

РУКОВОДСТВО ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

функции

компенсации радиуса при вершине инструмента
при пятикоординатной обработке

на станках с ЧПУ системы

MAZATROL FUSION 640M Pro

MAZATROL MATRIX

РУКОВОДСТВО №: H736PB0031E

Серийный номер:

Для обеспечения надлежащей работы станка и оборудования перед началом его эксплуатации следует четко уяснить содержание настоящего Руководства. При возникновении любых вопросов следует обратиться в ближайший технический/сервисный центр.

ВАЖНО!

1. Следует неукоснительно соблюдать правила техники безопасности, изложенные в настоящем Руководстве, а также на предупредительных табличках, размещенных на станке. Несоблюдение данных правил может привести к тяжелым травмам или материальному ущербу. При утрате табличек следует их восстановить в кратчайшие сроки.
2. Не производить переналадку станка и оборудования, которая может повлиять на безопасность работы. При необходимости осуществления такой переналадки следует обратиться в ближайший технический/сервисный центр.
3. При пояснении принципов работы станка и оборудования на некоторых иллюстрациях не отображены такие детали системы безопасности как крышки, дверцы и т. п. Перед началом эксплуатации следует убедиться, что все они находятся на своих местах.
4. Настоящее Руководство являлось точным и полным на момент его издания. Однако, ввиду постоянного стремления компании к улучшению качества и технических характеристик оборудования, содержание настоящего Руководства может быть изменено или дополнено. При возникновении любых вопросов следует обратиться в ближайший технический/сервисный центр.
5. Руководство следует всегда хранить рядом с местом эксплуатации станка и оборудования и обращаться к нему при первой же необходимости.
6. При возникновении потребности в новом руководстве его можно заказать в ближайшем техническом/сервисном центре, указав номер нужного руководства или наименование станка, его серийный номер, а также название руководства.

Оригинал данного Руководства издан *Manual Publication Section, Yamazaki Mazak Corporation, Япония*

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1.....	КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИИ	1-1
2.....	ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИИ	2-1
2-1	Формат программирования.....	2-1
2-2	Элементы данных коррекции на инструмент, используемые для компенсации радиуса	2-1
2-3	Работа функции компенсации радиуса при пятикоординатной обработке	2-2
2-3-1	Запуск функции компенсации радиуса.....	2-2
2-3-2	Работа в режиме компенсации радиуса	2-2
2-3-3	Отмена функции компенсации радиуса	2-2
2-4	Способ расчета направления смещения	2-3
2-4-1	Переход в систему координат стола	2-3
2-4-2	Преобразование точек в плоскость компенсации	2-4
3.....	ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПРОЧИМИ ФУНКЦИЯМИ	3-1
3-1	Взаимосвязь с прочими подготовительными функциями.....	3-1
3-2	Ограничения.....	3-5
4.....	ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ СИГНАЛЫ И СООБЩЕНИЯ	4-1

– ДЛЯ ЗАМЕТОК –

1 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИИ

В настоящем Руководстве представлена функция трехмерной компенсации радиуса при вершине инструмента, используемая на станках с пятикоординатной обработкой (на осях В и С, являющихся осью вращения инструмента и осью вращения стола, соответственно). Использование функции обеспечивается расчетом направления смещения в плоскости, перпендикулярной оси инструмента.

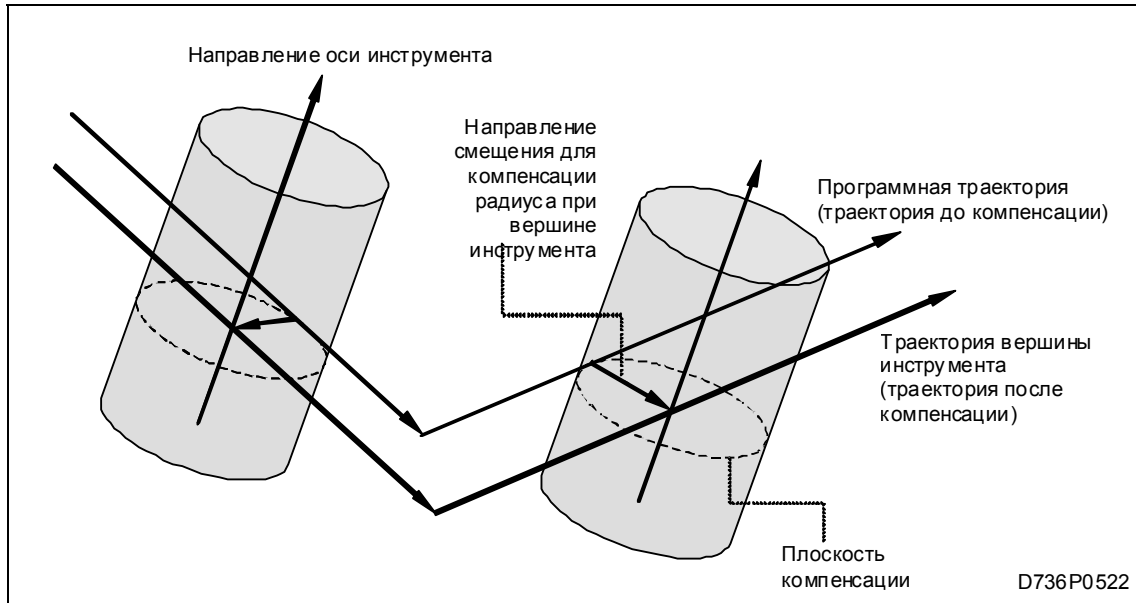


Рис. 1-1. Компенсация радиуса при вершине инструмента при пятикоординатной обработке

1

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИИ

– ДЛЯ ЗАМЕТОК –

2 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИИ

Рассматриваемая функция коррекции позволяет осуществлять контроль траектории перемещения инструмента для проведения компенсации радиуса при вершине инструмента (далее «компенсация радиуса») в плоскости компенсации, перпендикулярной оси инструмента, направление которой определяется командами перемещения по соответствующей оси вращения. В настоящей главе приводятся эксплуатационные особенности данной специальной функции, с описанием плоскости компенсации в разделе 2-3.

Подробнее об общем случае компенсации радиуса при вершине инструмента см. Руководство по программированию (в стандартах EIA/ISO), раздел 12-4.

2-1 Формат программирования

1. Функция компенсации радиуса при пятикоординатной обработке ВКЛ

```
G41.5 (X_ Y_ Z_ B_ C_ D_);
G42.5 (X_ Y_ Z_ B_ C_ D_);
```

G41.5 : компенсация радиуса (влево) [группа 07]

G42.5 : компенсация радиуса (вправо) [группа 07]

XYZBC : команды на перемещение по оси

D : № данных коррекции на инструмент для компенсации радиуса

2. Функция компенсации радиуса при пятикоординатной обработке ВЫКЛ (отмена)

```
G40 (X_ Y_ Z_ B_ C_);
```

G40 : отмена компенсации радиуса [группа 07]

2-2 Элементы данных коррекции на инструмент, используемые для компенсации радиуса

Данные, введенные в окне **TOOL DATA** (Данные инструмента), подготовлены для выполнения программ в формате MAZATROL и могут также использоваться для компенсации радиуса при пятикоординатной обработке. В таблице ниже приведены те элементы данных коррекции на инструмент, сохраненные на внешних носителях, которые применяются для расчета компенсации радиуса в соответствии с уставками параметров **F92**, бит 7, и **F94**, бит 7).

Параметры		Данные в окне TOOL DATA (Данные инструмента)		Данные в окне TOOL OFFSET (Коррекция на инструмент)
F92 , бит 7	F94 , бит 7	ACT-φ	ACT-φ CO./No.	
0	0	×	×	○
0	1	×	○	×
1	0	○	×	○
1	1	○	○	×

○: используется для компенсации радиуса.

×: не используется.

2-3 Работа функции компенсации радиуса при пятикоординатной обработке

2-3-1 Запуск функции компенсации радиуса

Коды G41.5 или G42.5, заданные в режиме отмены, переводят работу в режим функции компенсации радиуса при пятикоординатной обработке. Они описывают такую начальную траекторию смещения, вплоть до конечной точки программного блока с кодом G41.5 или G42.5, которая включает и компенсацию в плоскости, перпендикулярной оси инструмента в таком положении. Запуск функции в плоскости компенсации будет таким же, что и для стандартного режима компенсации радиуса при вершине инструмента.

Задание кода запуска функции, G41.5 или G42.5, только при соответствующих условиях применения G-кодов (см. соответствующую таблицу в разделе 3-1). Несоблюдение данного требования приведет к выдаче предупредительного сообщения **962 CAN NOT USE G41.5, G42.5** (Невозможно использовать коды G41.5, G42.5).

2-3-2 Работа в режиме компенсации радиуса

В режиме кода G41.5 или G42.5 функция компенсации радиуса при пятикоординатной обработке будет применяться только по командам позиционирования (код G00) и линейной интерполяции (код G01). Необходимо использовать только G-коды, доступные в данном режиме (см. соответствующую таблицу в разделе 3-1); Несоблюдение данного требования приведет к выдаче предупредительного сообщения **961 G41.5, G42.5 MODE IS ACTIVE** (Задействован режим кода G41.5, G42.5).

В блоках движения, автоматически интерполируемых для обработки угла, направление оси инструмента в конечной точке первого из двух указанных блоков (заданное последней командой на ось B) остается неизменным, как и величина подачи, и другая модальная информация, включая точку останова при покадровом режиме работы.

2-3-3 Отмена функции компенсации радиуса

Режим функции компенсации радиуса при пятикоординатной обработке можно отменить, если будет соблюдено хотя бы одно из следующих условий.

1. Выполнена соответствующая команда отмены (код G40).
2. В качестве № данных коррекции на инструмент, используемых для расчета компенсации радиуса, введен «0» (D00).
3. Сброс/переустановка ЧПУ.

2-4 Способ расчета направления смещения

В данном разделе приводится описание проведения трехмерной компенсации относительно диаметра инструмента с учетом команд на перемещение по вращающимся осям инструмента и заготовки на столе. Далее в качестве примера рассматривается обработка боковых сторон заготовки при одновременном вращении заготовки и инструмента по осям С и В.

2-4-1 Переход в систему координат стола

Так как заготовка, закрепленная на столе, вращается вместе с осью С, траектория с учетом компенсации радиуса должна рассчитываться в системе координат стола, привязанной к столу и поэтому вращающейся вместе с осью С (см. рис. 2-1).

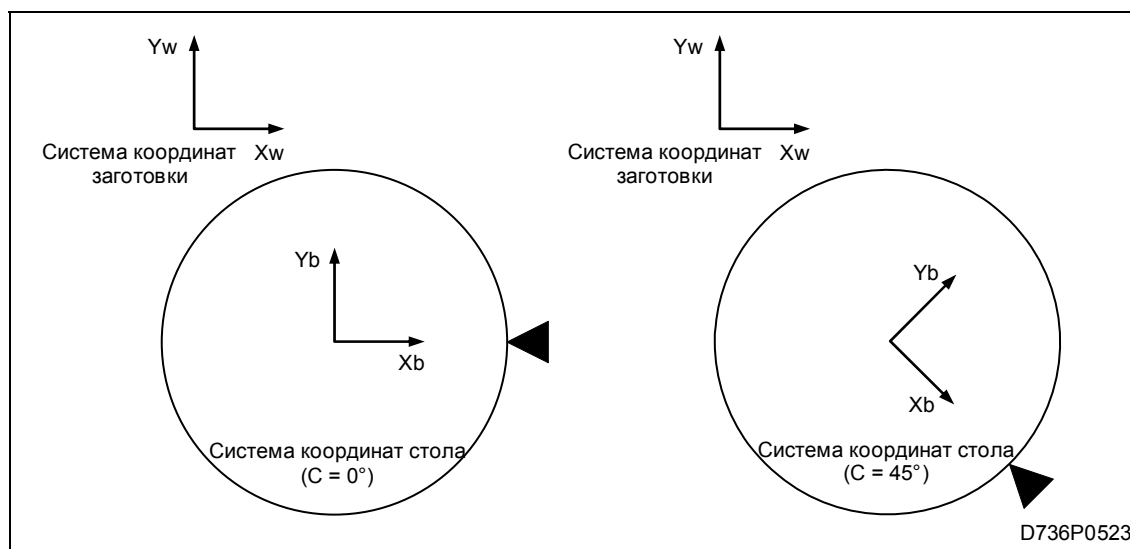


Рис. 2-1. Система координат стола

Предполагается, что боковые стороны заготовки должны обрабатываться с подачей инструмента по траектории от точки [1] через точку [2] к точке [3], как показано ниже на рис. 2-2 (слева, для $C = 0^\circ$). Так как заготовка вращается одновременно с осью С, фактическая траектория перемещения в системе координат станка вычерчивается от точки А через точку В к точке С. Например, ЧПУ рассчитывает направление смещения в точке В (при положении стола под углом $C = 45^\circ$) для траектории перемещения из точки А' через точку В к точке С', где А' и С' обозначают, соответственно, точки в системе координат стола, повернутой под углом $C=45^\circ$, где происходит преобразование точек А и С.

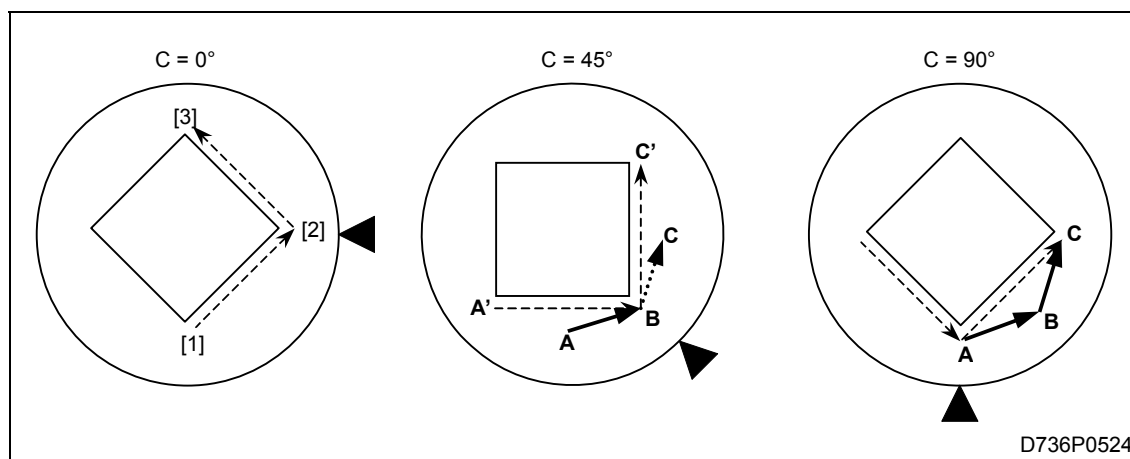


Рис. 2-2. Переход в систему координат стола

2-4-2 Преобразование точек в плоскость компенсации

Так как ось инструмента вращается вместе с осью В, траектория перемещения инструмента с учетом компенсации радиуса должна рассчитываться в плоскости, перпендикулярной оси инструмента. Например, для расчета направления смещения в точке В (см. рис. 2-3) ЧПУ сначала преобразует конечную точку А' предыдущего блока и конечную точку С' следующего блока в точки А'' и С'' с помощью прямоугольной проекции на плоскость компенсации для точки В.

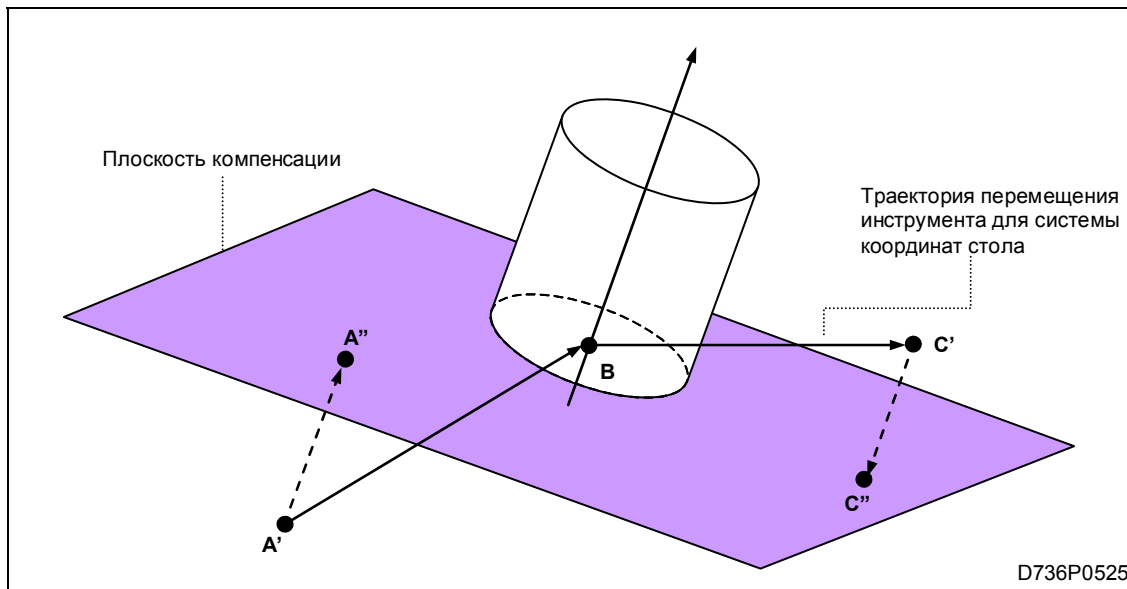


Рис. 2-3. Преобразование точек в плоскость компенсации

Затем ЧПУ вводит компенсацию радиуса в траекторию перемещения инструмента от точки А'' через точку В к точке С'' в плоскости компенсации для расчета направления смещения в точке В.

Все действия в плоскости компенсации совпадают с действиями, проводимыми в стандартном режиме компенсации радиуса при вершине инструмента.

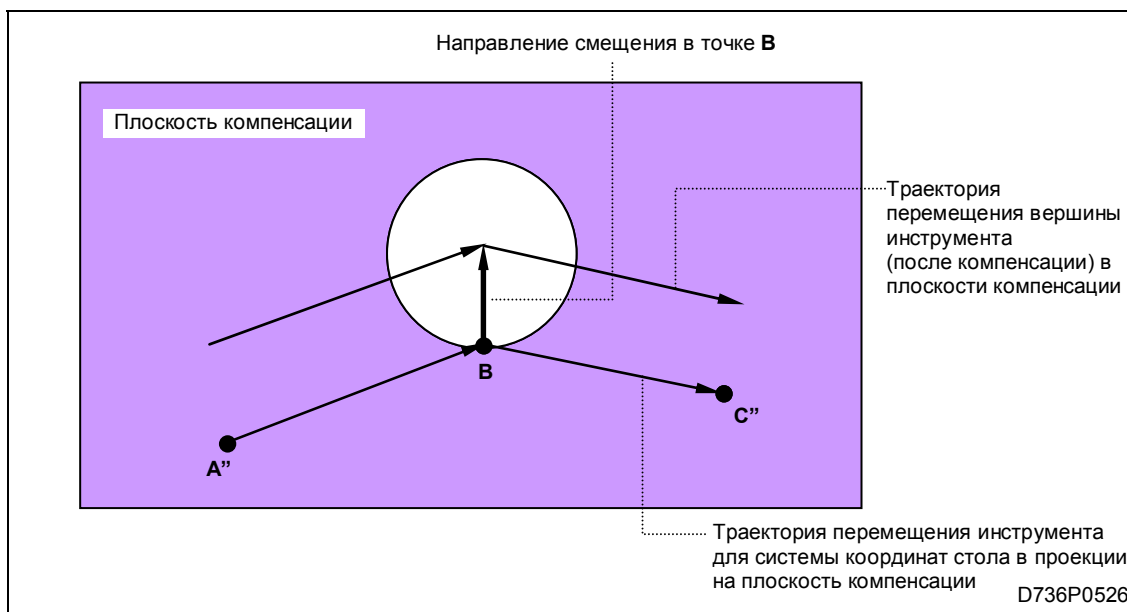


Рис. 2-4. Работа в плоскости компенсации

3 ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПРОЧИМИ ФУНКЦИЯМИ

3-1 Взаимосвязь с прочими подготовительными функциями

В нижеприведенной таблице, в двух крайних правых столбцах, указана совместимость каждого G-кода с функцией компенсации радиуса при вершине инструмента при пятикоординатной обработке.

[1] Доступен ли G-код в режиме компенсации радиуса при пятикоординатной обработке?

○: да, ×: нет [выдача предупредительного сообщения **961 G41.5, G42.5 MODE IS ACTIVE** (Задействован режим кода G41.5, G42.5)].

[2] Возможен ли выбор режима компенсации радиуса при пятикоординатной обработке при работе с G-кодом?

○: да, ×: нет [выдача предупредительного сообщения **962 CAN NOT USE G41.5, G42.5** (Невозможно использовать коды G41.5, G42.5)].

(— для немодальных кодов)

G-код	Группа	Функция	[1]	[2]
G00	01	Позиционирование	○	○
G01	01	Линейная интерполяция	○	○
G01.1	01	Нарезание наружной резьбы с интерполяцией по оси C	×	×
G02	01	Круговая интерполяция (по часовой стрелке)	×	×
G02.1	01	Спиральная интерполяция (по часовой стрелке)	×	×
G03	01	Круговая интерполяция (против часовой стрелки)	×	×
G03.1	01	Спиральная интерполяция (против часовой стрелки)	×	×
G04	00	Выдержка (выстой)	○	—
G05	00	Режим высокоскоростной обработки	×	×
G06.1	01	Интерполяция сплайнами	×	×
G06.2	01	NURBS-интерполяция (Интерполяция рациональной совокупности неоднородных сплайнов)	×	×
G07	00	Интерполяция в координатах воображаемой (смоделированной) оси	×	—
G07.1	00	Интерполяция поверхности цилиндра	×	×
G09	00	Контроль точности останова	○	—
G10	00	Ввод программируемых параметров ВКЛ	○	—
G10.9	00	Выбор ввода данных в диаметральных/радиальных величинах	×	—
G11	00	Ввод программируемых параметров ВЫКЛ	○	—
G12.1	26	Интерполяция по полярным координатам ВКЛ	×	×
G13.1	26	Интерполяция по полярным координатам ВЫКЛ	×	○
G17	02	Выбор плоскости X-Y	○	○
G18	02	Выбор плоскости Z-X	○	○
G19	02	Выбор плоскости Y-Z	○	○
G20	06	Команда в дюймовой системе измерения	×	○
G21	06	Команда в метрической системе измерения	×	○
G22	04	Предварительная проверка хода ВКЛ	○	○
G23	04	Предварительная проверка хода ВЫКЛ	○	○
G27	00	Контроль опорной точки	×	—
G28	00	Возврат в опорную точку	×	—
G29	00	Возврат в начальную точку	×	—
G30	00	Возврат в опорную точку № 2–4	×	—
G31	00	Проскок (пропуск)	×	—

G-код	Группа	Функция	[1]	[2]
G31.1	00	Многоступенчатый пропускк 1	×	–
G31.2	00	Многоступенчатый пропускк 2	×	–
G31.3	00	Многоступенчатый пропускк 3	×	–
G32	01	Нарезание наружной резьбы	×	×
G33	01	Нарезание наружной резьбы	×	×
G34	01	Нарезание резьбы переменного шага	×	×
G37	00	Автоматическое измерение вылета инструмента	×	–
G38	00	Уставка направления смещения для компенсации радиуса при вершине инструмента	×	–
G39	00	Интерполяция дуги при обработке угла для компенсации радиуса при вершине инструмента	×	–
G40	07	Компенсация радиуса при вершине/радиуса инструмента ВЫКЛ	○	○
G41	07	Компенсация радиуса при вершине/радиуса инструмента, влево	×	×
G41.5	07	Компенсация радиуса при вершине инструмента (при пятикоординатной обработке), влево	○	○
G42	07	Компенсация радиуса при вершине/радиуса инструмента, вправо	×	×
G42.5	07	Компенсация радиуса при вершине инструмента (при пятикоординатной обработке), вправо	○	○
G43	08	Коррекция на вылет инструмента, в положительном направлении (+)	○	○
G43.4	08	Функция управления вершиной режущей кромки инструмента, тип I	×	○
G43.5	08	Функция управления вершиной режущей кромки инструмента, тип II	×	○
G44	08	Коррекция на вылет инструмента, в отрицательном направлении (–)	○	○
G45	00	Коррекция на положение инструмента, удлинение	×	–
G46	00	Коррекция на положение инструмента, сокращение	×	–
G47	00	Коррекция на положение инструмента, двойное удлинение	×	–
G48	00	Коррекция на положение инструмента, двойное сокращение	×	–
G49	08	Коррекция на положение инструмента ВЫКЛ	○	○
G50	11	Масштабирование ВЫКЛ	○	○
G50.1	19	Зеркальное отображение по G-коду ВЫКЛ	×	○
G50.2	23	Обработка многогранника ВЫКЛ	×	○
G51	11	Масштабирование ВКЛ	○	○
G51.1	19	Зеркальное отображение по G-коду ВКЛ	×	×
G51.2	23	Обработка многогранника ВКЛ	×	×
G52	00	Ввод локальной системы координат	×	–
G53	00	Выбор системы координат станка	×	–
G54	12	Выбор системы координат заготовки 1	×	○
G54.1	12	Выбор дополнительных систем координат заготовки	×	○
G55	12	Выбор системы координат заготовки 2	×	○
G56	12	Выбор системы координат заготовки 3	×	○
G57	12	Выбор системы координат заготовки 4	×	○
G58	12	Выбор системы координат заготовки 5	×	○
G59	12	Выбор системы координат заготовки 6	×	○
G60	00	Однонаправленное позиционирование	×	–
G61	13	Режим контроля точности останова	○	○

G-код	Группа	Функция	[1]	[2]
G61.1	13	Режим корректировки построения профиля	○	○
G62	13	Режим автоматического обхода углов	×	×
G63	13	Режим нарезания резьбы метчиком	×	×
G64	13	Режим обработки	○	○
G65	00	Простой вызов макропрограммы пользователя	×	–
G66	14	Модальный вызов А макропрограммы пользователя	×	×
G66.1	14	Модальный вызов В макропрограммы пользователя	×	×
G67	14	Модальный вызов макропрограммы пользователя ВЫКЛ	×	○
G68	16	Поворот программных координат ВКЛ	×	×
G69	16	Программный поворот координат ВЫКЛ	×	○
G71.1	09	Постоянный цикл (инструмент для снятия фаски 1)	×	×
G72.1	09	Постоянный цикл (инструмент для снятия фаски 2)	×	×
G73	09	Постоянный цикл (высокоскоростное сверление глубоких отверстий)	×	×
G74	09	Постоянный цикл (обратное нарезание резьбы метчиком)	×	×
G75	09	Постоянный цикл (растачивание)	×	×
G76	09	Постоянный цикл (растачивание)	×	×
G77	09	Постоянный цикл (обратная подрезка торца)	×	×
G78	09	Постоянный цикл (растачивание)	×	×
G79	09	Постоянный цикл (растачивание)	×	×
G80	09	Постоянный цикл ВЫКЛ	×	○
G81	09	Постоянный цикл (засверловка отверстий)	×	×
G82	09	Постоянный цикл (цекование)	×	×
G83	09	Постоянный цикл (сверление глубоких отверстий)	×	×
G84	09	Постоянный цикл (нарезание резьбы метчиком)	×	×
G84.2	09	Постоянный цикл (синхронное нарезание резьбы метчиком)	×	×
G84.3	09	Постоянный цикл (синхронное обратное нарезание резьбы метчиком)	×	×
G85	09	Постоянный цикл (развертывание)	×	×
G86	09	Постоянный цикл (растачивание)	×	×
G87	09	Постоянный цикл (обратное растачивание)	×	×
G88	09	Постоянный цикл (растачивание)	×	×
G89	09	Постоянный цикл (растачивание)	×	×
G90	09	Ввод данных в абсолютных величинах	○	○
G91	09	Ввод данных в приращениях	○	○
G92	09	Установка системы координат	×	–
G92.5	09	Поворот системы координат заготовки	×	–
G93	09	Обратнозависимое время подачи	○	○
G94	09	Асинхронная подача (минутная подача)	○	○
G95	09	Синхронная подача (подача на оборот)	○	○
G96	09	Контроль постоянной скорости резания ВКЛ	×	○
G97	09	Контроль постоянной скорости резания ВКЛ	×	○
G98	09	Возврат на уровень начальной точки в постоянном цикле	×	○
G99	09	Возврат на уровень опорной точки (R) в постоянном цикле	×	○
G110	09	Смена имени оси ВКЛ	×	×
G111	09	Смена имени оси ВЫКЛ	×	○
G113	09	Обработка червячной фрезой ВЫКЛ	×	○
G114.3	09	Обработка червячной фрезой ВКЛ	×	×
G270	09	Цикл чистовой обработки	×	×

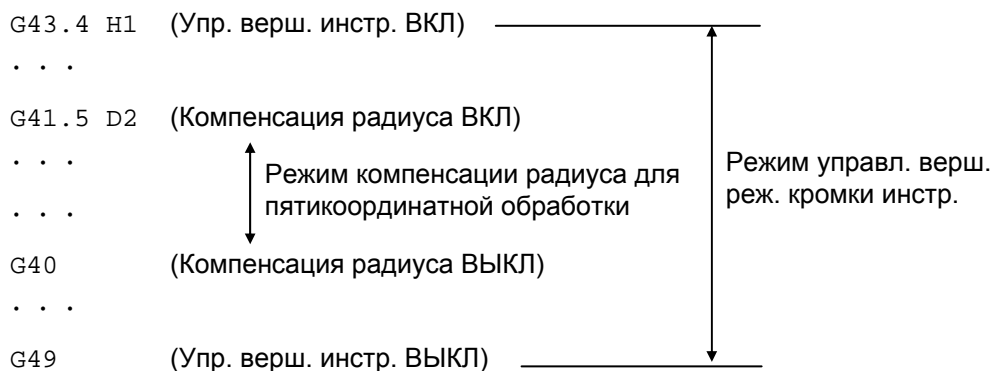
G-код	Группа	Функция	[1]	[2]
G271	09	Цикл продольной черновой обработки	x	x
G272	09	Цикл поперечной черновой обработки	x	x
G273	09	Цикл обработки сложного профиля	x	x
G274	09	Цикл поперечной отрезки	x	x
G275	09	Цикл продольной отрезки	x	x
G276	09	Составной цикл нарезания наружной резьбы	x	x
G290	09	Постоянный цикл А (точение наружное/внутреннее)	x	x
G292	09	Цикл нарезания наружной резьбы	x	x
G294	09	Постоянный цикл В (поперечное точение)	x	x

3-2 Ограничения

- Расчетная траектория перемещения инструмента с учетом компенсации радиуса при вершине инструмента не может быть проверена на отсутствие столкновений, независимо от установки соответствующего параметра (**F92**, бит 5: контроль отсутствия столкновений ON/OFF (ВКЛ/ВЫКЛ)).
- Коды задания функции компенсации радиуса, G38 (задание направления смещения) и G39 (интерполяция дуги при обработке угла), недоступны в режиме кодов G41.5 и G42.5.
- Команды на снятие фаски и скругление угла недоступны в режиме кодов G41.5 и G42.5.
- Команда на смену инструмента, при необходимости, должна всегда задаваться после отмены режима кодов G41.5 и G42.5.
- Ручное прерывание как таковое, прерывание в режиме MDI и прерывание с помощью ручного импульсного генератора в частности, не могут использоваться в режиме кодов G41.5 и G42.5.
- Функция компенсации радиуса при вершине инструмента для пятикоординатной обработке недоступна, если используется управление осью C для кондршпинделя (на станках соответствующей комплектации).
- Рассматриваемая функция ни при каких условиях не может использоваться в режиме точения.
- Меры предосторожности при смешанном использовании с функцией управления вершиной режущей кромки инструмента

1. Функция компенсации радиуса при пятикоординатной обработке должна включаться и выключаться во время работы в режиме управления вершиной режущей кромки инструмента.

<Пример программирования>



2. Для описания в программе траектории перемещения инструмента с помощью функции управления вершиной режущей кромки инструмента должна быть выбрана система координат заготовки (параметр **F85**, бит 2 = 1). Несоблюдение данного требования (т. е., параметр **F85**, бит 2 установлен на «0» для использования системы координат стола при программировании) приведет к появлению предупредительного сообщения **962 CAN NOT USE G41.5, G42.5** (Невозможно использовать коды G41.5, G42.5), если это происходит при выборе режима компенсации радиуса для пятикоординатной обработки даже при соблюдении вышеуказанного условия.

– ДЛЯ ЗАМЕТОК –

4 ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ СИГНАЛЫ И СООБЩЕНИЯ

№ предуп. сигнала	Предупредительное сообщение	Описание
936	OPTION NOT FOUND (Опция не найдена)	Система ЧПУ не оснащена предоставляемой по дополнительному заказу функцией компенсации радиуса при вершине инструмента для пятикоординатной обработки.
961	G41.5, G42.5 MODE IS ACTIVE (Задействован режим кода G41.5, G42.5)	Введенная команда несовместима с режимом функции компенсации радиуса при вершине инструмента для пятикоординатной обработки.
962	CAN NOT USE G41.5, G42.5 (Невозможно использовать коды G41.5, G42.5)	Функция компенсации радиуса при вершине инструмента для пятикоординатной обработки не может быть выбрана в текущих модальных условиях.

– ДЛЯ ЗАМЕТОК –