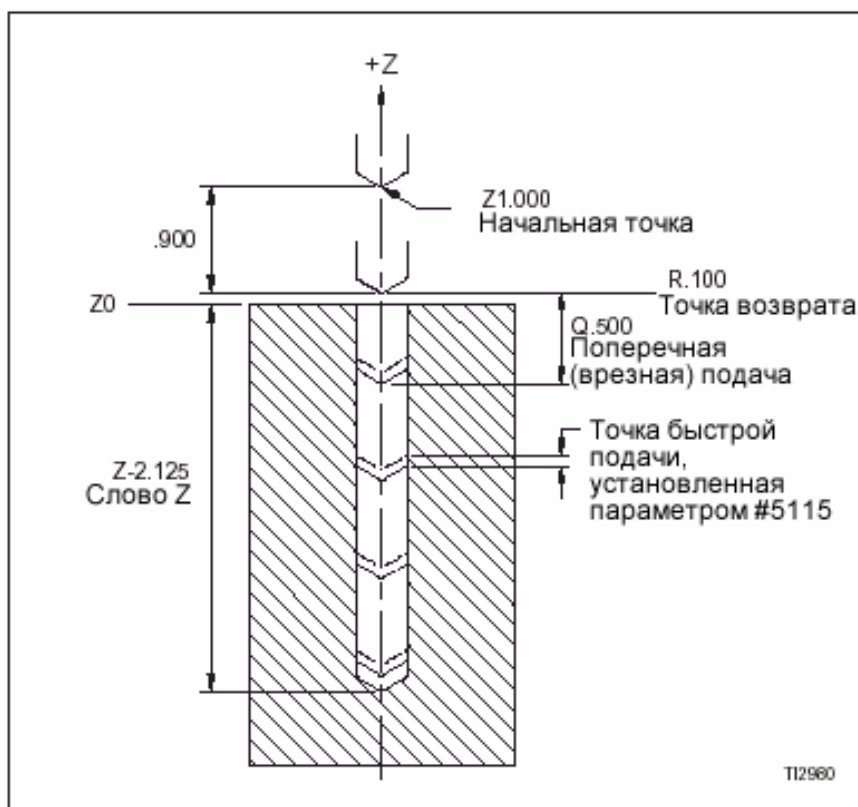


Рис. 8.2. – G83, Цикл глубокого сверления.

## ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ С ОДНОКРАТНЫМ ПРОХОДОМ

Циклы сверления с однократным проходом, G81 и G82, выполняются примерно одинаково, за исключением запрограммированной остановки в нижней части отверстия в цикле G82. Цикл G81 обычно применяется при полностью сквозном сверлении через заготовку, рис. 8.3. Цикл G82 обычно применяется для сверления таких глухих отверстий из-за того, что программируемая остановка позволяет более осуществить более качественную очистку в нижней части высверливаемого отверстия. Каждый цикл необходимо выбрать в зависимости от требований к операции.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЛОВА

### Форматы

#### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, показанные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Информационное слово P (команда остановки) не используется в цикле G81.

Программирование в дюймах:

[G81 or G82] X±2.4 Y±2.4 Z±2.4 P7 R±2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

[G81 or G82] X±3.3 Y±3.3 Z±3.3 P7 R±3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

### Определения

КОМАНДА G81 Код G для цикла сверления с одним проходом

КОМАНДА G82 Код G для цикла сверления с одним проходом, с программируемой остановкой

СЛОВО X Специфицирует координату оси X для высверливаемого отверстия относительно X0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси X для высверливаемого отверстия будет «X5.0».

СЛОВО Y Специфицирует координату оси Y для высверливаемого отверстия относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси Y для высверливаемого отверстия будет «Y3.0».

СЛОВО Z Специфицирует окончательную глубину высверливаемого отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте типовой программы окончательная глубина отверстия будет составлять 2.125 дюйма.

СЛОВО P Специфицирует остановку (простой) в нижней части высверливаемого отверстия. Предполагается значение «P0», если НЕ программируется информационное слово P. Программирование десятичной запятой НЕ допускается со словом P. Система управления предполагает размещение десятичной запятой как P5.3. Начальные нули можно опустить, но конечные нули ДОЛЖНЫ программироваться. См. следующие примеры:

P300=0.3 сек. остановка

P6500=6.5 сек. остановка



СЛОВО R	Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата. См. R на рис. 8.3 и 8.4. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 0.1 дюйма.
СЛОВО K	Специфицирует количество выполняемых циклов сверления в каждом месте. Предполагается, что K имеет значение 1, если оно не запрограммировано. Когда запрограммировано «K0», данные о цикле сверления вводятся в память системы управления, но цикл сверления не выполняется.
СЛОВО F	Специфицирует скорость подачи для цикла сверления. В сегменте скорость подачи составляет 3,67 д./мин.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 BHN)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая (инструментальная) сталь)
Диаметр инструмента:	0.375 дюйма
# Коррекции на инструмент:	11

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки, а отверстие диаметра 3/8" просверливается на глубину 2,125. См. Рис. 8.3 и 8.4.

G90 (абсолютное позиционирование) G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) в этом примере активны.

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Слово P (программируемая остановка) будет эффективно при использовании цикла G82. Слово P игнорируется циклом G81.

Сегмент типовой программы:

N220 M06 T_ ;	Последовательность смены инструмента
N230 G00 G90 X5. Y3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N240 G43 H11 Z1. S611 M13 ;	Активизирование коррекции #11 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Быстрое вращение со скоростью 611 д./мин., Включение охлаждения
N250 [G81 or G82] G98 X5. Y3. Z-2.125 R.1 P500 F3.67 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G81 (G82) и сверление отверстия.
N260 G80;	Отмена цикла
N270 M06 T_ ;	Последовательность смены инструмента.

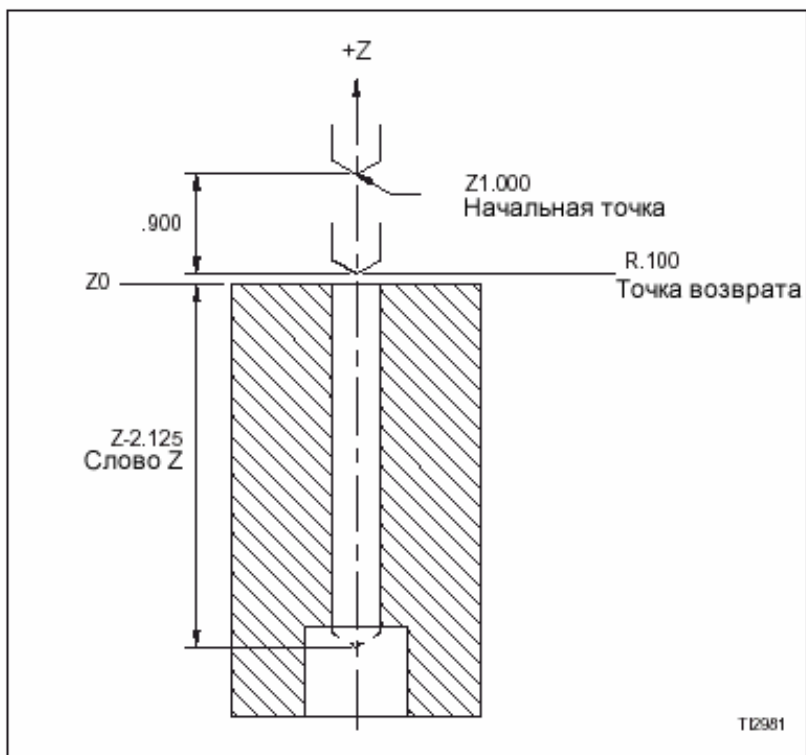


Рис. 8.3. - G81, Цикл сверления с однократным проходом.

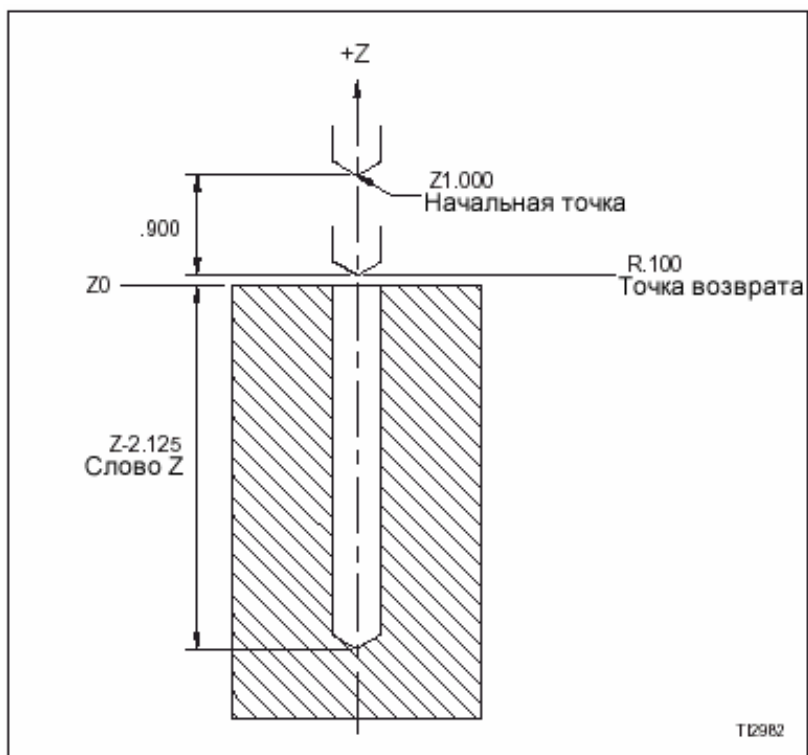


Рис. 8.4.- G82, Цикл сверления с однократным проходом.

## СВЕРЛЕНИЕ НЕСКОЛЬКИХ ОТВЕРСТИЙ

Все циклы, описанные в данной главе, можно использовать для сверления нескольких отверстий. Как упомянуто на стр. 8-2, цикл сверления остается действующим до отмены командой G80. Когда дана команда на выполнение цикла сверления, остается только запрограммировать положения X и Y в последовательных информационных блоках для того, чтобы дать команду станку выполнить сверление в каждом положении. Команда G80 программируется после завершения сверления всех отверстий для данного инструмента.

### -МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-

Будьте внимательны при выборе начальной точки для цикла и кода возврата (G98/G99). Если на заготовке имеются ребра или выступы над Z0 и выбрана неправильная точка отвода, инструмент может столкнуться с заготовкой.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 BHN)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента11:	0.375 дюйма
# Коррекции на инструмент11:	11
Диаметр инструмента 12:	0.625 дюйма
# Коррекции на инструмент12:	12

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Девять отверстий диаметром 0.375 будут просверлены на глубину 3,265. Шесть отверстий диаметром 0.625 будут просверлены насквозь. См. Рис. 8.5, на стр. 8-11.

G90 (абсолютное позиционирование) G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию, активными для данного примера.

Сегмент типовой программы:

N210 M6 T11 ;	Последовательность смены инструмента
N220 G00 G90 X.5 Y-3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N230 G43 H11 Z1. S611 M13 ;	Активизирование коррекции #11 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 611 д./мин., Включение охлаждения
N240 G82 G98 Z-3.265 R.1 P500 F3.67 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G82 и сверление отверстия #1.
N250 Y-6. ;	Сверление отверстия #2
N260 Y-9. ;	Сверление отверстия #3
N270 X6.125 ;	Сверление отверстия #4
N280 Y-6. ;	Сверление отверстия #5
N290 Y-3. ;	Сверление отверстия #6
N300 X10.75	Сверление отверстия #7
N310 Y-6. ;	Сверление отверстия #8
N320 Y-9. ;	Сверление отверстия #9
N330 G80;	Отмена цикла
N340 M6 T12 ;	Последовательность смены инструмента.
N350 G00 G90 X4. Y-1.5 ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.

N360 G43 H12 Z1. S367 M13 ;	Активизирование коррекции #12 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 367 д./мин., Включение охлаждения
N370 G81 G99 Z-2.814 R.1 F3.3 ;	Установка режима G99, Определение и выполнение цикла G81 и сверление отверстия #10.
N380 Y-6. ;	Сверление отверстия #11
N390 Y-10.5 ;	Сверление отверстия #12
N400 X8.25 ;	Сверление отверстия #13
N410 Y-6. ;	Сверление отверстия #14
N420 Y-1.5 ;	Сверление отверстия #15
N430 G80 ;	Отмена цикла
N440 M6 T13 ;	Последовательность смены инструмента.

### ПРИМЕЧАНИЯ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

1. “M6 T\_” последовательность смены инструмента (Блоки N210, N340, и N440). Слово T определяет инструмент, применяемый для выполнения операции.
2. G98 Перемещение в начальную точку (Блок N240)  
Команда G98 использовалась с циклом G82 для перемещения инструмента в начальную точку (Z1.0) после сверления каждого отверстия. Если использовалась G99 (Точка возврата инструмента) инструмент столкнется с ребрами на заготовке при перемещении в отверстия 4 и 7.
3. G99 Перемещение в точку возврата (Блок N370)  
Команда G99 использовалась с циклом G81 для перемещения инструмента в точку возврата (Z0.1) после сверления каждого отверстия. Это возможно при отсутствии помех между отверстиями диаметром 0.625.

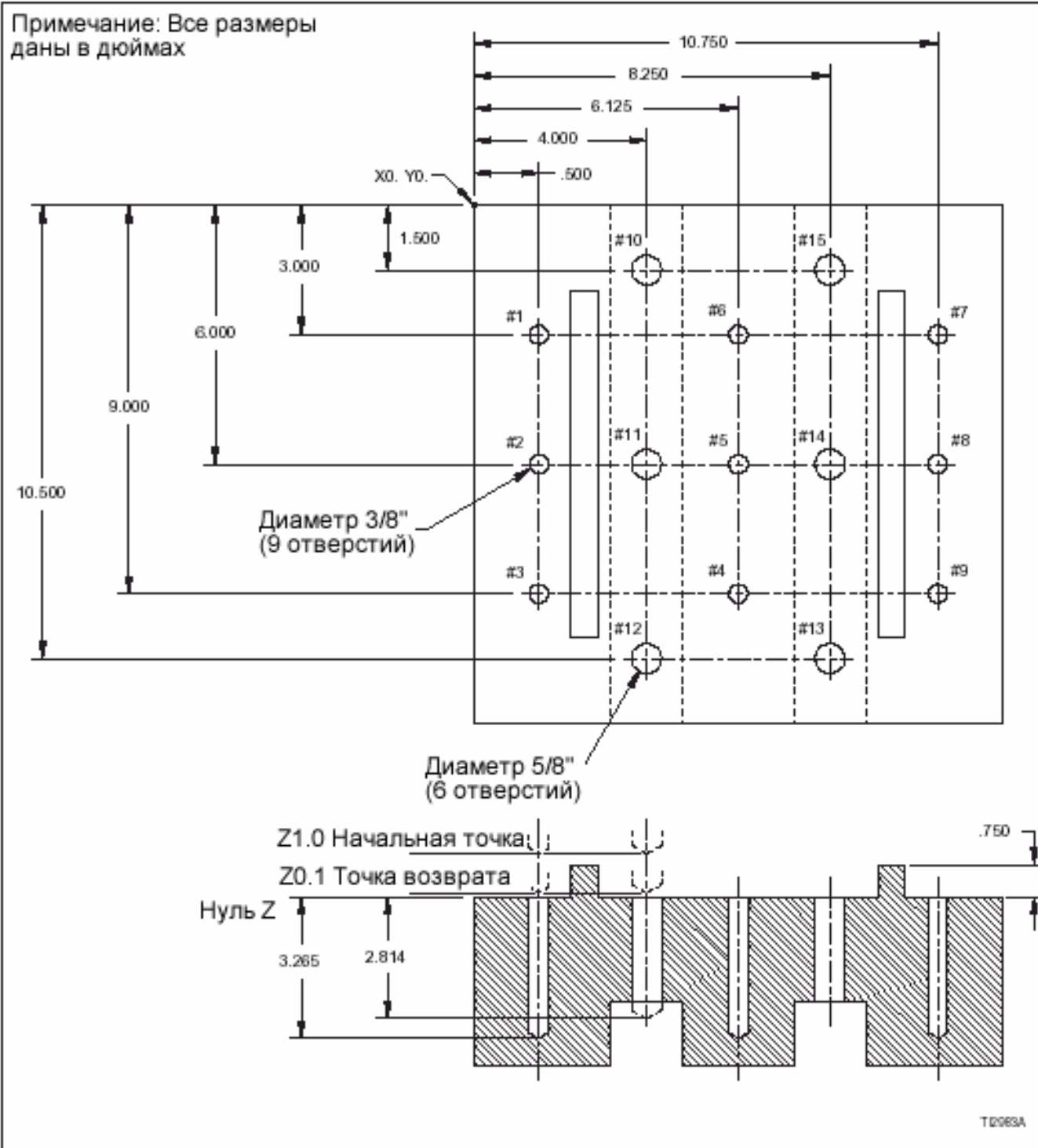


Рис. 8.5 – Типовая заготовка: Сверление нескольких отверстий.

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

# ГЛАВА 9 – ЦИКЛЫ РАСТОЧКИ

## ВВЕДЕНИЕ

ЧПУ использует шесть циклов расточки (растачивания), каждый из которых имеет свои особенности. Программист может выбрать соответствующий цикл в зависимости от требований и выполняемой операции.

Способ программирования также может изменяться в зависимости от того, какое программирование применяется – абсолютное (G90) или инкрементное (G91). Все типовые программы в этой главе предназначены для абсолютного программирования.

Положение инструмента в конце каждого цикла расточки управляется программой обработки детали с помощью команды G98 и G99.

## G90/G91 ПРОГРАММИРОВАНИЕ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Команда G90 или G91 может использоваться перед выполнением цикла расточки или в том же информационном блоке цикла.

G90 – команда на абсолютное программирование. Все перемещения (по команде) оси будут соотноситься с нулевыми положениями оси X, Y и Z. Модальная команда G90 остается действующей до ее отмены командой G91.

G91 – команда на инкрементное программирование. Все перемещения (по команде) оси будут соотноситься с текущими положениями оси X, Y и Z. Модальная команда G91 остается действующей до ее отмены командой G90.

## G98/G99 ПРОГРАММИРОВАНИЕ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Команда G98 или G99 может использоваться перед выполнением цикла расточки или в том же информационном блоке цикла.

G98 – команда на отвод инструмента в начальную точку цикла расточки после его завершения. Модальная команда G98 остается действующей до ее отмены командой G99.

G99 – команда на отвод инструмента в точку возврата цикла расточки после его завершения. Модальная команда G99 остается действующей до ее отмены командой G98.

См. рисунки с описанием каждого цикла для определения месторасположения начальной точки и точки возврата цикла. Для отдельных циклов любые исключения выделены в описаниях.

## ОТМЕНА ЦИКЛОВ РАСТОЧКИ

Циклы расточки ДОЛЖНЫ быть отменены сразу после завершения. Если цикл не отмене и имеется команда на перемещение оси, оси будут перемещаться в новое координатное положение и выполняться активные циклы расточки. Запрограммируйте команду G80 в информационном блоке отдельно, сразу после последнего блока, действующего в цикле расточки.

Блок команды G80 идет сразу после информационного блока, выдавшего команду на цикл расточки, за исключением случая, когда растачиваются несколько отверстий. См. стр. 9-25 “Растачивание нескольких отверстий”.

## ОБЩИЕ ОПИСАНИЯ

### G76 ЦИКЛ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ (ТОНКОГО РАСТАЧИВАНИЯ)

G76 останавливает шпиндель в заданном положении в конце прохода расточки. См. стр. 9-3, “Угол ориентирования”. Инструмент перемещается от поверхности отверстия и отводится от него. См. стр. 9-5 – полное описание цикла G76.

### G85 ЦИКЛ РАСТОЧКИ

G85 выполняет растачивание (рассверливание) на глубину и подачу на программируемой скорости. Шпиндель выполняет непрерывное перемещение. См. стр. 9-9 – полное описание цикла G85.

### G86 ЦИКЛ РАСТОЧКИ

G86 выполняет растачивание (рассверливание) на глубину на программируемой скорости подачи, вращение шпинделя прекращается и инструмент отводится на скорости быстрой продольной подачи. См.стр.9-12 – описание цикла G86.

### G87 ЦИКЛ ЗАДНЕЙ РАСТОЧКИ

G87 размещает инструмент на осях X и Y и останавливает шпиндель в заданном положении. См.стр.9-3 – “Угол заданного положения”. Инструмент перемещается на программируемое расстояние и в программируемую точку возврата на быстрой скорости продольной подачи. Начинается вращение шпинделя по часовой стрелке на запрограммированной скорости. Обработка выполняется до программируемой глубины Z (перемещение +Z).

Вращение шпинделя прекращается в заданном положении в конце прохода растачивания, инструмент перемещается от поверхности отверстия и отводится от рассверливаемого отверстия с быстрой скоростью. Продольной подачи. См. стр. 9-15 полное описание цикла G87.

### G88 ЦИКЛ РАСТОЧКИ

G88 выполняет растачивание на глубину на программируемой скорости подачи; затем вращение шпинделя прекращается. Оператор вручную отводит инструмент до его достижения точки возврата. Затем инструмент автоматически перемещается с быстрой скоростью продольной подачи в начальную точку цикла. См.стр.9-19 – полное описание цикла G88.

### G89 ЦИКЛ РАСТОЧКИ

G89 выполняет растачивание на глубину, останавливается в нижней части отверстия в течении определенного времени и подается наружу с запрограммированной скоростью. Шпинделя выполняет непрерывное перемещение. См.стр.9-22 – полное описание цикла G89.



## УГОЛ ОРИЕНТИРОВАНИЯ (КООРДИНАТ ЗАДНЕГО ПОЛОЖЕНИЯ)

### -МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-

Во время программирования циклов, которые выполняют остановку шпинделя в заданном положении, программист должен знать координаты заданного положения расточной оправки (выдвижного шпинделя) в резцедержателе.

Перемещение с неправильной коррекцией после остановки шпинделя может привести к повреждению инструмента или заготовки.

Во время остановки шпинделя в заданном положении он всегда прекращает движения под тем же углом ориентирования. Координаты заданного положения расточной оправки в резцедержателе определяют нужное направление перемещений коррекции, запрограммированной в циклах G76 и G87.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ

Станки, имеющие управление Hardinge / Fanuc System II Control

Параметр 2, биты 4 (PMXY1) и 5 (PMXY2), и активная команда выбора плоскости определяют ось и направление смещения (сдвига), когда величина коррекции (слово Q) считывается из цикла G76 или G87. G17 – выбор плоскости по умолчанию (включение питания).

Станки с управлением Fanuc 0i-M or Fanuc 18-MC Control

Параметр 5101, биты 4 (RD1) и 5 (RD2), и активная команда выбора плоскости определяют ось и направление смещения (сдвига), когда величина коррекции (слово Q) считывается из цикла G76 или G87. G17 – выбор плоскости по умолчанию (включение питания).

См. следующую таблицу для определения того, какие команды на установку параметра и выбор плоскости должны использоваться.

Установки для битов 5 и 4		Выбор плоскости		
Bit 5	Bit 4	G17	G18	G19
0	0	+X	+Z	+Y
0	1	-X	-Z	-Y
1	0	+Y	+X	+Z
1	1	-Y	-X	-Z

## УСТАНОВКА ОСИ И НАПРАВЛЕНИЯ КОРРЕКЦИИ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

См. таблицу (выше) для определения того, какая команда на установку параметров и выбора плоскости должны использоваться.

1. Если необходимо, проверьте и скорректируйте значения параметров.

Пример 1:           Бит 5 = 0  
                  Бит 4 = 0  
                  Плоскость = G17

Перемещение коррекции для отвода заготовки выполняется в направлении +X. Перемещение коррекции для зацепления заготовки выполняется в направлении -X.

Пример 2:           Бит 5 = 0  
                  Бит 4 = 1  
                  Плоскость = G19

Перемещение коррекции для отвода заготовки выполняется в направлении -Y. Перемещение коррекции для зацепления заготовки выполняется в направлении +Y.

Пример 3:           Бит 5 = 1  
                  Бит 4 = 1  
                  Плоскость = G18

Перемещение коррекции для отвода заготовки выполняется в направлении -X. Перемещение коррекции для зацепления заготовки выполняется в направлении +X.

2. Запрограммируйте соответствующую команду выбора плоскости.

# G76 ЦИКЛ ЧИСТОВОГО РАСТАЧИВАНИЯ

Цикл G76 использует функцию отвода для устранения зазубрин (зазоров) в отверстиях во время отвода инструмента. См. Рис. 9.1.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЛОВА

### Форматы

#### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, показанные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Программирование в дюймах

G76 X±2.4 Y±2.4 Z±2.4 R8.0 Q2.4 R±2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

G76 X±3.3 Y±3.3 Z±3.3 R8.0 Q3.3 R±3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

### Определения

КОМАНДА G76	Код G для цикла чистового растачивания G76.
СЛОВО X	Специфицирует координату оси X для рассверливаемого отверстия относительно X0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси X для рассверливаемого отверстия составляет "X5.0"
СЛОВО Y	Специфицирует координату оси Y для рассверливаемого отверстия относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси Y для рассверливаемого отверстия будет «Y3.0».
СЛОВО Z	Специфицирует окончательную глубину рассверливаемого отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте типовой программы окончательная глубина отверстия будет составлять 2.125 дюйма.

- СЛОВО P Специфицирует остановку (простой) в нижней части высверливаемого отверстия. Предполагается значение «P0», если НЕ программируется информационное слово P. Программирование десятичной запятой НЕ допускается со словом P. Управление предполагает размещение десятичной запятой как P5.3. Начальные нули можно опустить, но конечные нули ДОЛЖНЫ программироваться. См. следующие примеры:  
P300=0.3 сек. остановка  
P6500=6.5 сек. остановка
- СЛОВО Q Специфицирует значение инкрементного смещения (сдвига) инструмента после завершения прохода растачивания. В сегменте типовой программы это значение составляет 0.05 дюйма.
- СЛОВО R Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата цикла. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 0.1 дюйма.
- СЛОВО K Специфицирует количество выполняемых циклов сверления в каждом месте. Предполагается, что K имеет значение 1, если оно не запрограммировано. Когда запрограммировано «K0», данные о цикле расточки вводятся в память системы управления, но цикл расточки не выполняется.
- СЛОВО F Специфицирует скорость подачи для цикла расточки. В сегменте типовой программы скорость подачи составляет 1,50 д./мин.

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА В ЦИКЛЕ G76 (РИС. 9.1)

Во время выполнения цикла последовательность перемещений оси следующая.

1. Расточная оправка (выдвижной шпиндель) быстро перемещается в начальную точку (Вид А).
2. От начальной точки расточная оправка быстро перемещается в точку возврата (Вид А).
3. Расточная оправка подается на глубину (Слово Z) (Вид В).
4. оправка останавливается в конце отверстия. Время устанавливается словом Р.
5. Шпиндель останавливается под углом ориентирования (координат заданного положения), а оправка удаляется от отверстия на инкрементное расстояние, равное величине программируемого слова Q. (Вид С)

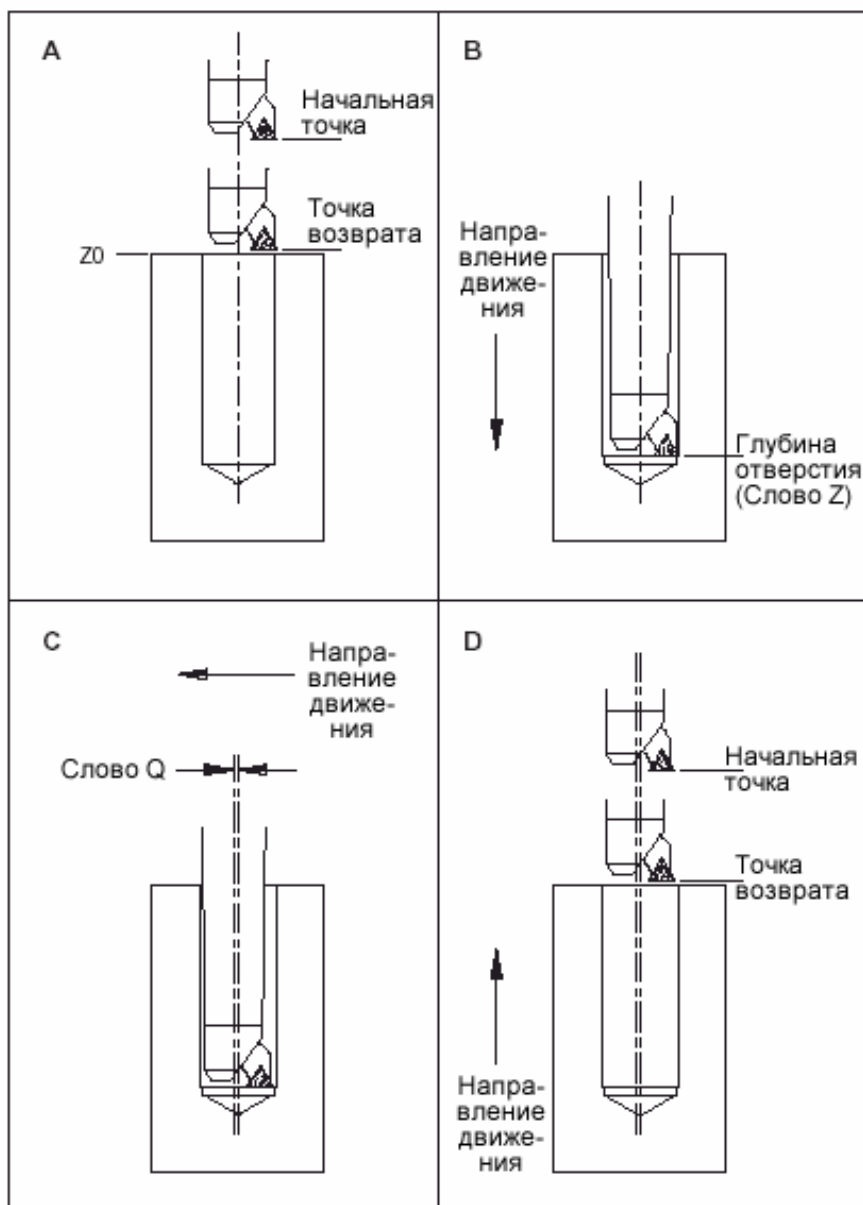


Рис. 9.1 – Цикл чистового (тонкого) растачивания: Перемещение инструмента и информационные слова.

6. Расточная оправка быстро отводится в начальную точку или точку возврата, в зависимости от G98 или G99 (Вид D). См. стр. 9.1.
7. Расточная оправка перемещается горизонтально для выравнивания осевой линией рассверливаемого отверстия (Вид А).

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 BHN)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента:	1.350 дюйма

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Отверстие диаметром 1.350 будет высверливаться на глубину 2,165 дюймов.

G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию (включение питания), активными для данного примера.

Слово P устанавливает 1-секундную остановку в конные отверстия.

Сегмент типовой программы:

.	
.	
N230 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
N240 G00 G90 X5. Y3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N250 G43 H7 Z4. S150 M13 ;	Активизирование коррекции #7 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 150 об./мин., Включение охлаждения
N260 G76 G98 Z-2.125 R.1 P1000 Q.05 F1.5 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G76
N270 G80;	Отмена цикла G76
N280 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
.	
.	

# ЦИКЛ РАСТОЧКИ G85

## ФОРМАТЫ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, приведенные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Программирование в дюймах

G85 X $\pm$ 2.4 Y $\pm$ 2.4 Z $\pm$ 2.4 R $\pm$ 2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

G85 X $\pm$ 3.3 Y $\pm$ 3.3 Z $\pm$ 3.3 R $\pm$ 3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

## Определения

КОМАНДА G85	Код G для цикла расточки G85.
СЛОВО X	Специфицирует координату оси X для рассверливаемого отверстия относительно X0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси X для рассверливаемого отверстия составляет "X5.0"
СЛОВО Y	Специфицирует координату оси Y для рассверливаемого отверстия относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси Y для рассверливаемого отверстия будет «Y3.0».
СЛОВО Z	Специфицирует окончательную глубину рассверливаемого отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте типовой программы окончательная глубина отверстия будет составлять 2.125 дюйма.
СЛОВО R	Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 0.1 дюйма.
СЛОВО K	Специфицирует количество выполняемых циклов сверления в каждом месте. Предполагается, что K имеет значение 1, если оно не запрограммировано. Когда программируется "K0", данные цикла расточки сохраняются в системе управления, но цикл расточки не выполняется.
СЛОВО F	Специфицирует скорость подачи для цикла расточки. В сегменте типовой программы скорость подачи составляет 1,50 д./мин.

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА В ЦИКЛЕ G85 (РИС. 9.2)

Во время выполнения цикла последовательность перемещений оси следующая.

1. Расточная оснастка (выдвижной шпиндель) быстро перемещается в начальную точку (Вид А).
2. От начальной точки расточная оснастка быстро перемещается в точку возврата (Вид А).
3. Расточная оснастка подается на глубину (Слово Z) (Вид В).
4. Оснастка поднимается в точку возврата (Вид С)
5. Если G98 активна, расточная оснастка быстро перемещается в начальную точку. Если G99 активна, расточная оснастка остается в точке возврата.

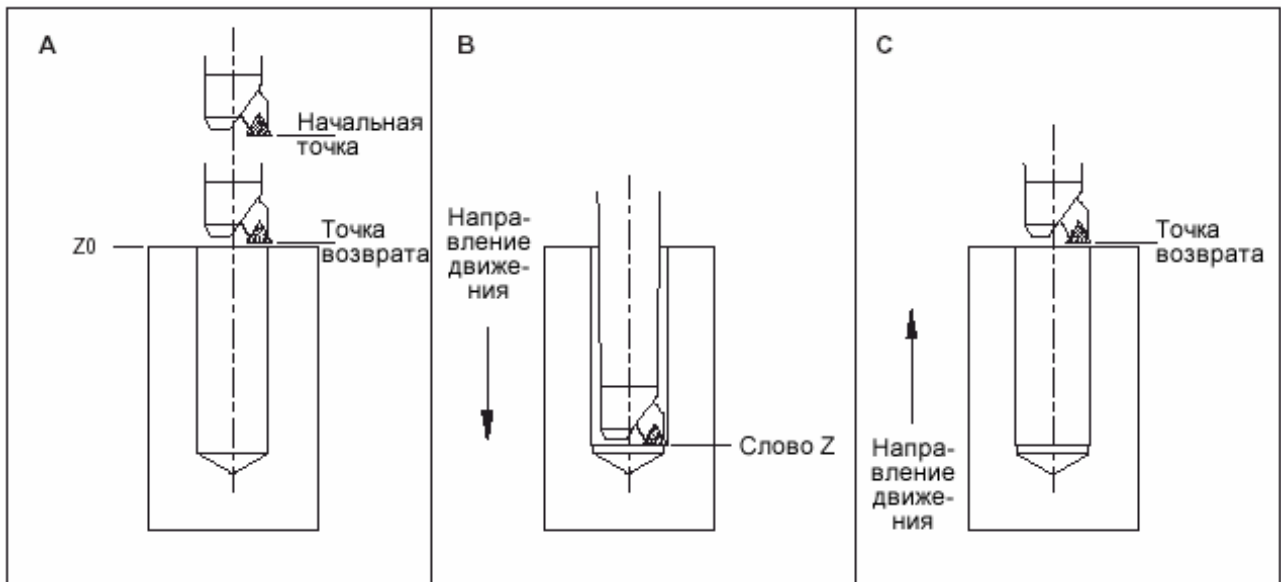


Рис. 9.2 – Цикл расточки G85: Перемещение инструмента и информационные слова.



## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 ВНН)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента:	1.350 дюйма

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Отверстие диаметром 1.350 будет расточено до глубины 2,165 дюймов.

G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию (включение питания), активными для данного примера.

Сегмент типовой программы:

.  
.

N230 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
N240 G00 G90 X5. Y3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N250 G43 H8 Z4. S150 M13 ;	Активизирование коррекции #8 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 150 об./мин., Включение охлаждения
N260 G85 G98 Z-2.125 R.1 F1.5 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G85
N270 G80;	Отмена цикла G85
N280 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента

.  
.

# ЦИКЛ РАСТОЧКИ G86

## ФОРМАТЫ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, приведенные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Программирование в дюймах

G86 X±2.4 Y±2.4 Z±2.4 R±2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

G86 X±3.3 Y±3.3 Z±3.3 R±3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

## Определения

КОМАНДА G86	Код G для цикла расточки G86.
СЛОВО X	Специфицирует координату оси X для рассверливаемого отверстия относительно X0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси X для рассверливаемого отверстия составляет "X5.0"
СЛОВО Y	Специфицирует координату оси Y для рассверливаемого отверстия относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси Y для рассверливаемого отверстия будет «Y3.0».
СЛОВО Z	Специфицирует окончательную глубину рассверливаемого отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте типовой программы окончательная глубина отверстия будет составлять 2.125 дюйма.
СЛОВО R	Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 0.1 дюйма.
СЛОВО K	Специфицирует количество выполняемых циклов сверления в каждом месте. Предполагается, что K имеет значение 1, если оно не запрограммировано. Когда программируется "K0", данные цикла расточки сохраняются в системе управления, но цикл расточки не выполняется.
СЛОВО F	Специфицирует скорость подачи для цикла расточки. В сегменте типовой программы скорость подачи составляет 1,50 д./мин.

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА В ЦИКЛЕ G86 (РИС. 9.3)

Во время выполнения цикла последовательность перемещений оси следующая.

1. Расточная оснастка (выдвижной шпиндель) быстро перемещается в начальную точку (Вид А).
2. От начальной точки расточная оснастка быстро перемещается в точку возврата (Вид А).
3. Расточная оснастка подается на глубину (Слово Z) (Вид В).
4. Шпиндель прекращает вращение
5. Если G98 активна, расточная оснастка быстро перемещается в начальную точку. Если G99 активна, расточная оснастка остается в точке возврата. (Вид С)

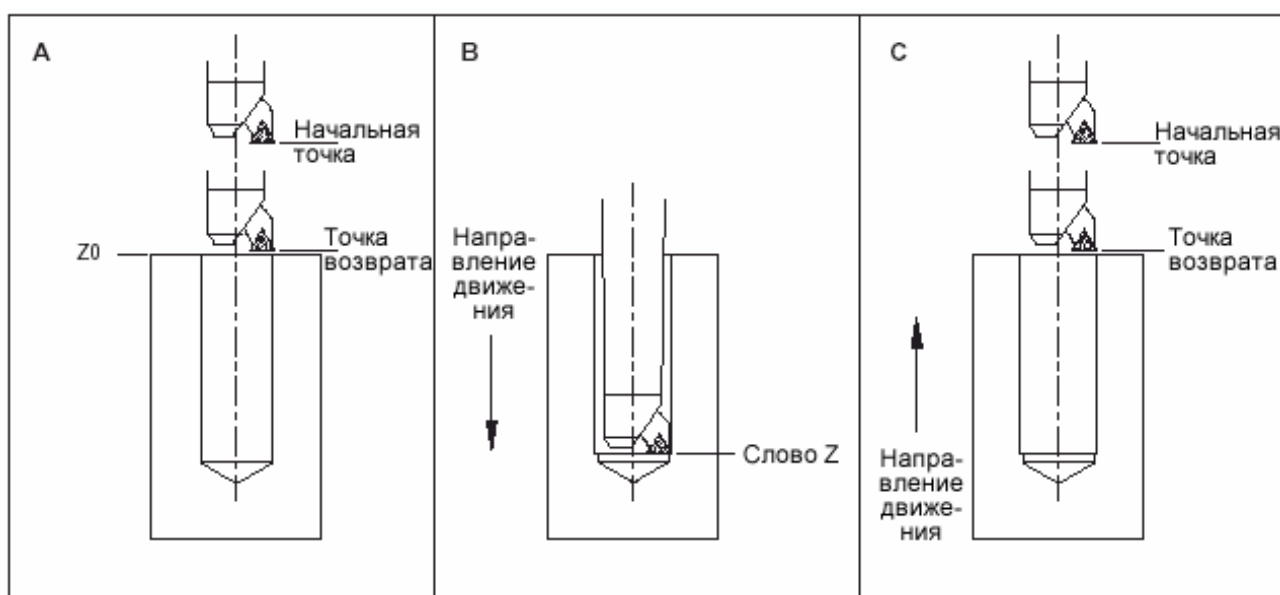


Рис. 9.3 – Цикл расточки G86: Перемещение инструмента и информационные слова.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 BHN)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента:	1.350 дюйма

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Отверстие диаметром 1.350 будет расточено до глубины 2,165 дюймов.

G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию (включение питания), активными для данного примера.

Сегмент типовой программы:

.	
.	
N230 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
N240 G00 G90 X5. Y3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N250 G43 H13 Z4. S150 M13 ;	Активизирование коррекции #13 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 150 об./мин., Включение охлаждения
N260 G86 G98 Z-2.125 R.1 F1.5 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G86
N270 G80;	Отмена цикла G86
N280 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
.	
.	

# ЦИКЛ РАСТОЧКИ G87

## ФОРМАТЫ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, приведенные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Программирование в дюймах

G87 X±2.4 Y±2.4 Z±2.4 R±2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

G87 X±3.3 Y±3.3 Z±3.3 R±3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

## Определения

КОМАНДА G87	Код G для цикла расточки G87.
СЛОВО X	Специфицирует координату оси X для рассверливаемого отверстия относительно X0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси X для рассверливаемого отверстия составляет "X5.0"
СЛОВО Y	Специфицирует координату оси Y для рассверливаемого отверстия относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси Y для рассверливаемого отверстия будет «Y3.0».
СЛОВО Z	Специфицирует окончательную глубину рассверливаемого отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте типовой программы окончательная глубина отверстия будет составлять 2.0 дюйма.
СЛОВО R	Специфицирует остановку (простой) в нижней части высверливаемого отверстия. Предполагается значение «R0», если НЕ программируется информационное слово R. Программирование десятичной запятой НЕ допускается со словом R. Управление предполагает размещение десятичной запятой как R5.3. Начальные нули можно опустить, но конечные нули ДОЛЖНЫ программироваться. См. следующие примеры: R300=0.3 сек. остановка R6500=6.5 сек остановка

СЛОВО Q	Специфицирует значение инкрементного смещения (сдвига) инструмента после завершения прохода растачивания. В сегменте типовой программы это значение составляет 0.05 дюйма.
СЛОВО R	Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 2.7 дюйма.
СЛОВО K	Специфицирует количество выполняемых циклов сверления в каждом месте. Предполагается, что K имеет значение 1, если оно не запрограммировано. Когда программируется "K0", данные цикла расточки сохраняются в системе управления, но цикл расточки не выполняется.
СЛОВО F	Специфицирует скорость подачи для цикла расточки. В сегменте типовой программы скорость подачи составляет 1,50 д./мин.

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА В ЦИКЛЕ G87 (РИС. 9.4)

Во время выполнения цикла последовательность перемещений оси следующая.

1. Расточная оправка (выдвижной шпиндель) быстро перемещается в начальную точку (Вид А).
2. Оправка смещается на величину Q (Вид В).
3. Оправка быстро перемещается в точку возврата (Вид С)
4. Оправка смещается на величину Q (Вид D).
5. Оправка поднимается на глубину (Слово Z) (Вид Е).
6. Оправка останавливается в конце отверстия, время устанавливается словом Р.
7. Шпиндель останавливается под углом ориентирования (координат заданного положения), а оправка отводится от отверстия на инкрементное расстояние равное значению запрограммированного слова Q. (Вид F).
8. Расточная оправка быстро отводится в начальную точку (Вид G)
9. Расточная оправка перемещается горизонтально для выравнивания осевой линии инструмента с осевой линией рассверливаемого отверстия. (Вид Н)

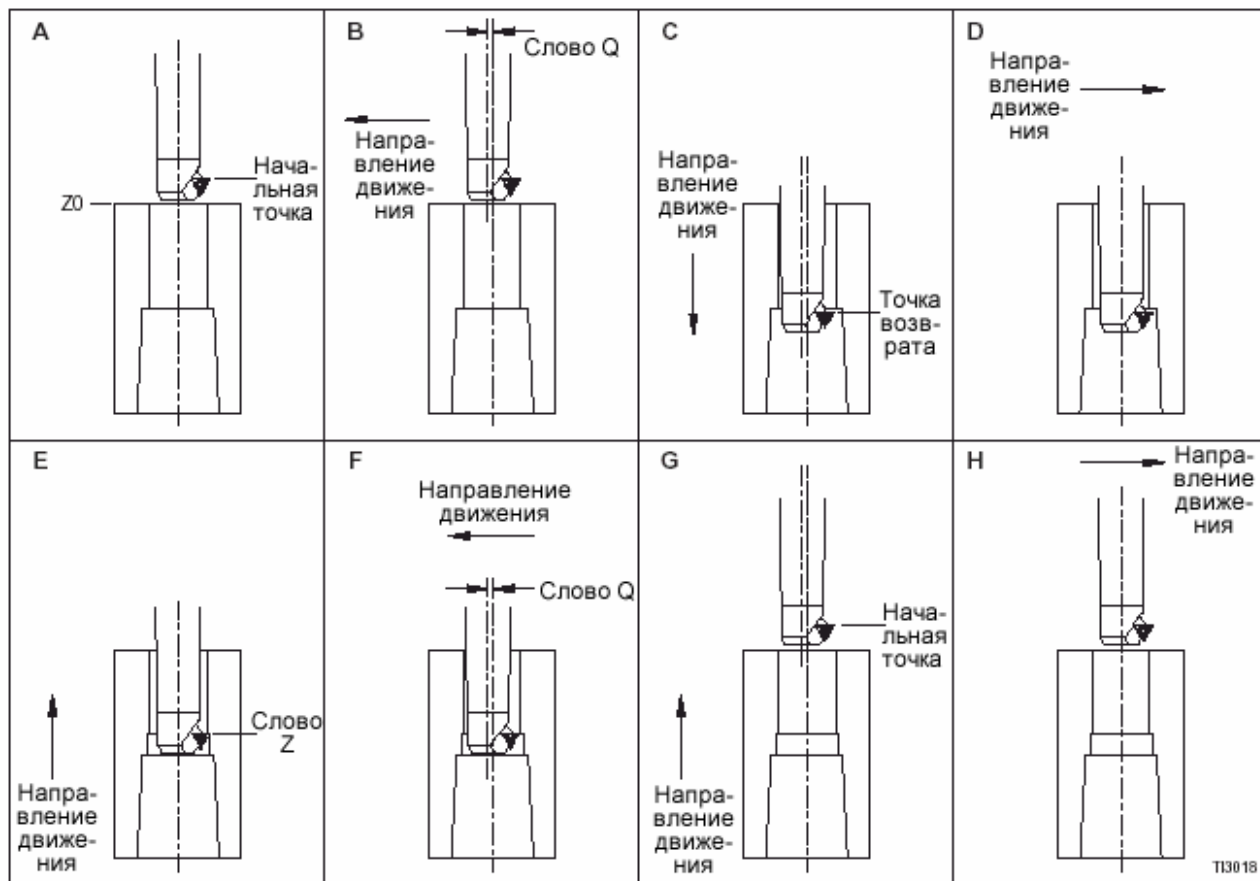


Рис. 9.4 – Цикл расточки G87: Перемещение инструмента и информационные слова.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 BHN)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента:	1.350 дюйма

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Отверстие диаметром 1.350 будет расточено до глубины 2,0 дюймов.

G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию (включение питания), активными для данного примера.

Слово P выполняет остановку в течение одной секунды в конце рассверливаемого отверстия.

Сегмент типовой программы:

.	
.	
N230 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
N240 G00 G90 X5. Y3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N250 G43 H17 Z4. S150 M13 ;	Активизирование коррекции #17 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 150 об./мин., Включение охлаждения
N260 G87 G98 X5. Y3. Z-2. R-2.7 P1000 Q.1 F1.5 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G87
N270 G80;	Отмена цикла G87
N280 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
.	
.	



# ЦИКЛ РАСТОЧКИ G88

## ФОРМАТЫ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, приведенные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Программирование в дюймах

G88 X±2.4 Y±2.4 Z±2.4 P5.3 R±2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

G88 X±3.3 Y±3.3 Z±3.3 P5.3 R±3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

## Определения

КОМАНДА G88 Код G для цикла расточки G88.

СЛОВО X Специфицирует координату оси X для рассверливаемого отверстия относительно X0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси X для рассверливаемого отверстия составляет "X5.0"

СЛОВО Y Специфицирует координату оси Y для рассверливаемого отверстия относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси Y для рассверливаемого отверстия будет «Y3.0».

СЛОВО Z Специфицирует окончательную глубину рассверливаемого отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте типовой программы окончательная глубина отверстия будет составлять 2.125 дюйма.

СЛОВО P Специфицирует остановку (простой) в нижней части высверливаемого отверстия. Предполагается значение «P0», если НЕ программируется информационное слово P. Программирование десятичной запятой НЕ допускается со словом P. Управление предполагает размещение десятичной запятой как P5.3. Начальные нули можно опустить, но конечные нули ДОЛЖНЫ программироваться. См. следующие примеры:

P300=0.3 сек. остановка

P6500=6.5 сек остановка

СЛОВО Q Специфицирует значение инкрементного смещения (сдвига) инструмента после завершения прохода растачивания. В сегменте типовой программы это значение составляет 0.05 дюйма.

СЛОВО R Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 0.1 дюйма.

СЛОВО K Специфицирует количество выполняемых циклов сверления в каждом месте. Предполагается, что K имеет значение 1, если оно не запрограммировано. Когда программируется "K0", данные цикла расточки сохраняются в системе управления, но цикл расточки не выполняется.

СЛОВО F Специфицирует скорость подачи для цикла расточки. В сегменте типовой программы скорость подачи составляет 1,50 д./мин.

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА В ЦИКЛЕ G88 (РИС. 9.5)

Во время выполнения цикла последовательность перемещений оси следующая.

1. Расточная оправка быстро перемещается в начальную точку (Вид А).
2. Из начальной точки оправка быстро перемещается в точку возврата (Вид А)
3. Оправка подается на глубину (Слово Z) (Вид В).
4. На конечной глубине:  
Если программируется остановка (Слово P), шпиндель продолжает вращаться для продления остановки (простоя), затем останавливается. Если остановка не программируется, шпиндель останавливается немедленно.
5. Выполнение программы прекращается.
6. Оператор нажимает кнопку начала цикла для возобновления программы.
7. Если действует G98, расточная оснастка быстро перемещается в начальную точку. Если действует G99, расточная оснастка остается в точке возврата. (Вид С)
8. Если рассверливается другое отверстие:  
а) Шпиндель начинает вращаться.  
б) Расточная оправка быстро перемещается к следующему отверстию и цикл растачивания продолжается.

Если другое отверстие не рассверливается, цикл отменяется запрограммированной командой G80 и выполнение программы продолжается.

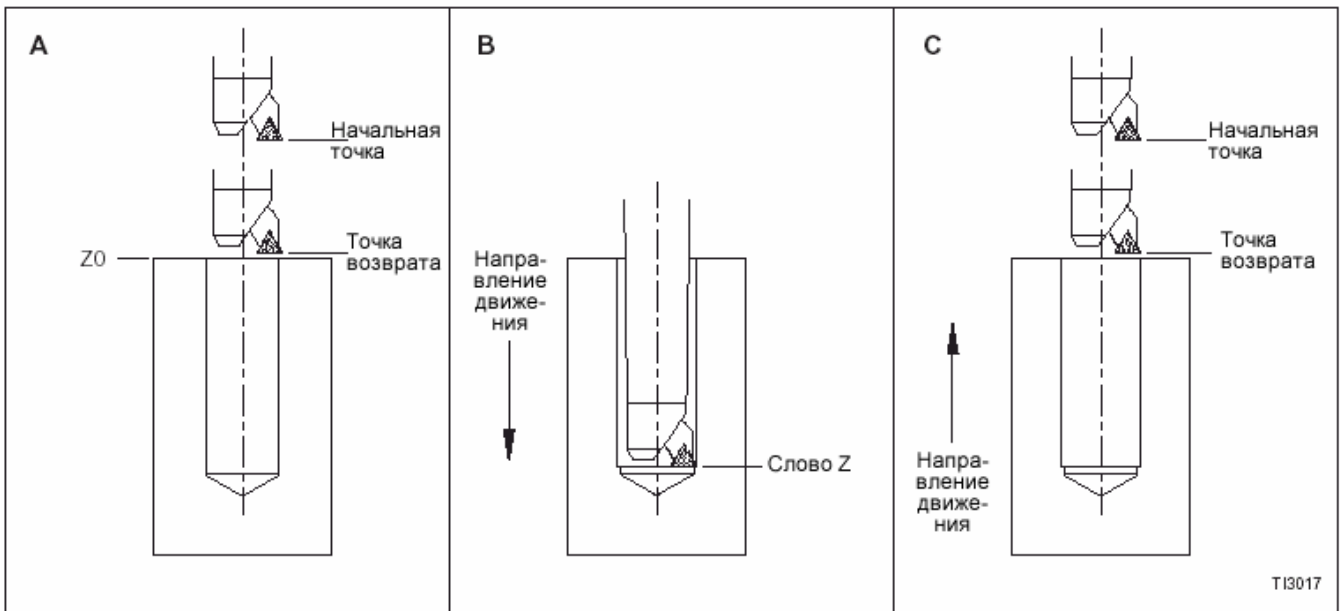


Рис. 9.5 – Цикл расточки G88: Перемещение инструмента и информационные слова.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 ВНН)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента11:	1.350 дюйма

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Отверстие диаметром 1.350 будет расточено до глубины 2,0 дюймов.

G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию (включение питания), активными для данного примера.

Сегмент типовой программы:

.	
.	
N230 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
N240 G00 G90 X5. Y3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N250 G43 H20 Z4. S150 M13 ;	Активизирование коррекции #20 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 150 об./мин., Включение охлаждения
N260 G88 G98 X5. Y3. Z-2. R-2.7 P1000 Q.1 F1.5 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G88
N270 G80;	Отмена цикла G88
N280 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
.	
.	

# ЦИКЛ РАСТОЧКИ G89

## ФОРМАТЫ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, приведенные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Программирование в дюймах

G88 X±2.4 Y±2.4 Z±2.4 P8.0 R±2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

G88 X±3.3 Y±3.3 Z±3.3 P8.0 R±3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

## Определения

КОМАНДА G88	Код G для цикла расточки G88.
СЛОВО X	Специфицирует координату оси X для рассверливаемого отверстия относительно X0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси X для рассверливаемого отверстия составляет "X5.0"
СЛОВО Y	Специфицирует координату оси Y для рассверливаемого отверстия относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси Y для рассверливаемого отверстия будет «Y3.0».
СЛОВО Z	Специфицирует окончательную глубину рассверливаемого отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте типовой программы окончательная глубина отверстия будет составлять 2.125 дюйма.
СЛОВО P	Специфицирует остановку (простой) в нижней части высверливаемого отверстия. Предполагается значение «P0», если НЕ программируется информационное слово P. Программирование десятичной запятой НЕ допускается со словом P. Управление предполагает размещение десятичной запятой как P5.3. Начальные нули можно опустить, но конечные нули ДОЛЖНЫ программироваться. См. следующие примеры: P300=0.3 сек. остановка P6500=6.5 сек остановка
СЛОВО Q	Специфицирует значение инкрементного смещения (сдвига) инструмента после завершения прохода растачивания. В сегменте типовой программы это значение составляет 0.05 дюйма.
СЛОВО R	Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 0.1 дюйма.
СЛОВО K	Специфицирует количество выполняемых циклов сверления в каждом месте. Предполагается, что K имеет значение 1, если оно не запрограммировано. Когда программируется "K0", данные цикла расточки сохраняются в системе управления, но цикл расточки не выполняется.
СЛОВО F	Специфицирует скорость подачи для цикла расточки. В сегменте типовой программы скорость подачи составляет 1,50 д./мин.

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА В ЦИКЛЕ G89 (РИС. 9.6)

Во время выполнения цикла последовательность перемещений оси следующая.

1. Расточная оснастка (выдвижной шпиндель) быстро перемещается в начальную точку (Вид А).
2. От начальной точки расточная оснастка быстро перемещается в точку возврата (Вид А).
3. Расточная оснастка подается на глубину (Слово Z) (Вид В).
4. Оправка останавливается в конные отверстия. Время устанавливается словом Р.
5. Оправка поднимается в точку возврата (Вид С).
6. Если действует G98, расточная оснастка быстро перемещается в начальную точку. Если действует G99, расточная оснастка остается в точке возврата. (Вид С)

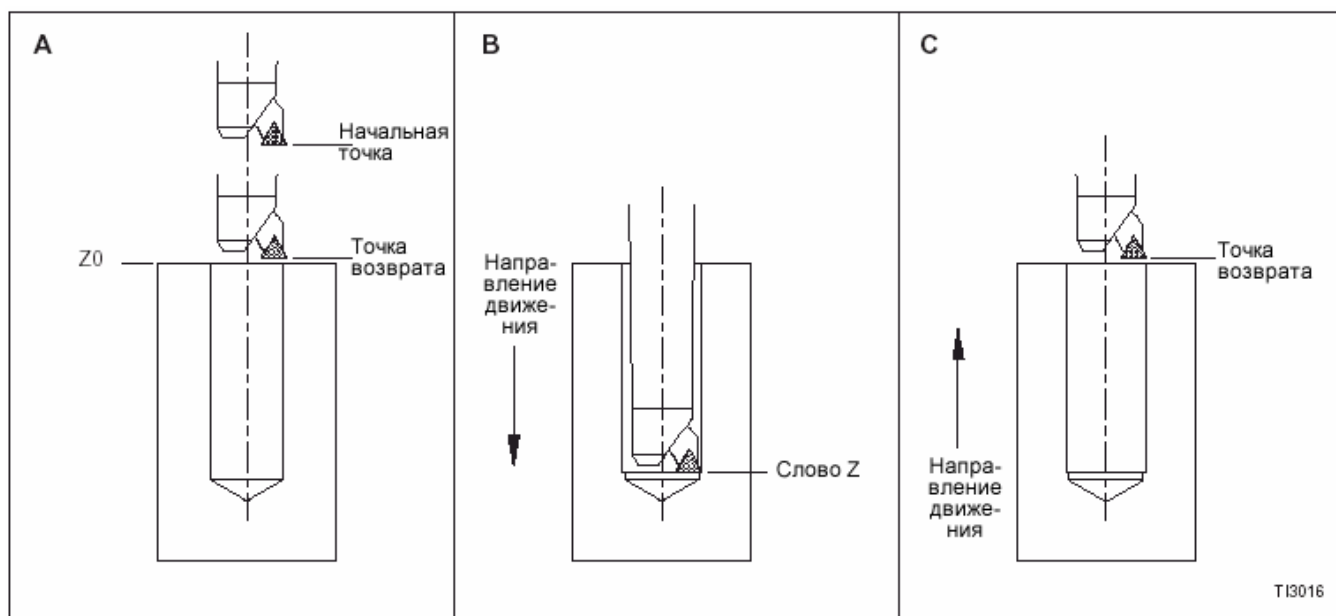


Рис. 9.6 – Цикл расточки G89: Перемещение инструмента и информационные слова.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 BHN)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента:	1.350 дюйма

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Отверстие диаметром 1.350 будет расточено до глубины 2,125 дюймов.

G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию (включение питания), активными для данного примера.

Сегмент типовой программы:

.	
.	
N230 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
N240 G00 G90 X5. Y3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N250 G43 H8 Z4. S150 M13 ;	Активизирование коррекции #8 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 150 об./мин., Включение охлаждения
N260 G89 G98 Z-2.125 P500 R.1 F1.5	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G89
N270 G80;	Отмена цикла G89
N280 M6 T_ ;	Последовательность смены инструмента
.	
.	

## РАССВЕРЛИВАНИЕ (РАСТОЧКА) НЕСКОЛЬКИХ ОТВЕРСТИЙ

Все циклы расточки, описанные в этой главе, можно использовать для растачивания нескольких отверстий. Как описывается в разделе на стр. 9-2, цикл расточки остается действующим до отмены его командой G80. когда дана команда на выполнение цикла, необходимо только запрограммировать положение оси X и Y в последовательных информационных блоках для команды станку выполнить цикл расточки в каждой позиции. Команда G80 запрограммирована после завершения обработки всех отверстий данным инструментом.

### -МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-

Будьте внимательны при выборе начальной точки цикла и кода возврата (G98/G99). Если на заготовке есть зазубрины или выступы (заусенцы) над Z0 и если выбрана неправильная точка отвода, инструмент может столкнуться с заготовкой.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 ВНН)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента11:	0.500 дюйма
# Коррекции на инструмент11:	11
Диаметр инструмента 12:	0.750 дюйма
# Коррекции на инструмент12:	12

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Девять отверстий диаметром 0.5 будут рассверлены на глубину 3,265. Шесть отверстий диаметром 0.75 будут просверлены насквозь. См. Рис. 9.7, на стр. 9-27.

G90 (абсолютное позиционирование) G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию, активными для данного примера.

Сегмент типовой программы:

.	
.	
N230 M6 T11 ;	Последовательность смены инструмента
N240 G00 G90 X.5 Y-3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N250 G43 H11 Z1. S340 M13 ;	Активизирование коррекции #11 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 340 д./мин., Включение охлаждения
N260 G89 G98 Z-3.265 R.1 P500 F1.7 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G89 и сверление отверстия #1.
N270 Y-6. ;	Сверление отверстия #2
N280 Y-9. ;	Сверление отверстия #3

N290 X6.125 ;	Сверление отверстия #4
N300 Y-6. ;	Сверление отверстия #5
N310 Y-3. ;	Сверление отверстия #6
N320 X10.75	Сверление отверстия #7
N330 Y-6. ;	Сверление отверстия #8
N340 Y-9. ;	Сверление отверстия #9
N350 G80;	Отмена цикла G89
N360 M6 T12 ;	Последовательность смены инструмента.
N370 G00 G90 X4. Y-1.5 ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N380 G43 H12 Z1. S280 M13 ;	Активизирование коррекции #12 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 280 д./мин., Включение охлаждения
N390 G85 G99 Z-2.814 R.1 F2.0 ;	Установка режима G99, Определение и выполнение цикла G85 и сверление отверстия #10.
N400 Y-6. ;	Сверление отверстия #11
N410 Y-10.5 ;	Сверление отверстия #12
N420 X8.25 ;	Сверление отверстия #13
N430 Y-6. ;	Сверление отверстия #14
N440 Y-1.5 ;	Сверление отверстия #15
N450 G80 ;	Отмена цикла G85
N460 M6 T13 ;	Последовательность смены инструмента

#### **ПРИМЕЧАНИЯ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ:**

1. “M6 T\_” последовательность смены инструмента (Блоки N230, N360, и N460). Слово T определяет инструмент, используемый для текущей операции.
2. G98 Перемещение в начальную точку (Блок N260)  
Команда G98 использовалась с циклом G89 для перемещения инструмента в начальную точку (Z1.0) после сверления (расточивания) каждого отверстия. Если использовалась G99 (Точка возврата) инструмент может столкнуться с ребрами на заготовке при перемещении в отверстия 4 и 7.
3. G99 Перемещение в точку возврата (Блок N390)  
Команда G99 использовалась с циклом G85 для перемещения инструмента в точку возврата (Z0.1) после сверления (расточивания) каждого отверстия. Это возможно при отсутствии помех между отверстиями диаметром 0.625.



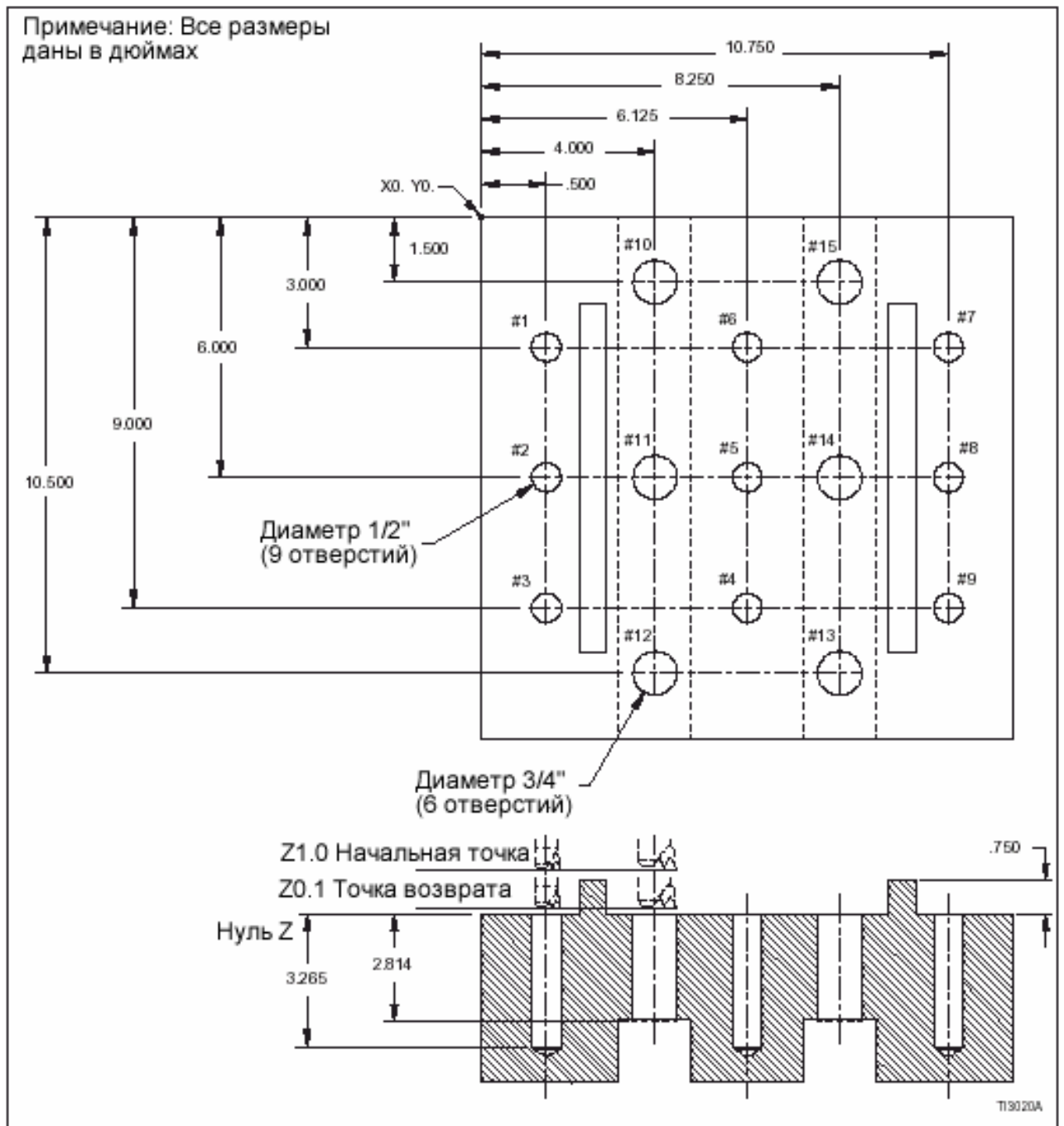


Рис. 9.7 – Типовая заготовка: Растачивание (рассверливание) нескольких отверстий

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

# ГЛАВА 10 – ЦИКЛЫ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ

## ВВЕДЕНИЕ

Имеются два цикла нарезания резьбы метчиком G84 и G74 (реверсивное резьбонарезание). G84 используется для правосторонних метчиков, а G74 для левосторонних (с обратным нарезанием левой резьбы). Оба цикла позволяют программисту специфицировать обычное резьбонарезание и жесткое нарезание резьбы. Программист выбирает соответствующий способ резьбонарезания, в зависимости от требований к выполняемой операции. Ниже см. “Режимы резьбонарезания”

При программировании резьбонарезания с однократным проходом ось Z выполняет непрерывное перемещение метчика к заготовке. Программист должен быть уверен в том, что запрограммированные параметры образуют цикл, выполняющий операцию без перегрузки инструмента. Ось Z и шпиндель реверсируются после достижения метчиком программируемой глубины (слово Z).

Способ программирования циклов резьбонарезания изменяется в зависимости от использования абсолютного (G90) или инкрементного (G91) программирования. Все типовые программы, описываемые в этой главе, предназначены для абсолютного программирования. См. стр. 10-2 “Программирование G90/G91”

Положение инструмента в конце каждого цикла управляется программой обработки детали с использованием команд G98 и G99. См. стр. 10-3 “Программирование G98/G99”

## РЕЖИМЫ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ

### ОБЫЧНОЕ РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЕ

Обычное нарезание резьбы метчиком требует использования плавающего резьбонарезного патрона. Скорость подачи программируется для согласования скорости шпинделя и скорости подачи оси Z. См. стр. 10-2.

### ЖЕСТКОЕ НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ

Выполняется с помощью интерполяции между осью Z и шпинделем. Когда действует режим жесткого нарезания резьбы, шпиндель вращается на один оборот, когда ось Z подается на расстояние, равное шагу метчика. Это устраняет необходимость в плавающем резьбонарезном патроне, который обеспечивает высокоскоростное, высокопрецизионное резьбонарезание.

Режим жесткого нарезания резьбы метчиком запускается, командой M29. M29 и скорость шпинделя программируются в блоке, предшествующем циклу нарезания резьбы метчиком.

Формат программирования.

```
N ____ M29 S ____ ;  
N ____ G84 X ____ Y ____ Z ____ R ____ F ____ K ____ ;
```

## **СКОРОСТЬ ПОДАЧИ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ**

Может специфицироваться в дюймах (мм) в минуту или дюймах (мм) на оборот.

G94 Скорость подачи в дюймах (мм) в минуту:

Скорость подачи = Шаг метчика \* Скорость шпинделя

G95 Скорость подачи в дюймах (мм) на оборот:

Скорость подачи = Шаг метчика

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ G90/G91**

### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

Команды G90 или G91 могут быть поданы перед выполнением цикла резьбонарезания или в том же информационном блоке цикла резьбонарезания.

G90 – команда абсолютного программирования. Все перемещения (по команде) оси будут соотноситься с нулевыми положениями оси X, Y и Z. Модальная G90 остается действующей до ее отмены командой G91.

G91 – команда инкрементного программирования. Все перемещения (по команде) оси будут соотноситься с текущими положениями оси. Модальная G91 остается действующей до ее отмены командой G90.

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ G98/G99

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Команды G98 или G99 могут быть поданы перед выполнением цикла резьбо-нарезания или в том же информационном блоке цикла резьбо-нарезания.

G98 дает команду на отвод инструмента в начальную точку цикла, когда резьбо-нарезание закончено. G98 – модальная команда, и остается действующей до ее отмены командой G99.

G99 дает команду на отвод инструмента в точку возврата цикла, когда резьбо-нарезание закончено. G99 – модальная команда, и остается действующей до ее отмены командой G98.

См. описание каждого цикла нарезания резьбы метчиком и рисунки для определения месторасположения начальной точки и точки возврата.

### ОТМЕНА ЦИКЛОВ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ

Циклы должны отменяться сразу после их завершения. Если цикл нарезания резьбы метчиком не отменен и дана команда на перемещение оси, то оси перемещаются в новое положение координат и выполняют активный цикл резьбо-нарезания. Циклы можно отменить следующим образом:

- Программированием G98 в информационном блоке (отдельно) сразу после действия последнего блока в цикле. Блок команды G80 выполняется сразу после блока, управляющего циклом резьбо-нарезания, КРОМЕ операции резьбо-нарезания нескольких отверстий. См. стр. 10-6.
- Программированием любого цикла.

Нажатие клавиши сброса отменяет режим жесткого нарезания резьбы, НО не отменяет цикл резьбо-нарезания метчиком.

# ЦИКЛЫ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ С ОДНОКРАТНЫМ ПРОХОДОМ

Циклы G84 и G74 функционируют в аналогичной манере за исключением направления вращения шпинделя.

## ФОРМАТЫ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Значения, приведенные в следующих информационных блоках, являются форматами информационных слов, а НЕ действительными размерами.

Программирование в дюймах

[G84 or G74] X±2.4 Y±2.4 Z±2.4 R±2.4 K1.0 F3.2 (д./мин) или F1.6 (д./об.) ;

Программирование в мм:

[G84 or G74] X±3.3 Y±3.3 Z±3.3 R±3.3 K1.0 F5.0 (мм/мин) или F3.4 (мм/об.) ;

## Определения

Команда G84	Код G для цикла нарезания правой резьбы
Команда G74	Код G для цикла нарезания левой резьбы
Слово X	Специфицирует координату оси X для резьбового отверстия, обработанного метчиком, относительно X0 (нуль). В сегменте программы значение координаты оси X для отверстия составляет "X5.0"
Слово Y	Специфицирует координату оси Y для резьбового отверстия, обработанного метчиком, относительно Y0 (нуль). В сегменте типовой программы значение координаты оси Y для отверстия составляет «Y3.0».
Слово Z	Специфицирует окончательную глубину резьбового отверстия относительно Z0 (нуль). В сегменте программы конечная глубина отверстия будет составлять 3.0 дюйма.
Слово R	Специфицирует абсолютное расстояние от Z0 до точки возврата. См. рис. 10.1. В сегменте типовой программы это расстояние составляет 0.1 дюйма.
Слово K	Специфицирует количество выполняемых циклов резьбонарезания в каждой позиции. Предполагается, что величина K имеет значение 1, если она не программируется. Когда программируется "K0", данные цикла расточки сохраняются в памяти системы управления, но цикл не выполняется.
Слово F	Специфицирует скорость подачи для цикла нарезания резьбы. В программе скорость подачи составляет 17,61 д./мин.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИИ

Z0:	Поверхность заготовки
Материал:	Литейный чугун (твердость 220 ВНН)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая (инструментальная) сталь)
Диаметр инструмента:	0.5 дюйма (13 витков на дюйм)
# Коррекции на инструмент:	11

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Метчик  $\varnothing 0.5$  программируется на глубину 3,0. См. Рис. 10.1.

G90 (абсолютное позиционирование) G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию, активными для данного примера.

Сегмент типовой программы:

N220 M06 T11 ;	Последовательность смены инструмента
N230 G00 G90 X5. Y3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N240 G43 H11 Z1. S229 M13 ;	Активизирование коррекции #11 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 229 об./мин., Включение охлаждения
N250 G84 G98 Z-3.0 R.1 F17.61;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G84 и нарезание отверстия метчиком.
N260 G80 ;	Отмена цикла G84
N270 M06 T12 ;	Последовательность смены инструмента

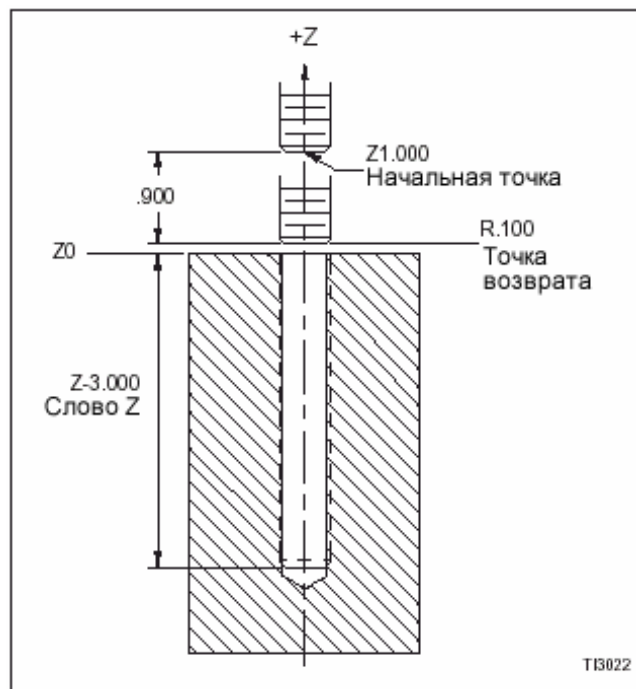


Рис. 10.1 – Цикл нарезания резьбы метчиком с однократным проходом

# НАРЕЗАНИЕ МЕТЧИКОМ НЕСКОЛЬКИХ РЕЗЬБОВЫХ ОТВЕРСТИЙ

Циклы, описываемые в этой главе, можно использовать для обработки метчиком нескольких отверстий. Цикл действует (см. Стр. 10-2) до его отмены командой G80 или другим циклом. Когда дается команда на выполнение цикла, необходимо только запрограммировать положение оси X и Y в последующих информационных блоках для выдачи станку команды на выполнение цикла в каждой позиции. G80 программируется после обработки всех отверстий для данного инструмента.

## -МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-

Будьте внимательны при выборе начальной точки цикла и кода возврата (G98/G99). Если на заготовке есть зазубрины или выступы (заусенцы) над Z0 и если выбрана неправильная точка отвода, инструмент может столкнуться с заготовкой.

## СЕГМЕНТ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Z0:	Поверхность детали
Материал:	Литьевой чугун (твердость 220 BHN)
Тип инструмента:	HSS (быстрорежущая сталь)
Диаметр инструмента11:	0.500 дюйма (13 витков на дюйм)
# Коррекции на инструмент11:	11
Диаметр инструмента 12:	0.750 дюйма (10 витков на дюйм)
# Коррекции на инструмент12:	12

В данном примере Z0 (нуль) представляет собой поверхность заготовки. Девять отверстий будут обработаны метчиком  $\frac{1}{2}$ "-13 на глубину 3,0 дюйма. Шесть отвесрий будут обработаны метчиком  $\frac{3}{4}$ "-10 насквозь. См. Рис. 10.2 на стр. 10-8.

G90 (абсолютное позиционирование) G94 (подача, д./мин) и G98 (возврат к начальной точке) являются значениями по умолчанию, активными для данного примера.

Сегмент типовой программы:

.	
.	
N210 M6 T11 ;	Последовательность смены инструмента
N220 G00 G90 X.5 Y-3. ;	Активизирование абсолютного позиционирования, Быстрое перемещение в положение XY.
N230 G43 H11 Z1. S229 M13 ;	Активизирование коррекции #11 на длину инструмента, Быстрое перемещение в начальное положение Z, Вращение шпинделя со скоростью 229 об./мин., Включение охлаждения
N240 M29 S229 ;	Активизирование режима жесткого нарезания резьбы метчиком.
N250 G84 G98 Z-3.0 R.1 F17.61 ;	Установка режима G98, Определение и выполнение цикла G84 и нарезание резьбового отверстия #1.
N260 Y-6. ;	Нарезание резьбового отверстия #2
N270 Y-9. ;	Нарезание резьбового отверстия #3



N280 X6.125 ;	Нарезание резьбового отверстия #4
N290 Y-6. ;	Нарезание резьбового отверстия #5
N300 Y-3. ;	Нарезание резьбового отверстия #6
N310 X10.75	Нарезание резьбового отверстия #7
N320 Y-6. ;	Нарезание резьбового отверстия #8
N330 Y-9. ;	Нарезание резьбового отверстия #9
N340 G80;	Отмена цикла G89
N350 M6 T12 ;	Последовательность смены инструмента
N360 G00 G90 X4. Y-1.5 ;	Активизирование абсолютного позиционирования, быстрое перемещение в положение XY
N370 G43 H12 Z1. S153 M13 ;	Активизирование коррекции #12, быстрое перемещение в начальную точку оси Z, перемещение шпинделя вперед – 153 об./мин., включение охлаждения
N380 G84 G99 Z-2.625 R.1 F15.3 ;	Установка режима G99, определение цикла G84 и нарезание резьбового отверстия #10
N390 Y-6. ;	Нарезание резьбового отверстия #11
N400 Y-10.5 ;	Нарезание резьбового отверстия #12
N410 X8.25 ;	Нарезание резьбового отверстия #13
N420 Y-6. ;	Нарезание резьбового отверстия #14
N430 Y-1.5 ;	Нарезание резьбового отверстия #15
N440 G80 ;	Отмена цикла
N450 M6 T13 ;	Последовательность смены инструмента

## ПРОГРАММА – ПРИМЕЧАНИЯ

1. “M6 T\_” –Последовательность смены инструмента (блоки N210, N350 и N450). Слово T определяет инструмент, используемый для текущей операции.
2. G98 Перемещение а начальную точку (блок N250). Команда G98 запрограммирована для перемещения инструмента в начальную точку (Z1.0) после каждого отверстия ½”-13. Если использовать G99 (Перемещение инструмента в возвратную точку), то инструмент может столкнуться с заусенцами на заготовке при перемещении в отверстия 4 и 7.
3. G99 (Перемещение в точку возврата ) была запрограммирована для перемещения инструмента в точку возврата (Z.1) после обработки каждого резьбового отверстия ¾”-10. Это возможно выполнить, поскольку между этими отверстиями нет помех.

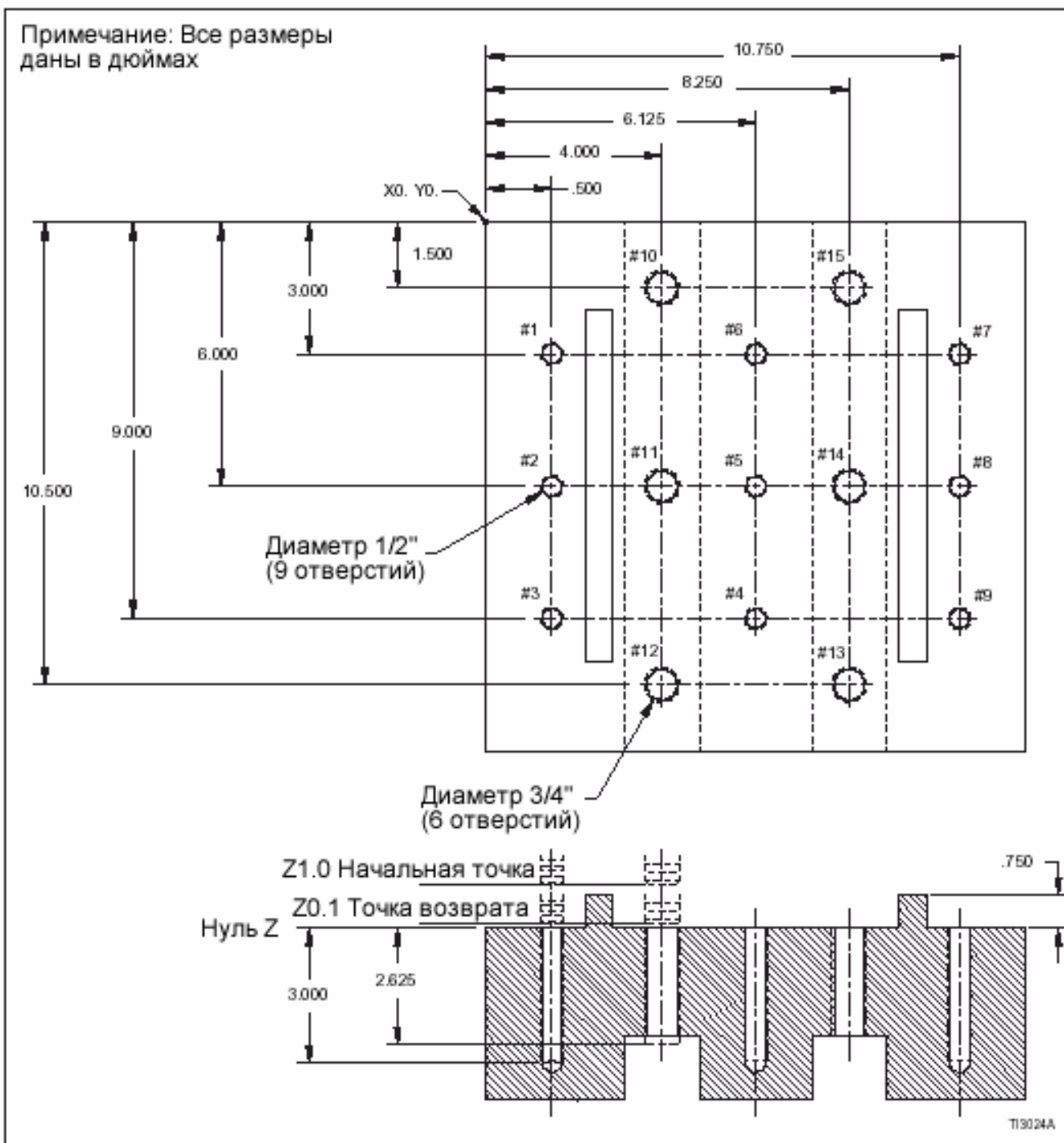


Рис. 10.2 – Типовая заготовка: нарезание нескольких резьбовых отверстий в циклах нарезания резьбы метчиком.

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

# ГЛАВА 11 – УПРАВЛЕНИЕ СРОКОМ СЛУЖБЫ (РЕСУРСОМ СТОЙКОСТИ) ИНСТРУМЕНТА

## ОСНОВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### ВВЕДЕНИЕ

Основная концепция управления сроком службы заключается в том, что после определенного числа деталей или через определенный период времени обработки система управления автоматически вводит другой инструмент вместо используемого для той или иной операции.

Инструменты назначаются в специальные группы, обозначенные программистом. Управление отслеживает величину измерения, назначаемую в каждую инструментальную группу и автоматически переключается на следующий инструмент в группе, когда счетчик инструментальной группы достигнет специфицированной программистом величины измерения.

### ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ИНСТРУМЕНТА

Срок службы можно измерить, пользуясь одним из следующих способов:

1. Число деталей (обрабатываемых инструментом).
2. Величина времени обработки (на инструменте).

Одновременно можно использовать только одну из единиц измерения. “Число деталей” является установкой параметра при поставке станка с фирмы-изготовителя. См. Руководство для оператора (M-400) – информация по проверке или переводу имеющийся единицы измерения через установку параметра.

Аварийное сообщение отображается на дисплее, когда какая-либо инструментальная группа достигает запрограммированного срока службы и система управления считывает “M30” (конец программы). В этой точке оператор станка заменяет оснастку и сбрасывает счетчик соответствующей инструментальной группы. См. Руководство для оператора - “Сброс счетчика”.

#### Число деталей

При использовании этого вида измерения система управления выполняет приращение счетчика инструментальной группы для действующего инструмента каждый раз, когда инструментальная группа запрашивается программой обработки детали.

#### Величина времени обработки

При использовании этого вида измерения система управления выполняет прогон счетчика группы для действующего инструмента, когда активна G01, G02 или G03.

## ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

При использовании функции управления сроком службы инструмента и коррекции назначаются в специальные группы. Эти группы устанавливаются программистом с помощью программы, не зависящей от программы обработки детали. Программа управления сроком службы определяет параметры, требующиеся для управления сроком службы.

Программа определяет следующие параметры:

1. Номера групп.
2. Величина срока службы для каждой группы.
3. Номера инструментов и коррекций для каждой группы.

### **-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Когда выполняется программа управления сроком службы, все счетчики сбрасываются на 0 (нуль).**

При использовании функции управления сроком службы оператор должен загрузить и выполнить в первый раз программы обработки детали.

См. стр. 1-3, специальная информация о программе управления сроком службы.

См. стр. 11-7, информация о способе ввода информации управления сроком службы в программу обработки детали.

# ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ СРОКОМ СЛУЖБЫ ИНСТРУМЕНТА

## ФОРМАТ

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Информация об информационных словах в программе управления сроком службы (ресурсом стойкости) представлена на стр. 11-4.

### Ввод нового слова

	O _ _ _ _ ;
	N _ _ G10 L3 ;
Определение инструментальной группы 1	N _ _ P1 L _ _ ;
	N _ _ T _ _ H _ _ D _ _ ;
	N _ _ T _ _ H _ _ D _ _ ;
	N _ _ T _ _ H _ _ D _ _ ;
Определение инструментальной группы 2	N _ _ P2 L _ _ ;
	N _ _ T _ _ H _ _ D _ _ ;
	N _ _ T _ _ H _ _ D _ _ ;
	N _ _ T _ _ H _ _ D _ _ ;
Определение инструментальной группы 3	N _ _ P3 L _ _ ;
	.
	N _ _ G11 ;
	N _ _ M30 ;

### Усовершенствование имеющихся данных

Имеющиеся данные управления сроком службы инструмента можно редактировать программированием "P1" на строке G10.

Если уже имеется группа, специфицированная с помощью слова P на строке слова L, старые данные будут изменены. Если группы, специфицированной словом P на строке слова L уже нет, то будет определена новая инструментальная группа.

Если "P1" пропущена на строке G10 во время ввода данных, то управление предполагает, что вводятся новые данные. Все группы срока службы инструмента в программе управления будут удалены.

	O _ _ _ _ ;
P1=функция дополнения/изменения	N _ _ G10 L3 P1 ;
Усовершенствование группы1	N _ _ P1 L _ _ ;
	N _ _ T _ _ H _ _ D _ _ ;
	N _ _ T _ _ H _ _ D _ _ ;
	.
	N _ _ G11 ;
	N _ _ M30 ;

## Удаление имеющихся данных

Выбранные данные управления сроком службы можно удалить (стереть) из ЧПУ программированием "P2" на строке G10. Будут устранены все инструментальные группы, специфицированные словом P после строки G10.

```
P2=Удаление      O _ _ _ _ ;  
                  N _ _ G10 L3 P2 ;  
                  N _ _ P _ _ ;  
                  N _ _ P _ _ ;  
                  N _ _ P _ _ ;  
                  .  
                  N _ _ G11 ;  
                  N _ _ M30 ;
```

## Определение информационных слов

O _ _ _ _	=	Номер программы
N _ _ _	=	Номер блока
G10	=	Начало ввода данных по инструменту
L3	=	Ячейка памяти для данных управления сроком службы (не изменять)
P _ _	=	Номер инструментальной группы
L _ _ _ _	=	Информационное слово величины срока службы
T _ _	=	Номер инструмента
H _ _	=	Номер коррекции на длину инструмента
D _ _	=	Номер коррекции на диаметр инструмента
G11	=	Окончание ввода данных
M30	=	Окончание программы

СЛОВО P – НОМЕР ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ГРУППЫ.

Слово P используется для специфицирования номера группы, назначаемого в каждую группу инструментов цифровое значение для информационного слова должно быть целым числом. Нельзя программировать десятичную запятую.

Примеры:

```
P1 (Инструментальная группа 1)  
P12 (Инструментальная группа 12)
```

См. руководство для оператора (M-400) – информация о проверке или установке максимального числа допустимых инструментальных групп.



## СЛОВО L – ИНФОРМАЦИОННОЕ СЛОВО ВЕЛИЧИНЫ СРОКА СЛУЖБЫ ИНСТРУМЕНТА.

Слово L используется для специфицирования срока службы инструмента для каждой инструментальной группы в программе управления. Цифровое значение для информационного слова должно быть целым числом. Нельзя программировать десятичную запятую.

Примеры:                   L25 (Срок службы 25)  
                                  L200 (Срок службы 200)

В таблице (ниже) приведены минимальное и максимальное значения, которые могут использоваться со словом L при программировании управления сроком службы инструмента.

Единица измерения	Минимальное значение	Максимальное значение
Количество деталей	1	9999
Время обработки (в минутах)	1	4300

См. руководство для оператора (M-400) – проверка или установка используемой единицы измерения.

## СЛОВО T – НОМЕР ИНСТРУМЕНТА.

Стандартный формат слова T используется при определении номеров инструментов в программе управления. См. главу 5.

## СЛОВО N – КОРРЕКЦИЯ НА ДЛИНУ ИНСТРУМЕНТА.

Стандартный формат слова N используется при определении коррекции на длину инструмента в программе управления. См. главу 5.

## СЛОВО D – КОРРЕКЦИЯ НА ДИАМЕТР ИНСТРУМЕНТА.

Стандартный формат слова D используется при определении коррекции на диаметр инструмента в программе управления сроком службы инструмента. См. главу 5.

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ – ПРИМЕЧАНИЯ

1. Программирование десятичной запятой **НЕ** допустимо со словами P или L.
2. Один и тот же номер инструмента и/или коррекция на инструмент может присваиваться инструментальной группе (одной и более).
3. Номера инструментов **НЕЛЬЗЯ** назначать в одну и ту же инструментальную группу более одного раза, независимо от используемой коррекции на инструмент.

## ТИПОВАЯ ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ СРОКОМ СЛУЖБЫ ИНСТРУМЕНТА (Ввод новых данных)

В этой программе предполагается, что единицей измерения срока службы (ресурса стойкости) будет “Количество деталей”. См. руководство для оператора.

	O7500 ;
	N1 (Сообщение оператору) ;
	N10 G10 L3 ;
Определение инструментальной группы 1	N20 P1 L10 ;
	N30 T1 H1 D2 ;
	N40 T2 H3 D4 ;
	N50 T3 H5 D6 ;
Определение инструментальной группы 2	N60 P2 L20 ;
	N70 T11 H21 D22 ;
	N80 T12 H23 D24 ;
Определение инструментальной группы 3	N90 P3 L30 ;
	N100 T9 H31 D32 ;
	N110 G11 ;
	N120 M30 ;

### Определение информационных блоков

Блок N1 содержит сообщение оператору.

Блок N10 содержит команду “Начало ввода данных на инструмент” (G10) и ячейку памяти (L3), где хранятся данные.

Блок N20 содержит номер первой инструментальной группы (группа 1) и величину измерения для каждого инструмента группы 1 (величина =10).

Блоки N30 – N50 содержат номера инструментов и коррекции для инструментов, назначенных в группу 1.

Блок N60 содержит номер второй инструментальной группы (группа 2) и величину измерения для каждого инструмента группы 2 (величина =20).

Блоки N70 и N80 содержат номера инструментов и коррекции для инструментов, назначенных в группу 2.

Блок N90 содержит номера третьей инструментальной группы (группа 3) и величину измерения для каждого инструмента группы 3 (величина равна 30).

Блок N100 содержит номер инструмента и коррекции на инструменты, назначенные в группу 3.

Блок N110 содержит команду “Окончание ввода данных на инструмент ” (G11).

Блок N120 содержит команду “Окончание программы” (M30).

# ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

## КОМАНДЫ

Номера и коррекции на инструмент назначены в инструментальные группы в программе управления сроком службы инструмента. См. программу, стр. 11-3. Инструментальные группы запрашиваются из программы обработки детали с помощью слова T. Формат информационного слова для T – T4. Не допускается программирование десятичной запятой.

Формат слова T:

T1\_\_ Формат слова T (для управления сроком службы)

Активизирование инструментальной группы:

T101 Активизирование группы 1

T112 Активизирование группы 12

Структура текстовой программы обработки детали с использованием управления сроком службы.

O1278 ;	Номер программы
G20 or G21 ;	Установка режима измерения (английского или метрического)
N __ (_____) ;	Сообщение оператору
N __ M06 T101 ;	Активизирование инструментальной группы 1, Последовательность смены инструмента
N __ G00 G90 X_ Y_ ;	Режим позиционирования, Абсолютное позиционирование
N __ G43 H99 Z_ S1000 M13 ;	Перемещение в коррекцию на длину инструмента для группы 1, Вращение шпинделя со скоростью 1000 об./мин., включение охлаждения
N __ G01 G41 X_ Y_ D99 F_ ;	Линейная интерполяция, Перемещение в коррекцию на диаметр для группы 1, Скорость подачи -ОБРАБОТКА ДЕТАЛИ-
N __ M01 ;	Вспомогательная остановка
N __ (_____) ;	Сообщение оператору
N __ M06 T102 ;	Активизирование группы 2, Смена инструмента
N __ G00 G90 X_ Y_ ;	Режим позиционирования, Абсолютное позиционирование
N __ G43 H99 Z_ S1000 M13 ;	Перевод в коррекцию на длину для группы 2, Вращение шпинделя со скоростью 1000 об./мин., включение охлаждения
N __ G01 G42 X_ Y_ D99 F_ ;	Линейная интерполяция, Перевод в коррекцию на диаметр для группы 2, Скорость подачи -ОБРАБОТКА ДЕТАЛИ-
N __ M01 ;	Вспомогательная остановка
.	
.	
N __ M30 ;	Окончание программы

## ОБЪЕДИНЕНИЕ КОМАНД

Можно ожидать, что некоторые инструменты увеличивают полный срок службы для определенной операции. В этом случае желательно запрограммировать индивидуальный инструмент в программе обработки детали, а не иметь проблемы с назначением инструмента в инструментальную группу и определением срока службы инструментальной группы, достаточно длительного для выполнения полностью операции.

Можно объединить стандартные команды управления сроком службы в одной и той же программе обработки детали. Стандартные команды можно запрограммировать в операциях, которые предшествуют или следуют за операциями, использующими команды управления сроком службы. Единственным ограничением является то, что необходимо отменить действующий инструмент или инструментальную группу перед отменой другого инструмента или группы.

### Структура типовой программы обработки детали, использующей объединенные (комбинированные) команды.

O1278 ;	Номер программы
G20 or G21 ;	Установка режима измерения (английского или метрического)
N __ (_____) ;	Сообщение оператору
N __ M06 T1 ;	Последовательность смены инструмента, загрузка инструмента 1
N __ G00 G90 X_ Y_ ;	Режим позиционирования, Абсолютное позиционирование
N __ G43 H1 Z_ S1000 M13 :	Перемещение в коррекцию на длину инструмента для группы 1, Вращение шпинделя со скоростью 1000 об./мин., включение охлаждения
N __ G01 G41 X_ Y_ D2 F_ ;	Линейная интерполяция, Перемещение в коррекцию на диаметр для группы 1, Скорость подачи -ОБРАБОТКА ДЕТАЛИ-
N __ M01 ;	Вспомогательная остановка
N __ (_____) ;	Сообщение оператору
N __ M06 T101 ;	Активизирование группы 1, Смена инструмента
N __ G00 G90 X_ Y_ ;	Режим позиционирования, Абсолютное позиционирование
N __ G43 H99 Z_ S1000 M13 ;	Перевод в коррекцию на длину для группы 1, Вращение шпинделя со скоростью 1000 об./мин., включение охлаждения
N __ G01 G41 X_ Y_ D99 F_ ;	Линейная интерполяция, Перевод в коррекцию на диаметр для группы 1, Скорость подачи -ОБРАБОТКА ДЕТАЛИ-
N __ M01 ;	Вспомогательная остановка
.	
.	
N __ M30 ;	Окончание программы

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

# ГЛАВА 12 – ОПЦИИ И РАЗЛИЧНЫЕ УСТРОЙСТВА (ПРИСПОСОБЛЕНИЯ).

## РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ (ДЮЙМОВЫЙ/МЕТРИЧЕСКИЙ)

Установки страницы 1 (Page 1) используются для определения, включена ли система управления и в каком режиме измерения она работает. В данном разделе описывается процедура выбора нужного операционного режима.

Используя команды G20 (дюймовый режим) или G21 (метрический) можно работать в любом режиме, независимо от того, какой режим выбран в странице 1. Однако использование этих кодов G не ведет к автоматической регулировке регистров положения для показа на дисплее значений положения в нужных единицах измерения (дюймы/мм).

### **-МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ-**

**Обычно программы обработки детали должны быть записаны в том же формате, который записан при установке страницы 1. Программы, не записанные в этом формате должны иметь соответствующий код G (дюймовый/метрический), соответственно G20/G21.**

**Когда операционный режим изменяется, значения системы координат и коррекции на инструмент не изменяются автоматически на соответствующие единицы измерения. Они должны изменяться вручную.**

### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

После того, как изменено “дюймовое” поле на странице 1, должна быть выполнена операция возврата к нулю (в исходное положение). Если необходимо, см. Главу 2 в руководстве для оператора, процедуру возврата к нулю.

## УСТАНОВКА ДЮЙМОВОГО ИЛИ МЕТРИЧЕСКОГО РЕЖИМА

1. Выберите режим ручного ввода данных (MDI).
2. Нажмите клавишу DIAGNOSTIC PARAMETER.
3. Нажмите PARAMETER.
4. При необходимости пользуйтесь клавишами страниц для показа SETTING PAGE 1.
5. При необходимости используйте клавиши курсора для размещения курсора в “дюймовом” поле.
6. Выберите соответствующее число (0:MM 1:INCH).
7. Нажмите клавишу ввода.
8. Выполните операцию возврата к нулю. Станок устанавливается в нужный операционный режим.

## ПОДПРОГРАММЫ

Функция подпрограммы обеспечивает основную программу обработки детали возможностью запроса из памяти часто повторяемых наборов (конфигураций) и выполнения их определенное количество раз. Подпрограмма вызывается из специального блока в основной программе. При запросе подпрограмма должна быть в памяти

Формат подпрограммы:

O \_\_\_\_; Наименование подпрограммы

N \_\_\_\_; Блок программы

N \_\_\_\_; .

N \_\_\_\_; .

N \_\_\_\_; .

M99; Возврат к запрос программы

Подпрограммы, хранящиеся в памяти, должны быть идентифицированы буквой “O” перед номером программы в первом информационном блоке. См. стр. 1-8 “Номер программы”.

Последний информационный блок подпрограммы должен содержать команду M99. Эта команда должна находиться в блоке отдельно.

Подпрограммы можно вводить в память с клавиатуры MDI, с отдельной ленты или с гибкого диска, также с ленты или гибкого диска, содержащих основную программу обработки детали.



## ЗАПРОС ПОДПРОГРАММЫ

Подпрограммы активизируются специальным блоком “запроса” в основной программе, которая должна иметь следующий формат:

M98 Paaabbbb ;

Где:

M98 – “смешанная” команда для активизирования функции запроса программы.

P – буквенный адрес, используемый для специфицирования числа раз, которое должна быть выполнена программа и номер подпрограммы.

“aaa” специфицирует число выполнений подпрограммы, которая может выполняться до 999 раз. Если значение не вводится, подпрограмма выполняется один раз.

“bbbb” специфицирует номер выполняемой подпрограммы.

Строка #1 типовой программы:

M98 P50100 ; (Подпрограмма O0100 будет выполнена 5 раз)

Строка #2:

M98 P100 ; (Подпрограмма O0100 будет выполнена 1 раз)

Строка #3:

M98 P9990100 ; (Подпрограмма O0100 будет выполняться 999 раз)

### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

Когда подпрограмма выполняется только один раз, пользуйтесь форматом, показанным в строке #2 типовой программы. Как видно, начальные нули можно опустить в номере подпрограммы, когда используется этот формат.

# G96 ПОСТОЯННАЯ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ

## ВВЕДЕНИЕ

Программирование постоянной скорости резания дает возможность получения скорости инструмента относительно заготовки непосредственно со скоростью резания – ф./мин. в дюймовом режиме (G20) или м/мин. в метрическом режиме (G21).

Программирование постоянной скорости резания – это функция диапазона скорости шпинделя и программируемой постоянной скорости резания (слово S). Режим постоянной скорости резания выбирается командой G96 и отменяется G97. Команда G97 представляет собой режим запуска и выбирает режим скорости (об./мин.), который позволяет выполнять прямое программирование скорости шпинделя.

В описываемом режиме команда постоянной скорости резания на шпиндель также программируется как слово S. Формат в дюймовом режиме (G20) – S4, формат в метрическом режиме (G21) – S3. Единицы измерения – футы в минуту в режиме G20 и метры в минуту в режиме G21.

Скорость подачи должна также программироваться. Система управления затем автоматически регулирует скорость шпинделя в пределах ее диаметра для сохранения постоянной скорости резания независимо от положения инструмента. Т.к. скорость подачи удерживается на постоянном уровне, а скорость шпинделя изменяется, то рекомендуется, чтобы скорость подачи программировалась в дюймах (мм) на оборот (G95). Это предотвращает перегрузку инструмента в случае активной быстрой подачи при уменьшении скорости шпинделя.

Скорость шпинделя ДОЛЖНА быть активной при вводе режима постоянной скорости резания или когда состояние прекращения цикла возникает, когда появляется первый блок команды на постоянную скорость резания.

В режиме постоянной скорости резания работают переключатели ручной коррекции шпинделя, скорости подачи и быстрой подачи.

## ФОРМАТ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

G92 S\_\_\_\_ ;

G96 P\_\_ S\_\_\_\_ ;

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЛОВ

G92 G	Код G для максимального значения “об./мин.” (скорости перемещения) при постоянной скорости резания
G96 G	Код G для постоянной скорости резания
P__	Выбор оси: P0 = Ось, специфицированная параметром 41, биты 4 и 5 P1 = Ось X P2 = Ось Y P3 = Ось Z P4 = 4-ая ось
S____	Максимальная скорость (об./мин.) перемещения (G92) или скорость резания (G96)

### -ПРИМЕЧАНИЕ-

Если в строке команды G96 опущено слово P, система управления предполагает P0.

## РЕЖИМ МАСШТАБИРОВАНИЯ (ИЗМЕНЕНИЕ МАСШТАБА)

Режим масштабирования позволяет программисту изменить масштабный коэффициент, приложенный к осям X, Y и Z. Масштабный коэффициент “1” – значение по умолчанию. Масштабный коэффициент более “1” приводит к увеличению (масштаба) системы координат, а масштабный коэффициент менее “1” приводит к уменьшению (масштаба) системы координат.

Режим масштабирования отменяется командой G50, а запускается командой G51.

### ТИПЫ МАСШТАБИРОВАНИЯ

Единый масштабный коэффициент можно приложить на все три оси (X, Y и Z), а независимые (отдельные) масштабные коэффициенты можно приложить на каждую ось. Применение одного масштабного коэффициента для нескольких осей рассматривается как однородное (равномерное) масштабирование (изменение масштаба). Использование отдельного коэффициента для каждой оси рассматривается как независимое масштабирование.

Независимое масштабирование также позволяет программисту зеркально отображать траекторию перемещения инструмента на одной или более осях. См. стр. 12-9.

#### Однородное масштабирование

См. рис. 12.1 – примеры однородного масштабирования. Позиции A<sub>1</sub>- D<sub>1</sub> представляют собой местоположения координат перед активизированием масштабирования (масштабный коэффициент = 1). Позиции A<sub>2</sub>- D<sub>2</sub> - положения координат после активизирования (масштабный коэффициент = 2). Заметьте различные местоположения координат, основанные на различном местоположении центральной точки масштабирования, обозначенной “CP”.

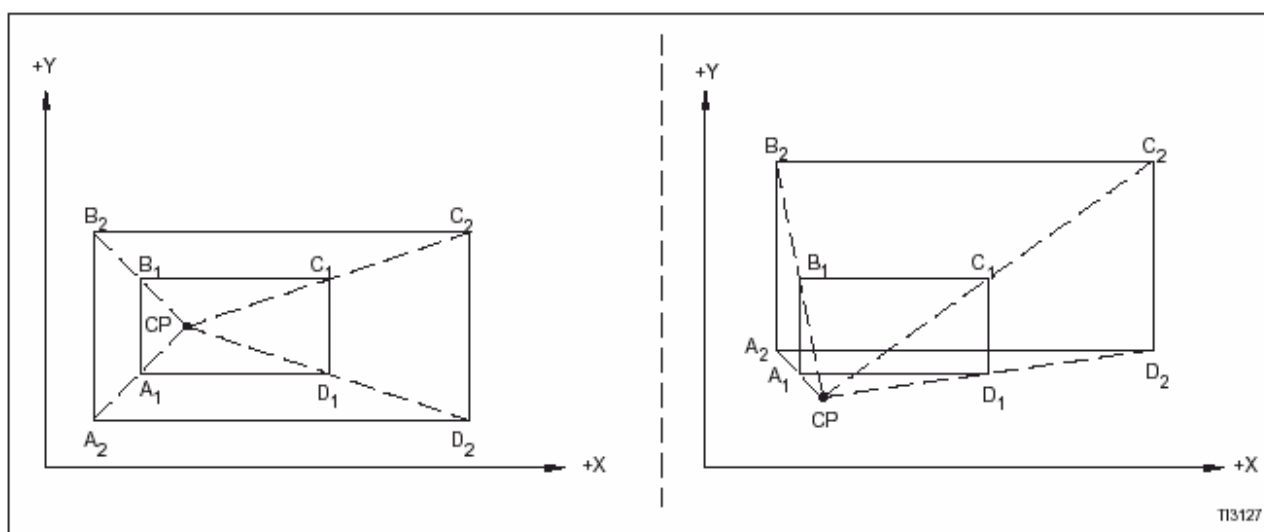


Рис. 12.1 – Однородное масштабирование.

Формат программирования: G51 X\_\_\_ Y\_\_\_ Z\_\_\_ P\_\_\_ ;

Определение информационных слов: G51: Активирование режима масштабирования

X : Координата оси X для центральной точки

Y : Координата оси Y для центральной точки

Z : Координата оси Z для центральной точки

P : Масштабный коэффициент для всех осей

Когда координата оси X, Y и Z опущена в строке команды, для пропущенной оси будет использоваться текущее положение.

Когда в координатной строке опускается слово P, будет использоваться значение в параметре 731.

## Независимое масштабирование

Пример независимого масштабирования – См. рис. 12.2. Независимое масштабирование также позволяет получить зеркальное отображение с использованием отрицательных масштабных коэффициентов.

Формат программирования: G51 X\_\_\_ Y\_\_\_ Z\_\_\_ I\_\_\_ J\_\_\_ K\_\_\_ ;  
Определение информационных слов: G51 :Активизирование режима масштабирования  
X: Координата оси X для центральной точки масштабирования  
Y: Координата оси Y для центральной точки масштабирования  
Z: Координата оси Z для центральной точки масштабирования  
I: Масштабный коэффициент для оси X  
J: Масштабный коэффициент для оси Y  
K: Масштабный коэффициент для оси Z

Когда из командной строки опускается координата оси X, Y или Z, для пропущенной оси будет использоваться текущее положение.

Когда из командной строки опускается слово I, будет использоваться значение в параметре731.

Когда из командной строки опускается слово J, будет использоваться значение в параметре732.

Когда из командной строки опускается слово K, будет использоваться значение в параметре733.

### Примеры

#### МАСШТАБНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ

Этот пример предполагает, что запрограммированные координаты  $A_1$ -  $D_1$  имеют масштабный коэффициент "1".

Масштабный коэффициент X =  $b+a$   
Масштабный коэффициент Y =  $d+c$

#### МАСШТАБНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ

Этот пример предполагает, что запрограммированные координаты  $A_2$  -  $D_2$  имеют масштабный коэффициент "1".

Масштабный коэффициент X =  $a+b$   
Масштабный коэффициент Y =  $c+d$

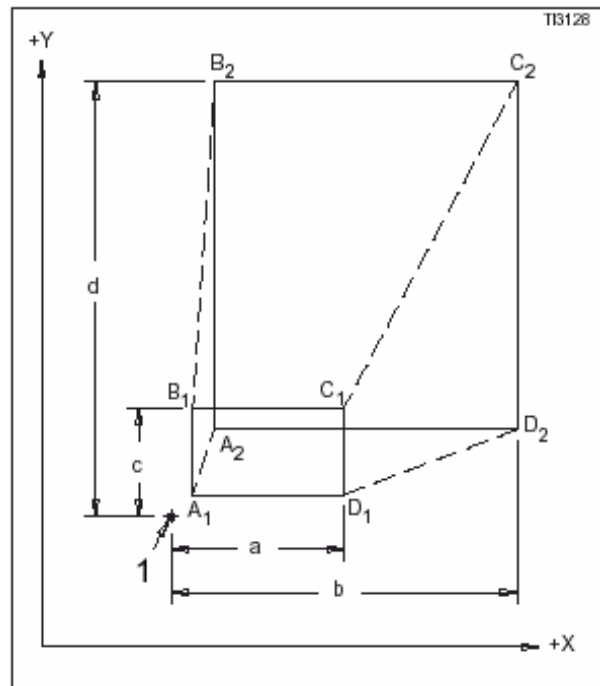


Рис. 12.2 – Независимое масштабирование.  
(1: Центральная точка масштабирования)

## ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ.

Зеркальное отображение включает в себя независимое масштабирование с возможностью зеркального отображения запрограммированных координат вокруг одной или более выбранных осей. См. стр. 12-8, “Независимое масштабирование”.

### Пример

Этот пример иллюстрирует особенность зеркального отображения без масштабирования программируемой траектории перемещения инструмента. Программирование положительных значений (не “1”) – приводит только к масштабированию. Программирование отрицательных значений приводит к зеркальному отображению и масштабированию.

Стандартная траектория инструмента, показанная на рис. 12.3, вычерчивает конфигурации по их обозначениям (1-4). В данном примере подпрограмма используется, чтобы описать первоначальную траекторию инструмента, обозначенную “1”.

### ПОДПРОГРАММА:

O0101 ;	Номер программы
G90 X6. Y6. ;	Абсолютное позиционирование, Координата XY
Y7. ;	Координата Y
X7. ;	Координата X
X8. Y8. ;	Координата XY
X9. ;	Координата X
Y6. ;	Координата Y
X6. ;	Координата X
M99 ;	Возврат в основную программу

### СЕГМЕНТ ОСНОВНОЙ ПРОГРАММЫ

G90 G1 F__ ;	
M98 P101 ;	Выполнение подпрограммы O0101 (Траектория инструмента #1)
G51 X5. Y5. I-1. J1. K1. ;	Установка центральной точки, Выбор зеркального отражения оси X
M98 P101 ;	Выполнение подпрограммы O0101 (Траектория инструмента #2)
G51 X5. Y5. I-1. J-1. K1. ;	Установка центральной точки, Выбор зеркального отражения оси X и Y
M98 P101 ;	Выполнение подпрограммы O0101 (Траектория инструмента #3)
G51 X5. Y5. I1. J-1. K1. ;	Установка центральной точки, Выбор зеркального отражения оси Y
M98 P101 ;	Выполнение подпрограммы O0101 (Траектория инструмента #4)

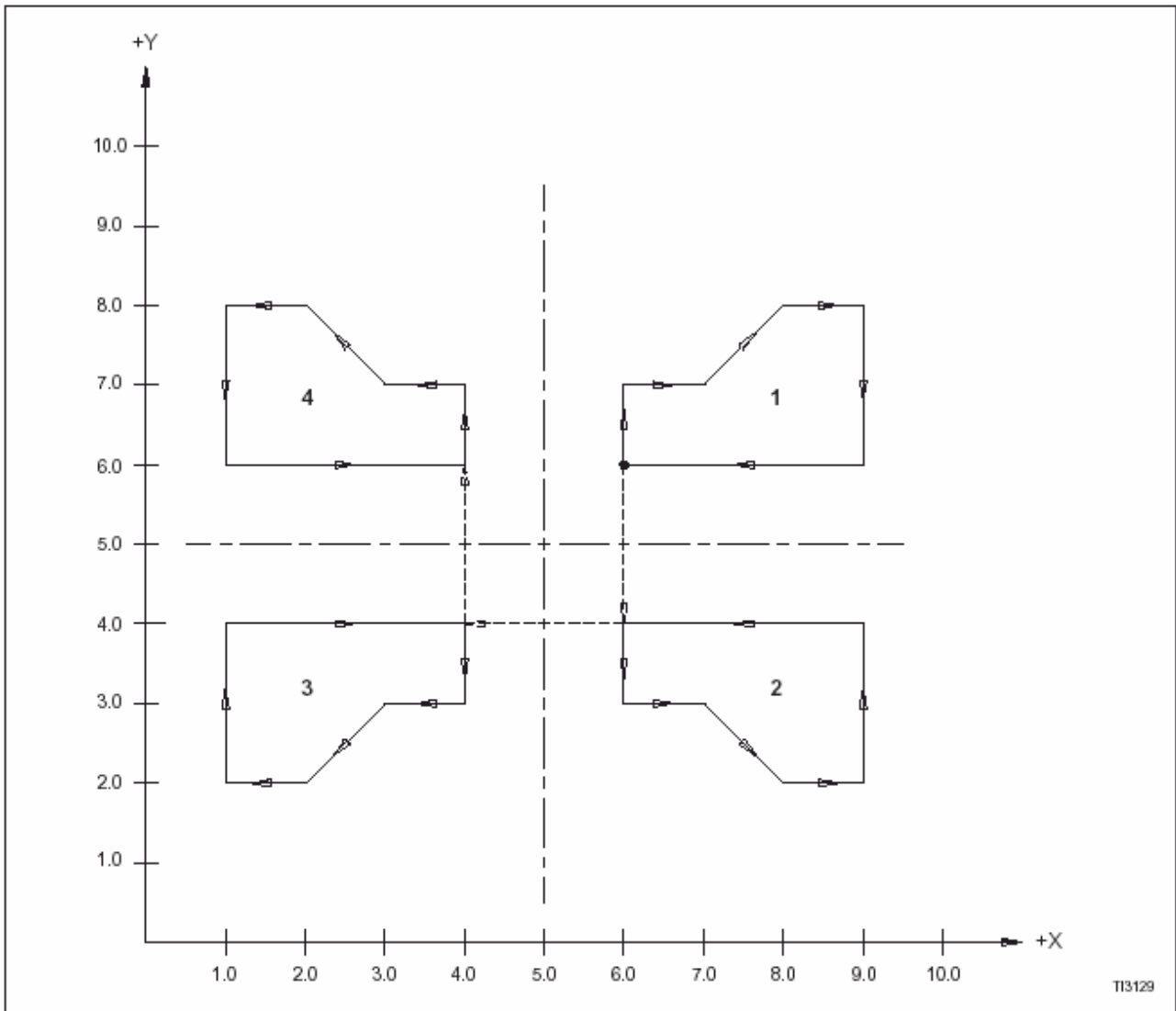


Рис. 12.3 – Пример зеркального отражения.



## РЕЖИМ МАСШТАБИРОВАНИЯ – ПРИМЕЧАНИЯ

1. G51 необходимо программировать в блоке, который определяет центральную точку масштабирования (или отражения) и масштабные коэффициенты.
2. Нуль нельзя специфицировать для масштабного коэффициента.
3. Программирование десятичной запятой не допускается, если I, J и K используются для специфицирования масштабного коэффициента.
4. На дисплее положения отображается значение координат после масштабирования.
5. Не программируйте G27, G28, G29, G30 или G92, когда имеет место режим масштабирования (G51). Отмените G51 командой G50.
6. Режим масштабирования не влияет на следующие данные на инструмент:
  - Значения компенсации диаметра
  - Значения компенсации длины
  - Значения коррекции на инструмент
7. Режим масштабирования не влияет на следующие функции во время циклов обработки:
  - Глубина резания на проход (слово D) и величина отвода во время циклов G73 и G83 (глубокого сверления)
  - Инкрементная величина смещения (сдвига) инструмента (слово Q) во время цикла чистового растачивания (G76)
  - Инкрементная величина смещения (сдвига) инструмента (слово Q) во время цикла заднего растачивания (G87)
8. Обязательно отмените масштабирование (зеркальное отображение) командой G50, когда в нем нет больше необходимости.

# МАКРОПРОГРАММЫ

Макропрограммы можно выполнять как модальные и как немодальные программы.

## ВЫЗОВ НЕ МОДАЛЬНОЙ МАКРОПРОГРАММЫ

Введите команду G65 в информационный блок макровызова, если макропрограмма выполняется в качестве немодальной. Блок макровызова выполняется один раз.

## ВЫЗОВ МОДАЛЬНОЙ МАКРОПРОГРАММЫ

Введите команду G66 в информационный блок макровызова, если макропрограмма выполняется в качестве модальной. Когда работает режим макровызова, информационный блок макровызова выполняется каждый раз, когда подана команда на перемещение оси.

Режим макровызова отменяется командой G67.

## ФОРМАТ МАКРОВЫЗОВА

G65 (G66) Pxxxx Lyy a b c ...;

Определения:	G65	Не модальный макровывоз
	G66	Модальный макровывоз
	P	Буква формата макропрограммы
	xxxx	Номер макропрограммы
	L	Буква формата повторение
	yy	Номер повтора
	a, b, c...	Макропеременные (если требуется)
	;	Конец блока.

### - ПРИМЕЧАНИЕ –

Предполагается значение «L1», если слово L не программируется.

См. Документацию фирмы Fanuc, поставляемую в комплекте станка, информация по макропрограммам.

# ПОЗИЦИРОВАНИЕ В ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ G60

## ВВЕДЕНИЕ

Однонаправленное позиционирование (команда G60) позволяет программисту подать станку команду на приближение ко всем запрограммированным положениям в определенном направлении (+ или -) на каждой оси. Использование однонаправленного позиционирования в значительной степени устраняет ошибки позиционирования, которые могут иметь место в результате мертвого хода в системах сервопривода.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РАССТОЯНИЯ

### Станки с системой управления Hardinge / Fanuc System II

#### НАПРАВЛЕНИЕ

Направление позиционирования – это направление, в котором перемещаются оси для окончательного приближения к запрограммированной координате. При программировании однонаправленного позиционирования (G60) ось или оси, находящиеся в движении, всегда направляются от положения остановки в программируемую конечную точку (окончательное положение) – в направлении, специфицированном параметром 29.

Направление окончательного перемещения для подхода к заготовке устанавливается параметром 29, биты 0-3. Каждый бит устанавливает направление приближения для определенной оси. Биты в параметре 29 нумеруются следующим образом:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Назначение (распределение) бит.

Параметр 29, бит 0 устанавливает направление для оси X

Параметр 29, бит 1 устанавливает направление для оси Y

Параметр 29, бит 2 устанавливает направление для оси Z

Параметр 29, бит 3 устанавливает направление для оси 4-ой оси.

Битовые значения

0 = Приближение с перемещением оси (+)

1 = Приближение с перемещением оси (-)

## РАССТОЯНИЕ

### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

Движущаяся ось (или оси) останавливается на расстоянии подхода независимо от направления приближения.

Расстояние окончательного перемещения для подхода к заготовке устанавливается значением в параметрах 204-207.

Позиционирование в одном направлении отключается, когда параметр расстояния установлен на «0».

Действительный диапазон значений для параметров 204-207:

От 0 до 255

Назначение (распределение) параметров:

Параметр 204 устанавливает расстояние приближенно для оси X

Параметр 205 устанавливает расстояние приближенно для оси Y

Параметр 206 устанавливает расстояние приближенно для оси Z

Параметр 207 устанавливает расстояние приближенно для 4-ой оси

Значения, вводимые в эти параметры, интерпретируются в соответствии со следующим форматом:

Режим измерения в дюймах:	.001 д.
Режим измерения в мм:	.01 мм
Режим вращения:	. 01 градус

## Станции с системой управления Fanuc 0i/-М или Fanuc 18-МС

Направление и расстояние для окончательного приближения к программируемой координате специфицируется параметром 5440.

Действительный диапазон значений для параметра 5440: От -16383 до +16383

Однонаправленное позиционирование отключается, когда параметр 5440 установлен на «0».

### НАПРАВЛЕНИЕ

Направление позиционирования – это направление, в котором оси перемещаются для окончательного приближения к запрограммированной координате. При программировании однонаправленного позиционирования (660) ось (или оси), находящиеся в движении, всегда перемещаются из положения остановки в программируемую конечную точку (окончательное положение) в направлении, специфицированном параметром 5440.

### РАССТОЯНИЕ

#### **-ПРИМЕЧАНИЕ-**

Движущаяся ось (или оси) останавливаются на расстоянии приближения (подхода) независимо от направления приближения.

Расстояние окончательного перемещения для подхода к заготовке устанавливается значением параметра 5440.

Значение, вводимое в этот параметр, устанавливает расстояние подхода и интерпретируется в соответствии со следующими форматами:

Режим измерения в дюймах:	.001 д.
Режим измерения в мм:	.01 мм
Режим вращения:	. 01 градус

## Примеры

Измерение в дюймах:

Значение «30» устанавливает конечное приближение в положительном направлении на расстоянии 0,03 дюйма

Метрическое измерение:

Значение «-65» устанавливает конечное приближение в отрицательном направлении на расстоянии 0,65 мм

## Стандартное (типовое) позиционирование

В примерах, Рис. 12.4, предполагаемое расстояние подхода установлено на положительное (+) значение.

Вид 1 показывает положительное перемещение от начального к конечному положению. Движение оси прекращается на расстоянии приближения (подхода); затем оно продолжается в конечное положение. Окончательное перемещение выполняется в положительном направлении.

Вид 2 показывает отрицательное (-) перемещение от начального к конечному положению. Перемещение оси выполняется с выходом за установленные пределы (перебег) конечного положения для достижения позиции остановки; затем оно продолжается в конечную позицию. Окончательное приближение (подход) выполняется в положительном направлении.

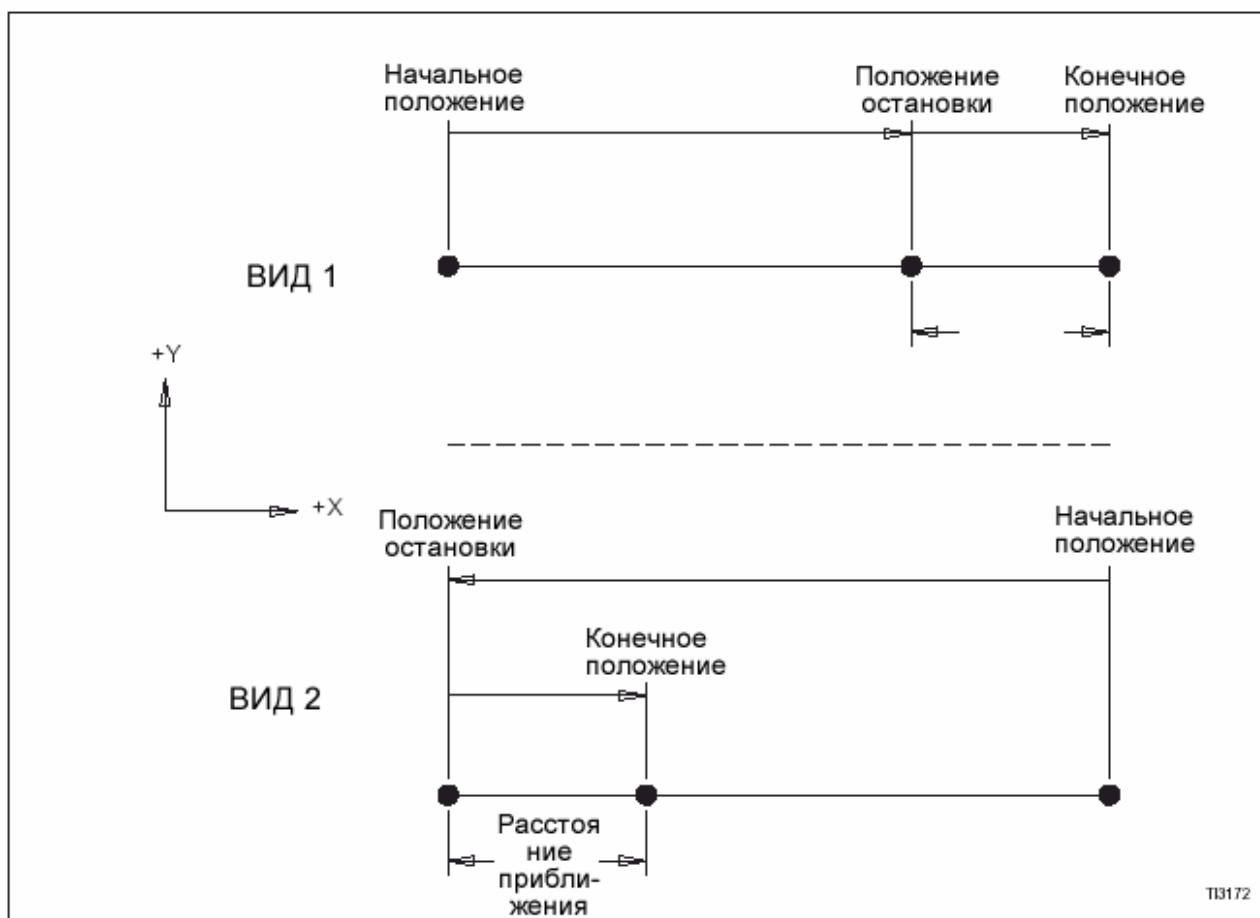


Рис. 12.4 – Перемещения при стандартном позиционировании

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ. ПРИМЕЧАНИЯ**

1. Однонаправленное позиционирование не выполняется для оси Z во время циклов автоматического сверления.
2. Однонаправленное позиционирование не выполняется, когда в параметре 5440 специфицировано неправильное расстояние подхода.
3. Однонаправленное позиционирование не выполняется, когда параметр 5440 установлен на ноль.
4. На направление перемещения подхода не влияет программирование зеркального отображения.
5. Однонаправленное позиционирование не применяется к величине смещения (сдвига), которое используется с циклами расточки G76 и G87.

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ 4-ОЙ ОСИ [Опция]

### ВВЕДЕНИЕ

Перемещение по 4-ой оси программируется с информационным словом B, которое должно программироваться в градусах.

### ФОРМУЛЫ

Окружность заготовки = Диаметр детали x  $\pi$  (3,1416)  
= 4.000 x 3,1416 = 12,5664

Перемещение (в градусах) = [дюймы x 360] ÷ Окружность

### ТИПОВАЯ ОПЕРАЦИЯ

Выполните фрезерование выемки (карманы) 0.875 x 1.5 глубиной 0.125 по диаметру заготовки. См. Рис. 12.5

### ВЫЧИСЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТИПОВОЙ ДЕТАЛИ

Длина выемки = 1.000 д.

Перемещение (в градусах) = (1.000 x 360) ÷ 12.5664 = 28.647°

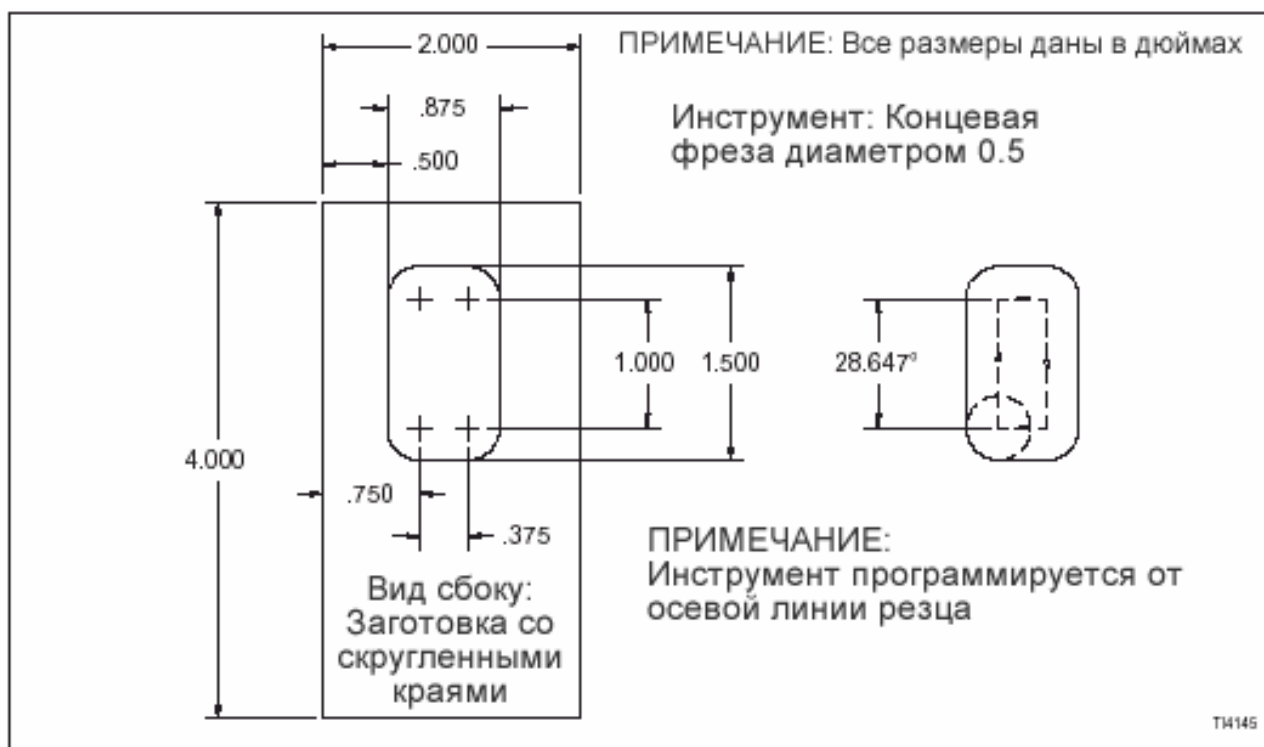


Рис.12.5 – Типовая заготовка для программирования 4-ой оси.



## ТИПОВАЯ ПРОГРАММА

%

O2345

G54

M6 T1

G0 G90 X.750 Y0. B0.

G43 H1 Z.1 S2000 M3

G1 Z-.125 F5.

B28.647 F80.

X1.125 F30.

B0. F80.

X.75 F30.

G0 Z.1

G91 G30 Z0. Y0. M19

M30

%

**- ПРИМЕЧАНИЯ –**

# ПРИЛОЖЕНИЕ

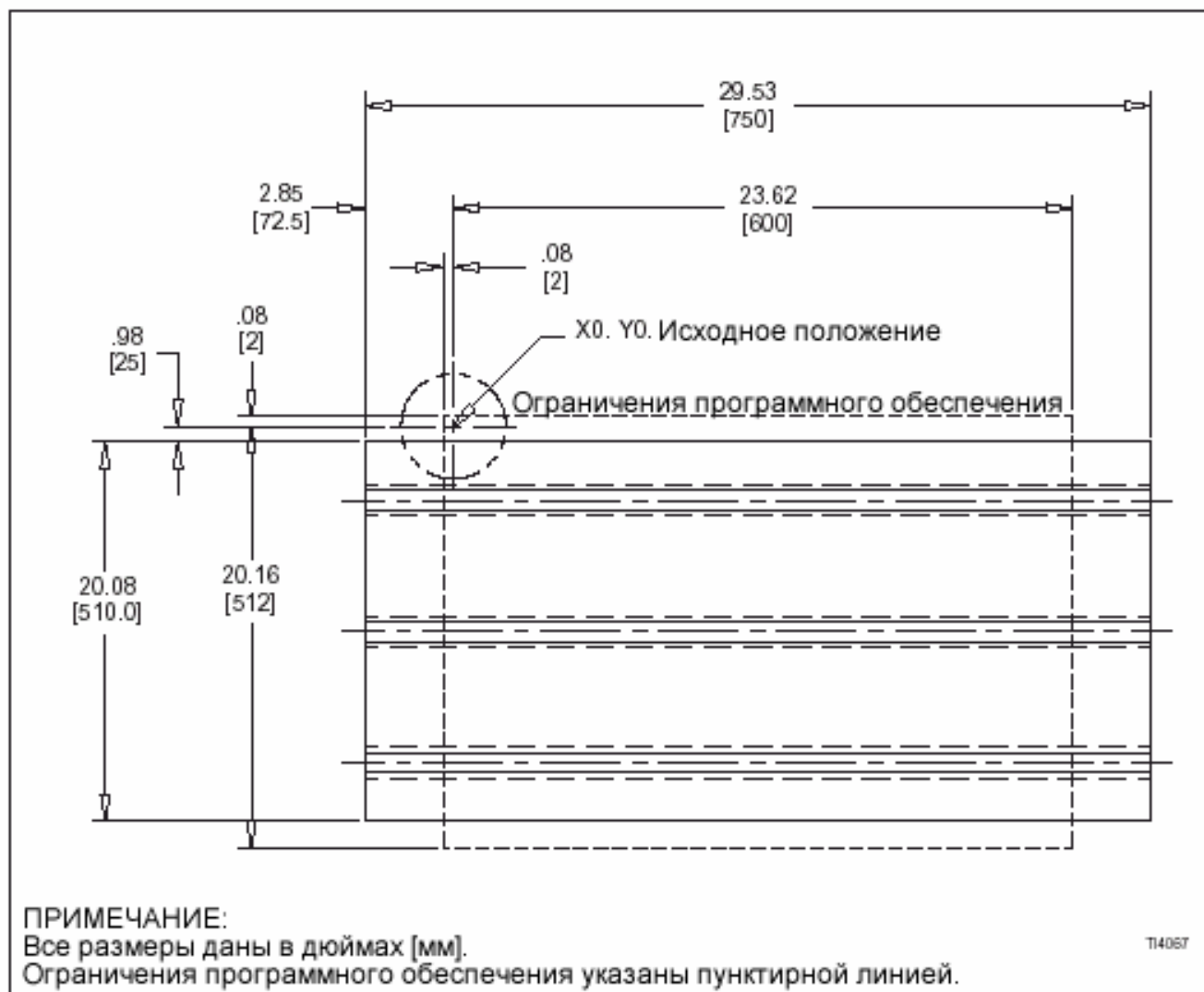


Рис. А.1 – Характеристики перемещения оси X и Y с рабочей зоной (Обработка центр VMC600II)

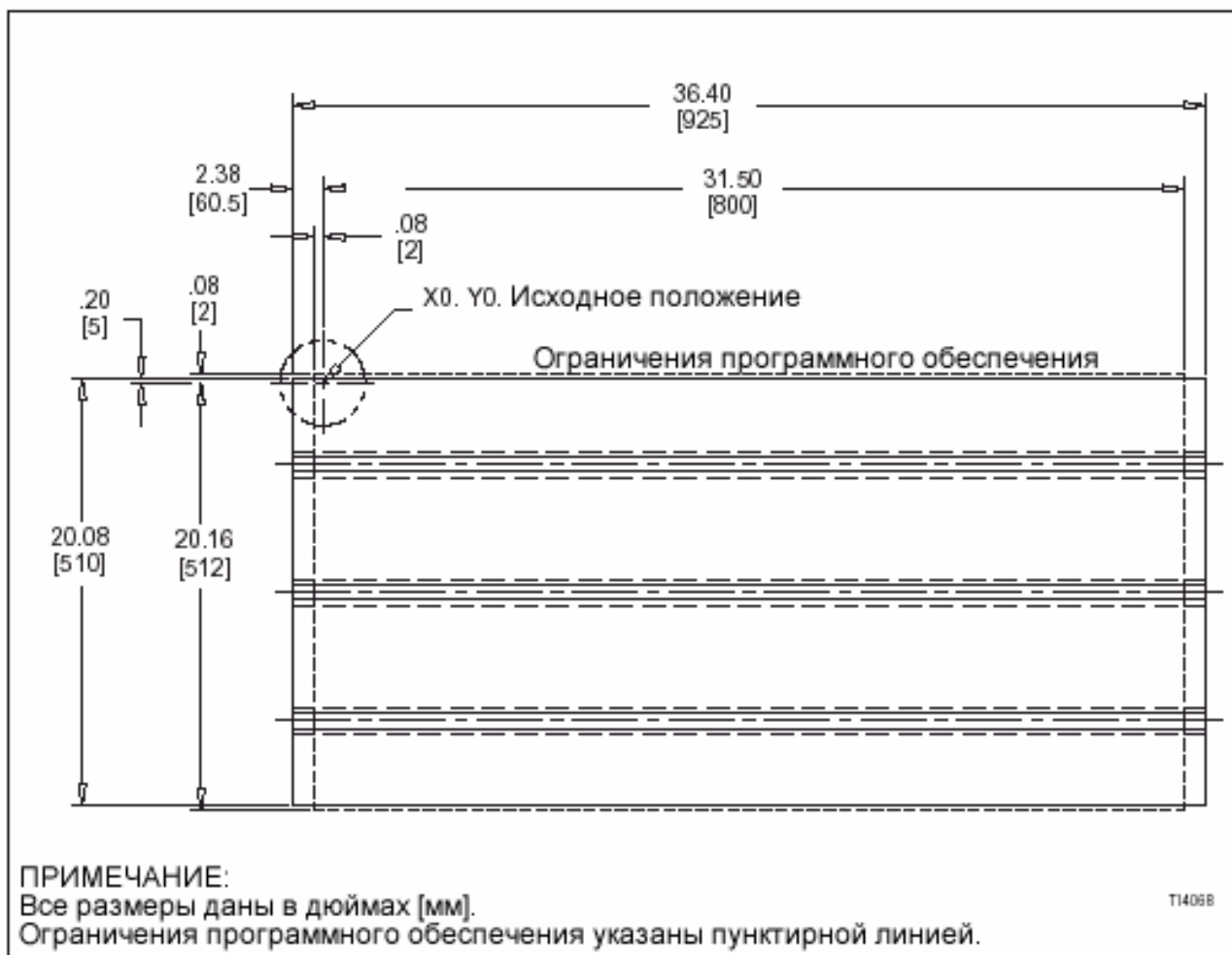


Рис. А.2 – Характеристики перемещения оси X и Y с рабочей зоной (Обработывающий центр VMC800II)

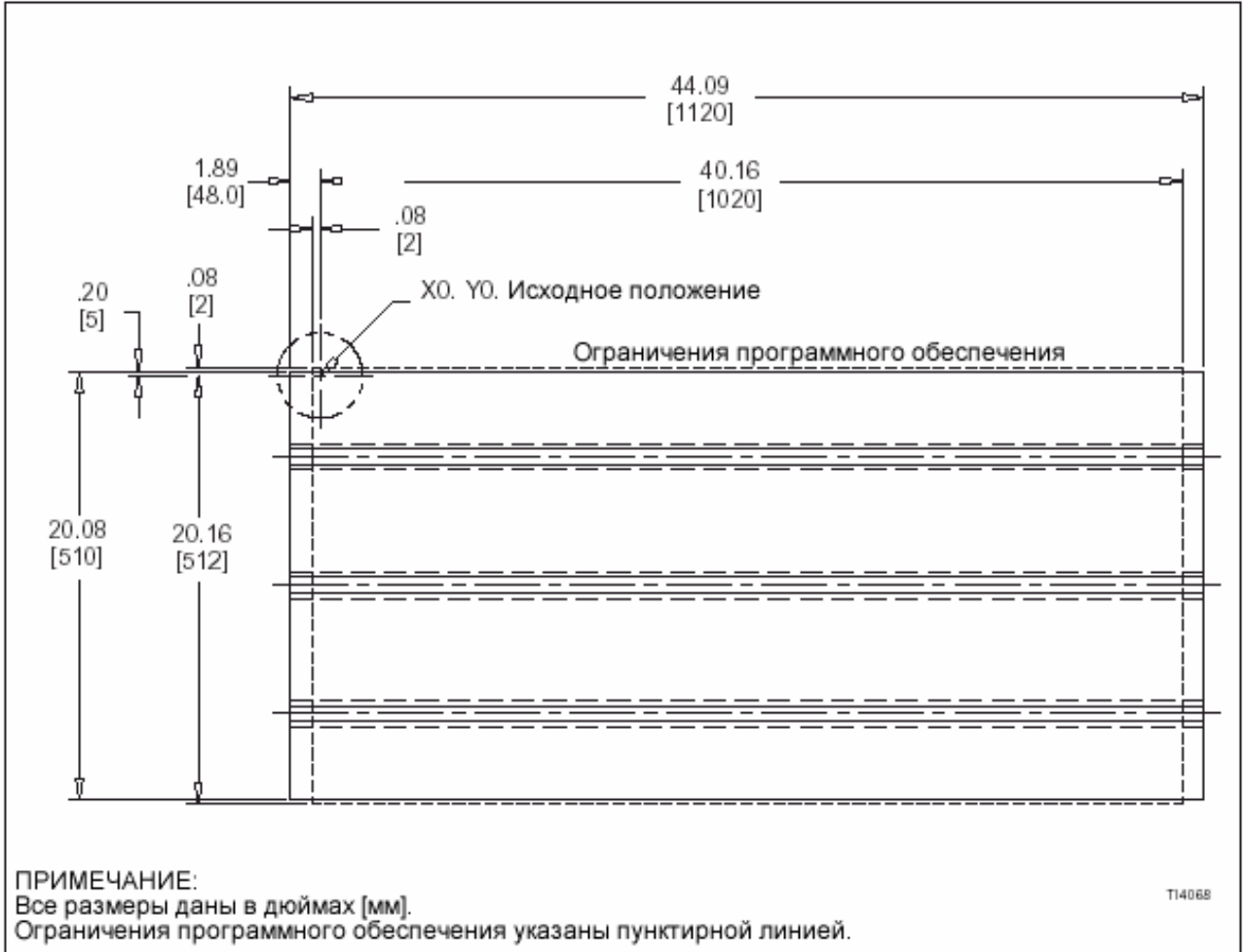


Рис. А.3 – Характеристики перемещения оси X и Y с рабочей зоной (Обрабатывающий центр VMC1000II)

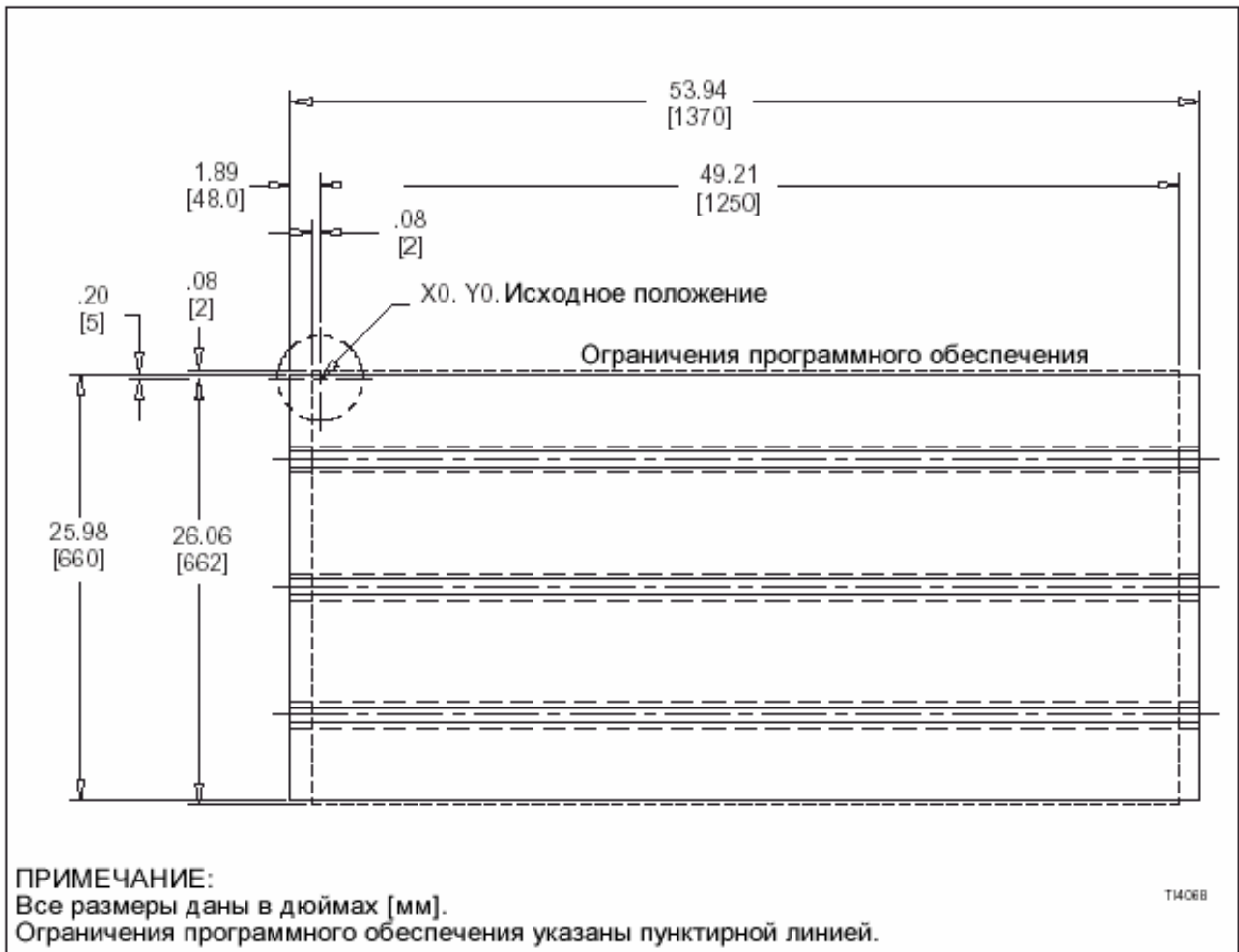


Рис. А.4 – Характеристики перемещения оси X и Y с рабочей зоной (Обработывающий центр VMC1250II)

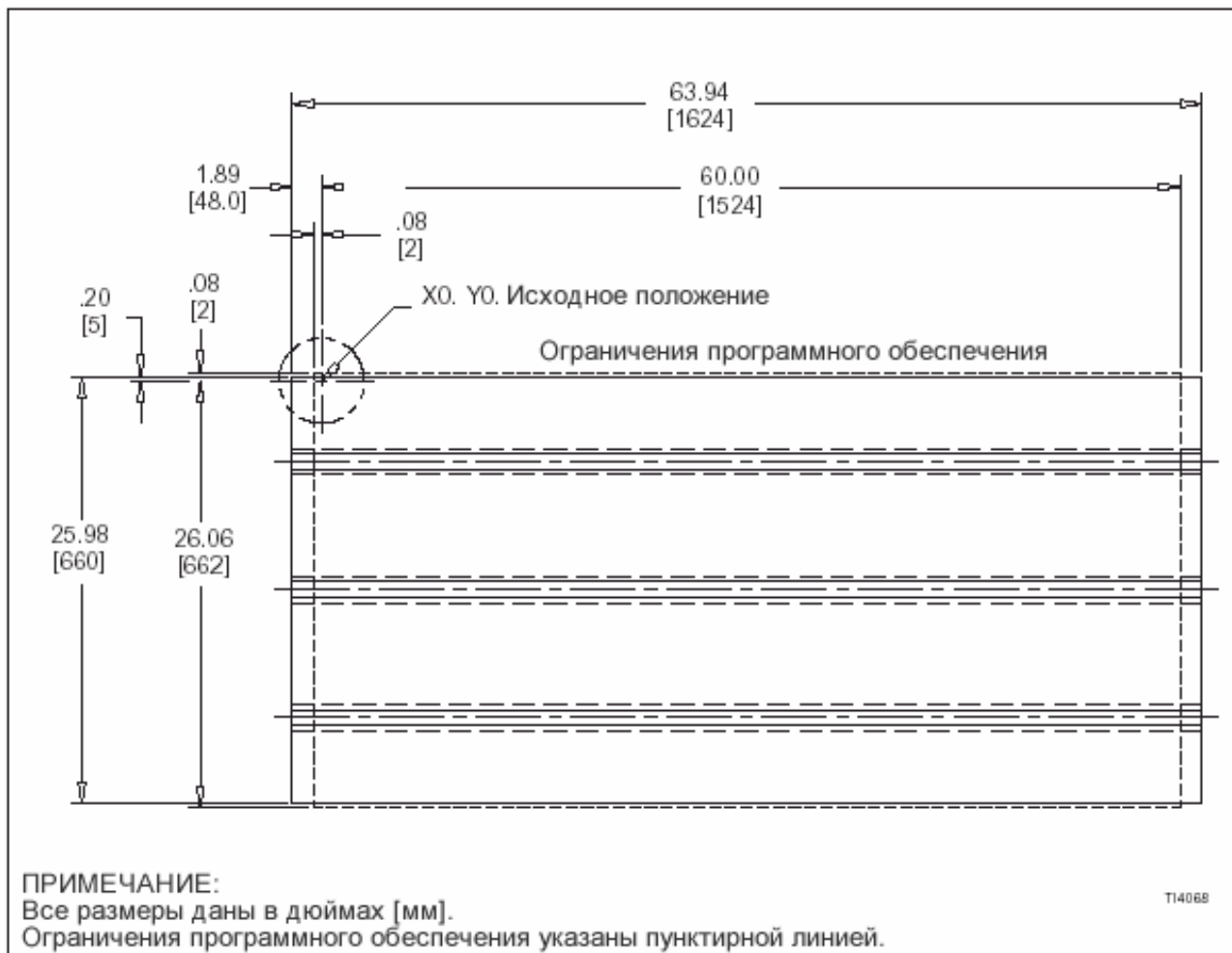


Рис. А.5 – Характеристики перемещения оси X и Y с рабочей зоной (Обработывающий центр VMC1500II)

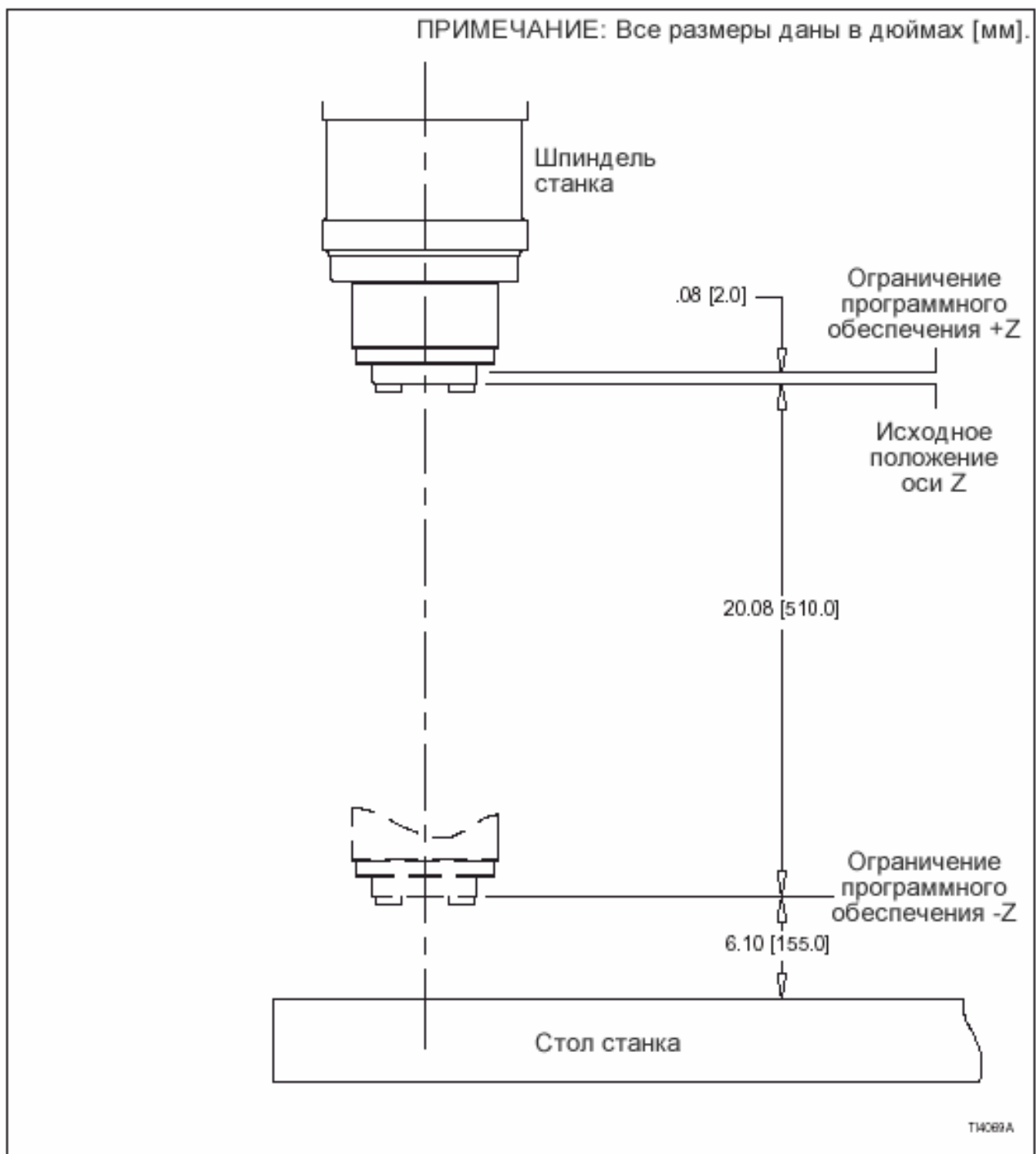


Рис. А.6 – Характеристики перемещения оси Z  
(Обработывающие центры VMC600II, 800II и 1000II)



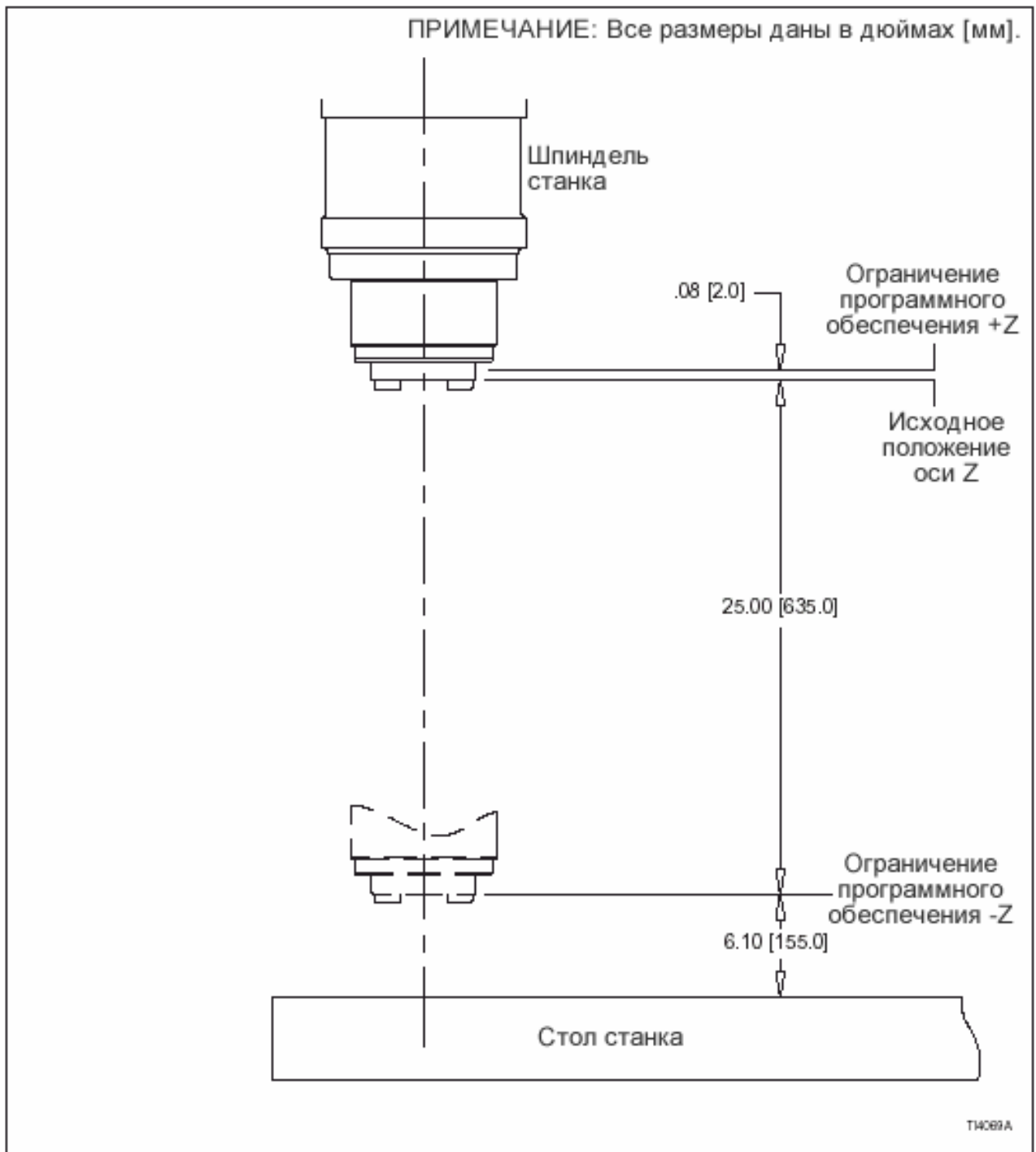
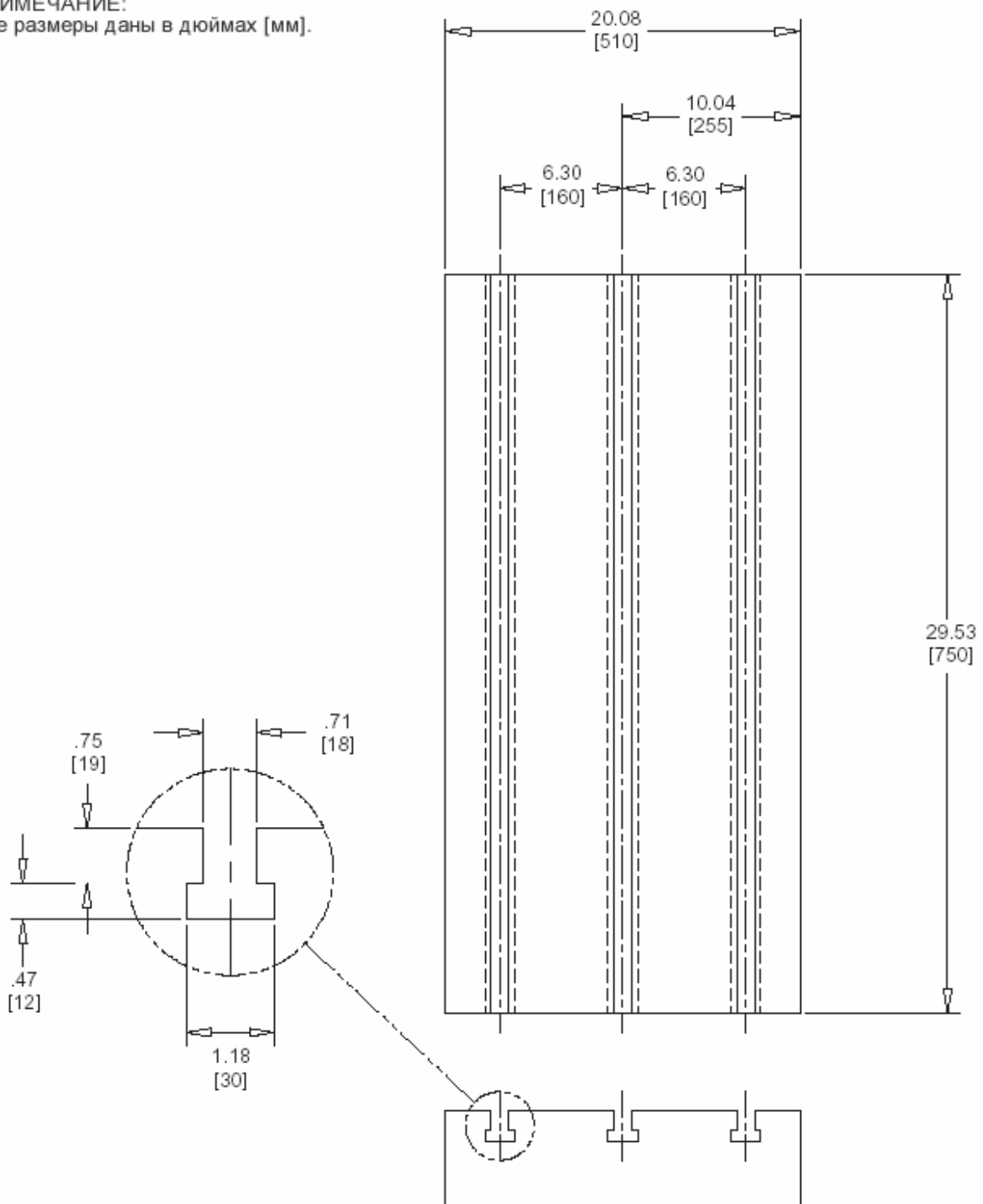


Рис. А.7 – Характеристики перемещения оси Z  
(Обработывающие центры VMC1250II, 1500II)

ПРИМЕЧАНИЕ:  
Все размеры даны в дюймах [мм].



T14070

Рис. А.8 – Расположение и Конфигурация пазов стола  
(Обрабатывающий центр VMC600II)

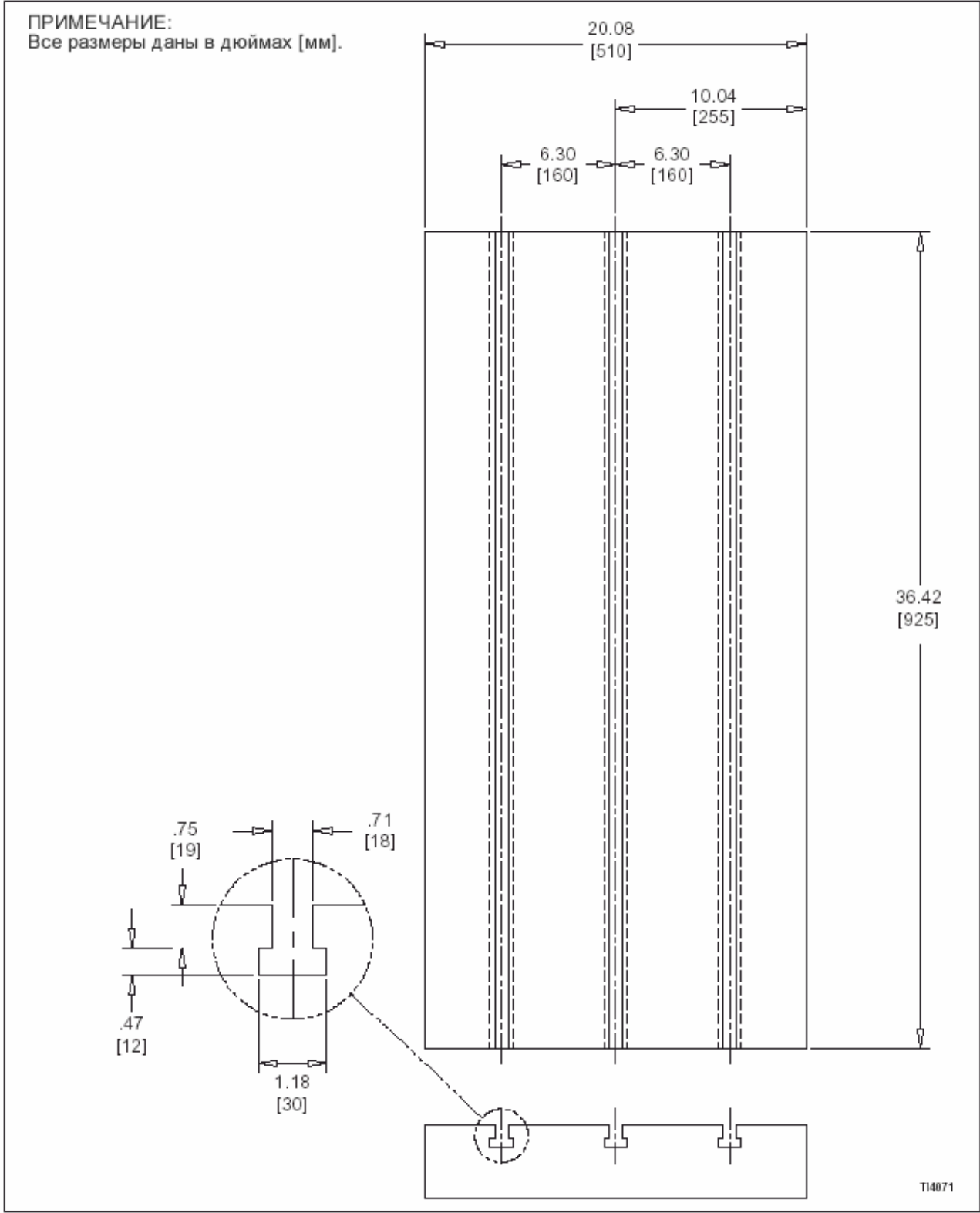


Рис. А.9 – Расположение и Конфигурация пазов стола  
(Обрабатывающий центр VMC800II)

ПРИМЕЧАНИЕ:  
Все размеры даны в дюймах [мм].

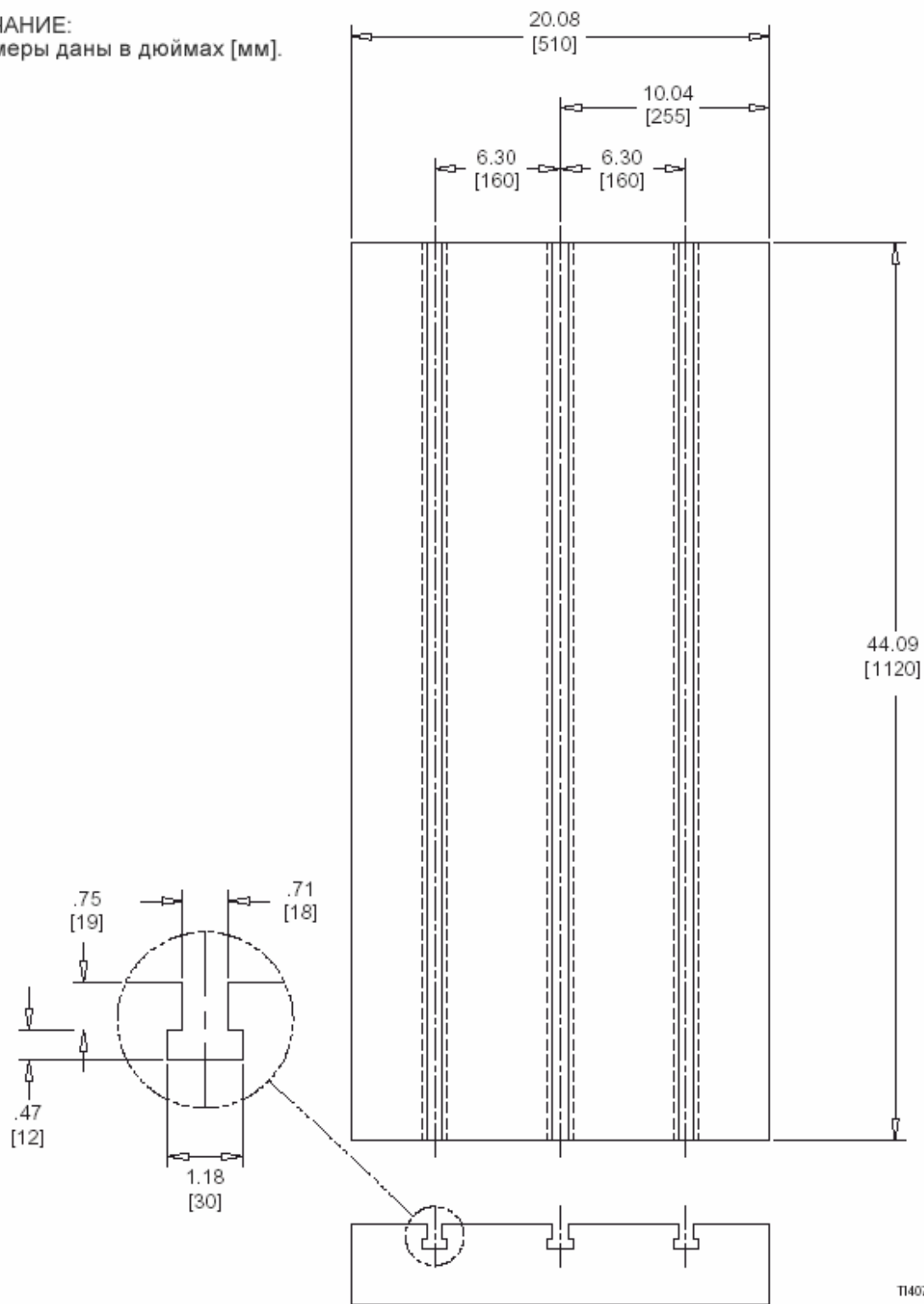
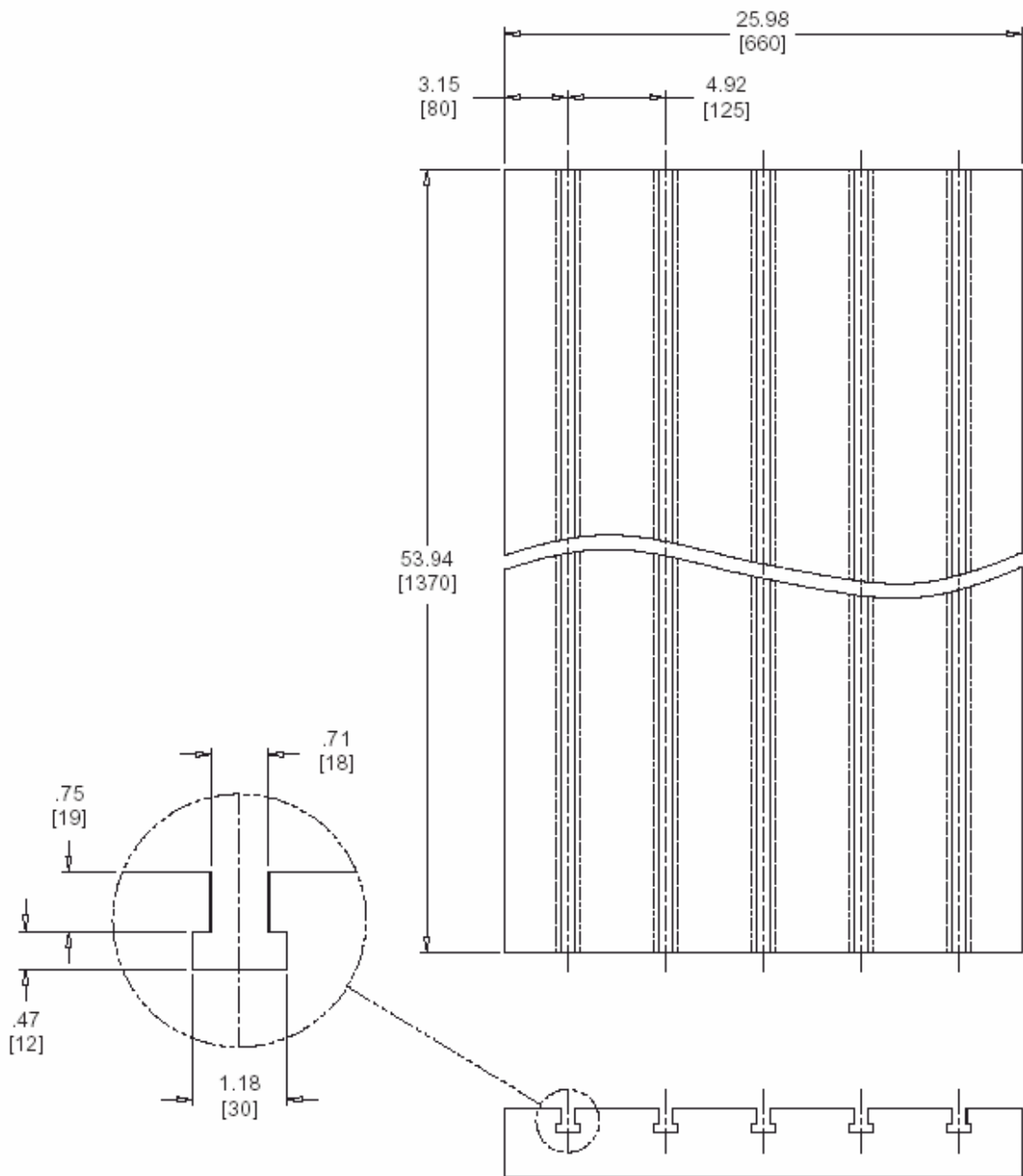


Рис. А.10 – Расположение и Конфигурация пазов стола  
(Обрабатывающий центр VMC1000II)

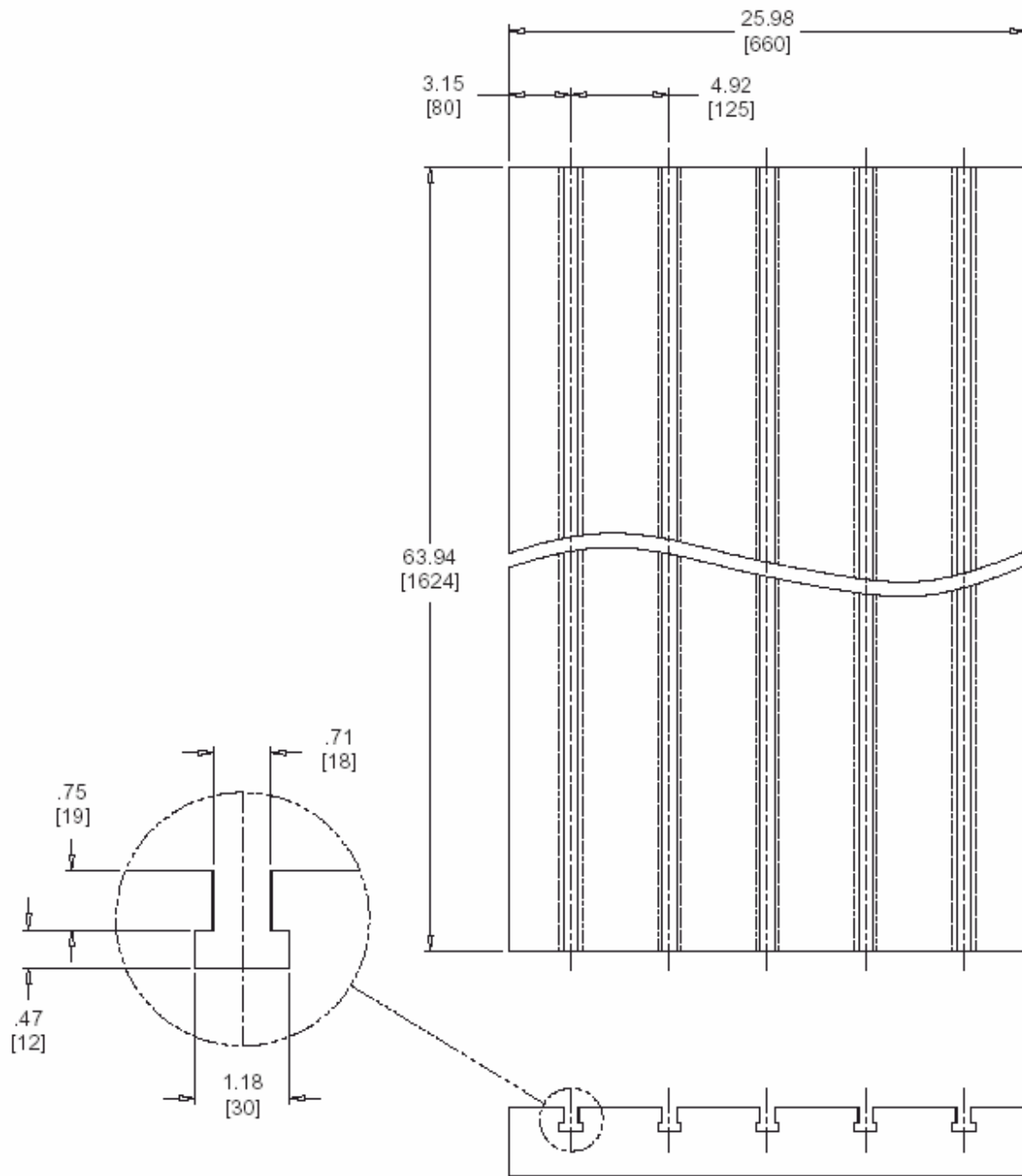
ПРИМЕЧАНИЕ:  
Все размеры даны в дюймах [мм].



T14923

Рис. А.11 – Расположение и Конфигурация пазов стола  
(Обрабатывающий центр VMC1250II)

ПРИМЕЧАНИЕ:  
Все размеры даны в дюймах [мм].



T14923

Рис. А.12 – Расположение и Конфигурация пазов стола  
(Обрабатывающий центр VMC1500II)

## ПЕРЕЧЕНЬ КОДОВ G (Подготовительные коды)

Слово G	Группа	Описание
G00	1	Режим позиционирования с быстрой продольной подачей
G01	1	Линейная интерполяция
G02	1	Круговая (винтовая интерполяция по часовой стрелке)
G03	1	Круговая (винтовая интерполяция против часовой стрелки)
G04	0	Останов (простой)
G09	0	Точная остановка, Немодальная
G10	0	Включение режима установки данных
G11	0	Выключение режима установки данных
G12	-	Фрезерование глубоких круглых выемок – По часовой стрелке (Станок без измерительной головки)
G13	-	Фрезерование глубоких круглых выемок – Против часовой стрелки (Станок без измерительной головки)
G15	17	Выключение команды полярных координат
G16	17	Включение команды полярных координат
G17	2	Выбор плоскости XY
G18	2	Выбор плоскости XZ
G19	2	Выбор плоскости YZ
G20	6	Ввод данных (дюймы)
G21	6	Ввод данных (метры)
G22	4	Включение проверки хода
G23	4	Выключение проверки хода
G27	0	Проверка возврата в исходное положение
G28	0	Возврат в исходное положение
G29	0	Возврат из исходного положения
G30	0	Возврат в положение для смены инструмента
G31	0	Функция пропуска
G39	0	Круговая интерполяция углового смещения

Слово G	Группа	Описание
G40	7	Отмена компенсации диаметра инструмента
G41	7	Активизирование компенсации диаметра (Деталь справа)
G42	7	Активизирование компенсации диаметра (Деталь слева)
G43	8	Активизирование компенсации длины инструмента
G49	8	Отмена компенсации длины инструмента
G50	11	Выключение масштабирования
G51	11	Включение масштабирования
G52	0	Установка локальной системы координат
G54	14	Система рабочих координат 1
G55	14	Система рабочих координат 2
G56	14	Система рабочих координат 3
G57	14	Система рабочих координат 4
G58	14	Система рабочих координат 5
G59	14	Система рабочих координат 6
G60	0	Позиционирование в одном направлении
G61	15	Режим точной остановки
G62	15	Автоматическая коррекция угла
G63	15	Режим нарезания резьбы метчиком
G64	15	Режим резания
G65	0	Макровывоз (немодальной программы)
G66	12	Макровывоз (модальной программы)
G67	12	Отмена макровывоза (модальной программы)
G68	16	Включение вращения координат
G69	16	Выключение вращения координат
G71	-	Фрезерование глубоких прямоугольных выемок – По часовой стрелке (Станок без измерительной головки)
G72	-	Фрезерование глубоких прямоугольных выемок – Против часовой стрелки (Станок без измерительной головки)
G73	9	Цикл глубокого сверления
G74	9	Цикл нарезания резьбы метчиком (с левой резьбой)



<b>Слово G</b>	<b>Группа</b>	<b>Описание</b>
G76	9	Цикл чистового растачивания
G80	9	Отмена цикла
G81	9	Цикл сверления
G82	9	Цикл сверления
G83	9	Цикл глубокого сверления
G84	9	Цикл нарезания резьбы метчиком (с правой резьбой)
G85	9	Цикл расточки
G86	9	Цикл расточки
G87	9	Цикл задней расточки
G88	9	Цикл расточки (Ручной отвод)
G89	9	Цикл расточки
G90	3	Режим абсолютного позиционирования
G91	3	Режим инкрементного позиционирования
G92	0	Смещение координат / Ограничение постоянной скорости резания
G94	5	Скорость подачи д. (мм) в мин.
G95	5	Скорость подачи д. (мм) на оборот
G96	13	Постоянная скорость резания
G97	13	Прямое программирование скорости
G98	10	Перемещение инструмента в начальную точку в циклах обработки
G99	10	Перемещение инструмента в точку возврата в циклах обработки

## ПЕРЕЧЕНЬ КОДОВ M (Различные функции)

Слово M	Описание	Стандартная функция/Опция
M00	Остановка программы	S
M01	Вспомогательная остановка	S
M02	Конец программы	S
M03	Перемещение шпинделя вперед	S
M04	Реверсирование шпинделя	S
M05	Остановка шпинделя	S
M06	Автоматическая смена инструмента	S
M08	Включение охлаждающего насоса	S
M09	Выключение охлаждающего насоса	S
M10	Зажимание поворотного стола	O
M11	Разжимание поворотного стола	O
M13	Перемещение шпинделя вперед / Включение насоса	S
M14	Реверсирование шпинделя / Включение насоса	S
M15	Остановка шпинделя / Выключение охлаждения	S
M16	Выключение воздушного обдува шпинделя	S
M17	Включение воздушного обдува шпинделя	S
M19	Ориентирование шпинделя	S
M20	Отмена ориентирования	S
M21	Зеркальное отображение оси X	S
M22	Зеркальное отображение оси Y	S
M23	Отмена зеркального отображения	S
M24	Включение рабочего освещения	S
M25	Выключение рабочего освещения	S
M29	Режим жесткого нарезания резьбы метчиком	S
M30	Конец программы	S
M41	Низшая передача шпинделя (Только для станка с высоким крутящим моментом)	S

<b>Слово М</b>	<b>Описание</b>	<b>Стандартная функция (Опция)</b>
M42	Высшая передача шпинделя (Только для станка с высоким крутящим моментом)	S
M48	Включение скорости подачи и ручной коррекции шпинделя	S
M49	Выключение скорости подачи и ручной коррекции шпинделя	S
M51	Включение охлаждения стружки	S
M52	Выключение охлаждения стружки	S
M53	Включение охлаждения через шпиндель	O
M54	Выключение охлаждения через шпиндель	O
M68	Включение транспортера для удаления стружки	O
M69	Выключение транспортера для удаления стружки	O
M71	Поворотная рука – в инструментальном магазине 1 (Исходное положение)	S
M72	Поворотная рука – вне инструментального магазина 1 (Шпиндель)	S
M73	Зажатие инструмента в шпинделе (магазин 1)	S
M74	Разжатие инструмента в шпинделе (магазин 1)	S
M75	Поиск номера инструмента в шпинделе (магазин 1)	S
M76	Активизирование режима смены инструмента (магазин 1)	S
M77	Отмена режима смены (магазин 1)	S
M80	Автоматическое выключение питания	S
M81	Поворотная рука – в магазине 2 (Исходное положение)	O
M82	Поворотная рука – вне магазина 2 (Шпиндель)	O
M83	Зажатие инструмента в шпинделе (магазин 2)	O
M84	Разжатие инструмента в шпинделе (магазин 2)	O
M85	Поиск номера инструмента в шпинделе (магазин 2)	O
M86	Активизирование режима смены инструмента (магазин 2)	O
M87	Отмена режима смены (магазин 2)	O
M98	Вызов подпрограммы	S
M99	Конец подпрограммы	S
M100	Фрезерование круглых глубоких выемок – По часовой стрелке (Станок с измерительной головкой)	O
M101	Фрезерование круглых глубоких выемок – Против часовой стрелки (Станок с измерительной головкой)	O

Слово М	Описание	Стандартная функция/Опция
М102	Фрезерование прямоугольных глубоких выемок – По часовой стрелке (Станок с измерительной головкой)	○
М103	Фрезерование прямоугольных глубоких выемок – Против часовой стрелки (Станок без измерительной головки)	○

## АВАРИЙНЫЕ СООБЩЕНИЯ

1000 LAG. POS. AL.

Аварийный сигнал #: 1000	Аварийное сообщение: LAG. POS. AL.
<p><b>ПРИЧИНЫ:</b></p> <p>Инструментальный магазин выдвинулся в течение периода времени, превышающего временной предел, установленный в регистре диагностики 305.</p> <p>На станках, оснащенных управлением Hardinge / Fanuc System II, инструментальный магазин получил команду на отвод и не был отведен в течение времени, установленного регистром 305.</p> <p>На станках, оснащенных управлением Fanuc Oi – M или Fanuc 18- MC, инструментальный магазин получил команду на отвод и не был отведен в течение времени, установленного таймером 3 (PLC).</p> <p>Не идентифицировано переключение «In Position» во время прогона шпинделя.</p> <p>Не идентифицировано положение «Home» (исходное) во время перемещения осей X, Y, Z или 4-ой.</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>Проверьте правильность установки переключателя OUT.</p> <p>Проверьте правильность установки переключателя HOME.</p> <p>На станках, имеющих этот тип управления, проверьте значение в регистре диагностики 305.</p> <p>На станках, имеющих этот тип управления, проверьте значение таймером 3 (PLC).</p> <p>Проверьте сигнал OUT инструментального магазина.</p> <p>Проверьте сигнал HOME инструментального магазина.</p>

Аварийный сигнал #: 1001	Аварийное сообщение: Подход к детали
<p><b>ПРИЧИНА:</b></p> <p>Номер в регистре отсчета деталей такой же, как и номер в регистре требуемого количества деталей.</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>Для прогона станка с действующим счетчиком деталей установите регистр счетчика деталей на «0» и возобновите работу станка</p> <p>Отключите счетчик деталей. Сбросив регистр требуемого количества деталей на «0»</p>

Аварийный сигнал #: 1002	Аварийное сообщение: SPD. CLAMP. AL.
<p><b>ПРИЧИНА:</b></p> <p>Во время прогона шпинделя отсутствует сигнал зажима шпинделя.</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>Проверьте сигнал зажима шпинделя.</p> <p>На станках с Hardinge / Fanuc System II значение диагностики 16, бит 1, должно быть «1». Если это значение будет «0», проверьте аппаратное обеспечение.</p> <p>На станках с управлением Fanuc Oi – M диагностика X1003.3 должна быть «1». Если это значение будет «0», проверьте аппаратное об аппаратное обеспечение.</p> <p>На станках с управлением Fanuc 18- MC диагностика X1001.5 должна быть «1». Если оно «0», проверьте аппаратное обеспечение.</p> <p>Проверьте правильность регулировки детектора зажима.</p>

Аварийный сигнал #: 1003	Аварийное сообщение: Подход к детали
<p><b>ПРИЧИНА:</b></p> <p>Во время прогона шпинделя отсутствует сигнал разжимания шпинделя.</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>Проверьте сигнал разжимания шпинделя.</p> <p>На станках с Hardinge / Fanuc System II значение диагностики 16, бит 3, должно быть «0». Если это значение «1», проверьте аппаратное обеспечение.</p> <p>На станках с Fanuc Oi – M значение диагностики X1003.2 должно быть «1». Если это значение будет «0», проверьте аппаратное об аппаратное обеспечение.</p> <p>На станках с управлением Fanuc 18- MC значение диагностики X1001.6 должно быть «1». Если значение составляет «0», проверьте аппаратное обеспечение.</p> <p>Проверьте правильность регулировки детектора разжимания.</p>

Аварийный сигнал #: 1004	Аварийное сообщение: M06 TIME OVER
<p><b>ПРИЧИНА:</b></p> <p>На станках, с управлением Hardinge/Fanuc System II время на смену инструмента превышает временной предел, установленный регистром 355.</p> <p>На станках с управлением Fanuc Oi – M или Fanuc 18- MC время на смену инструмента превышает временной предел, установленный таймером 4 (PLC)</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>Нажмите Reset.</p> <p>Переместите магазин в исходное положение</p>

Аварийный сигнал #: 1005	Аварийное сообщение: AIR PRESSURE LOW
<p><b>ПРИЧИНА:</b></p> <p>На станках с Hardinge / Fanuc System II основное давление воздуха остается ниже минимальной величины в течение периода, превышающего временной предел, установленный регистром 375.</p> <p>На станках с Fanuc Oi – M или Fanuc 18- MC основное давление воздуха остается ниже минимального в течение времени, превышающего временной предел, установленный таймером 7 (PLC).</p> <p>Минимальное значение давления устанавливается датчиком давления на блоке регулировки воздуха.</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>Отрегулируйте величину основного давления воздуха.</p> <p>Проверьте датчик давления.</p> <p>На станках с управлением Hardinge / Fanuc System II проверьте сигнал детектирования воздушного давления, диагностика 18, бит.</p> <p>На станках с управлением Fanuc Oi – M проверьте сигнал детектирования воздушного давления, диагностика X1003.4.</p> <p>На станках с управлением Fanuc 18- MC проверьте сигнал детектирования воздушного давления, диагностика X1002.2.</p>

Аварийный сигнал #: 1006	<p>Аварийное сообщение: D402 NE D407 (Hardinge / Fanuc System II)</p> <p>Аварийное сообщение: 01 NE 02 (Fanuc Oi – M или Fanuc 18- MC)</p>
<p><b>ПРИЧИНА:</b></p> <p>Магазин #1: показания счетчиков 1 и 2 не адекватны после вращения магазина</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>На станках с управлением Hardinge / Fanuc System II – см. Главу 9 Руководства для оператора (M 378).</p> <p>На станках с управлением Fanuc Oi – M или Fanuc 18- MC – см. Главу 9 Руководства для оператора (M 400).</p>

Аварийный сигнал #: 1007	Аварийное сообщение: D400 SET ERR. (Только Hardinge / Fanuc System II)
<p><b>ПРИЧИНА:</b></p> <p>Регистр диагностики 400 установлен неправильно.</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>Установите регистр 400 на величину «20»</p>

Аварийный сигнал #: 1008	Аварийное сообщение: FUSE BLOW
<p><b>ПРИЧИНА:</b></p> <p>Неисправность предохранителя.</p>	<p><b>УСТРАНЕНИЕ:</b></p> <p>Отключите полностью питание станка и замените предохранитель.</p>

Аварийный сигнал #: 1009	Аварийное сообщение: D412 NE D417 (Hardinge / Fanuc System II) Аварийное сообщение: C3 NE C4 (Fanuc Oi – M или Fanuc 18- MC)
<b>ПРИЧИНА:</b> Магазин #2: показания счетчиков 1 и 2 не адекватны после вращения магазина.	<b>УСТРАНЕНИЕ:</b> Станки с управлением Hardinge / Fanuc System II – см. Главу 9 Руководства для оператора (M 378).  Станки с управлением Fanuc Oi – M или Fanuc 18- MC – см. Главу 9 Руководства для оператора (M 400).

Аварийный сигнал #: 2000	Аварийное сообщение: LUB. TIME OVER
<b>ПРИЧИНА:</b> Истекло время смазки. Запущен режим одного блока (поблочного выполнения).	<b>УСТРАНЕНИЕ:</b> Выполните смазку станка, как указано в соответствующей главе в Руководстве по техобслуживанию.

Аварийный сигнал #: 2001	Аварийное сообщение DOOR OPEN
<b>ПРИЧИНА:</b> В автоматическом режиме открылась основная защитная дверца или боковая дверца магазина во время перемещения оси.  В ручном режиме открылась основная защитная дверца или боковая дверца магазина во время перемещения оси.	<b>УСТРАНЕНИЕ:</b> В автоматическом режиме закройте защитную дверцу и нажмите кнопку начала цикла для возобновления программы.  Еще раз начните необходимое перемещение оси вручную.



Аварийный сигнал #: 2002	Аварийное сообщение MAG. INITIAL SET
ПРИЧИНА:	УСТРАНЕНИЕ:
<p>При перемещении магазина IN или OUT (внутри - наружу) выключено питание или нажата клавиша Reset (Сброс)</p>	<p>Выполните следующее:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Если необходимо, включите питание.</li> <li>2. Запустите режим MDI.</li> <li>3. На станках с управлением Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «1». На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «1».</li> <li>4. Введите и выполните команду M76.</li> <li>5. Введите и выполните команду M71.</li> <li>6. На станках с управлением Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «0». На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «0».</li> <li>7. Нажмите клавишу сброса.</li> <li>8. Возврат к нулю осей станка.</li> </ol>
<p>Выключено питание или нажата клавиша сброса, когда инструмент в шпинделе разжат, инструментальный магазин находится на месте (in position) перед тем, как ось Z начнет перемещение на место.</p>	<p>Выполните следующее:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Если необходимо, нажмите кнопку включения (ON) питания.</li> <li>2. Выберите режим MDI.</li> <li>3. На станках с управлением Hardinge/Fanuc установите регистр диагностики 520, бит 6, на «1». На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «1».</li> <li>4. Введите и выполните команду M76.</li> <li>5. Введите и выполните команду M73.</li> <li>6. Введите и выполните команду M71.</li> <li>7. На станках с Hardinge/Fanuc установите регистр диагностики 520, бит 6, на «0». На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «0».</li> <li>8. Нажмите клавишу сброса.</li> <li>9. Возврат к нулю осей станка.</li> </ol>

Аварийный сигнал #: 2002	Аварийное сообщение MAG. INITIAL SET
ПРИЧИНА:	УСТРАНЕНИЕ:
<p>Выключено питание или нажата клавиша сброса, когда ось Z перемещается в положение для смены инструмента.</p>	<p>Выполните следующее:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Если необходимо, включите питание.</li> <li>2. Выберите режим MDI.</li> <li>3. На станках с управлением Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «1». На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «1».</li> <li>4. Введите и выполните команду M76.</li> <li>5. Выберите режим работы маховика (Handwheel)</li> <li>6. Выберите приращение X1 или X10.</li> <li>7. Переместите ось Z в направлении + до разжигания инструмента.</li> <li>8. Вручную переместите инструмент из магазина.</li> <li>9. Выберите режим MDI.</li> <li>10. Введите и выполните команду M73.</li> <li>11. Введите и выполните команду M71.</li> <li>12. На станках с управлением Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «0». На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «0».</li> <li>13. Выберите режим JOG (толчкового перемещения)</li> <li>14. Установите инструмент в шпинделе.</li> <li>15. Нажмите клавишу сброса.</li> <li>16. Возврат к нулю осей станка.</li> </ol>

Аварийный сигнал #: 2002	Аварийное сообщение MAG. INITIAL SET
ПРИЧИНА:	УСТРАНЕНИЕ:
<p>Выключено питание или нажата кнопка сброса во время вращения инструментального магазина.</p>	<p>Выполните следующие процедуры:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Если необходимо, включите (ON) питание.</li> <li>2. Выберите режим MDI.</li> <li>3. На станках с управлением Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «0». <ul style="list-style-type: none"> <li>На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «0».</li> </ul> </li> <li>4. Выберите режим JOG.</li> <li>5. Поверните магазин в нужном направлении.</li> <li>6. Вручную выньте инструмент из магазина.</li> <li>7. Запустите режим MDI.</li> <li>8. На станках с управлением Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «1». <ul style="list-style-type: none"> <li>На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «1».</li> </ul> </li> <li>9. Введите и выполните команду M76.</li> <li>10. Введите и выполните команду M73.</li> <li>11. Введите и выполните команду M71.</li> <li>12. На станках с Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «0». <ul style="list-style-type: none"> <li>На станках с Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «0».</li> </ul> </li> <li>13. Нажмите Reset/</li> <li>14. Выберите режим JOG</li> <li>15. Установите инструмент в шпинделе.</li> <li>16. На станках с Hardinge/Fanuc System II проверьте значения в регистрах диагностики (устройство смены инструмента) 402, 407, 450 и 451. <ul style="list-style-type: none"> <li>На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC проверьте в счетчиках C1 и C2 RLC и регистрах таблицы данных устройстве смены инструмента – D00 и D01.</li> </ul> </li> <li>17. Возврат к нулю осей станка.</li> </ol>

Аварийный сигнал #: 2002	Аварийное сообщение MAG. INITIAL SET
ПРИЧИНА:	УСТРАНЕНИЕ:
<p>Выключено питание или нажата клавиша сброса, когда ось Z перемещается на место после остановки инструментального магазина.</p>	<p>Выполните следующие процедуры:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Если необходимо, включите питание.</li> <li>2. Выберите режим MDI.</li> <li>3. На станках с управлением Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «1». <ul style="list-style-type: none"> <li>На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «1».</li> </ul> </li> <li>4. Выберите режим работы маховика.</li> <li>5. Выберите приращение X1 или X10.</li> <li>6. Переместите ось Z в направлении + до разжимания инструмента.</li> <li>7. Вручную переместите инструмент из магазина.</li> <li>8. Выберите режим MDI.</li> <li>9. Введите и выполните команду M71.</li> <li>10. Введите и выполните команду M73.</li> <li>11. На станках с Hardinge/Fanuc System II установите регистр диагностики 520, бит 6, на «0». <ul style="list-style-type: none"> <li>На станках с Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC установите реле K00 (PLC) на «0».</li> </ul> </li> <li>12. Нажмите клавишу сброса.</li> <li>13. На станках с Hardinge/Fanuc System II проверьте значения в регистрах диагностики 450 и 451 устройства смены инструмента.</li> <li>18. На станках с управлением Fanuc 0i-M или Fanuc 18-MC проверьте значения в регистрах таблицы данных D00 и D01 устройства смены инструмента</li> <li>14. Выберите режим JOG.</li> <li>15. Установите инструмент в шпинделе.</li> <li>16. Возврат к нулю осей станка.</li> </ol>

Аварийный сигнал #: 2003	Аварийное сообщение COL. LOW PRESSURE
<p>ПРИЧИНА:</p> <p>Давление в системе охлаждения через шпindel опустилось ниже минимального значения в течение периода времени, превышающего временной предел, установленный регистром диагностики 390. Запущен режим одного блока (поблочного выполнения).</p>	<p>УСТРАНЕНИЕ:</p> <p>Проверьте поток охлаждающей жидкости. Если он в норме, проверьте фильтр системы охлаждения.</p> <p>Проверьте соленоид системы охлаждения. См. электрическую схему.</p> <p>Проверьте остановку переключателя давления охлаждающей жидкости. Он должен быть установлен на 1 кг/см<sup>3</sup>.</p> <p>Проверьте работу переключателя давления.</p>

Аварийный сигнал #: 2004	Аварийное сообщение SCALE AIR LOW P
<p>ПРИЧИНА:</p> <p>Воздушное давление (линейная шкала) упала ниже минимального значения 1кг/см<sup>3</sup>.</p> <p>Минимальное давление установлено датчиком давления в системе управления подачей воздуха.</p>	<p>УСТРАНЕНИЕ:</p> <p>Отрегулируйте давление воздуха для вспомогательных линейных шкал.</p> <p>Проверьте датчик давления на блоке воздушного управления (с линейной шкалой).</p> <p>Проверьте воздушный фильтр в системе подачи воздуха (с линейной шкалой).</p>

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**

**-ПРИМЕЧАНИЯ-**



**“Performance Has Established Leadership for Hardinge”®**

**(“Эксплуатационные данные выдвинули фирму Hardinge  
на лидирующие позиции”)**

**Hardinge Inc.**

**Elmira, New York 14902-1507 USA  
Phone: 607-734-2281 Fax: 607-734-8819  
[www.hardinge.com](http://www.hardinge.com)**