

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

В. В. МОРОЗОВ

В. Г. ГУСЕВ

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

Учебное пособие

*«Допущено Учебно-методическим объединением по образованию
в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ)
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по направлениям подготовки:
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств», «Автоматизация
технологических процессов и производств»*



Владимир 2011

УДК 621.9.06-529(075.8)

ББК 34.63я73

М80

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор,
заслуженный изобретатель Российской Федерации
В. И. Денисенко

Генеральный директор Владимирского завода
полимерного машиностроения «Полимер-Техника»
В. И. Литваковский

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

Морозов, В. В.

М80 Программирование обработки деталей на обрабатывающих центрах: учеб. пособие / В. В. Морозов, В. Г. Гусев ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 366 с. – ISBN 978-5-9984-0165-7.

Приведена методология программирования механической обработки заготовок на современных многооперационных станках с ЧПУ. Для более глубокого усвоения излагаемых принципов программирования даны примеры управляющих программ для механической обработки конкретных деталей с использованием устройства числового программного управления iTNC 530E фирмы HEIDENHAIN (Германия).

Предназначено для бакалавров и магистров высших учебных заведений, обучающихся по направлению 150900 - «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», а также студентов специальностей 15.10.01 – «Технология машиностроения» и 15.02.06 – «Машины и оборудование высокоэффективных методов обработки».

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 200. Табл. 17. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.9.06-529(075.8)

ББК 34.63я73

ISBN 978-5-9984-0165-7

© Владимирский государственный университет, 2011

© Морозов В.В., Гусев В.Г., 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Общие сведения об обрабатывающих центрах с ЧПУ	
1.1. Достоинства обрабатывающих центров с ЧПУ.....	6
1.2. Обрабатывающий центр Qwaser.....	10
Вопросы для проверки усвоения материала.....	15
2. Программирование простых видов обработки на обрабатывающем центре	
2.1. Базовая система отсчета.....	16
2.2. Абсолютные и инкрементальные положения заготовки.....	19
2.3. Выбор нуля детали.....	21
2.4. Программирование простых видов обработки.....	22
2.5. Ввод информации о режущем инструменте.....	25
2.6. Коррекция инструмента.....	40
2.7. Трехмерная коррекция инструмента.....	44
2.8. Работа с таблицами данных резания.....	50
Вопросы для проверки усвоения материала.....	56
3. Программирование обработки контуров на обрабатывающем центре	
3.1. Движения инструмента, функции траектории.....	58
3.2. Подвод и отвод режущего инструмента от обрабатываемого контура заготовки.....	65
3.3. Движения по траектории – прямоугольные координаты.....	75
3.4. Движения инструмента по траектории в полярных координатах.....	88
3.5. Свободное программирование контура (СК) при движении инструмента по траектории.....	94
3.6. Перемещения по траектории - Spline-интерполяция (ПО-опция 2).....	106
3.7. Ввод дополнительных функций M и STOP.....	108
3.8. Работа с применением циклов.....	126
3.9. Таблицы точек.....	130
3.10. Циклы сверления, нарезания внутренней резьбы и фрезерования резьбы.....	133
Вопросы для проверки усвоения материала.....	135

4. Программирование обработки отверстий	
4.1. Циклы сверления, развертывания, растачивания и фрезерования.....	139
4.2. Фрезерование резьбы.....	172
4.3. Примеры программирования циклов сверления.....	192
4.4. Циклы фрезерования карманов, цапф и пазов.....	197
4.5. SL-циклы.....	248
4.6. Примеры программирования.....	266
4.7. SL-циклы с формулой контура.....	276
Вопросы для проверки усвоения материала.....	284
5. Программирование циклов фрезерования поверхностей	
5.1. Цикл 30 обработка 3D- данных.....	287
5.2. Цикл 230 «Фрезерование поверхностей».....	289
5.3. Цикл 231 «Регулируемая площадь».....	291
5.4. Функция PLANE – наклон плоскости обработки.....	293
5.5. Определение плоскости обработки через пространственный угол PLANE SPATIAL.....	297
5.6. Определение плоскости обработки через угол Эйлера: PLANE EULER.....	299
5.7. Определение плоскости обработки через два вектора PLANE VECTOR.....	301
5.8. Определение плоскости обработки с помощью трех точек PLANE POINTS.....	302
5.9. Определение плоскости обработки через инкрементальный пространственный угол PLANE RELATIVE.....	304
5.10. Фрезерование на наклоненной плоскости.....	309
5.11. Обозначение подпрограмм и повторений части программы.....	311
5.12. Примеры программирования.....	319
5.13. Принцип и обзор функций.....	323
5.14. Примеры программирования обработки вогнутого цилиндра с помощью радиусной фрезы.....	325
5.15. Пример программирования обработки выпуклого шара с помощью радиусной фрезы.....	329
5.16. Графика.....	332
5.17. Функции для индикации программы.....	334
5.18. Автоматический пуск программы.....	341
5.19. Выбор системы мер.....	348
5.20. Общие параметры пользователя.....	352
5.21. Пример управляющей программы для обработки детали «Пуансон».....	355
Вопросы для проверки усвоения материала.....	361
Заключение.....	363
Библиографический список.....	364

ВВЕДЕНИЕ

До появления обрабатывающих центров металлорежущие станки создавались применительно к конкретному виду обработки, основанному на вполне определенном процессе резания (токарная, сверлильная, фрезерная, строгальная и другие виды обработки). Этот принцип сохранялся во всех конструкциях станков, будь то универсальные станки, станки с программным управлением, специальные станки и автоматы или автоматические линии. Традиционные технологические процессы механической обработки заготовок основаны на необходимости использования большого числа разных по назначению станков, что влечет за собой использование больших производственных площадей, транспортных средств для межстаночного перемещения заготовок, увеличение численности рабочих-станочников и др. Все это существенно сказывается на повышении организационных, эксплуатационных и др. расходов.

Обрабатывающие центры (синоним машинные центры) могут реализовать почти все методы механической обработки и различаются лишь степенью сложности, точностью, размерами и технологическими возможностями. На одном современном обрабатывающем центре с ЧПУ можно изготовить в пределах одной классификационной группы любую по конструкции и степени сложности деталь, что позволяет заменить три-пять и более обычных металлорежущих станков одним обрабатывающим центром. В машиностроении встречаются случаи, когда один современный обрабатывающий центр заменяет целый механический участок.

Вместе с этим обрабатывающие центры характеризуются высокой стоимостью и необходимостью подготовки управляющих программ (УП), от которых во многом зависит эффективность их использования. Для разработки, верификации управляющих программ требуются высококвалифицированные технологи-программисты, которые с использованием компьютеров перерабатывают большой объем

геометрической, технологической и др. информации и тем самым находят оптимальные технологические и программные решения.

Настоящее учебное пособие направлено на оказание помощи аспирантам, магистрантам, бакалаврам, студентам, изучающим методологию программирования современных обрабатывающих центров, а также технологам-программистам, наладчикам и операторам станков с ЧПУ, занимающимся созданием, верификацией и отработкой управляющих программ непосредственно в производственных условиях.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

1.1. Достоинства обрабатывающих центров

Под обрабатывающим центром будем понимать автоматизированный станок с числовым программным управлением (ЧПУ) с высокой степенью интеграции операций, т. е. станок, обеспечивающий выполнение большой номенклатуры технологических операций без перебазирования изделий и с автоматической сменой инструмента. Иногда такие станки называют многоцелевыми, многооперационными станками или машинными центрами. Эти названия будем при дальнейшем изложении материала использовать как синонимы. Одним из основных направлений автоматизации серийного производства является применение станков с программным управлением, в том числе и обрабатывающих центров.

Многооперационный станок снабжен специальным инструментальным магазином, осуществляющим автоматическую смену режущего инструмента. С помощью программного управления на этих станках производятся автоматические перемещения заготовки вдоль трех координатных осей и ее вращение вокруг вертикальной оси поворотного стола. В современных обрабатывающих центрах эти станки снабжаются глобусным столом, имеющим не только вертикальную, но и горизонтальную ось вращения, что позволяет обрабатывать сложные корпусные детали с разных сторон при одной их установке и закреплении. Некоторые конструкции обрабатывающих центров допускают изменение положения шпинделя в соответствии с заданной программой: горизонтально, вертикально и наклонно или под любым углом наклона как указано на чертеже детали.

Программное управление станка обеспечивает необходимое изменение частоты вращения шпинделя, величины рабочей подачи и скоростей холостых перемещений, а также включение и выключение других устройств станка. Режущий инструмент помещается в револьверных головках или специальных инструментальных магазинах большой емкости (до 138 инструментов), что позволяет в соответствии с принятой программой автоматически устанавливать в шпинделе станка практически любой инструмент, требуемый для обработки соответствующей поверхности детали. Такая смена инструмента станка производится в течение 2 – 3 с. На некоторых станках вместо смены инструмента в рабочем шпинделе осуществляется замена самих шпинделей совместно с вставленными в них инструментами.

На обрабатывающих центрах могут осуществляться почти все процессы обработки резанием: сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, нарезание резьбы, фрезерование плоскостей и различных контуров. Несмотря на разнообразие форм, размеров и требуемой точности различных поверхностей, их обработка ведется на обрабатывающих центрах, как правило, окончательно. Исключением будут лишь некоторые доводочные операции (например хонингование отверстий в блоках цилиндров), которые обычно выполняют на специальных станках.

Обрабатывающие центры чаще всего имеют один шпиндель или револьверные шпиндельные головки, шпиндели которых работают поочередно. Существуют конструкции станков, имеющие головки с двумя шпинделями, индексируемыми при смене инструментов.

Инструмент в одном из шпинделей заменяется во время работы другого шпинделя, что сокращает потерю времени на смену инструмента до 2 – 3 с. В некоторых конструкциях обрабатывающих центров имеются два различных шпинделя – один для тяжелых работ (обычно для фрезерования) и один для легких и более точных работ. Однако во всех случаях обработка различных поверхностей деталей ведется последовательно одним инструментом, сменяемым в соответствии с установленной программой. В отличие от обычных многошпиндельных станков-автоматов и автоматических линий, применяемых в массовом производстве, повышение производительности на обрабатывающих центрах достигается не за счет совмещения техно-

логических переходов и параллельной многоинструментной обработки многих поверхностей, а вследствие резкого сокращения затрат вспомогательного и подготовительно-заключительного времени и интенсификации режимов резания.

Автоматизация холостых перемещений и повышение их скорости до 30 м/мин, автоматизация смены позиций заготовки на поворотном столе и смены режущего инструмента резко сокращают затраты вспомогательного времени, повышают долю машинного времени в объеме времени обработки детали. В условиях серийного и мелкосерийного производства доля машинного времени на прецизионных станках не превышает 18 – 20 %. На станках с числовым программным управлением она увеличивается до 50 – 60 %, а на обрабатывающих центрах достигает 80 – 90 %. Простой станка под наладкой сокращаются в среднем на 80 %.

Быстрая замена затупившегося инструмента позволяет интенсифицировать режимы резания, сокращая фактическую стойкость режущего инструмента до величины, достаточной для обработки наибольших по размерам поверхностей детали. Стабильность размеров деталей, получаемых на обрабатывающих центрах, позволяет сократить объем контрольных операций на 50 – 70 %. В результате этого производительность изготовления деталей на таких станках в 4 – 10 раз превышает производительность обработки на универсальных станках. Один многооперационный станок может заменить четыре универсальных станка и более.

Важнейшим преимуществом обрабатывающих центров по сравнению с другими автоматическими станками является простота наладки и переналадки на изготовление деталей другой конструкции и отсутствие необходимости создания сложной и дорогостоящей технологической оснастки (шаблонов, копиров, специальных приспособлений и т. п.). Это создает необычайную гибкость и мобильность производства, позволяющие применять обрабатывающие центры в условиях мелкосерийного и опытного производства.

Несмотря на относительно высокую стоимость этих станков при правильном их использовании с полной загрузкой в две и три смены, они окупаются в течение 1 – 2 лет. Это объясняется значительной экономией затрат на технологическую оснастку, снижением брака,

уменьшением количества потребных станков, сокращением производственных площадей, уменьшением числа операций и общей длительности производственного цикла, а следовательно, и сокращением объемов незавершенного производства, складских и контрольных помещений и общим повышением оборачиваемости оборотных средств.

Создание обрабатывающих центров нельзя рассматривать как простое усовершенствование существующих металлорежущих станков, повышающее степень их автоматизации и производительность. В этих станках выражен новый подход к построению технологического процесса обработки и новые принципы конструирования.

До появления обрабатывающих центров металлорежущие станки создавались применительно к конкретному методу обработки, основанному на вполне определенном процессе резания (токарная, сверлильная, фрезерная, строгальная и другие виды обработки). Этот принцип сохранялся во всех конструкциях станков, будь то универсальные станки, станки с программным управлением, специальные станки и автоматы или автоматические линии.

Поэтому технологические процессы строились из большого числа операций, для выполнения которых технолог выбирал наиболее подходящие станки из числа выпускаемых станкостроением. В отличие от этого обрабатывающие центры предназначены для выполнения почти всех технологических операций, необходимых для обработки различных деталей, и отличаются не процессами резания, а лишь степенью сложности, точностью размеров и технологическими возможностями.

Наиболее сложные и технически совершенные обрабатывающие центры пригодны для изготовления деталей любой конструкции и любой степени сложности, однако их высокая стоимость делает нерентабельным их использование в производстве простых и дешевых деталей.

Применение обрабатывающих центров оказывает заметное влияние на характер труда обслуживающего персонала. Высокая степень автоматизации этих станков сокращает потребность в труде высококвалифицированных операторов, облегчает их труд и существенно уменьшает объем тяжелых подъемно-транспортных работ. Роль рабочего-оператора ограничивается наблюдением за действием механиз-

мов и устройств одного или нескольких станков. При этом уменьшается доля физического труда и возрастает значение труда инженеров и техников по наладке станков и их ремонту, по составлению программ, кодированию и проектированию технологических процессов.

Преимущества обрабатывающих центров перед другими видами металлорежущего оборудования, включая и станки с программным управлением, обеспечили быстрое их развитие и значительное увеличение выпуска. По-видимому, в дальнейшем эти станки станут основной частью мирового станочного парка и будут составлять в его объеме не менее 35 – 40 %.

Большие перспективы для дальнейшего повышения производительности и эффективности в мелкосерийном и серийном производстве имеет создание гибких автоматических линий и систем станков, состоящих из ряда обрабатывающих центров и станков с программным управлением, связанных общей транспортной системой и управляемых ЭВМ.

Реализация подобных систем для различных видов деталей показала их высокую эффективность и подтвердила возможность создания полностью автоматизированных предприятий и использования безлюдной технологии.

1.2. Обрабатывающий центр QWASER

Обрабатывающий центр Qwaser выпущен фирмой Haidenhain (Германия). Он имеет один вертикально расположенный шпиндель, в котором могут устанавливаться самые различные режущие инструменты: сверла, зенкеры, развертки, метчики, торцовые, цилиндрические, пальцевые, концевые фрезы; различные резцы, закрепленные в борштангах и др. Общий вид станка представлен на рис. 1.1.

Он оснащен магазином, в гнезда которого могут быть установлены 48 режущих инструментов. Шпиндель смонтирован в пиноли, перемещающейся в вертикальном направлении в отверстии шпиндельной головки. Шпиндельная головка перемещается по вертикальным направляющим колонны. Однако перемещение головки используется как вспомогательное установочное, предназначенное для подвода и отвода инструмента. Рабочее перемещение инструмента производится пинолью, что значительно повышает точность обработки

отверстий по их размеру и геометрии. Необходимые для обработки инструменты размещаются в магазине, установленном на колонне станка.



Рис. 1.1. Общий вид обрабатывающего центра Qwaser

Инструмент из магазина в шпиндель и обратно перегружается манипулятором и двухпозиционным перегружателем. На станке можно производить самые различные работы, обрабатывать корпусные детали и другие детали средних габаритных размеров. ЧПУ управляет перемещениями по осям X , Y , Z , ускоренными перемещениями, сменой инструмента, коррекцией длины и радиуса инструмента, изменением режимов резания и т. д.

Шпиндель с инструментом может перемещаться вертикально по оси Z , положительное направление – движение вверх, отрицательное направление – вниз. Перемещение на ускоренном (холостом) ходу считается установочным и осуществляется со скоростью 30 м/мин. Эта скорость используется для предварительного позиционирования режущего инструмента. Рабочая скорость подачи, при которой происходит обработка заготовки, определяется видом работы и режимом резания, параметры которого вносят в управляющую программу. Ра-

бочая подача всегда меньше установочной подачи, то есть скорости холостого хода.

Обрабатываемая заготовка закрепляется в станочном приспособлении, например в тисках. При базировании заготовки по цилиндрической поверхности одна из губок тисков оснащается призмой. Тиски закреплены на поворотном столе, который имеет горизонтальную ось поворота, проходящую через левую и правую его опоры. Поворотный стол установлен на основном столе, который может перемещаться в направлении продольной подачи (направлении оси X), а также в направлении поперечной подачи (направлении оси Y). Тиски имеют возможность поворачиваться вокруг вертикальной оси Z или вокруг оси, параллельной Z. Эта ось поворота называется осью C, адрес C вводится в управляющую программу, если механическая обработка заготовки выполняется при повороте стола с заготовкой вокруг оси C.

Поворотный стол вместе с тисками и закрепленной заготовкой может поворачиваться относительно горизонтальной оси, параллельной оси X. Дискретный или непрерывный поворот заготовки относительно указанной оси программируют адресом A. В производстве изделий машиностроения и приборостроения используют многооперационные станки, у которых заготовка может поворачиваться относительно осей A, B и C. Многооперационный станок Qwaser поставляется на выбор с пультом обслуживания TE 420 или пультом обслуживания TE 530 (рис. 1.2). Пульт обслуживания включает в себя алфавитную клавиатуру для ввода текстов, имён файлов и ДИН/ИСО-программирования. Версия с двумя процессорами имеет в наличии дополнительные клавиши для обслуживания Windows, управления файлами; калькулятор MOD-функции, HELP-функцию (ПОМОЩЬ), режимы работы для программирования, режимы работы станка, открытие диалогового программирования и др. Функции отдельных клавиш, например NC-START и др., описаны в инструкции HEIDENHAIN iTNC 530 по обслуживанию станка.



Рис. 1.2. Пульта управления обрабатывающего центра Qwaser

Пространственное положение круглой заготовки, закрепленной в тисках, после поворота стола вокруг оси А представлено на рис. 1.3.

В верхней части станка расположен шпиндель с закрепленным режущим инструментом, а слева от шпинделя черным цветом показан манипулятор для автоматической смены инструмента.

Пространственное положение заготовки, закрепленной в тисках, после поворота стола вокруг осей А и С представлено на рис. 1.4. Таким образом, многооперационный станок Qwaser является пятиосным: три главные оси X, Y, Z и две оси поворота (вращения) А и С.



Рис. 1.3. Положение рабочего стола с тисками и круглой заготовкой после поворота относительно оси А



Рис. 1.4. Положение рабочего стола с тисками и круглой заготовкой после поворота относительно осей А и С

Стол станка, который имеет возможность поворота относительно двух осей, открывает новые технологические возможности и называется глобусным столом. Обеспечивая перемещения режущего инструмента при обработке заготовки одновременно относительно пяти осей, можно обрабатывать самые сложные геометрические поверхности, что позволяет обрабатывать различные сложные и точные поверхности при одной установке и закреплении заготовки. Последнее обстоятельство гарантирует высокую точность расположения различных поверхностей деталей друг относительно друга, чего нельзя достичь при обработке поверхностей на разных станках со сменой технологических баз и станочных приспособлений. Обработка с одной установки и закрепления заготовки позволяет обеспечить точность, которая определяется точностью функционирования рабочих органов самого станка, а не совокупностью погрешностей базирования, закрепления, погрешностей приспособления и станка. Естественно, что узлы обрабатывающего центра изготавливают с высокой точностью, а использование принципов совмещения и постоянства баз при обработке заготовок на обрабатывающем центре позволяет исключить погрешность установки заготовки при переносе ее на другой станок.

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Охарактеризуйте металлорежущие станки без системы числового программного управления с позиции дифференциации вида обработки.
2. Охарактеризуйте металлорежущие станки с ЧПУ с позиции концентрации технологических операций механической обработки заготовок.
3. Дайте определение обрабатывающего центра с ЧПУ.
4. Каковы технологические возможности обрабатывающего центра?
5. Какими специфическими рабочими органами оснащаются современные обрабатывающие центры?
6. Какие функции выполняет программное управление обрабатывающего центра?
7. Каковы основные преимущества обрабатывающих центров?
8. Какие рабочие органы имеет обрабатывающий центр Qwaser фирмы Haidenhain (Германия)?

9. Охарактеризуйте рабочие движения исполнительных органов обрабатывающего центра Qwaser.
10. Сколько основных координатных осей имеет обрабатывающий центр Qwaser? Укажите их на компоновочной схеме станка.
11. Какие оси вращения имеет обрабатывающий центр Qwaser?
12. Относительно каких осей может поворачиваться станочное приспособление с заготовкой у обрабатывающего центра Qwaser?
13. Соблюдение какого технологического принципа обеспечивает высокую точность обработанных деталей на обрабатывающем центре Qwaser?

2. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОСТЫХ ВИДОВ ОБРАБОТКИ НА ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЦЕНТРЕ QWASER

2.1. Базовая система отсчета

С помощью базовой системы отсчета однозначно определяются положения рабочих органов в плоскости или в пространстве. Указание относится всегда к определённой точке и описывается с помощью координат X , Y и Z . В прямоугольной системе (декартовой системе) три направления определены основными осями X , Y и Z (рис. 2.1). Оси перпендикулярны друг к другу и пересекаются в одной нулевой

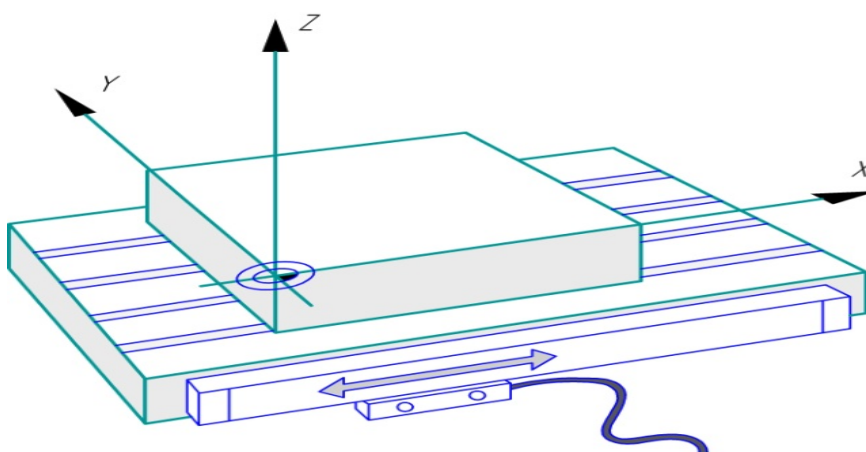


Рис. 2.1. Система координат детали

точке. Численные значения координат X , Y и Z указывают расстояние, на котором находится рабочий орган от нулевой точки в одном из этих направлений. Положение рабочего органа в плоскости описывается с помощью двух координат, а в пространстве - трех координат.

При обработке заготовки на фрезерном станке с ЧПУ используют прямоугольную систему координат. Принцип трех пальцев правой

руки позволяет определить направления осей координат в станке с ЧПУ: если средний палец направить вертикально вверх параллельно оси инструмента, то он покажет положительное направление оси $Z+$; большой палец, расположенный справа в горизонтальной плоскости - положительное направление оси $X+$, а указательный палец - положительное направление $Y+$ (рис. 2.2, а). Устройство числового программного управления (УЧПУ) современных станков максимально может управлять движениями рабочих органов в направлении девяти осей координат. Кроме основных осей X , Y и Z , существуют вспомогательные оси U , V и W , которые расположены параллельно основным осям и предназначены для программирования инкрементальных перемещений рабочих органов. Оси A , B и C используют для программирования поворотов рабочих органов станка относительно осей X , Y и Z соответственно. На рис. 2.2, б указано расположение основных X , Y , Z , вспомогательных U , V , W и поворотных осей A , B , C . Положительные направления вспомогательных осей U , V , W совпадают с положительными направлениями основных осей, а положительные направления поворотных осей A , B , C определяются следующим образом. Смотрим на головку стрелки положительного направления X , Y или Z , при этом поворот рабочего органа должен происходить против часовой стрелки. Это направление поворота принимается за положительное соответственно относительно оси A , B или C .

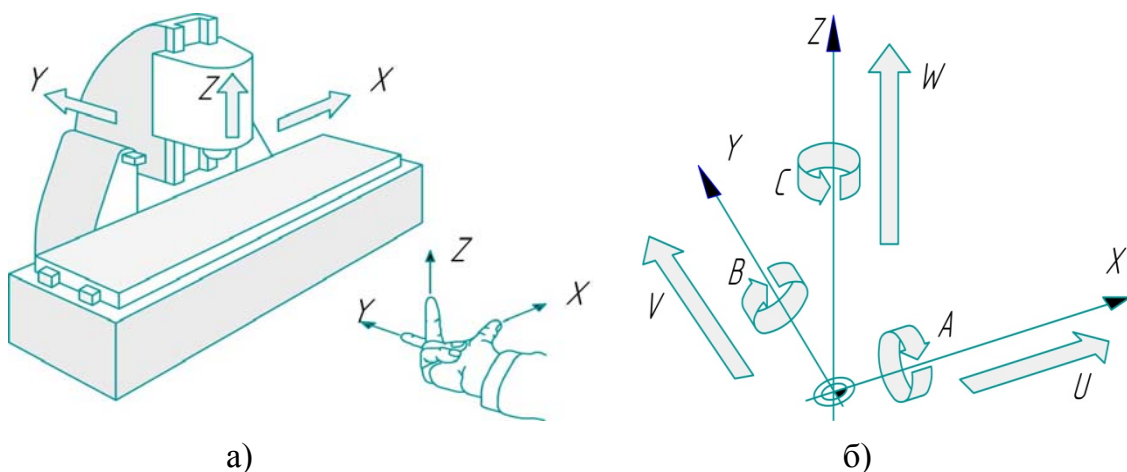


Рис. 2.2. Система координат фрезерного станка с ЧПУ (а) и виды осей (б)

Если размеры на чертеже детали, подлежащей обработке на станке с ЧПУ, проставлены в прямоугольной системе координат, то управ-

ляющая программа составляется также с использованием прямоугольных координат. В случае обработки деталей, имеющих дуги окружности или угловые размеры, составлять управляющую программу проще с помощью полярных координат.

В отличие от прямоугольных координат X , Y и Z полярные координаты описывают положения конструктивных элементов детали только в одной плоскости. Полярные координаты имеют свою нулевую точку, называемую полюсом, который обозначается CC (обозначение CC образовано от английских слов circle centre, что в переводе на русский язык означает центр круга). Положение точки на плоскости однозначно определяется полярным радиусом, определяющим расстояние рассматриваемой точки от полюса CC , и полярным углом между базовой осью угла и линией, соединяющей полюс CC с рассматриваемой точкой (рис. 2.3). Положение полюса CC определяется двумя координатами в прямоугольной (декартовой) системе координат на одной из трёх взаимно перпендикулярных плоскостей XY , YZ и XZ .

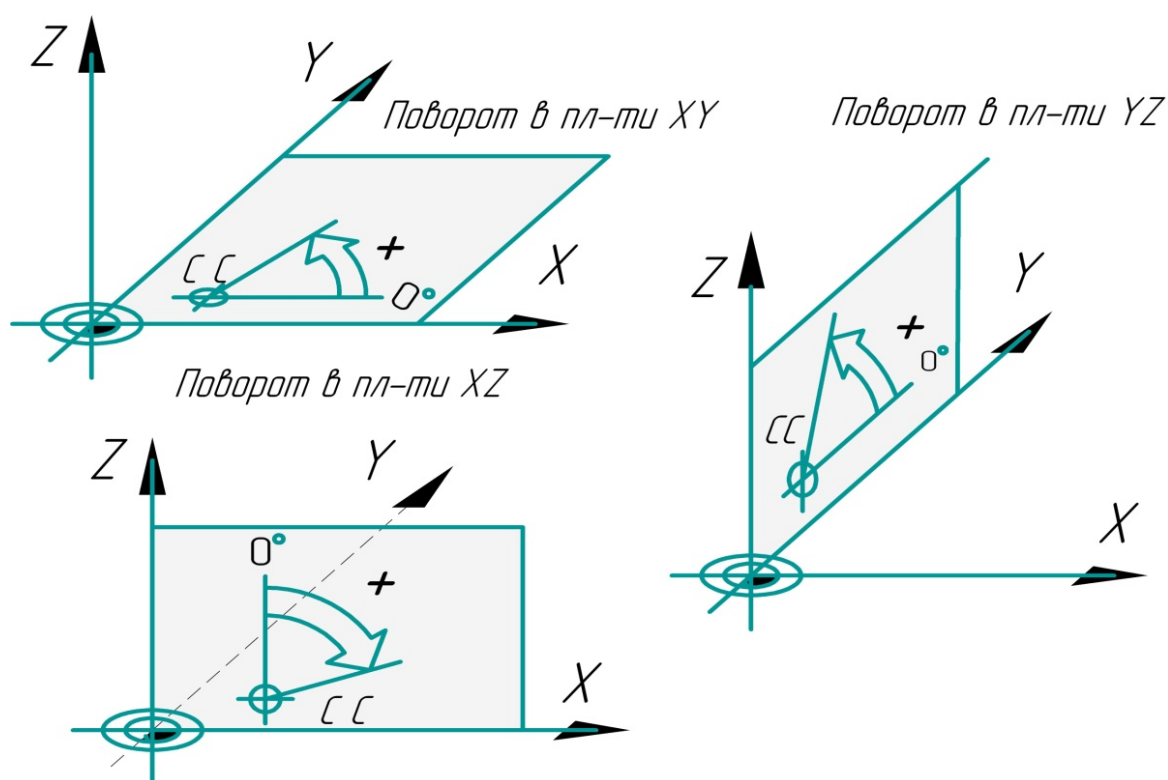


Рис. 2.3. Определение положения точки в полярной системе координат в трех взаимно перпендикулярных плоскостях XY , YZ и ZX

Координаты полюса СС в плоскости	Базовая ось угла
X/Y	$+X$
Y/Z	$+Y$
Z/X	$+Z$

2.2. Абсолютные и инкрементальные положения заготовки

Координаты, характеризующие положение рабочего органа и проставленные относительно нулевой точки, называются абсолютными координатами. Относительные координаты характерны для любого положения рабочего органа, они указываются относительно предшествующей его позиции и называются инкрементальными. Положение отверстий 1, 2, 3 заготовки (рис. 2.4, а) однозначно определено абсолютными координатами центров отверстий относительно начала декартовой системы.

Пример отверстий с абсолютными линейными координатами.

Отверстие 1

$X = 10$ мм

$Y = 10$ мм

Отверстие 2

$X = 30$ мм

$Y = 20$ мм

Отверстие 3

$X = 50$ мм

$Y = 30$ мм

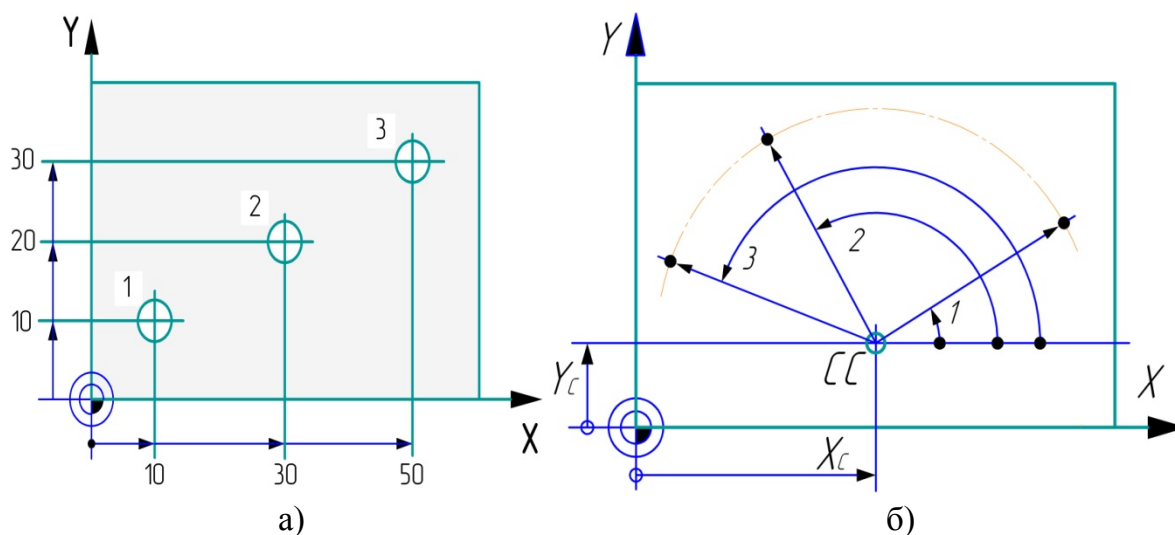


Рис. 2.4. Абсолютные размеры детали

Абсолютные угловые размеры изображены на рис. 2.4, б, на котором координаты X_c и Y_c полюса СС отсчитываются от начала декартовой системы координат, а угловые размеры 1, 2, 3 (полярные углы) – от базовой оси, параллельной оси X .

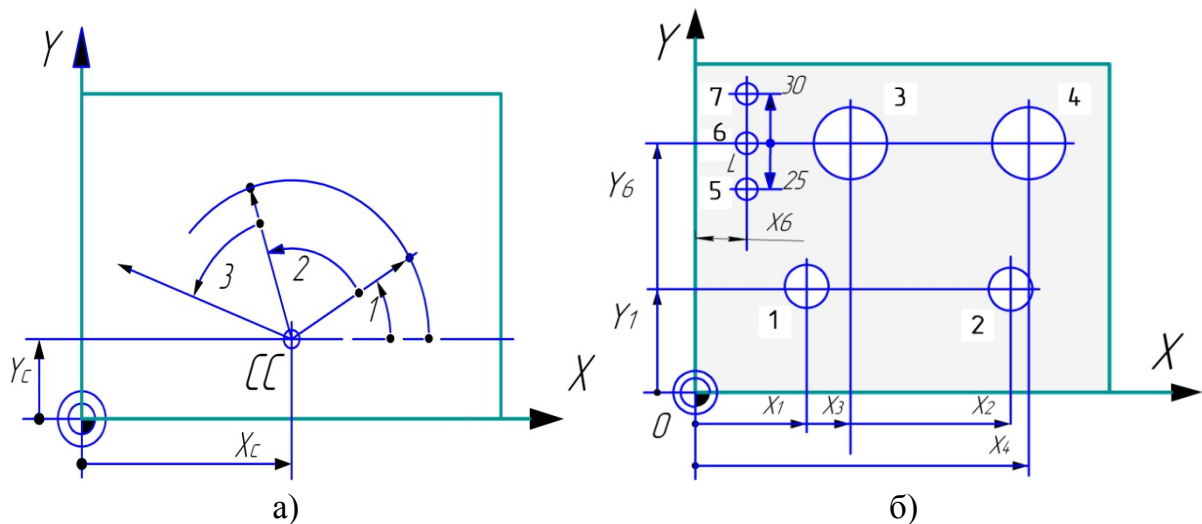


Рис. 2.5. Инкрементальные размеры

Инкрементальные координаты относятся к запрограммированному в последнюю очередь положению инструмента (рис. 2.5, а), служащему относительной (мнимой) нулевой точкой. Инкрементальные координаты задают при составлении программы размерами между предшествующей и последующей позициями инструмента. Инкрементальные координаты называют также составными размерами.

Пример отверстий с абсолютными и инкрементальными линейными координатами представлен на рис. 2.5, б. Координаты X_1 и Y_1 отверстия 1 (см. рис. 2.5, б), координаты $X_2, Y_2 = Y_1$ являются абсолютными.

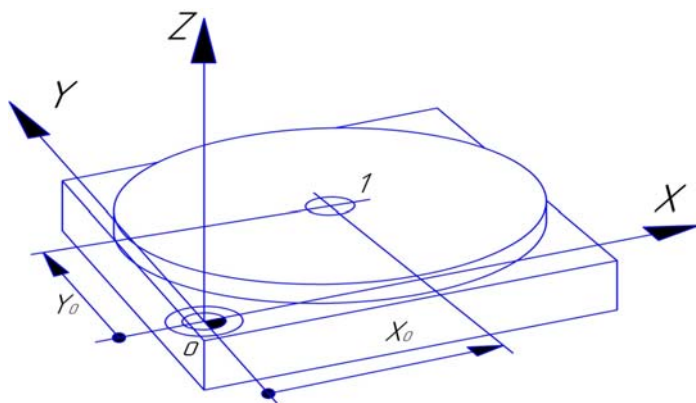


Рис. 2.6. Схема заготовки с отверстием, установленной на рабочем столе

Абсолютными будут также координаты X_2, X_4 и Y_6 . Ординаты отверстий 5 и 7, представленные относительно центров отверстий 3, 4 и 6, считаются инкрементальными.

Абсолютные полярные координаты относятся всегда к полюсу и базовой оси угла. Инкрементальные полярные координаты представлены на рис. 2.5, а и всегда относятся к запрограммированному в последнюю очередь положению инструмента.

2.3. Выбор нуля детали

Чертеж детали задаёт определённые элементы формы, например, в виде цилиндрических поверхностей, резьбовых поверхностей, канавок, пазов определенной длины и т. д., места переходов одной поверхности в другую можно рассматривать как опорные точки эквидистанты, координаты которых должны заноситься в управляющую программу. Кроме этого следует выбрать ноль детали, относительно которого будет составлена управляющая программа.

В большинстве случаев в качестве нуля корпусной детали выбирают точку, представляющую вершину одного из углов заготовки или центр одного из отверстий. В любом случае за ноль детали следует выбирать точку, являющуюся конструкторской базой, используемой при простановке размеров детали. При определении нуля детали и последующей привязки к нему заготовка окажется строго ориентированной к направляющим станка, а режущий инструмент будет находиться по каждой оси в известном положении относительно заготовки. Для этого положения устанавливаем индикацию УЧПУ на ноль или на заданное значение положения. Таким образом, подчиняем заготовку базовой системе, действующей для индикации УЧПУ или для нашей управляющей программы обработки.

Если на чертеже детали заданы относительные опорные точки, то необходимо воспользоваться циклами перерасчёта координат. Если на чертеже заготовки не проставлены размеры, соответствующие требованиям системы числового программного управления (СЧПУ), то надо искать положение или угол заготовки, который можно выбрать в качестве опорной точки. Начиная с выбранного угла можно определить размеры, определяющие остальные положения заготовки. Особенно удобно устанавливать опорные точки с помощью 3D-импульсной системы фирмы HEIDENHAIN.

Пример. Размеры центров отверстий 1 – 4 заготовки (см. рис. 2.5, а) проставлены относительно нуля детали (точки 0 с координатами $X=0$, $Y=0$), а центров отверстий 5 - 7 - относительно центра отверстия 6 (точки l с координатами X_6 , Y_6). С помощью цикла переменной нулевой точки целесообразно временно переместить ноль детали в точку l с координатами X_6 , Y_6 , после чего программировать обработку отвер-

стей 5 и 7 без дополнительных перерасчетов их координат. После переноса нуля детали в точку l для обработки отверстий 5 и 7 следует внести в управляющую программу численное значение $Y-25$ для отверстия 5, а для отверстия 7 – $Y30$.

2.4. Программирование простых видов обработки

Для простых видов обработки предназначен режим работы «Позиционирование инструмента с ручным вводом». Здесь можно ввести короткую программу в формате открытого текста фирмы HEIDENHAIN или согласно ДИН/ИСО и затем её отработать. Можно также вызывать циклы механической обработки заготовок, содержащиеся в программном обеспечении многооперационного станка. Программа сохраняется в памяти ЧПУ в файле \$MDI. При позиционировании с ручным вводом можно активировать дополнительную индикацию состояния. Для использования позиционирования с ручным вводом необходимо выполнить следующие процедуры:

- выбрать режим работы позиционирования с ручным вводом;
- запрограммировать файл \$MDI;
- запустить пробег программы с использованием внешней клавиши СТАРТ.

При использовании позиционирования с ручным вводом необходимо учитывать следующие ограничения: свободное программирование контура (СК), графика программирования и графика прогона программы не находится в распоряжении оператора, а файл \$MDI не должен содержать вызова программы (PGMCALL).

Пример. Требуется в отдельно взятой заготовке выполнить отверстие 1 с координатами X_0 , Y_0 на глубину 20 мм (рис. 2.6). Необходимо определить положение нуля детали (точка 0), а после базирования, закрепления заготовки, составления управляющей программы отработать программу непосредственно на станке.

Сначала предварительно позиционируем инструмент с помощью L - предложений (прямые) над заготовкой и устанавливаем его на безопасном расстоянии 5 мм над отверстием. Обработку отверстия 1 выполняем с помощью цикла 1 «ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ». Программа, обеспечивающая обработку отверстия 1, приведена ниже.

0. BEGIN PGM \$MDI MM	
1. TOOL DEF 1 L+0 R+5	Определить инструмент: Нулевой инструмент R = 5 мм.
2. TOOL CALL 1 Z S2000	Вызов инструмента, указанного в кадре 1, ось инструмента Z, частота вращения шпинделя 2000 мин ⁻¹ .
3. L Z+200 R0 FMAX	Холостой ход инструмента на максимальной скорости подачи F _{max} .
4. L X+50 Y+50 R0 FMAX M3	Позиционировать инструмент над отверстием с координатами X+50, Y+50 на скорости холостого хода F _{max} .
5. L Z+5 F2000	Включить вращение шпинделя по часовой стрелке. Позиционировать инструмент радиусом R = 5 мм над отверстием со скоростью подачи 2000 мм/мин.
6. CYCL DEF 1.0 ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ	Определяем цикл глубокого сверления.
7. CYCL DEF 1.1 РАССТ 5	Указываем безопасное расстояние инструмента над отверстием – 5 мм.
8. CYCL DEF 1.2 ГЛУБИНА - 20	Задаем глубину отверстия, равную – 20 мм (знак минус перед числом указывает на направление перемещения инструмента по оси Z).
9. CYCL DEF 1.3 ПОДВОД 10	Глубина каждой врезной подачи инструмента перед возвратом в плоскость отвода.
10. CYCL DEF 1.4 ВР. ПРЕБ. 0,5	Время пребывания инструмента на дне отверстия.
11. CYCL DEF 1.5 F250	Подача инструмента при сверлении.
12. CYCL CALL	Вызов цикла ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ.
13. L Z+200 R0 FMAX	Отвод инструмента на холостом ходу.
14. M2 END PGM \$MDI MM	Конец программы.

При использовании L-функции УЧПУ перемещает инструмент по прямой линии от своей актуальной позиции до конечной точки прямой. По циклу ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ инструмент сверлит с запрограммированной подачей F от актуальной позиции до первой глубины врезания, затем УЧПУ отводит инструмент на холостом ходу со скоростью F_{\max} в плоскость отвода и на первую глубину врезания, уменьшенную на расстояние опережения. УЧПУ самостоятельно устанавливает расстояние опережения, которое необходимо для того, чтобы не происходило столкновение режущего инструмента с заготовкой на ускоренном ходу.

Пример. Устранить наклонное положение заготовки в станках с поворотным столом. Провести базовый поворот с помощью 3D-импульсной системы. Записать угол поворота и аннулировать базовый поворот. Избрать режим работы: позиционирование с ручным вводом. Выбрать ось круглого стола, записать угол поворота и ввести подачу, например L C+2.561 F50. Окончить ввод. Нажать внешнюю клавишу СТАРТ: наклонное положение устраняется из-за поворота стола.

На направляющих станков с ЧПУ расположены устройства для измерения перемещений рабочих органов, которые регистрируют различные положения стола станка, а также режущего инструмента. В направлениях основных осей координат X, Y и Z устанавливают устройства для измерения линейных перемещений рабочих органов, на поворотных столах и осях вращения - устройства для измерения углов поворота.

Если подвижная направляющая станка перемещается вместе с рабочим органом, то принадлежащее ей устройство для измерения перемещений вырабатывает электрический сигнал, на основании которого УЧПУ рассчитывает точное фактическое положение рабочего органа. В случае перерыва в электропитании устанавливается соответствие между фактическим и рассчитанным положениями суппорта. Для восстановления этого соответствия устройства для измерения перемещения имеют так называемые опорные метки. В случае прохождения рабочим органом опорной метки УЧПУ получает электрический сигнал, обозначающий жёсткую базовую точку рабочего органа

станка. Таким образом, УЧПУ в состоянии установить соответствие фактического положения актуальному положению рабочего органа станка. В случае применения устройств для линейных измерений с опорными метками кодированного расстояния необходимо переместить суппорт на максимальное расстояние, равное 20 мм, в случае использования устройств измерения угла - на максимальный угол 20°.

В случае применения абсолютных устройств измерения после включения электропитания в УЧПУ передается абсолютное значение положения рабочего органа. Таким образом, без перемещения суппорта достигается восстановление соответствия между фактическим положением и положением суппорта непосредственно после включения.

2.5. Ввод информации о режущем инструменте

Для обработки заготовки в управляющую программу необходимо вводить численные значения подачи, частоты вращения режущего инструмента. **Подача** - это скорость (в мм/мин (дюйм/мин)), с которой перемещается центр инструмента или вершина резца по своей траектории. Рабочая подача программируется адресом F с указанием численного значения скорости перемещения инструмента. Максимальная скорость подачи может иметь различные значения для каждой оси (направляющей) и определяется параметрами станка. Подачу можно ввести в управляющую программу, используя запись **TOOL CALL** (вызов инструмента). Для ускоренного хода инструмента следует в диалоге Подача F= ? нажать клавишу ENT или Softkey.

Для перемещения режущего инструмента на ускоренном ходу можно также запрограммировать соответствующее численное значение подачи, например F30000, которое соответствует холостому ходу инструмента. Ускоренный ход активен до тех пор, пока не будет введено новое численное значение подачи. Действие значения рабочей подачи (рис. 2.7), указанной в блоке управляющей программы, распространяется вплоть до записи, в которой указано новое численное ее значение.

Максимальная скорость подачи F_{\max} действительна только для блока, в котором она запрограммировалась. После блока, содержащего F_{\max} , вновь действует запрограммированная в виде численных значений рабочая подача. Возможно изменение численного значения подачи во

время прогона управляющей программы, оно выполняется с помощью Override-ручки F. Частоту вращения шпинделя S вводят в оборотах в минуту (об/мин) с использованием TOOL CALL - записи (вызов инструмента).

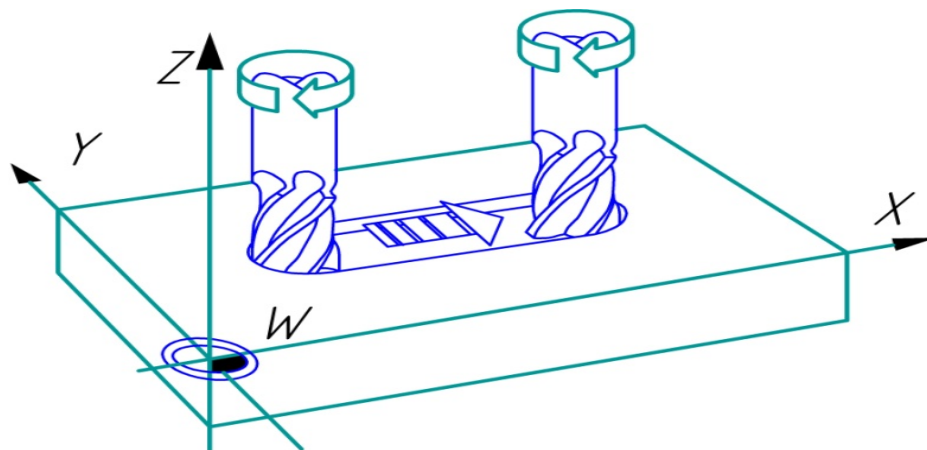


Рис. 2.7. Движение инструмента на рабочей подаче при обработке паза

В управляющей программе обработки можно изменить частоту вращения шпинделя в диалоговом режиме с помощью TOOL CALL-записи, вводя на всем протяжении диалога только новую частоту вращения, при этом ответы на другие вопросы должны быть отрицательными.

Пример. Требуется изменить ранее запрограммированное значение частоты вращения шпинделя на новое. Для этого выполняем следующие действия.

1. Програмируем вызов инструмента нажатием клавиши TOOL CALL.

2. На вопрос диалога «**Номер инструмента?**» нажимаем клавишу NO ENT и переходим к следующему вопросу.

3. На вопрос диалога «**Ось шпинделя параллельно X/Y/Z ?**» нажимаем клавишу NO ENT и переходим к следующему вопросу.

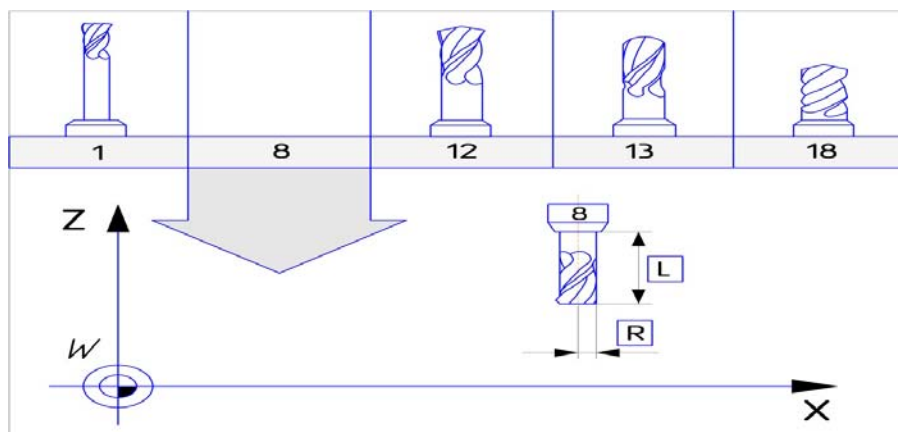
4. На вопрос диалога «**Частота вращения шпинделя S=?**» вводим новую частоту вращения и подтверждаем выполненный ввод нажатием клавиши END.

Изменение частоты вращения шпинделя во время прогона программы возможно, и оно выполняется с помощью **Override-ручки S**.

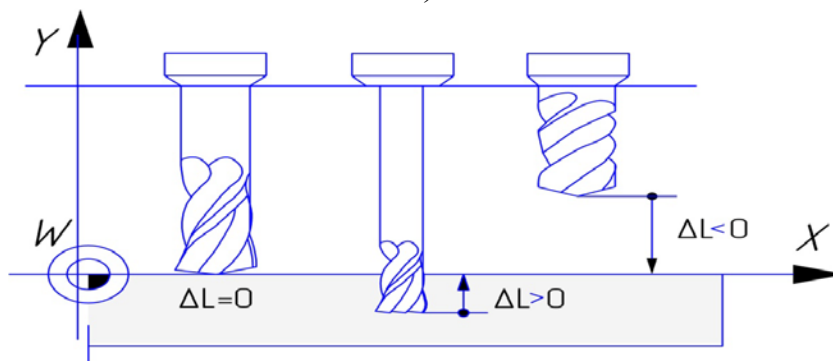
При обработке заготовок на станках с ЧПУ используют несколько режущих инструментов, при этом один режущий инструмент сменяется другим. Для выполнения процесса обработки УЧПУ должно

располагать данными каждого инструмента, а поэтому следует обеспечить условия для выполнения коррекции инструмента. Как правило, координаты движения режущего инструмента по эквидистанте программируют с учетом простановки размеров на чертеже детали. Чтобы УЧПУ могло рассчитать траекторию движения центра инструмента, необходимо провести его коррекцию. Следует ввести длину L и радиус R для каждого применяемого при обработке инструмента (рис. 2.8, а).

Данные инструментов можно вводить с помощью функции **TOOL DEF** непосредственно в управляющую программу или отдельно в таблицы инструментов. Если данные инструментов вводят в таблицы, то предоставляются в распоряжение другие специфические для инструментов сведения. УЧПУ учитывает все введенные данные при функционировании управляющей программы обработки. Номер и имя присваивают каждому инструменту, при этом номер инструмента может находиться, например, для обрабатывающего центра «Qwazet» в интервале от 0 до 254.



а)



б)

Рис. 2.8. Данные о длине инструмента, измеренной относительно:
а – базовой точки; б – нуля детали

Если оператор работает с таблицами инструментов, то он может пользоваться более высокими номерами и дополнительно присваивать инструментам имена. Инструмент с номером 0 называют нулевым инструментом, он имеет длину $L=0$ и радиус $R=0$.

В таблицах инструментов также идентифицируют инструмент с $L=0$ и $R=0$. Длину инструмента L определяют как разницу длин рассматриваемого и нулевого инструментов. При этом, если $L > L_0$, то рассматриваемый инструмент длиннее, чем нулевой и $DL = (L - L_0) > 0$. Если $L < L_0$, то рассматриваемый инструмент короче нулевого инструмента и $DL = (L - L_0) < 0$ (рис. 2.8, б).

Чтобы определить длину инструмента, необходимо переместить нулевой инструмент в опорную позицию, например, на поверхность заготовки с координатой $Z=0$ и обнулить индикацию оси инструментов, тем самым установить положение опорной точки $DL = 0$ (рис. 2.9, а). Заменить инструмент и переместить его в ту же базовую позицию, как и нулевой инструмент.

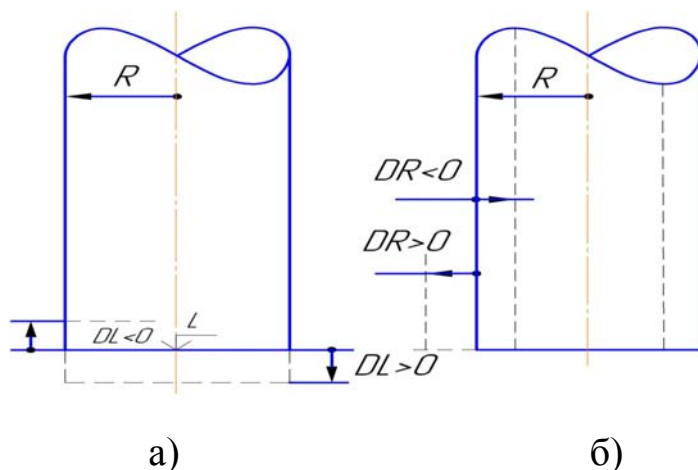


Рис. 2.9. Положительные и отрицательные значения изменения длины DL и радиуса DR режущего инструмента

Индикация оси инструментов покажет разницу длины DL и радиуса DR инструмента по сравнению с нулевым инструментом, значение которой переносим с помощью клавиши "Приём фактического положения" в запись TOOL DEF или в таблицу инструментов. Установить длину L можно с помощью устройства предварительной настройки пу-

тем ввода установленного значения непосредственно в дефиницию инструмента TOOL DEF или в таблицу инструментов.

Радиус инструмента R (рис. 2.9, б) вводится непосредственно. Значения дельта для длины и радиуса означают отклонения длины и радиуса инструментов. Положительное значение дельта означает припуск ($DL, DR, DR2 > 0$).

Отрицательное значение дельта означает заниженный размер (DL, DR, DR2<0), который вводится в таблицу инструментов для учета износа инструмента. Значения дельта вводят в виде чисел в записи TOOL CALL и их можно передать также с помощью Q-параметра. Максимальные значения дельта могут составлять $\pm 99,999$ мм. Номер, длина и радиус для определённого инструмента назначается в программе обработки один раз в записи TOOL DEF: для выбора инструмента следует нажать клавишу TOOL DEF. С помощью номера инструмента последний идентифицируется однозначно.

Во время диалога можно включить значение коррекции для длины и радиуса непосредственно в поле диалога и нажать желаемую программируемую клавишу оси.

Данные инструментов вводят в таблицу, при этом в одной таблице инструментов можно идентифицировать до 32767 инструментов и сохранять в памяти их данные. Количество инструментов, установленных УЧПУ при открытии новой таблицы, определяется с помощью параметра станка 7260. Для ввода нескольких данных коррекции к одному инструменту (индексирование номера инструмента) следует установить параметр станка 7262, не равный нулю, и использовать таблицу инструментов, если применяют индексированные инструменты, например ступенчатое сверло с несколькими коррекциями длины.

Если станок оснащён автоматическим устройством смены инструмента, то проводится автоматическое измерение инструментов с помощью ТТ 130. Стандартные данные режущего инструмента приведены в табл. 2.1, а данные для его автоматического измерения – в табл. 2.2.

Таблица 2.1

Стандартные данные инструмента

Сокращение	Вводы	Диалог
T	Номер, с помощью которого инструмент вызывается в программе	–
ИМЯ	Имя, с которым инструмент вызывается	Имя инструмента?
L	Значение коррекции для длины инструмента L	Длина инструмента?
R	Значение коррекции для радиуса инструмента R	Радиус инструмента R?

Продолжение табл. 2.1

Сокращение	Вводы	Диалог
R2	Радиус инструмента R2 для угловой радиусной фрезы	Радиус инструмента R2?
DL	Значение дельта, радиус инструмента R2	Приращение длины инструмента
DR	Значение дельта радиус инструмента R	Приращение радиуса инструмента
DR2	Значение дельта радиус инструмента R2	Приращение радиуса инструмента R2?
LCUTS	Длина лезвий инструмента для цикла 22	Длина лезвия по оси инструмента
ANGLE	Максимальный угол погружения инструмента при качательном движении погружения для циклов 22 и 208	Максимальный угол погружения
TL	Установить блокаду инструмента (TL: для Tool Locked - означает инструмент заблокирован	Инструмент заблокированный? Да = ENT / Нет = NO ENT
RT	Номер однотипного инструмента, если имеется запасной инструмент (RT: для Replacement Tool – означает запасной инструмент), смотри также TIME2	Запасной инструмент?
TIME1	Максимальная стойкость инструмента в минутах. Эта функция зависит от станка и описывается в инструкции обслуживания станка	Максимальная стойкость?
TIME2	Максимальная стойкость инструмента при TOOL CALL в минутах: если актуальная стойкость достигает или превышает это значение, то УЧПУ применяет при следующем TOOL CALL запасной инструмент	Максимальная стойкость при TC CALL?
CUR.TIME	Максимальная стойкость инструмента в минутах. УЧПУ считывает актуальную стойкость самостоятельно CUR.TIME - CURrent TIME означает актуальное/ текущее время. Для используемых инструментов можно ввести эталонное значение	Актуальная стойкость ?

Сокращение	Вводы	Диалог
DOC	Комментарий к инструменту (максимально 16 знаков)	Комментарий к инструменту?
PLC	Информация к конкретному инструменту, которая должна передаваться в PLC	PLC-статус?
PLC-VAL	Значение к инструменту, которое должно передаваться в PLC	PLC-значение?
РТУР	Тип инструмента для обработки в таблицы. Места ограничения частоты вращения шпинделя для конкретного инструмента. Контролирует как программированное значение (сообщает об ошибках), так и увеличение частоты вращения через функцию потенциометра	Тип инструмента для таблицы места? Минимальная частота вращения [1/мин]

Описание циклов для автоматического измерения инструментов приведено в инструкции для потребителя «Циклы импульсной системы».

Таблица 2.2

Данные для автоматического измерения инструментов

Сокращение	Вводы	Диалог
CUT	Количество лезвий инструмента (максимальное число режущих кромок равно 20)	Количество лезвий?
LTOL	Допускаемое отклонение длины инструмента L для распознавания износа. Если введённое значение превысило 0,9999, то УЧПУ блокирует инструмент (статус L). Пределы ввода: от 0 до 0,9999 мм	Допуск на износ: длина?
RTOL	Допускаемое отклонение радиуса инструмента R для распознавания износа. Если введённое значение превысило 0,9999, то УЧПУ блокирует инструмент (статус L). Пределы ввода: от 0 до 0,9999 мм	Допуск на износ: радиус?

Сокращение	Вводы	Диалог
DIRECT.	Направление резания инструмента для измерения с вращающимся инструментом	Направление резания (M3 = -)?
TT:R-OFFS	Измерение радиуса: смещение инструмента между центром элемента контактирования и центром инструмента. Предусмотрена: радиус инструмента R (клавиша NO ENT отражает R)	Смещение инструмента: радиус
TT:L-OFFS	Измерение длины: дополнительное смещение инструмента к MP6530 между верхней кромкой элемента контактирования и нижней кромкой инструмента. Предусмотрена: 0	Смещение инструмента: длина
LBREAK	Допускаемое отклонение длины инструмента L для распознавания поломки. Если введённое значение превысило 0,9999, то УЧПУ блокирует инструмент (статус L). Пределы ввода: от 0 до 0,9999 мм	Допуск на поломку: длина?
RBREAK	Допускаемое отклонение радиуса инструмента R для распознавания поломки. Если введённое значение превысило 0,9999, то УЧПУ блокирует инструмент (статус L). Пределы ввода: от 0 до 0,9999 мм	Допуск на поломку: радиус?

Для расчета частоты вращения режущего инструмента используем данные, приведенные в табл. 2.3. В ней содержится обозначение типа инструмента, материал его режущих кромок, а также данные процесса резания. В соответствии с содержанием таблицы приведены сокращенные обозначения типа инструмента, материала режущей части и данных резания.

Таблица 2.3

Данные инструментов для автоматического расчёта частоты вращения/подачи

Сокращение	Вводы	Диалог
ТИП	Тип инструмента (MILL=фреза, DRILL=сверло, TAP=метчик): Softkey ВЫБОР ТИПА (3-я линейка Softkey); УЧПУ высвечивает окно, в котором можно выбрать тип инструмента	Тип инструмента?

Сокращение	Вводы	Диалог
ТМАТ	Материал лезвий инструмента: Softkey ВЫБОР МАТЕРИАЛА ЛЕЗВИЙ (3-я линейка Softkey); УЧПУ высвечивает окно, в котором можете выбирать материал лезвий	Материал лезвий инструмента
CDT	Таблица данных резания: Softkey ВЫБОР CDT (3-я линейка Softkey); УЧПУ высвечивает окно, в котором можно выбирать таблицу данных резания	Название таблицы данных резания?

Данные инструментов для переключающей 3D-импульсной системы приведены в табл. 2.4, в которой приведено сокращенное обозначение смещения центра инструмента по главной и вспомогательной осям, а также угол шпинделя при калибровке.

Таблица 2.4

Данные инструментов для переключающей 3D-импульсной системы (только если Bit1 в MP7411 = 1 установлен)

Сокращение	Вводы	Диалог
CAL-OF1	УЧПУ заносит при калибровке смещение центра по главной оси 3D-щупа в эту графу, если в меню калибровки указан номер инструмента	Смещение центра щупа: главная ось?
CAL-OF2	УЧПУ заносит при калибровке смещение центра по вспомогательной оси 3D -щупа в эту графу, если в меню калибровки указан номер инструмента	Смещение центра щупа: вспомогательная ось?
CAL-ANG	УЧПУ сохраняет при калибровке угол шпинделя, под которым наступила калибровка 3D-щупа, если в меню калибровки указан номер инструмента	Угол шпинделя при калибровке?

Таблицы инструментов можно редактировать. Действительная для прогона программы таблица инструментов носит имя файла TOOL.T. Этот файл должен сохраняться в списке TNC:\ и может редактироваться только в одном режиме работы станка. Таблицы инструментов, которые мы хотим архивировать или использовать для теста программы, получают любое другое имя файла с окончанием T.

Открытие таблицы инструментов TOOL.T

- Выбор любого режима работы станка.
- Таблица инструментов: нажать Softkey ТАБЛИЦА ИНСТРУМЕНТОВ.
- Установить Softkey РЕДАКТИРОВАНИЕ на "ON": OFF | ON.
Открыть любую другую таблицу инструментов.
- Вызов управления файлами.
- Выбор режима работы: программу ввести в память/ редактировать.
- Указать выбор типа файла: нажать Softkey ВЫБОР ТИПА.
- Указать файлы типа T: нажать Softkey УКАЗАТЬ T.
- Выбрать файл или ввести новое имя файла.

Подтвердить с помощью клавиши ENT или с помощью Softkey ВЫБОР. Если мы открыли таблицу инструментов для редактирования, то можно перемещать подсвеченное поле в таблице с помощью клавишей или с помощью Softkeys в любое место. В любом месте таблицы можно переписывать сохраняемые значения или вводить новые значения. Дополнительные функции редактирования берутся из последующей таблицы. Если УЧПУ не может указать всех позиций таблицы инструментов одновременно, то столбик вверху таблицы высвечивает символ ">>" или "<<".

Для редактирования таблиц инструментов используются программируемые клавиши (Softkeys), функциональное назначение которых приведено в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Программируемые клавиши для редактирования таблиц инструментов

Функции редактирования таблиц инструментов	Программируемая клавиша (Softkey)
Выбор начала таблицы	NACHALO
Выбор конца таблицы	KONIEC
Выбор предыдущей страницы таблицы	STRANICA стрелка вверх
Выбор следующей страницы таблицы	STRANICA стрелка вниз
Поиск имени инструмента	POISK NAZWANIA INSTRUM.

Функции редактирования таблиц инструментов	Программируемая клавиша (Softkey)
Изобразить информацию об инструменте по графам или представить всю информацию на странице дисплея	SPISOK BLANK
Переход к началу строки	NACHALO STROKI
Переход к концу строки	KONIEC STROKI
Копировать подсвеченное поле	KOPIROWAT AKTUALNOE ZNACHENIE
Включить копируемое поле	WWOD KOPIR. ZNACHENIA
Включить возможное для ввода количество строк (инструментов) к концу таблицы	WWOD N STROK
Вставить строку с идентифицированным номером инструмента после актуальной строки. Функция является только тогда активной, когда можно сохранять для одного инструмента несколько данных коррекции (параметр станка 7262 неравный 0). УЧПУ вставляет за последним индексом копию данных инструмента и повышает индекс на 1: например, ступенчатое сверло с несколькими коррекциями длины	WWOD STROKI
Сброс актуальной строки (инструмента)	STERET STROKU
Указать номера мест / без указания	NOMER MESTA UKAZAT
Указать все инструменты/указать только инструменты с сохраняющимися местами	INSTRUM. MESTA UKAZAT

С использованием параметра станка 7266.x определяется информация, которая может быть занесена в таблицу инструментов и в какой последовательности ее используют.

Можно переписывать отдельные графы или строки таблицы инструментов, внося содержание другого файла. Предпосылки: конечный файл должен уже существовать, копируемый файл может содержать только заменяемые графы (строки). Отдельные графы или строки следует копировать с помощью Softkey ЗАМЕНИТЬ ПОЛЯ.

Удобно переписывать любые данные инструмента из внешней ПЭВМ при использовании программного обеспечения фирмы

HEIDENHAIN. Если требуется определить данные инструмента на внешнем устройстве ПЭВМ и затем передать их в УЧПУ, то необходимо выполнить следующие действия:

- таблицу инструментов TOOL.T копировать на УЧПУ, например в TST.T;
- запустить ПО для передачи данных TNCremo NT на ПЭВМ;
- установить соединение с УЧПУ;
- передать копируемую таблицу инструментов TST.T в ПЭВМ;
- файл TST.T редуцировать с помощью любого редактора текста на строки и графы, которые должны быть изменены (смотри рисунок справа вверху);
- обратить внимание, что номер инструмента (графа T) не обязательно должен быть порядковым.

Для автоматической смены режущего инструмента требуется **таблица места** TOOL_P.TCH. УЧПУ управляет несколькими таблицами места с любыми именами файлов. Чтобы активировать таблицу места для прогона программы, следует выбрать режим работы прогона программы через управление файлами (статус M). Чтобы управлять данными нескольких магазинов с инструментами (индексировать номер места), устанавливаем параметры станка от 7261.0 до 7261.3, не равные 0.

Редактирование таблицы места в режиме работы прогона программы:

*TABLICA
INSTRUM*

Нажать Softkey ТАБЛИЦА ИНСТРУМЕНТОВ

*TABLICA
MESTA*

Выбор таблицы места: Выбор Softkey ТАБЛИЦА МЕСТА

REDAKTIR
 OFF ON

Установка Softkey: РЕДАКТИРОВАНИЕ на ON

Выбор таблицы места в режиме работы. Программу ввести в память/редактировать. Выбор редактирования



Вызов управления файлами

Указать выбор типа файла: Softkey ВЫБОР ТИПА нажать.

Указать файлы типа TCH: Softkey TCH FILES нажать (вторая линейка Softkey).

Выбрать файл или ввести новое имя файла.

Подтвердить с помощью клавиши ENT или с помощью Softkey ВЫБОР.

Ввод режущего инструмента в магазин выполняют в соответствии с информацией, содержащейся в табл. 2.6.

Таблица 2.6

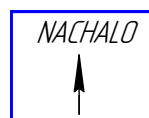
Ввод режущего инструмента в магазин инструментов

Сокращение	Вводы	Диалог
P	Номер места инструмента в магазине инструментов	—
T	Номер инструмента	Номер инструмента?
ST	Инструмент является специальным (ST: для Special Tool = англ. спец. инструмент); если спец. инструмент блокирует места перед и за своим местом, то следует блокировать соответственное место в графе L (статус L)	Специальный инструмент?
F	Инструмент возвращать всегда в то же самое место в магазине (F: для Fixed = англ. постоянный)	Постоянное место? Да = ENT / Нет = NO ENT
L	Блокировать место (L: для Locked = англ. заблокированный, смотри также графу ST)	Место заблокированное Да = ENT / Нет = NO
PLC	Информация, которая должна передаваться об этом месте инструмента в PLC	PLC-статус?
TNAME	Индикация имени инструмента из TOOL.T	—
DOC	Индикация комментария к инструменту из TOOL.T	—

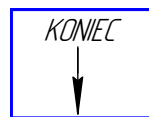
Функции редактирования таблиц места

Клавиша Softkey

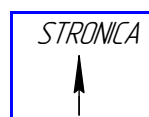
Выбор начала таблицы



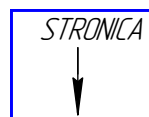
Выбор конца таблицы



Выбор предыдущей страницы
таблицы



Выбор следующей страницы
таблицы



Сброс таблицы места



Переход к началу следующей
строки



Сброс графы номер инструмента



Вызов данных инструмента. Вызов инструмента с помощью клавиши TOOL CALL программируется с приведением следующих данных:

► **Номер инструмента:** ввод номера или имени инструмента. Ранее был определен инструмент в записи TOLL DEF или в таблице инструментов. Имя инструмента записывается УЧПУ автоматически в кавычках. Имена относятся к вводу в активной таблице инструментов TOOL.T. Для вызова инструмента с другими значениями коррекции следует ввести определённый в таблице инструментов индекс после десятичной точки.

► **Ось шпинделя параллельно X/Y/Z:** ввод оси инструмента.

► **Частота вращения шпинделя S:** ввести непосредственно частоту вращения шпинделя или провести пересчёт в УЧПУ, если работаем с таблицами данных резания. Нажимаем для этого Softkey S АВТОМ. РАССЧИТАТЬ. УЧПУ ограничивает частоту вращения шпинделя до максимального значения, определённого в параметре станка 3515.

► **Подача F:** ввести непосредственно подачу или провести пересчёт в УЧПУ, если работаем с таблицами данных резания. Нажимаем для этого Softkey F АВТОМ. РАССЧИТАТЬ. УЧПУ ограничивает подачу до максимальной подачи "самой медленной оси" (определено в параметре станка 1010). Команда F действует до тех пор, пока не будет запрограммировано в записи позиционирования или в записи TOOL CALL новое значение подачи.

► **Приращение длины инструмента DL:** значение дельта для длины инструмента.

► **Приращение радиуса инструмента DR:** значение дельта для радиуса инструмента.

► **Приращение радиуса инструмента DR2:** значение дельта для радиуса 2 инструмента.

Пример. Вызывается инструмент № 5 с осью Z, с частотой вращения шпинделя 2500 мин⁻¹ и подачей, равной 350 мм/мин. Приращение длины и радиуса инструмента 2 составляют 0,2 и 0,05 мм соответственно, заниженный размер для радиуса инструмента 1 мм.

20 tool call 5 Z S2500 F350 DL+0,2 DR-1 DR2+0,05.

Буква D перед L и R означает значение дельта.

Предварительно выбирают инструмент с использованием таблиц инструментов. При использовании таблиц инструментов следующий для работы режущий инструмент предварительно выбирают с использованием записи **TOOL DEF**. Для этого вводим номер инструмента и Q-параметр или имя инструмента в кавычках.

Смена инструмента. Смена инструмента - это функция, зависящая от станка, поэтому необходимо изучить инструкцию по его обслуживанию.

Позиция смены инструмента. Позиция смены инструмента должна быть свободной и не допускать каких-либо столкновений. С помощью дополнительных функций **M91** и **M92** можно переместиться на

постоянную позицию смены. Если перед первым вызовом инструмента программируется **TOOL CALL 0**, то УЧПУ перемещает зажимное приспособление по оси шпинделя на позицию, независимую от длины инструмента.

Смена инструмента вручную. Перед ручной сменой инструмента шпиндель останавливается, а инструмент перемещается на позицию смены. Программированное перемещение режущего инструмента на позицию смены сопровождается прерыванием прогона программы.

В случае автоматической смены инструмента прогон программы не прерывается. При вызове инструмента с помощью **TOOL CALL** УЧПУ вынимает инструмент из магазина инструментов.

Автоматическая смена инструмента при превышении стойкости

Если стойкость инструмента достигнет **TIME2**, то УЧПУ автоматически заменяет инструмент на запасной. Для этого следует активировать в начале программы дополнительную функцию **M101**. Действие **M101** можно отменить с помощью **M102**.

Автоматическая смена инструмента производится не всегда после истечения периода стойкости, а на несколько кадров позже в зависимости от загрузки устройства управления.

Радиус запасного инструмента должен равняться радиусу первоначально применяемого инструмента. Если радиусы не равны друг другу, то УЧПУ выдаёт текст об ошибке и не заменяет инструмент. Радиус запасного инструмента может отличаться от радиуса оригинального инструмента. Он не учитывается в программе, передаваемой системой САПР. Значение дельта (**DR**) вводим в таблицу инструментов или в **TOOL CALL**-запись.

Если **DR** больше нуля, то УЧПУ выдаёт сообщение об ошибке и не заменяет инструмент. С помощью функции **M107** подавляем это сообщение, а функцией **M108** активируем её обратно.

2.6. Коррекция инструмента

УЧПУ изменяет траекторию инструмента на значение коррекции длины инструмента по оси шпинделя и на значение коррекции радиуса инструмента на плоскости обработки. Если программу обработки составляем непосредственно в УЧПУ, то коррекция радиуса инстру-

мента действует только на плоскости обработки. УЧПУ учитывает при этом вплоть до пяти осей, включая оси вращения. Если САПР составляет кадры программы с векторами нормали поверхности, то УЧПУ может провести трёхмерную коррекцию инструмента.

Коррекция длины инструмента. Коррекция длины инструмента действует, как только вызываем инструмент и перемещаем его по оси шпинделя. Коррекция отнимается, как только вызываем инструмент с длиной $L=0$.

Если отнимается коррекция длины с положительным значением с **TOOL CALL 0**, то сокращается расстояние инструмента от заготовки. После вызова инструмента с помощью **TOOL CALL** изменяется программированный путь инструмента по оси шпинделя на разницу длины между старым и новым инструментом. При коррекции длины учитываются значения дельта из **TOOL CALL**-записи как и из таблицы инструментов. Значение коррекции $= L + DL_{tool\ call} + DL_{таб}$, где L – длина инструмента из **TOOL DEF**-записи или таблицы инструментов;

$DL_{tool\ call}$ - приращение длины из **TOOL CALL**-записи (не учитывается в индикации положения);

$DL_{таб}$ - приращение длины из таблицы инструментов.

Коррекция радиуса инструмента

Траектория движения инструмента учитывает коррекцию RL или RR для радиуса R+ или R- в случае его перемещения параллельного оси (рис. 2.10, а). Коррекция радиуса действует, как только будет вызван инструмент, который будет перемещаться в плоскости обработки с RL или RR. УЧПУ снимает коррекцию радиуса, если:

- программируется блок прямой с **R0**;
- покидается контур с помощью функции **DEP**;
- программируется **PGM CALL**;
- выбирается новая программа с **PGM MGT**.

При определении величины коррекции радиуса учитываются как значения дельта из **TOOL CALL**-записи, так и из таблицы инструментов. Значение коррекции $= R + DR_{tool\ call} + DR_{таб}$, где R - радиус инструмента из **TOOL DEF**-записи или таблицы инструментов;

$DR_{tool\ call}$ – приращение DR радиуса из TOOL CALL-записи (не учитывается в индикации положения);

$DR_{таб}$ – приращение DR для радиуса из таблицы инструментов.

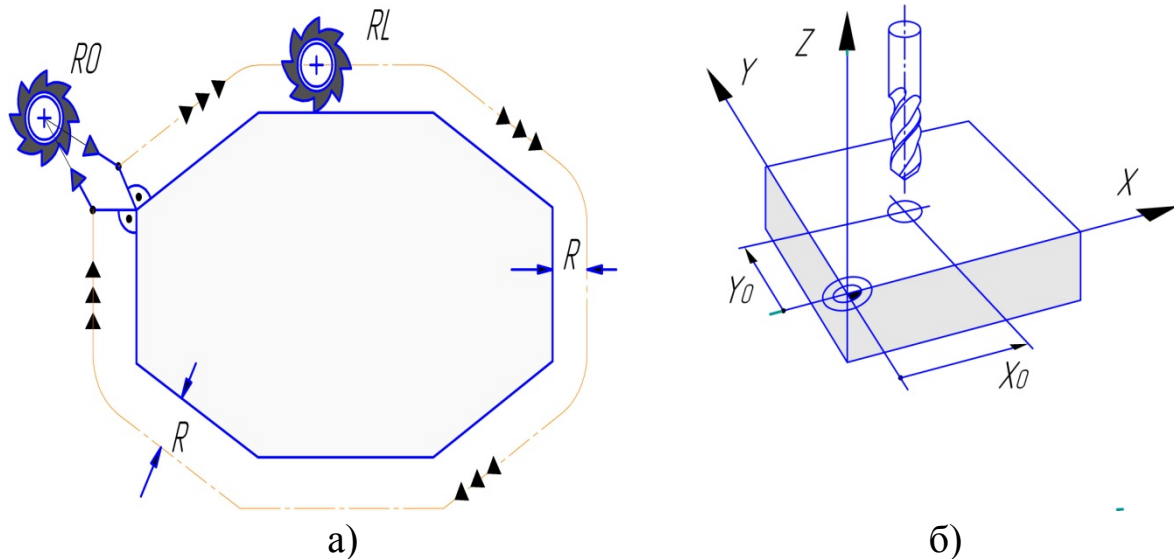


Рис. 2.10. Траектория движения фрезы при обработке контура (а) и предварительное позиционирование сверла (б)

Инструмент перемещается на плоскости обработки своим центром по программированной траектории или на программированные координаты.

Применение: сверление, предпозиционирование (рис. 2.10, б).

Движения по контуру с коррекцией радиуса: RR и RL. RR - инструмент перемещается справа от контура **RL**. Центр инструмента лежит при этом на расстоянии радиуса инструмента от программированного контура. «Справа» и «слева» обозначает положение инструмента в направлении перемещения по контуру заготовки (рис. 2.11, а, б).

Между двумя предложениями программы с разными значениями коррекции радиуса **RR** и **RL** должно стоять как минимум одно предложение перемещения на поверхности обработки без коррекции радиуса (то есть с **RO**). Коррекция радиуса остаётся активной до конца предложения, в котором оно первый раз программировалось. Можете активировать коррекцию радиуса также для вспомогательных осей плоскости обработки. Программируйте вспомогательные оси также в каждом последующем предложении, так как УЧПУ в противном случае проведёт коррекцию радиуса снова на главной оси.

При первом предложении с коррекцией радиуса **RR/RL** и при снятии с **R0** УЧПУ позиционирует инструмент всегда по вертикали к программируемой точке старта и конечной точке. Вы должны так позиционировать инструмент перед первой точкой контура или за последней точкой контура, чтобы не было повреждения контура.

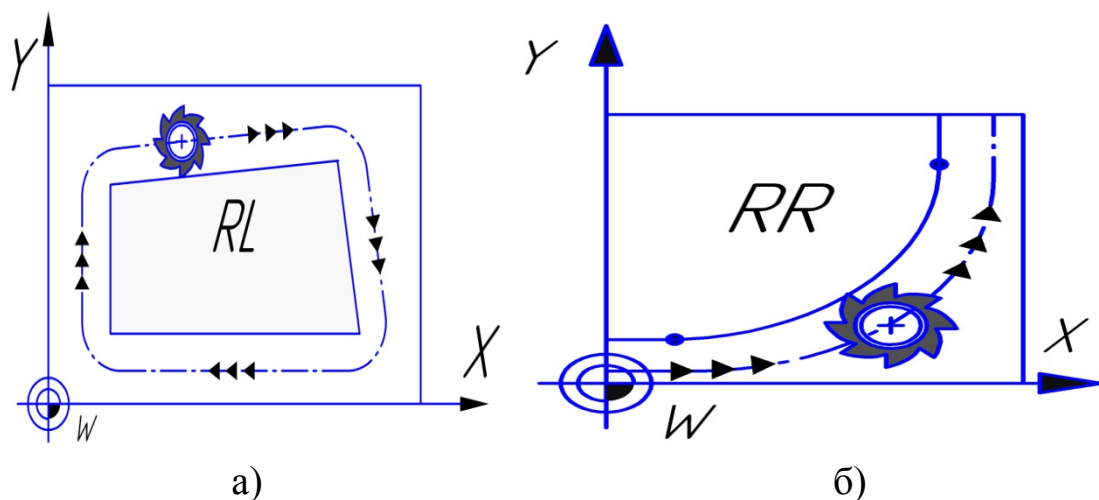


Рис. 2.11. Коррекция радиуса инструмента: а - слева; б - справа

Ввод коррекции радиуса

Программировать любую функцию контура, ввести координаты целевой точки и подтвердить с помощью клавиши ENT RR.

Коррекция радиуса инструмента: RL/RR/без коррекции?

RL

Перемещение инструмента слева от программированного контура: нажать Soft-key RL.

RR

Перемещение инструмента справа от программированного контура: нажать Soft-key RR.

ENT

Перемещение инструмента без коррекции радиуса или коррекцию радиуса аннулировать: нажать клавишу ENT.

END

Окончить запись: нажать клавишу END.

Коррекция радиуса при обработке углов. При обработке наружных углов, если запрограммировали коррекцию радиуса, то УЧПУ ведёт инструмент на наружных закруглениях или по переходному кругу, или по Spline (выбор через M7680). При необходимости УЧПУ уменьшает подачу на наружных закруглениях, например в случае больших изменений направления (рис. 2.12, а). При обработке внутренних закруглений (рис. 2.12, б) УЧПУ рассчитывает точку пересечения траекторий, по которым центр инструмента перемещается после коррекции. Начиная с этой точки, инструмент перемещается вдоль следующего элемента контура. Таким образом, избегаются повреждение заготовки при внутренних закруглениях. Из схемы обработки видно, что нельзя произвольно выбирать величины радиуса инструмента для определённого контура.

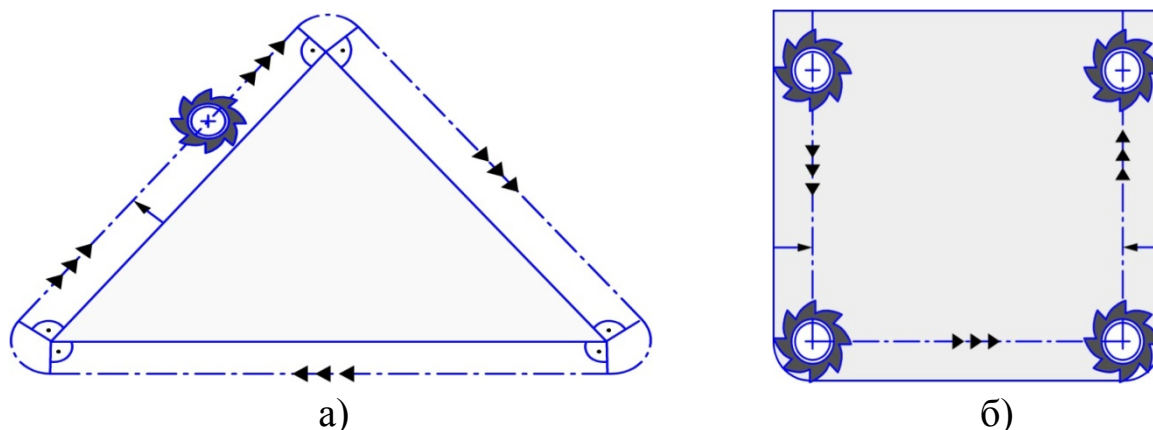


Рис. 2.12. Обработка контура с наружными (а) и внутренними (б) углами

Не следует располагать начальную или конечную точки при внутренней обработке в угловой точке контура, так как это может привести к повреждению контура.

Обработка закруглений без коррекции радиуса. При отсутствии коррекции радиуса на траекторию режущего инструмента и подачу в местах закруглений заготовки можно повлиять с помощью дополнительной функции M90, при активировании которой инструмент на короткое время останавливается в углах заготовки.

2.7. Трёхмерная коррекция инструмента (ПО-опция 2)

УЧПУ может выполнить трёхмерную коррекцию инструмента (3D-коррекцию) для предложений со скрещивающимися прямыми. Кроме

координат X , Y и Z конечной точки прямой, эти предложения должны содержать компоненты N_x , N_y и N_z вектора нормали поверхности (рис. 2.13).

Если необходимо провести пространственную ориентацию инструмента или трёхмерную коррекцию радиуса, то эти предложения должны содержать дополнительно нормированный вектор с компонентами T_x , T_y и T_z , определяющий ориентацию инструмента (рис. 2.14).

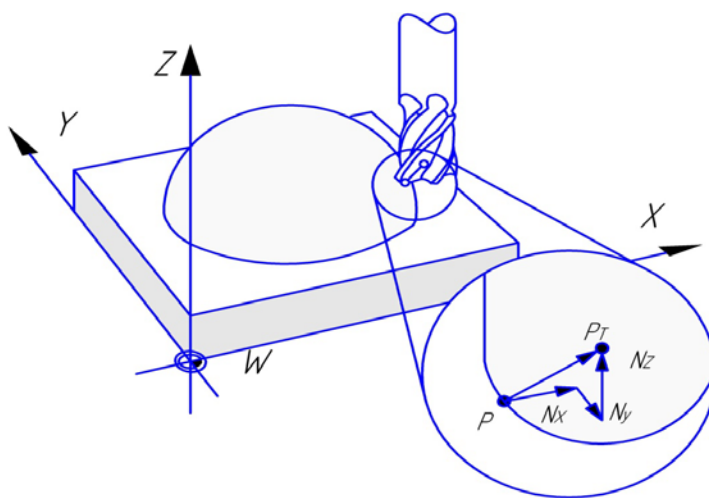


Рис. 2.13. Схема 3D-коррекции инструмента

Конечную точку скрещивающихся прямых, компоненты нормали поверхности и компоненты для ориентации инструмента надо рассчитывать, используя систему САПР. Возможности внедрения:

- применение инструментов с размерами, не совпадающими с рассчитанными системой САПР размерами инструментов (3D-коррекция без дефиниции ориентации инструмента);

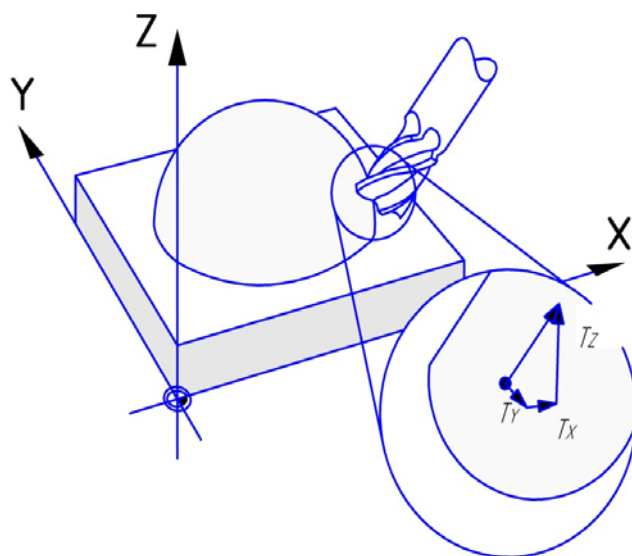


Рис. 2.14. Компоненты вектора нормали поверхности

- Face Milling коррекция геометрии фрезы в направлении нормали поверхности (3D-коррекция с и без дефиниции ориентации инструмента). Снятие стружки осуществляется в первую очередь с помощью торцевой стороны инструмента;

- Peripheral Milling коррекция радиуса фрезы вертикально к направлению движения инструмента (трёхмерная коррекция радиуса с определением ориентации инструмента). Снятие стружки осуществляется в первую очередь боковой поверхностью инструмента.

Дефиниция нормированного вектора. Нормированный вектор - это математическая величина, равная по модулю единице и имеющая любое направление в пространстве. В случае LN-предложений УЧПУ требует два нормированных вектора, один для определения направления нормали поверхности и ещё один (опция) для определения направления ориентации инструмента. Направление нормали поверхности установлено компонентами NX , NY и NZ . При использовании концевой радиусной фрезы нормаль направлена перпендикулярно к поверхности заготовки в опорной точке инструмента P_T , в случае угловой радиусной фрезы – в точке P_T или P_T (рис. 2.15, а). Направление ориентации инструмента установлено компонентами TX , TU и TZ . Координаты X , Y , Z для позиции инструмента, NX , NY , NZ - для нормали поверхности и TX , TU , TZ – для направления ориентации инструмента должны иметь одинаковую последовательность записи в ЧПУ.

В LN-записи всегда вводят все координаты и все нормали поверхности, даже если эти значения не изменились по сравнению с предыдущим предложением. 3D-коррекция нормалей поверхности действительна для координат по главным осям X , Y , Z .

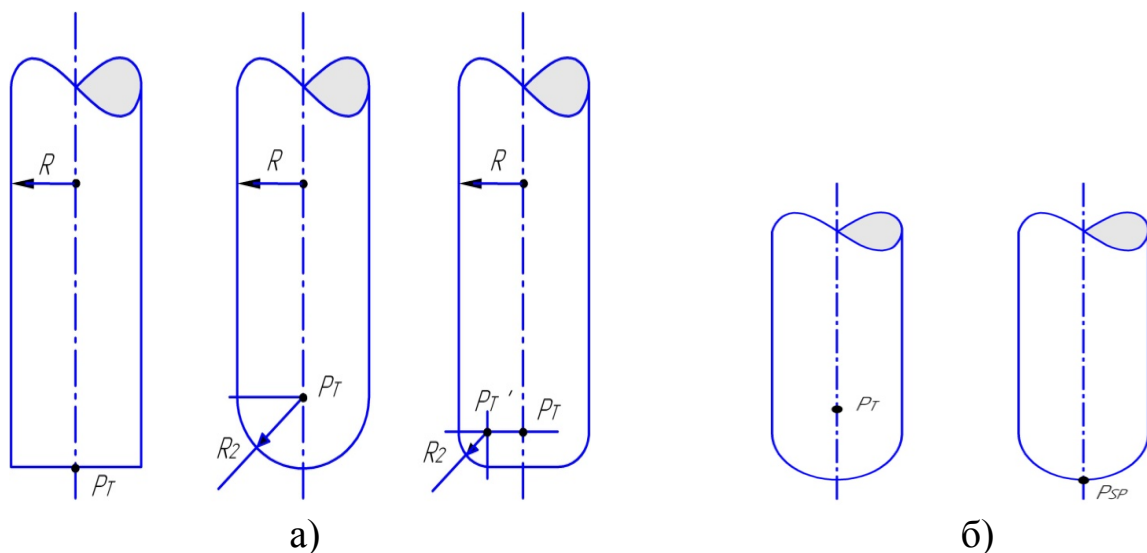


Рис. 2.15. Направления нормали к обрабатываемой поверхности заготовки: а – в точках P_T ; б - в центре шара P_T и полюса шара P_{SP} .

Если происходит смена инструмента на инструмент с завышенным размером (положительное значение дельта), то УЧПУ выдаёт со-

общение об ошибке, которое можно подавить с помощью M-функции (команда M107).

УЧПУ не предупреждает сообщением об ошибках, если превышение размера инструмента приведет к повреждению контура. Необходимо через параметр станка 7680 узнать, исправил ли САПР длину инструмента через центр шара P_T или южный полюс шара P_{SP} (рис. 2.15, б).

Допускаемые формы инструментов заносят в таблицы инструментов, используя радиусы инструментов **R** и **R2**:

- радиус инструмента **R** – это расстояние от оси инструмента до наружной его поверхности;

- радиус инструмента **R2** – это радиус закругления от оси инструмента до наружной поверхности.

Соотношение **R** к **R2** определяет форму инструмента. Если **R2** = 0, то мы имеем концевую фрезу; если **R2** = **R** - радиусную фрезу, а при $0 < \mathbf{R2} < \mathbf{R}$ - угловую радиусную фрезу.

На основании этих данных рассчитываются координаты опорной точки инструмента P_T .

Применение других инструментов. Если при обработке заготовок применяются инструменты, обладающие другими размерами, как это первоначально было предусмотрено, то необходимо ввести разницу длины и радиуса как значения дельта в таблицу инструментов или в запись вызова инструмента TOOL CALL.

При положительных значениях дельта DL, DR и DR2 размеры инструмента больше размеров оригинального инструмента (рис. 2.16, положительные приращения).

Отрицательные значения дельта DL, DR и DR2 размеры инструмента меньше размеров оригинального инструмента (отрицательные приращения). УЧПУ корректирует положение инструмента на величину суммы значений дельта из таблицы инструментов и вызова инструмента.

3D-коррекция без ориентации инструмента. УЧПУ смещает инструмент в направлении нормали поверхности на сумму значений дельта из таблицы инструментов и TOOL CALL.

Пример. Формат предложения с нормальными поверхностями

1 LN X+31.737 Y+21,954 Z+33,165 NX+0,2637581 NY+0,0078922 NZ-0,8764339 F1000 M3
--

LN - прямая с 3D-коррекцией; X, Y, Z - скорректированные координаты конечной точки прямой; NX, NY, NZ - компоненты нормалей поверхности; F - подача; M - дополнительная функция.

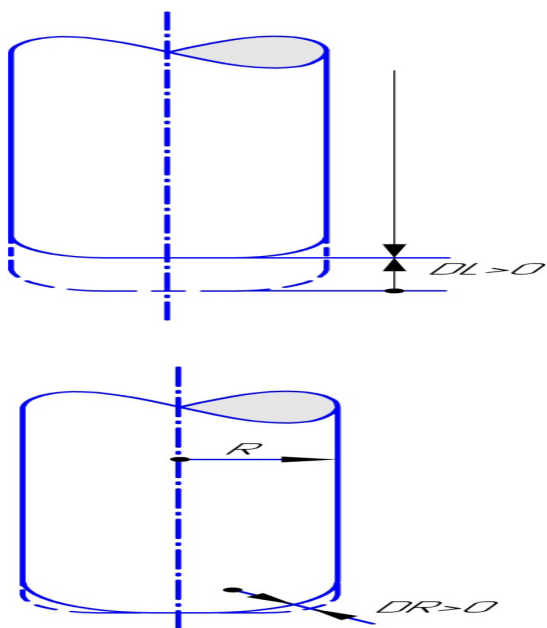


Рис. 2.16. Положительные приращения длины и радиуса инструмента

Подачу F и дополнительную функцию M можно вводить и изменять в режиме работы программы «Ввести в память/ редактировать».

Координаты конечной точки скрещивающихся прямых и компоненты нормали поверхности задаются САПР.

Face Milling - 3D-коррекция с ориентацией и без ориентации инструмента. УЧПУ смещает инструмент в направлении нормали поверхности на сумму значений дельта (таблица инструментов и **TOOL CALL**). При активировании команды M128 УЧПУ располагает инструмент вертикально к контуру заготовки, если в

LN-предложении не определена ориентация инструмента.

Но если в LN-записи установлена ориентация инструмента, то УЧПУ позиционирует оси вращения станка автоматически так, что инструмент достигает заданную ориентацию.

Обратите внимание на информацию в инструкции по обслуживанию станка. УЧПУ не может позиционировать автоматически оси вращения на всех станках, поэтому следует ознакомиться с инструкцией обслуживания конкретного станка с ЧПУ. В случае использования станков, оси вращения которых допускают ограниченную зону перемещения, могут быть востребованы при автоматическом позиционировании повороты стола, например 180°. В этих случаях необходимо обратить внимание на опасность столкновения шпиндельной головки с заготовкой или с зажимными приспособлениями.

Пример. Формат предложения с нормальными поверхностями без ориентации инструмента:

LN X+31,737 Y+21,954 Z+33,165 NX+0,2637581 NY+0,0078922
NZ0,8764339 F1000 M128.

Пример. Формат предложения с нормальными поверхностями и ориентацией инструмента:

LN X+31,737 Y+21,954 Z+33,165 NX+0,2637581 NY+0,0078922 NZ-0,8764339 TX+0,0078922 TY-0,8764339 TZ+0,2590319 F1000 M128.

LN - прямая с 3D-коррекцией; X, Y, Z - скорректированные координаты конечной точки прямой; NX, NY, NZ - компоненты нормалей поверхности; TX, TY, TZ - компоненты нормированного вектора для ориентации инструмента; F - подача; M - дополнительная функция.

Подачу F и дополнительную функцию M можно ввести и изменять в режиме работы - программу ввести в память/ редактировать. Координаты конечной точки скрещивающихся прямых и компоненты нормали поверхности задаются САПР.

Peripheral Milling - 3D-коррекция радиуса с ориентацией инструмента. УЧПУ смещает инструмент вертикально к направлению движения инструмента на сумму значений дельта **DR** (таблица инструментов и **TOOL CALL**). Направление коррекции назначаем с помощью адресов **RL/RR** (рис. 2.17, направление движения Y+). Чтобы УЧПУ могло обеспечить заданную ориентацию инструмента, следует активировать функцию **M128** (ПО-опция 2). УЧПУ позиционирует в этом случае оси вращения станка автоматически так, что инструмент достигает заданную ориентацию с помощью активной коррекции.

В случае станков, оси вращения которых допускают только ограниченную зону перемещения, могут понадобиться движения при автоматическом позиционировании, требующие, например, поворота стола на 180°. В этом случае возникает опасность столкновения шпиндельной головки с заготовкой или с зажимными приспособлениями.

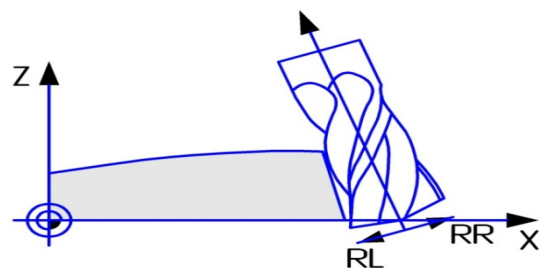


Рис. 2.17. Периферийное фрезерование с коррекцией радиуса инструмента

Ориентацию инструмента можно определить двумя способами:

- в LN-записи вводят компоненты TX, TY и TZ;
- в L-записи вводят координаты осей вращения.

Пример. Формат предложения с ориентацией инструмента:
1 LN X+31,737 Y+21,954 Z+33,165 TX+0,0078922 TY-0,8764339 TZ+0,2590319 F1000 M128, где LN - прямая с 3D-коррекцией; X, Y, Z - скорректированные координаты конечной точки прямой; TX, TY, TZ - компоненты нормированного вектора для ориентации инструмента; F - подача; M - дополнительная функция.

Пример. Формат предложения с осями вращения:
1 L X+31,737 Y+21,954 Z+33,165 B+12,357 C+5,896 F1000 M128, где L - прямая; X, Y, Z - скорректированные координаты конечной точки прямой; B, C - координаты осей вращения для ориентации инструмента; F - подача; M - дополнительная функция.

2.8. Работа с таблицами данных резания

Таблицы данных резания содержат информацию о материалах обрабатываемых заготовок, материалах режущей части инструментов, об элементах режимов резания и др. УЧПУ должно быть подготовлено производителем станков с ЧПУ для работы с таблицами данных резания, в противном случае не все описанные или дополнительные функции будут находиться в распоряжении используемого станка.

С использованием таблицы данных резания УЧПУ может рассчитать частоту вращения шпинделя S и минутную подачу F режущего инструмента (подачу по контуру) исходя из известной скорости резания V_c и подачи на зуб f_z . Основанием для такого расчёта является предположение, что в управляющую программу заложен материал заготовки, а в таблицы инструментов – различные специфические свойства режущего инструмента.

До того как УЧПУ начнёт автоматический расчёт данных резания, необходимо в режиме работы «Тест программы» активировать таблицу инструментов (статус S), из которой УЧПУ возьмёт специфические для инструментов данные. Клавиши, с использованием которых выполняется программирование функций редактирования таблиц данных, представлены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Функции редактирования данных резания

Функция редактирования таблиц резания	Программируемые клавиши (Softkey)
Вставка строки	<i>WWOD STROKI</i>
Сброс строки	<i>STIRAT STROKU</i>
Выбор начала следующей строки	<i>SLED STROKA</i>
Сортировать таблицу	<i>NOMERA BLOKOW</i>
Копировать подсвеченное поле (2-я линейка Softkey)	<i>KOPIROW AKTUALNOE ZNACHENIE</i>
Включить копируемое поле (2-я линейка Softkey)	<i>WWOD KOPIR ZNACHENIA</i>
Редактировать формат таблиц (2-я линейка Softkey)	<i>REDAKT. FORMATA</i>

Таблица материалов заготовки. Материалы заготовки заносят в таблицы WMAT.TAB. Как правило, WMAT.TAB сохраняется в списке TNC:\ и может содержать любое количество названий материалов. Наименование материала максимально может содержать 32 знака. УЧПУ указывает содержание графы NAME, если определяют в программе материал заготовки.

Когда требуется изменить стандартную таблицу материалов, то эту таблицу необходимо скопировать в другой список. Если этого не

сделать, то изменения переписутся при актуализации программного обеспечения стандартными данными фирмы HEIDENHAIN. После копирования стандартной таблицы материалов определяем с помощью слова-ключа WMAT тракты в файле TNC.SYS, которые требуется сохранить. Во избежание потери данных необходимо регулярно возобновлять защиту файла WMAT.TAB.

По таблице WMAT.TAB. выбираем материал, для этого выполняем следующие действия:

- в режиме работы «Программу ввести в память/ редактировать», нажать клавишу Softkey WMAT, тем самым программируем материал заготовки;
- нажать Softkey ВЫБОР ОКНА, высветить таблицу WMAT.TAB. УЧПУ высвечивает в наложенном окне материалы, хранящиеся в WMAT.TAB;
- выбрать материал заготовки, для этого следует переместить подсвеченное поле с помощью клавиши со стрелкой на желаемый материал и подтвердить нажатием клавиши ENT. УЧПУ переносит материал в WMAT – блок;
- закончить диалог нажатием клавиши END.

Для редактирования таблицы в горизонтальной линейке предусмотрены клавиши: начало, конец, страница-вверх, страница-вниз, ввод строки, стирание строки, следующая строка. При изменении в WMAT-записи УЧПУ выдаёт предупредительное сообщение, поэтому необходимо проверить, действительны ли ещё в TOOL CALL-записи сохраняемые данные резания.

Материалы режущей части инструментов также содержатся в таблице TMAT.TAB. Как правило, таблица WMAT.TAB сохраняется в списке TNC:\ и может содержать любое количество названий материалов режущих кромок. Таблица материалов режущей части инструментов имеет такие же клавиши, как и таблица материала заготовки. Наименование материала режущих кромок содержит максимально 16 знаков. УЧПУ указывает содержание графы NAME (имя) в таблице инструментов TOOL.T, по которой определяем материал режущих кромок.

Если мы изменяем стандартную таблицу материалов режущих кромок, то должны эту таблицу скопировать в другой список. Иначе

наши изменения переписываются при актуализации ПО стандартными данными фирмы HEIDENHAIN. Затем следует определить тракт в файле TNC.SYS с помощью слова-ключа TMAT=. Чтобы избежать потерь данных, надо регулярно возобновлять защиту файла TMAT.TAB.

Комбинации материал/материал режущих кромок определяете в таблице с названием .CDT (англ. cutting data file: таблица данных резания). Внесение данных в таблицу можно выполнить в свободной конфигурации, кроме обязательно требуемых граф NR, WMAT и TMAT.

В списке TNC:\ сохраняется стандартная таблица данных резания FRAES_2.CDT. Можно свободно редактировать и дополнять таблицу FRAES_2.CDT или включать любое количество новых таблиц данных резания. Все таблицы данных резания должны сохраняться в том же самом списке. Если этот список не является стандартным списком TNC:\, то необходимо в файле TNC.SYS посредством ключевого слова PCDT= ввести тракт, на котором сохраняются наши таблицы данных резания.

Чтобы избежать потерь данных, надо регулярно возобновлять защиту таблиц данных резания. Наряду с имеющимися в СЧПУ таблицами можно также составить новую таблицу данных резания. Для выполнения этой процедуры необходимо выбрать режим работы «Программу ввести в память/ редактировать». Нажать клавишу PGM MGT «Выбор списка», в котором должны сохраняться таблицы данных резания (стандарт: TNC:\) TNC:\). Ввести любое название файла и тип файла .CDT, подтвердить ввод нажатием клавиши ENT.

УЧПУ указывает на правой половине экрана разные форматы таблиц в зависимости от станка, различающиеся друг от друга количеством комбинаций параметров «Скорость резания/подача». Переместите подсвеченное поле с помощью клавиши со стрелкой на желаемый формат таблицы и подтвердите нажатием клавиши ENT. УЧПУ воспроизводит новую, пустую таблицу данных резания.

Необходимые данные, содержащиеся в таблицах инструментов:

- радиус инструмента - графа R (DR);
- количество зубьев (только для фрез) - графа CUT;
- тип инструмента - графа ТИП.

Тип инструмента влияет на расчёт скорости подачи по контуру. Для фрез контурная подача измеряется в миллиметрах в минуту (мм/мин.), а численное значение этой подачи определяется по формуле $F = St_z Z$, где S - частота вращения фрезы; t_z - подача фрезы на зуб; Z - число зубьев фрезы.

Для всех других режущих инструментов скорость подачи $F = St_u$, t_u - подача на оборот режущего инструмента.

Материал режущих кромок инструмента - графа TMAT:

- название таблицы данных резания, используемой для этого инструмента (графа CDT);
- тип инструмента, материал режущих кромок и название таблицы данных резания. Выбираем в таблице инструментов с использованием программируемой клавиши Softkey.

Действия при автоматическом расчёте частоты вращения/подачи режущего инструмента

1. Если не занесен в файл WMAT.TAB материал заготовки, то внести его.

2. Если не занесен в файл TMAT.TAB материал режущих кромок инструмента, то внести его.

3. Если не занесены в таблицу инструментов все необходимые для расчета режима резания и специфические данные инструмента (радиус, число зубьев, тип инструмента, материал режущей части), то внести их.

4. Если еще не занесены, то внести данные резания в таблицу (CDT-файл). Режим работы «Тест»: активировать таблицу инструментов, из которой УЧПУ должно взять специфические для инструмента данные (статус S).

5. В управляющей программе с использованием программируемой клавиши Softkey WMAT определить материал заготовки, в TOOL CALL-предложении автоматически рассчитать через Softkey частоту вращения шпинделя и подачу режущего инструмента.

Таблицы данных резания для УЧПУ - это так называемые "свободно определяемые таблицы". Формат такой свободно определяемой таблицы можно изменять с помощью редактора структуры.

УЧПУ может обрабатывать максимально 200 знаков на одну строку и максимально 30 граф. Если мы попытаемся вставить в имеющуюся

таблицу дополнительно ещё одну графу, то УЧПУ не переместит автоматически уже занесенные значения.

Чтобы вызвать редактора структуры, необходимо нажать клавишу Softkey «РЕДАКТИРОВАТЬ ФОРМАТ» (2-й уровень Softkey). УЧПУ откроет окно редактора, в котором изображена структура таблицы, повернутой на 90°. По табл. 2.8 выбираем значение структурной команды.

Таблица 2.8

Команды для выхода из редактора структуры

Структурная команда	Смысловое значение команды
NR	Номер графы
ИМЯ/NAME	Заголовок графы
ТИП	N - числовой ввод, C - алфавитно-цифровой ввод
WIDTH	Ширина графы. Для типа N включаются знак числа, запятая и число знаков после запятой
DEC	Число знаков после запятой (максимально 4, действует только для типа N)
ENGLISH до HUNGARIA	Диалоги в зависимости от языка (максимально до 32 знаков)

Для выхода из редактора структуры нажимаем клавишу END. УЧПУ преобразовывает данные, уже сохранившиеся в таблице, на новый формат. Элементы, не поддающиеся преобразованию УЧПУ в виде новой структуры, обозначаются знаком диез # (например, если мы уменьшили ширину графы).

Передача данных из таблиц данных резания. Если мы хотим выдать файл типа .TAB или .CDT через внешний интерфейс данных, то УЧПУ запоминает дефиницию структуры таблицы. Дефиниция структуры начинается со строки #STRUCTBEGIN и кончается строкой #STRUCTEND. Значения отдельных ключевых слов берем из таблицы «Команда структуры». После окончания дефиниции структуры строкой #STRUCTEND УЧПУ запоминает содержание таблицы.

Файл конфигурации TNC.SYS. Если таблицы данных резания в стандартном списке TNC:\ не сохраняются, то необходимо пользоваться

файлом конфигурации TNC.SYS (табл. 2.9). В таком случае следует установить в TNC.SYS такие тракты, на которых наши таблицы данных резания сохраняются.

Таблица 2.9

Тракты файла TNC.SYS, сохраняемые в Root-списке TNC:\

Тракты в TNC.SYS	Смысловое содержание
WMAT= WMAT	Тракт для таблицы материалов
TMAT= TMAT	Тракт для таблицы материалов лезвий
PCDT= PCDT	Тракт для таблиц данных резания

Пример для TNC.SYS

WMAT=TNC:\CUTTAB\WMAT_GB.TAB

TMAT=TNC:\CUTTAB\TMAT_GB.TAB

PCDT=TNC:\CUTTAB\

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Нарисуйте и объясните систему координат детали при обработке на станке с ЧПУ.
2. Нарисуйте и объясните направления пяти осей многооперационного станка Qwaser.
3. Как определяется положение точки в полярной системе координат в плоскости XY ?
4. Как определяется положение точки в полярной системе координат в плоскости YZ?
5. Как определяется положение точки в полярной системе координат в плоскости ZX ?
6. Охарактеризуйте абсолютные и инкрементальные положения заготовки на станке с ЧПУ. Приведите пример записи в управляющей программе.
7. Охарактеризуйте инкрементальные линейные размеры и их программирование. Приведите пример записи в управляющей программе.
8. Охарактеризуйте инкрементальные угловые размеры и их программирование. Приведите пример записи в управляющей программе.

9. Охарактеризуйте абсолютные линейные размеры и их программирование. Приведите пример записи в управляющей программе.
10. Охарактеризуйте абсолютные угловые размеры и их программирование. Приведите пример записи в управляющей программе.
11. Изложите методику программирования простых видов обработки на обрабатывающем центре Qwaser.
12. Приведите пример составления управляющей программы для обработки отверстия в заготовке.
13. Какая информация о режущем инструменте вводится в управляющую программу?
14. Как изменить ранее запрограммированное значение частоты вращения шпинделя на новое?
15. Какие данные инструментов можно вводить непосредственно в управляющую программу с помощью функции TOOL DEF?
16. Какие действия необходимо выполнить, чтобы определить длину инструмента?
17. Назовите стандартные вводимые параметры инструмента.
18. Параметры для автоматического измерения данных инструментов.
19. Назовите данные инструментов для автоматического расчёта частоты вращения/подачи.
20. Назовите данные инструментов для переключающей 3D-импульсной системы.
21. Какие программируемые клавиши для редактирования таблиц инструментов Вы знаете?
22. Для чего используют таблицу места TOOL_P.TCH?
23. Как редактируют таблицу места в режиме работы прогона программы?
24. Опишите ввод режущего инструмента в магазин инструментов.
25. Как программируется вызов инструмента с помощью клавиши TOOL CALL?
26. Опишите действия оператора для автоматической смены инструмента при достижении стойкости TIME2.
27. Охарактеризуйте коррекцию радиуса инструмента RL и RR.
28. Как вводится коррекция радиуса инструмента?
29. Какую информацию содержат таблицы данных резания?

30. Какие параметры может рассчитать УЧПУ с использованием таблицы данных резания?
31. В какие таблицы заносят материалы заготовки?
32. Какие действия следует выполнить для выбора материала заготовки по таблице WMAT.TAB?
33. В какой таблице содержатся материалы режущей части инструментов?
34. Какую процедуру следует выполнить для составления новой таблицы данных резания?
35. Какие действия следует выполнить для автоматического расчёта частоты вращения/подачи режущего инструмента?

3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ КОНТУРОВ

3.1. Движения инструмента, функции траектории

Контур заготовки состоит обычно из нескольких элементов: прямых, дуг окружностей и др. С помощью функции траектории программируют движения инструмента по отрезкам прямых L и дуге окружности C с центром в полюсе CC (рис. 3.1, *a*). Обрабатываемый контур детали характеризуется отрезками прямых AB , CD , DE и EA и дугой BC окружности. На чертеже обрабатываемого контура нет двух размеров AB и CD . Для обработки детали (рис. 3.1, *б*) используем свободное программирование контура.

Свободное программирование контура (СК - программирование, на немецком языке – FK) успешно используют, если не располагают соответствующим для УЧПУ чертежом или данные о размерах обрабатываемой детали для управляющей программы являются некомплектными. В этом случае программируют обработку контура заготовки с помощью свободного программирования, при котором УЧПУ самостоятельно рассчитывает отсутствующие данные: координаты точек B и C . С помощью СК-программирования управляют движениями инструмента по **прямым и дугам окружностей**.

Кроме отмеченных функций, устройство числового программного управления может выполнять также дополнительные функции M .

С помощью дополнительных функций УЧПУ осуществляет управление:

- прогоном управляющей программы с перерывами;
- функциями станка, такими как включение и выключение частоты вращения шпинделя и подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания;
- движением инструмента на траектории.

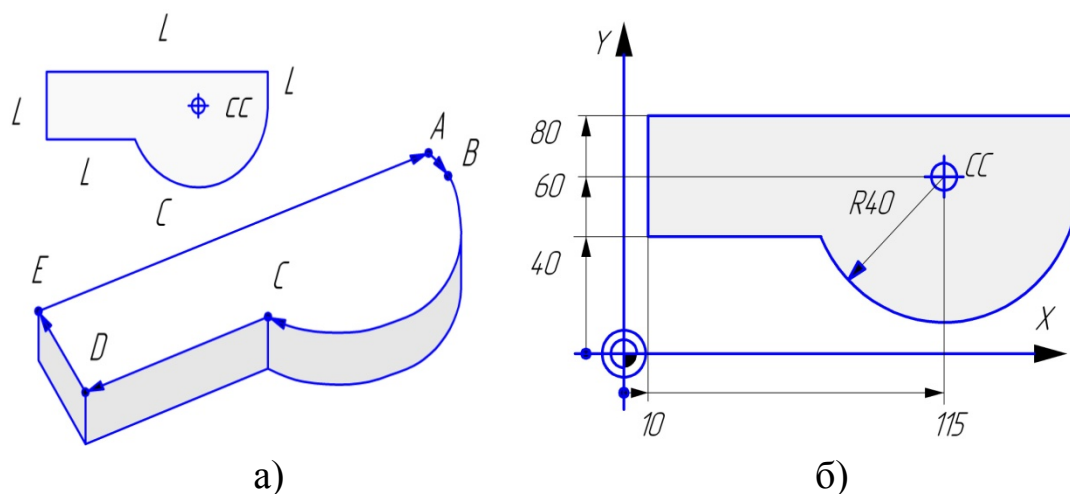


Рис. 3.1. Свободное программирование контура: а – в виде совокупности прямых и фрагмента окружности; б – контура с недостающими размерами

Подпрограммы и повторения части программы. Повторяющиеся шаги обработки вводят только один раз как подпрограмму или повторение части программы. Если требуется выполнить часть программы только в определённых условиях, то следует назначить эти шаги программы также как подпрограмму. Программа обработки может вызвать другую программу и выполнить её. Программирование подпрограмм и повторений части программы описано в гл. 9.

Программирование с помощью Q-параметров

В программе обработки вместо числовых значений могут находиться параметры Q: в определенном месте параметру Q присваивается числовое значение. С помощью Q-параметров можно программировать математические функции, управляющие прогоном программы или описывающие обрабатываемый контур детали. Кроме того, с помощью Q-параметров программирования можно проводить измерения во время прогона программы, используя для этого 3D-импульсную систему.

При составлении программы обработки программируют для отдельных элементов контура заготовки функции траектории инстру-

мента. Для этого из рабочего чертежа детали в управляющую программу вводятся координаты конечных точек элементов контура. На основании данных чертежа детали, данных инструмента и коррекции радиуса УЧПУ рассчитывает действительный путь перемещения инструмента. УЧПУ перемещает инструмент одновременно по всем осям, которые запрограммированы в функции траектории. Движения исполнительных органов станка происходят по направляющим станка, а режущего инструмента – параллельно координатным осям с началом в нуле детали.

При отработке управляющей программы в зависимости от конструкции станка перемещается со скоростью подачи либо инструмент относительно заготовки, либо стол станка с закреплённой заготовкой относительно инструмента. Независимо от того, перемещается ли со скоростью подачи режущий инструмент относительно неподвижной заготовки либо заготовка относительно вращающегося инструмента при программировании движения следует исходить из того, что во всех случаях перемещается режущий инструмент относительно обрабатываемой заготовки, а не наоборот. Это положение, принятое при программировании обработки деталей на станках с ЧПУ, упрощает разработку программы, а технологу-программисту не нужно уделять внимание тому, что относительно чего фактически движется при обработке заготовки. Об этом принципиальном положении следует всегда помнить при разработке управляющей программы.

Пример. $L X+100$, где L - функция траектории движения инструмента по прямой линии; $X+100$ - координата конечной точки (рис. 3.2, а).

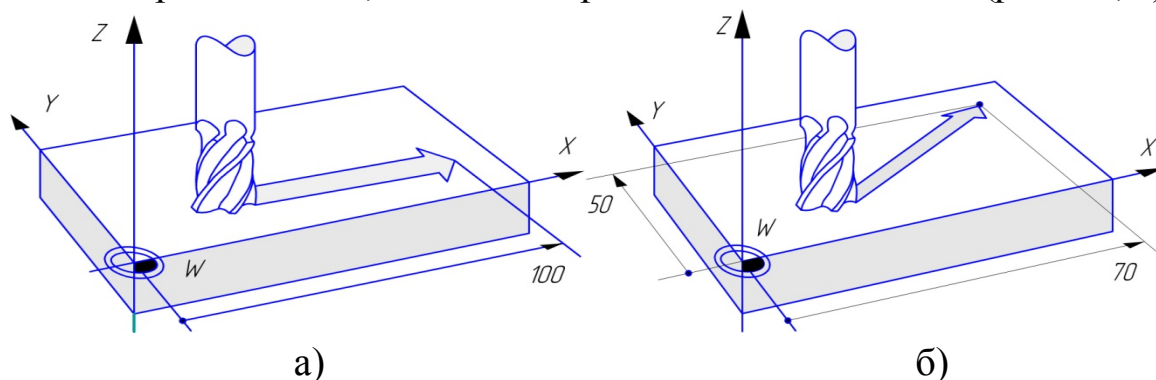


Рис. 3.2. Движение фрезы при обработке паза: а – параллельно оси X; б – одновременно по двум осям X и Y

Пример. $L X+70 Y+50$.

Инструмент сохраняет координату Z постоянной и перемещается в плоскости XWY в позицию $X=70$, $Y=50$ (рис. 3.2, б).

Пример. L $X+80$ $Y+0$ $Z-10$.

Управляющая программа содержит данные о перемещении режущего инструмента на рабочей подаче одновременно по трем координатным осям X , Y и Z , то есть УЧПУ перемещает инструмент в запрограммированную позицию с координатами $X+80$ $Y+0$ $Z-10$ (рис. 3.3), в результате чего у заготовки будет профрезерован прямолинейный паз, наклоненный к горизонтальной плоскости.

Ввод в управляющую программу движения инструмента относительно более трёх осей.

УЧПУ может управлять движениями режущего инструмента одновременно по пяти осям (ПО-опция).

В случае обработки заготовки с использованием пяти осей режущий инструмент перемещается поступательно по трем осям (линейные перемещения) и двум осям вращения одновременно. С использованием осей поворота и линейных перемещений инструмента можно обрабатывать сложные пространственные контуры, например, пространственные поверхности, представленные на рис. 3.4.

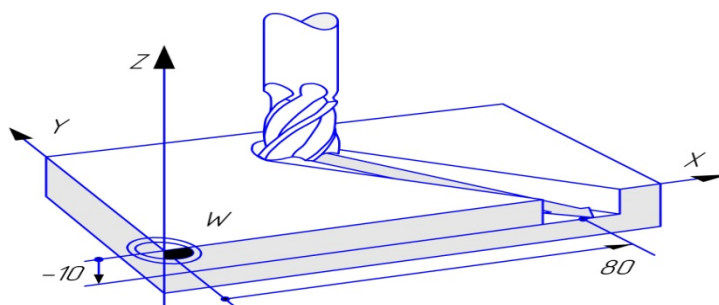


Рис. 3.3. Обработка с движением фрезы сразу по трем осям X , Y и Z

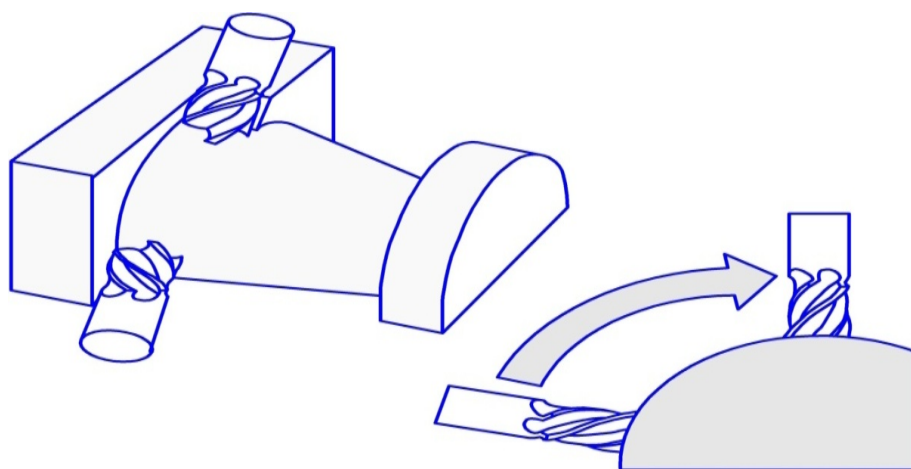


Рис. 3.4. Обработка заготовки с использованием осей поворота

Управляющая программа, содержащая кадры для одновременно-го перемещения режущего инструмента по пяти осям, поставляется обычно системой САПР и не может составляться непосредственно на металлорежущем станке с ЧПУ.

Пример. L X+20 Y+10 Z+2 A+15 C+6 R0 F100 M3, где L X+20 Y+10 Z+2 – перемещение инструмента по прямой линии одновременно по трем осям координат X, Y и Z; A+15 – поворот инструмента вокруг оси X в положительном направлении на угол 15°; C+6 – поворот инструмента вокруг оси Z в положительном направлении на угол 6°; F100 – минутная рабочая подача 100 мм/мин.; M3 – вспомогательная функция.

Одновременные движения режущего инструмента относительно более трех осей устройством ЧПУ графически не поддерживаются. При обработке дуги окружности (рис. 3.5, а) в направлении подачи, указанной стрелками, фреза расположена относительно заготовки справа, что отражено адресом RR.

В случае обработки цилиндрической поверхности УЧПУ перемещает инструмент относительно заготовки по круговой траектории. Для программирования круговых движений режущего инструмента следует определить координаты X_0, Y_0 центра СС окружности (рис. 3.5, б).

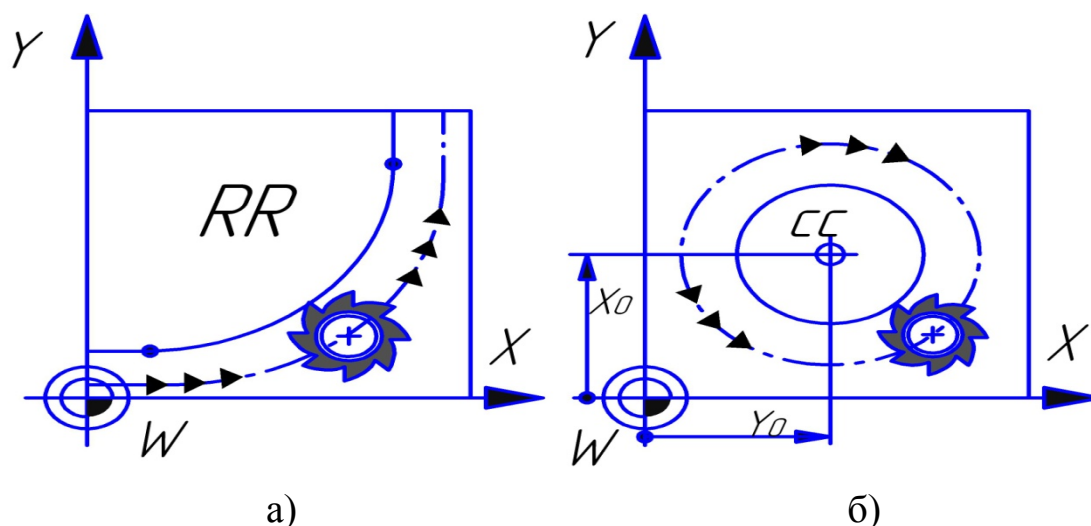


Рис. 3.5. Обработка дуги окружности (а) и целой окружности (б)

С помощью функций траектории для дуг окружности программируем движения инструмента в главных плоскостях. Главную плоскость определяем при вызове инструмента TOOL CALL с установле-

нием оси шпинделя. Главные плоскости: XY, также UV, XV, UY; ZX, также WU, ZU, WX; YZ, также VW, YW, VZ.

Окружности, не лежащие параллельно главной плоскости, программируем с помощью функции "Наклонение плоскости обработки» (цикл 19, ПО – опция 1) или с помощью Q-параметров.

Для круговых движений инструмента без тангенциального перехода к другим элементам контура обрабатываемой заготовки направление вращения (направление круговой подачи) инструмента программируют с использованием адреса DR (рис. 3.6). Вращение инструмента по часовой стрелке программируют со знаком минус, то есть DR – . Вращение инструмента против часовой стрелки – со знаком плюс, то есть DR+.

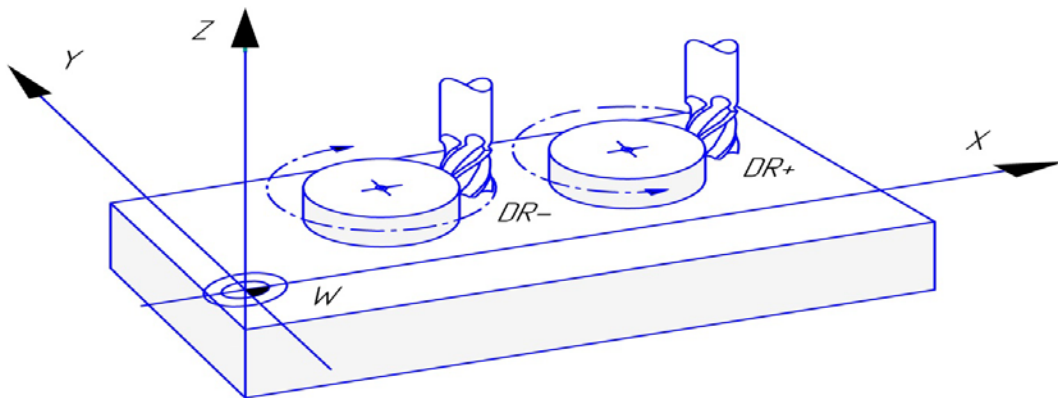


Рис. 3.6. Направления круговой подачи режущего инструмента

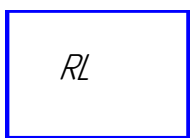
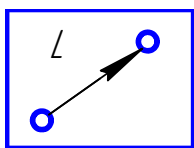
Коррекция радиуса. Коррекция радиуса должна задаваться в том кадре управляющей программы, в котором осуществляется подвод режущего инструмента к первому элементу контура. Коррекция радиуса не может начинаться в кадре с круговой траекторией, ее следует программировать раньше в кадре перемещения инструмента по прямой линии или в кадре подвода инструмента к заготовке (APPR – предложение).

Предварительное позиционирование. В начале программы обработки инструментом необходимо предварительно позиционировать так, чтобы исключить повреждение инструмента и заготовки. Позиционирование инструмента выполняют путем записи предложения программы с помощью клавиши функции траектории.

Используя клавиши функции траектории, открываем диалог с программным обеспечением открытым текстом. УЧПУ запрашивает

друг за другом все данные и включает предложение в программу обработки.

Пример. Программирование прямой.



Открываем диалог программирования. Например, мы хотим переместить инструмент по прямой линии, для этого нажимаем клавишу L. УЧПУ запрашивает - «КООРДИНАТЫ?»

Ввести координаты X и Y конечной точки прямой и нажать клавишу ENT.

УЧПУ запрашивает - «КОРРЕКЦИЯ РАДИУСА: RL/RR/БЕЗ КОРРЕКЦИИ?»

Для выбора коррекции радиуса нажимаем, например, клавишу Softkey RL, это означает, что инструмент перемещается слева от обрабатываемого контура заготовки. Далее УЧПУ запрашивает -

«ПОДАЧА F=? / F MAX = ENT». Ввести значение скорости подачи, например, 100 мм/мин и клавишей ENT подтвердить ввод.

При INCH-программировании (в дюймах) ввод числа 100 соответствует подаче величиной в 10 дюймов/мин.

Чтобы переместить инструмент на ускоренном ходу, следует нажать программируемую клавишу Softkey FMAX.

Переместить на быстром ходу режущий инструмент можно с автоматически рассчитанной УЧПУ подачей (таблица данных резания). Для этого надо нажать клавишу Softkey FAUTO.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ?

Ввести дополнительную функцию, например, M3 и окончить диалог с помощью клавиш ENT.




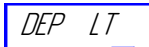





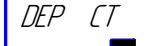
Пример. Строка в программе обработки: L X+10 Y+5 RL F100 M3,

где L – перемещение инструмента по прямой линии; X+10 Y+5 – координаты конечной точки рассматриваемой прямой; RL – коррекция инструмента слева; F100 – рабочая скорость подачи 100 мм/мин.; M3 – вспомогательная функция.

3.2. Подвод и отвод режущего инструмента от обрабатываемого контура заготовки

Обзор функции подвода и отвода контура

Функции APPR (английское слово approach в переводе на русский язык означает подъезд) и DEP (англ. departure - означает в переводе отъезд) активируются с помощью клавиши APPR/DEP. Затем с использованием программируемых клавишей Softkeys можно выбирать нижеследующие формы траектории.

Подвод	Отвод	Функция программируемой клавиши
		Прямая с тангенциальным примыканием к контуру
		Прямая, вертикальная к точке контура
		Круговая траектория с тангенциальным примыканием
		Круговая траектория с тангенциальным примыканием к контуру, подвод и отвод к вспомогательной точке вне контура на тангенциально примыкающем участке прямой

Подвод и отвод инструмента от винтовой линии. При подводе и отводе инструмента от винтовой линии (HELIX) инструмент перемещается по удлинению винтовой линии и примыкает таким образом по тангенциальной круговой траектории к контуру. Используют для этого функцию APPR CT или DEP CT.

Нижеследующие рекомендации следует соблюдать при подводе и отводе режущего инструмента.

► Позицию режущего инструмента в точке старта P_S (рис. 3.7) программируют непосредственно перед APPR - предложением. Точка стар-

та P_S находится вне обрабатываемого контура заготовки, а подвод инструмента осуществляется без коррекции радиуса R_0 .

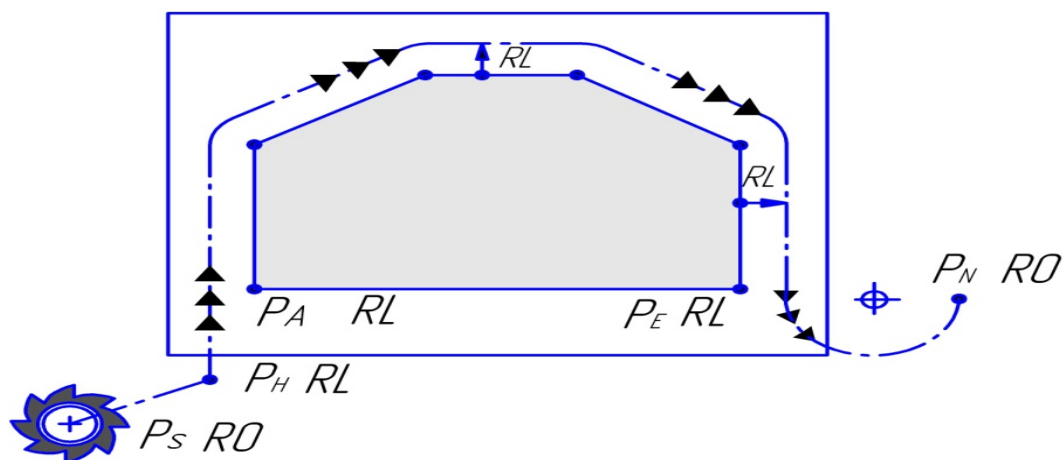


Рис. 3.7. Подвод и отвод инструмента при обработке контура заготовки

► Подвод режущего инструмента к контуру в случае некоторых форм траектории целесообразно осуществлять через вспомогательную точку P_H , координаты которой рассчитывает УЧПУ из данных в APPR и DEP-предложениях.

► Первую точку P_A контура следует программировать в APPR- предложении, последнюю точку P_N - с помощью любой функции траектории. Если APPR-предложение содержит, кроме координат X и Y , также координату Z , то УЧПУ перемещает сначала инструмент в плоскости обработки (в плоскости XY) и после этого - в точку P_H по оси инструмента на заданную координату Z (глубину).

► Конечная точка P_N лежит вне контура, а ее координаты определяются из данных в DEP-предложении. Если DEP-предложение содержит также координату Z , то УЧПУ перемещает инструмент сначала в плоскости обработки и затем по оси инструмента на заданную высоту. Краткое обозначение адресов и их смысловое содержание приведено в табл. 3.1. При перемещении режущего инструмента от фактической позиции к вспомогательной точке P_H УЧПУ не проверяет возможности появления повреждений программированного контура. Поэтому необходимо проверить отсутствие повреждения контура с помощью контрольной графики (тест).

Таблица 3.1

Адреса, используемые при подводе и отводе режущего инструмента

Краткое обозначение	Значение
APPR	англ. APPRoach = подвод
DEP	англ. DEParture = отвод
L	англ. Line = прямая
C	англ. Circle = круг, окружность
T	Тангенциально (касательный, плавный переход)
N	Нормаль (перпендикулярно)

С помощью функций APPR LT, APPR LN и APPR CT инструмент перемещают от актуальной позиции к вспомогательной точке P_H с последней запрограммированной подачей либо на холостом ходу. В случае использования функции APPR LCT инструмент перемещают в точку P_H с запрограммированной в строке APPR подачей.

Полярные координаты. Точки контура для следующих функций подвода/отвода можно программировать также через полярные координаты:

APPR LT превращается в APPR PLT.

APPR LN превращается в APPR PLN.

APPR CT превращается в APPR PCT.

APPR LCT превращается в APPR PLCT.

DEP LCT превращается в DEP PLCT.

Для этого следует нажать оранжевую клавишу после того, как была выбрана с помощью программируемой клавиши функция подвода или отвода инструмента. Коррекция радиуса режущего инструмента программируется вместе с первой точкой контура P_A в APPR-предложении. DEP-предложение снимает автоматически коррекцию радиуса! Подвод без коррекции радиуса инструмента (R_0) программируется в APPR-предложении. УЧПУ перемещает инструмент как инструмент с $R = 0$ и коррекцией радиуса RR . При использовании функций APPR/ DEP LN и APPR/DEP CT УЧПУ определяет направление, в котором инструмент подводится и отводится от обрабатываемого контура заготовки.

При подводе инструмента по прямой касательно к контуру (APPR L) УЧПУ перемещает инструмент по прямой линии от точки старта P_S к вспомогательной точке P_H , а затем к первой точке контура P_A тангенциально к прямой, которой очерчен обрабатываемый контур (рис. 3.8).

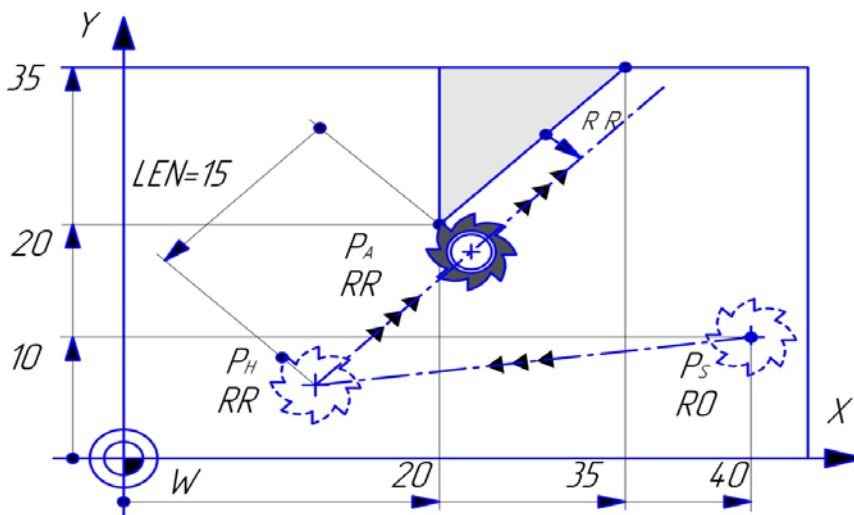


Рис. 3.8. Подвод режущего инструмента по касательной к контуру

Вспомогательная точка P_H лежит на расстоянии $LEN=15$ мм от первой точки контура P_A . Для подвода режущего инструмента по касательной к обрабатываемому контуру необходимо выполнить следующие действия:

- вызвать любую функцию траектории и подвести инструмент в точку старта P_S ,
- открыть диалог с помощью клавиш APPR/DEP и Softkey APPR LT,
- ввести координаты первой точки контура P_A ,
- указать расстояние LEN от вспомогательной точки P_H до первой точки контура P_A ,
- ввести коррекцию радиуса инструмента RR/RL для обработки контура.

Пример. В качестве примера приведем фрагмент программы, иллюстрирующей подвод режущего инструмента по касательной к заготовке (см. рис. 3.8), исключающий повреждение обрабатываемого контура или инструмента.

7. L X+40 Y+10 RO FMAX M3

Подвод инструмента в точку старта P_S без коррекции радиуса.

8. APPR LT X+20 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100 Подвод инструмента в первую точку P_A контура с вводом коррекции радиуса RR, указываем расстояние точки P_H от точки P_A : LEN=15.

9. L X+35 Y+35

Программируем координаты конечной точки первого элемента контура.

10. L ...

Переход к следующему элементу контура.

При подводе инструмента по прямой перпендикулярно к обрабатываемому контуру в первой его точке: APPR LN, УЧПУ перемещает инструмент по прямой линии от точки старта P_S к вспомогательной точке P_H , а затем - по прямой к первой точке P_A контура перпендикулярно обрабатываемой поверхности. Вспомогательная точка P_H отстоит от первой точки P_A контура на расстоянии 15 мм плюс радиус инструмента (рис. 3.9). Действия технолога-программиста при подводе инструмента перпендикулярно к обрабатываемому контуру такие же, как и при подводе инструмента касательно к контуру.

Пример подвода режущего инструмента перпендикулярно обрабатываемому контуру заготовки представлен ниже следующим фрагментом управляющей программы:

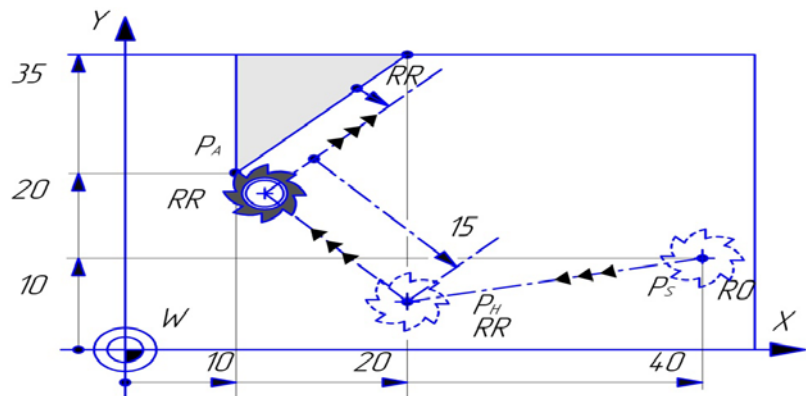


Рис. 3.9. Подвод инструмента перпендикулярно обрабатываемому контуру

7. L X+40 Y+10 RO FMAX M3

Подвод инструмента без коррекции радиуса в точку старта P_S .

8. APPR LN X+10 Y+20 Z-10
LEN15 RR F100

Подвод инструмента с коррекцией радиуса расстояние LEN=15 мм от точки P_H до P_A .

9. L X+20 Y+35

Конечная точка первого элемента контура.

10. L ...

Следующий элемент контура.

При подводе инструмента по круговой траектории касательно к контуру APPR СТ УЧПУ перемещает инструмент по прямой от точки старта P_S к вспомогательной точке P_H , затем инструмент перемещается по круговой траектории, переходящей тангенциально в элемент контура и, начиная от первой точки P_A , осуществляет обработку контура (рис. 3.10).

Круговая траектория от вспомогательной точки P_H к первой точке P_A контура установлена на основании радиуса R и развернутого угла $ССА$. Направление круговой траектории определяется исходя из расположения первого элемента контура.

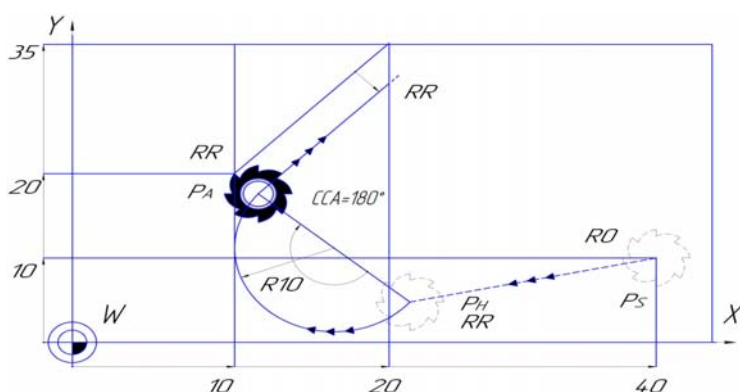


Рис. 3.10. Подвод инструмента с тангенциальным примыканием к контуру

Для выполнения подвода инструмента с касательным врезанием в обрабатываемый контур заготовки следует:

– выбрать любую функцию траектории, подвести инструмент в точку старта P_S . Открыть диалог с помощью клавиш

APPR/DEP и Softkey APPR СТ.

Указать координаты первой точки контура P_A ;

- указать радиус R круговой траектории;
- подвести инструмент к заготовке со стороны, определённой коррекцией радиуса;
- указать угол центра $ССА$ круговой траектории, $ССА$ ввести только с положительным значением. Максимальное значение величины $ССА$ не должно превышать 360° ;
- ввести коррекцию радиуса RR/RL для обработки контура.

Пример подвода инструмента по круговой траектории касательно к обрабатываемому контуру заготовки APPR СТ представлен следующим фрагментом управляющей программы:

7. L X+40 Y+10 RO FMAX M3

P_S - подвод без коррекции радиуса

8. APPR СТ X+10 Y+20 Z-10

P_A - с коррекцией радиуса RR , радиус $R=10$ мм.

ССА180R+10 RR F100

9. L X+20 Y+35

Конечная точка первого геометрического элемента обрабатываемого контура.

10. L ...

Следующий элемент контура.

При подводе инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (APPR LCT) УЧПУ перемещает инструмент по прямой от точки старта P_S к вспомогательной точке P_H . Оттуда перемещает его по круговой траектории к первой точке контура P_A (рис. 3.11). Запрограммированная в APPR-строке подача инструмента продолжает функционировать.

Круговая траектория прилегает тангенциально как к отрезку прямой $P_S - P_H$, так и к первому элементу контура, вследствие чего она однозначно определяется через радиус дуги окружности R .

Для выполнения подвода инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (APPR LCT) следует:

- выбрать любую функцию траектории, подвести инструмент в точку старта P_S . Открыть диалог с помощью клавиши APPR/DEP и Soft-key APPR CT.

Указать координаты первой точки контура P_A ;

- ввести радиус R круговой траектории с положительным знаком;
- ввести коррекцию радиуса RR/RL для обработки контура.

Пример подвода инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (APPR LCT) представлен следующим фрагментом управляющей программы:

7. L X+40 Y+10 RO FMAX M3

P_S - подвод без коррекции радиуса

8. APPR LCT X+10 Y+20 Z-10
R10 RR F100

P_A - с коррекцией радиуса RR, радиус $R=10$ мм

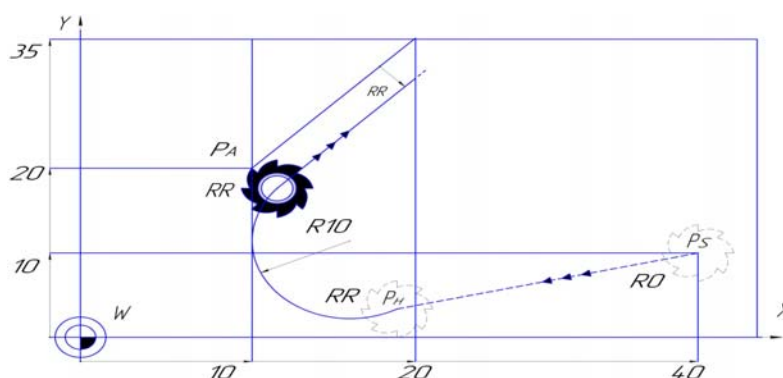


Рис. 3.11. Подвод инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (APPR LCT)

9. L X+20 Y+35

Конечная точка первого геометрического элемента контура

10. L ...

Следующий элемент контура.

При отводе инструмента от контура по прямой с тангенциальным примыканием (DEP LT) УЧПУ перемещает инструмент по прямой от последней точки контура P_E к конечной точке P_N (рис. 3.12). Прямая лежит на удлинении последнего элемента контура. Конечная точка P_N находится от последней точки контура P_E на расстоянии LEN.

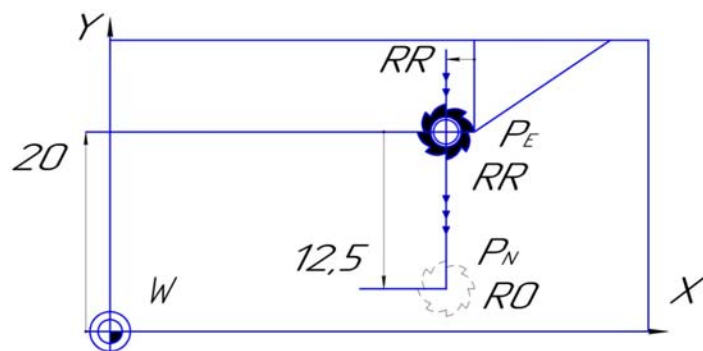


Рис. 3.12. Отвод инструмента от контура по прямой с тангенциальным примыканием (DEP LT)

Для выполнения отвода инструмента по прямой с тангенциальным примыканием (DEP LT) следует:

- запрограммировать конечную точку P_E последнего элемента контура и коррекцию радиуса;
- открыть диалог с помощью клавиши APPR/DEP

и Softkey DEP LT;

- ввести расстояние LEN конечной точки P_N от последней точки P_E контура.

Пример отвода инструмента от контура по прямой с тангенциальным примыканием (DEP LT) представлен следующим фрагментом управляющей программы:

23. L Y+20 RR F100 Последний элемент контура: точка P_E с коррекцией радиуса

24. DEP LT LEN12.5 Отвод на расстояние LEN=12,5 мм
F100

25. L Z+100 FMAX M2 Переместить на свободную координату Z, так называемый прыжок назад, конец программы.

При отводе по прямой, перпендикулярной к контуру (DEP LN), УЧПУ перемещает инструмент по прямой от последней точки контура P_E к конечной точке P_N (рис. 3.13). Прямая отвода проходит через последнюю точку P_E перпендикулярно контуру, точка P_N лежит от P_E на расстоянии LEN плюс радиус инструмента. Отвод режущего инст-

румента по прямой, перпендикулярной к контуру и проходящей через последнюю его точку (DEP LN), программируют в последовательности:

- программируют последний элемент контура с конечной точкой P_E и коррекцией радиуса;
- открывают диалог с помощью клавиш APPR/DEP и Softkey DEP LN;
- вводят расстояние LEN с положительным значением и координаты конечной точки P_N .

Пример отвода режущего инструмента по прямой, перпендикулярной к контуру и проходящей через последнюю его точку (DEP LN), представлен следующим фрагментом управляющей программы:

23. L Y+20 RR F100

24. DEP LT LEN12.5
F100

25. L Z+100 FMAX M2

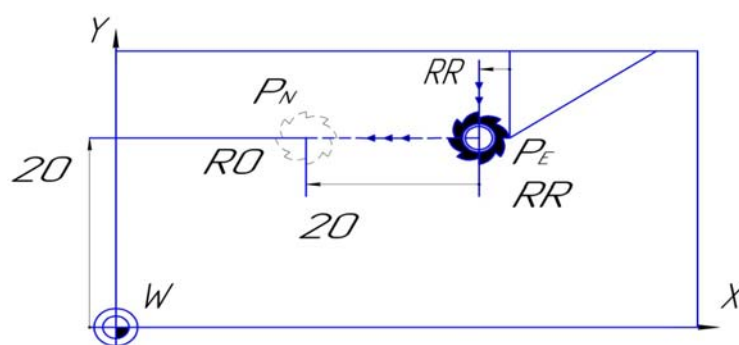


Рис. 3.13. Отвод режущего инструмента по прямой, перпендикулярной к контуру и проходящей через последнюю его точку (DEP LN)

Последний элемент контура: P_E с коррекцией радиуса.

Отвод от контура по перпендикуляру на расстояние $LEN=12,5$ мм.

Перемещение инструмента свободно по оси Z, прыжок назад, конец программы.

При отводе инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру (DEP CT) УЧПУ перемещает инструмент по круговой траектории от последней точки контура P_E к конечной точке P_N . Круговая траектория примыкает тангенциально к последнему элементу контура (рис. 3.14). Отвод режущего инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру (DEP CT) программируют в последовательности:

- программирование последнего элемента контура с конечной точкой P_E и коррекцией радиуса;
- открытие диалога с помощью клавиш APPR/DEP и Softkey DEP CT;

- задание численного значения угла ССА центра круговой траектории;
- задание радиуса R круговой траектории.

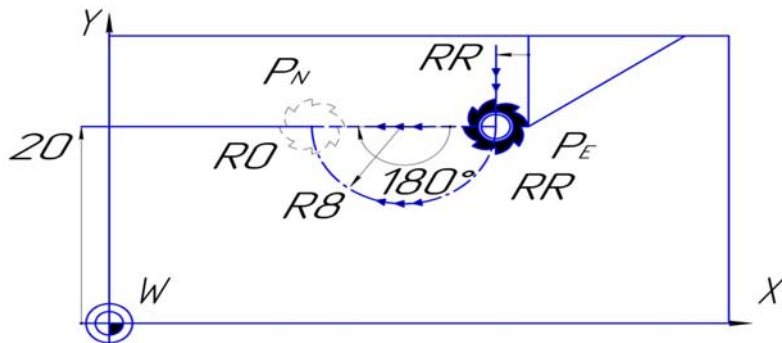


Рис. 3.14. Отвод инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру (DEP CT)

Инструмент должен выйти из контакта с заготовкой с той стороны, которая установлена коррекцией радиуса.

Пример отвода режущего инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру

(DEP CT) представлен следующим фрагментом управляющей программы:

23. L Y+20 RR F100

Последний элемент контура: P_E с коррекцией радиуса

24. DEP CT ССА 180 R+8 F100

Угол ССА=180°, радиус круговой траектории R=8 мм

25. L Z+100 FMAX M2

Инструмент переместить свободно по оси Z, прыжок назад, конец программы.

При отводе инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (DEP LCT) УЧПУ перемещает инструмент по круговой траектории от последней точки контура P_E к вспомогательной точке P_H . Оттуда он перемещается по прямой к конечной точке P_N (рис. 3.15). Последний элемент контура и отрезок прямой $P_H - P_N$ имеют тангенциальные переходы с круговой траекторией.

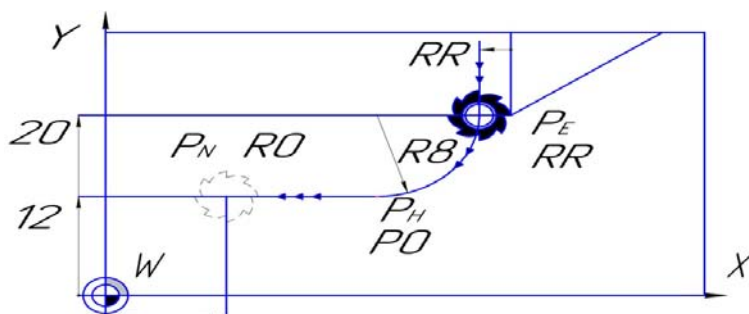


Рис. 3.15. Отвод инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (DEP LCT)

имеют тангенциальные переходы с круговой траекторией.

Таким образом, круговая траектория однозначно определена радиусом R окружности. Отвод режущего инст-

румента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (DEP LCT) программируют в последовательности:

- программируют конечную точку P_E последнего элемента контура с коррекцией радиуса;
- открывают диалог с помощью клавиш APPR/DEP и Softkey DEP LCT;
- вводят координаты конечной точки P_N ;
- вводят положительное значение радиуса R круговой траектории.

Пример отвода режущего инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (DEP LCT) представлен следующим фрагментом управляющей программы:

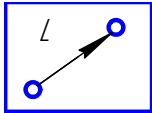
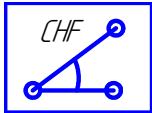
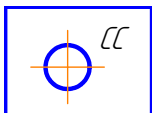
23. L Y+20 RR F100	Последний элемент контура: P_E с коррекцией радиуса
24. DEP LCT X+10 Y+12 R+8 F100	Координаты P_N , радиус круговой траектории $R=10$ мм
25. L Z+100 FMAX M2	Переместить инструмент свободно по оси Z (прыжок назад), конец программы.

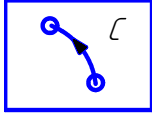
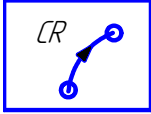
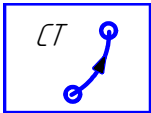
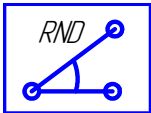
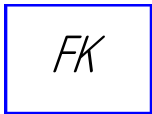
3.3. Движения по траектории - прямоугольные координаты

Обзор функций траектории в прямоугольных координатах приведен в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Перечень функций и программируемые клавиши

Функция	Клавиша траектории	Движение инструмента	Требуемые вводимые данные
Прямая L (англ.) : Line		Прямая	Координаты конечной точки прямой
Фаска CHF (англ.) :CH при Fer		Фаска между двумя прямыми	Длина фаски
Центр окружности CC (англ.) : Cirde Center		Без движения	Координаты центра окружности или полюса

Функция	Клавиша траектории	Движение инструмента	Требуемые вводимые данные
Дуга окружности C (англ.) : Cirde		Круговая траектория вокруг центра окружности CC к конечной точке дуги окружности	Координаты конечной точки окружности, направление вращения
Дуга окружности CR (англ.) : Cirde by Radius		Круговая траектория с определенным радиусом	Координаты конечной точки окружности, направление вращения
Дуга окружности CT (англ.) : Cirde Tangential		Круговая траектория с тангенциальным примыканием к предыдущему и последующему элементам контура	Координаты конечной точки окружности
Скругление углов RND (англ.) : RouNDing of Corner		Круговая траектория с тангенциальным примыканием к предыдущему и последующему элементам контура	Радиус угла R
Свободное программирование контура СК (нем.FK)		Прямая или круговая траектория с любым примыканием к предыдущему элементу контура	Смотри «Движение по траектории. Свободное программирование контура (СК)»

Прямая L. УЧПУ перемещает инструмент по прямой от своей актуальной позиции к последней точке прямой. Точка старта является конечной точкой предыдущего предложения. Координаты X, Y каждой последующей точки ломаной прямой в декартовой системе координат представлены на рис. 3.16. Программирование может осуществляться как в абсолютных значениях координат X, Y, так и инкрементальных координат. По оси X численные значения координат следует программировать в абсолютном виде, а по оси Y наиболее вы-

сокую точку обрабатываемого контура программируем в абсолютном выражении, а ординаты последующих точек – в инкрементальном.

Пример программирования контура в виде ломаной линии представлен следующим фрагментом управляющей программы:

- | | |
|---------------------------|--|
| 7. L X+10 Y+40 RL F200 M3 | Программирование координат наивысшей точки обрабатываемого контура (абсолютно) |
| 8. L X+20 IY-15 | Программирование координат средней точки обрабатываемого контура (по оси X – абсолютно, по оси Y - инкрементально) |
| 9. L X+80 IY-10 | Программирование координат нижней точки обрабатываемого контура (по оси X – абсолютно, по оси Y - инкрементально). |

Перенос фактической позиции (предложение прямой L-записи) можно генерировать также с помощью клавиши «ПРИЕМ ФАКТИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ». Для этого необходимо:

Переместить инструмент в режиме работы «Ручное управление» в требуемую позицию.

Переключить индикацию экрана на «Программу ввести в память/редактирование».

Выбрать предложение программы, за которым должно быть вставлено L-предложение.

Нажать клавишу «ПРИНЯТЬ ФАКТ-ПОЛОЖЕНИЕ», при этом УЧПУ составляет L-предложение с координатами фактической позиции режущего инструмента.

Количество осей, сохраняемых УЧПУ в L-записи, устанавливаем посредством MOD-функции. На углах контура, возникающего из пересечения двух прямых, можно выполнить фаску (рис. 3.17).

Для этого:

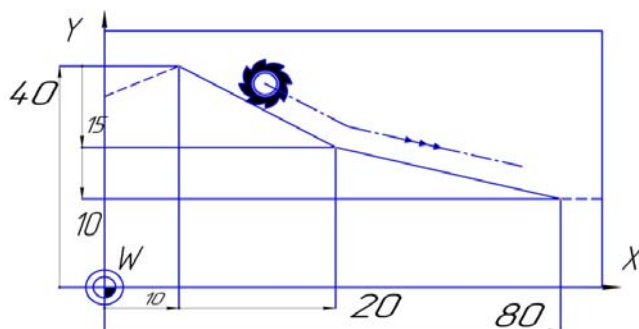


Рис. 3.16. Программирование точек обрабатываемого контура, очерченного ломаной линией

В предложениях прямых перед и после СНФ-предложения программируем обе координаты X и Y, расположенные в плоскости, на которой выполняется фаска.

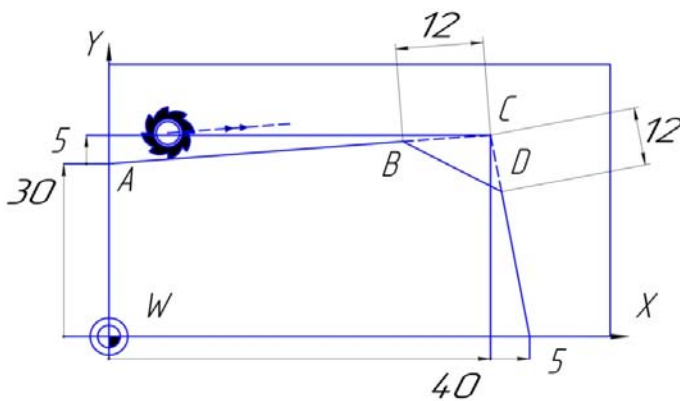


Рис. 3.17. Перенос фактической позиции режущего инструмента

Указываем длину участка фаски.

Подача F действует только в предложении СНФ.

Пример записи фрагмента управляющей программы:

- | | |
|--------------------------|--|
| 7. L X+0 Y+30 RL F300 M3 | Программирование координат точки A |
| 8. L X+40 Y+5 | Программирование координат точки C |
| 9. CHF 12 F250 | Программирование длины фаски |
| 10. L IX+5 Y+0 | Программирование последней точки контура |

Не рекомендуется начинать обработку контура ABDE с помощью СНФ-записи (рис. 3.18).

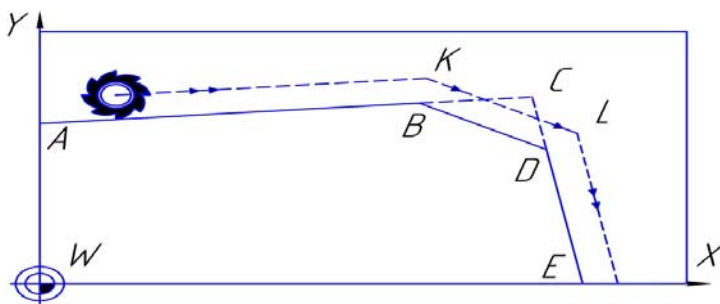


Рис. 3.18. Удаление угловой точки C при движении инструмента на участке KL

Фаска должна выполняться с помощью актуального инструмента.

Фаска должна выполняться с помощью актуального инструмента.

Фаска должна выполняться с помощью актуального инструмента.

СНФ-записи (рис. 3.18).

Фаска выполняется только в плоскости обработки.

Удаленная при обработке фаски угловая точка C не программируется,

так как фреза, двигаясь по эквидистанте на участке KL, срезает эту точку. За-

программированная в СНФ-

записи подача функционирует только в соответствии с этой записью.

записи подача функционирует только в соответствии с этой записью.

При закруглении углов контура используют функцию RND. Инструмент перемещается по круговой траектории, примыкающей тангенциально как к предыдущему, так и последующему элементу контура.

Окружность закругления должна выполняться с помощью вышесказанного режущего инструмента. Фреза перемещается по эквидистанте со скоростью рабочей подачи из точки А и, приближаясь к дуге окружности радиусом $R=5$ мм, срезает вершину В с координатами $X=40$, $Y=25$ (рис. 3.19). При прохождении дуги окружности радиусом 5 мм рабочая подача уменьшается, а после ее прохождения (после выполнения закругления радиусом 5 мм) рабочая подача становится прежней, равной подаче фрезы перед закруглением. Для выполнения закругления

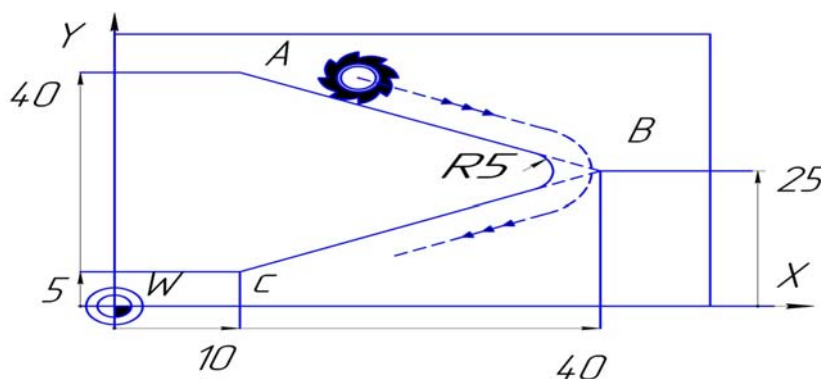


Рис. 3.19. Закругление углов обрабатываемого контура заготовки

необходимо запрограммировать, кроме координат опорных точек, также дугу окружности и, если требуется, численное значение уменьшенной рабочей подачи. Уменьшенная скорость рабочей подачи функционирует только в RND- предложении.

Пример фрагмента управляющей программы, позволяющей выполнить закругление контура, представлен ниже:

- | | |
|--------------------------|---|
| 5. LX+10 Y+40 RL F300 M3 | Перемещение инструмента по прямой в точку А со скоростью подачи 300 мм/мин. |
| 6. LX+40 Y+25 | Программирование координат точки В. |
| 7. RND R5 F100 | Закругление контура по окружности радиусом $R=5$ мм с уменьшенной скоростью подачи 100 мм/мин |
| 8. LX+10 Y+5 | Перемещение инструмента по прямой в точку С |

Предыдущий и последующий элементы контура содержат обе координаты в плоскости обработки, в которой производится скругление угла. Если контур обрабатывается без коррекции радиуса инструмента, то следует программировать обе координаты в плоскости обработки. Угловая точка В срезается, вследствие чего ось фрезы через эту точку не проходит.

Программированная в RND-записи подача действует только в этой RND-записи. Потом действует ранее запрограммированная перед RND-записью скорость рабочей подачи. RND-запись можно использовать также для мягкого подвода к контуру, если не применяются APPR - функции.

Центр окружности CC определяют для круговых траекторий движения режущего инструмента, программируемых с помощью оси C (круговая траектория C). Для этого следует ввести прямоугольные координаты центра окружности или перенести программируемую позицию последнего с помощью клавиши «ПРИЕМ ФАКТИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ».

Пример:

9. $CC X+25 Y+25$

или

10. $L X+25 Y+25$

11. CC

Центр окружности остаётся установленным до тех пор, пока мы не запрограммируем новый центр окружности. Можно назначать центр окружности также для вспомогательных осей U , V и W . В этом случае координаты центра окружности CC следует ввести инкрементально. Инкрементально введенная координата для центра окружности всегда относится к запрограммированной в последнюю очередь позиции инструмента. С помощью CC обозначаем положение центра окружности, но режущий инструмент не перемещается на эту позицию. Центр окружности является одновременно полюсом для полярных координат.

На многооперационных станках с ЧПУ обрабатывают сложные контуры с использованием оси C , когда заготовке сообщается круговая подача относительно оси Z , а инструмент, не изменяя своих координат по осям X и Y , вращается со скоростью резания. В обратимом движении полагаем, что заготовка неподвижна, а режущий инструмент поворачивается вокруг центра окружности CC , одновременно вращаясь со скоростью резания. Для выполнения обработки контура с использованием оси C необходимо определить центр окружности CC еще до программирования круговой траектории C . Программированная в последнюю очередь позиция инструмента перед C -предложением представляется точкой старта S круговой траектории (рис. 3.20, *a*). По-

сле позиционирования режущего инструмента в точке старта происходит движение инструмента по дуге окружности радиусом R до конечной точки E контура. Поэтому необходимо запрограммировать перемещение инструмента в точку старта круговой траектории, координаты X_{CC} и Y_{CC} центра CC окружности (рис. 3.20, б), координаты конечной точки дуги окружности, а также направление вращения DR инструмента. Если требуется уменьшить скорость подачи, то это следует программировать адресом F и числом, которое меньше по абсолютному значению величины подачи, с которой инструмент перемещался на предшествующем геометрическом элементе контура. Следует также запрограммировать вспомогательную функцию M .

Пример фрагмента программы, с применением которой можно обработать заготовку с использованием круговой траектории C инструмента, приведен ниже:

- | | |
|----------------------------------|---|
| 5. $CC\ X+25\ Y+25$ | Программирование координат центра CC окружности (см. рис. 3.20, б) |
| 6. $L\ X+45\ Y+25\ RR\ F200\ M3$ | Программирование позиции режущего инструмента в точке старта |
| 7. $C\ X+45\ Y+25\ DR+$ | Программирование поворота инструмента против часовой стрелки относительно оси C . |

При обработке контура в виде круга программируем для конечной точки E те же самые координаты, что и для точки старта S . Начальная и конечная точки движения по окружности должны лежать на круговой траектории.

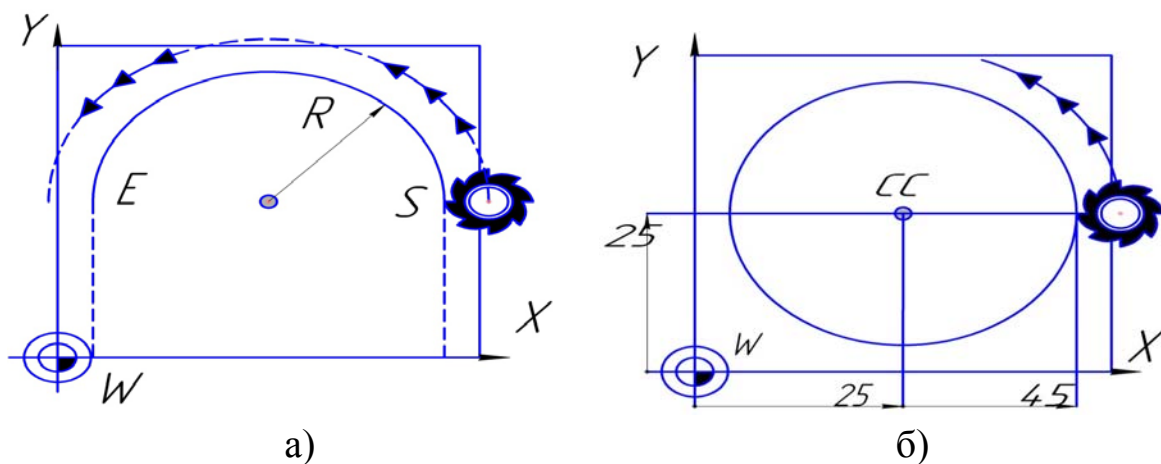


Рис. 3.20. Обработка контура с использованием круговой траектории C инструмента в виде: а – полуокружности, б – полной окружности

При круговой траектории CR с определенным радиусом R программируют координаты конечной точки дуги окружности, радиус R и направление вращения DR. Знак числа при адресе R определяет величину дуги окружности, а знак числа при адресе DR – вогнутый или выпуклый контур. Если требуется, то программируются дополнительная функция M и подача F.

Для обработки круга программируем два CR-предложения друг за другом:

- конечную точку E_1 полуокруга, которая является точкой старта S_1 второго полуокруга (рис. 3.21, а). Конечную точку E_2 второго полуокруга, которая является точкой старта S_1 первого полуокруга;

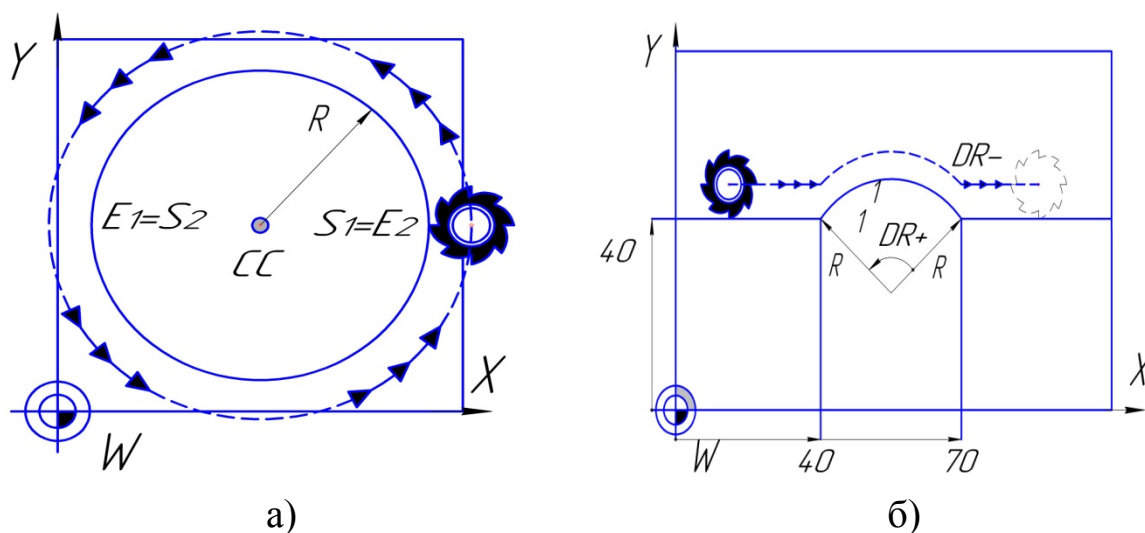


Рис. 3.21. Круговая траектория инструмента в виде двух CR-предложений: а – центрального угла; б – дуги радиусом R

- центральный угол CCA и радиус дуги окружности R;
- точку старта и конечную точку на контуре можно соединять с помощью четырёх разных дуг окружности с тем же самым радиусом;
- у дуг окружности меньше 180° ($CCA < 180^\circ$) радиус имеет положительный знак числа $R > 0$;
- у дуг окружности больше 180° ($CCA > 180^\circ$) радиус имеет отрицательный знак числа $R < 0$.

По направлению вращения инструмента определяем, как изгибается дуга окружности, вверх (дуга выпуклая) или внутрь (дуга вогнутая).

тая). Для выпуклой дуги направление вращения программируем в виде DR- с коррекцией радиуса RL (рис. 3.21, б). Для вогнутой дуги направление вращения программируем в виде DR+ с коррекцией радиуса RR.

Пример обработки контура круговой траекторией CR с определенным радиусом R приведен ниже:

- | | |
|----------------------------------|--|
| 10. L X+40 Y+40 RL F200 M3 | Программирование крайней левой точки дуги 1 (см. рис. 3.21, б) |
| 11. CR X+70 Y+40 R+20 DR-
или | Дуга 1 большей протяженности |
| 12. CR X+70 Y+40 R+20 DR+
или | Дуга меньшей протяженности |
| 13. CR X+70 Y+40 R-20 DR-
или | Дуга 3 (рис. 3.22) |
| 14. CR X+70 Y+40 R-20 DR+ | Дуга 4. |

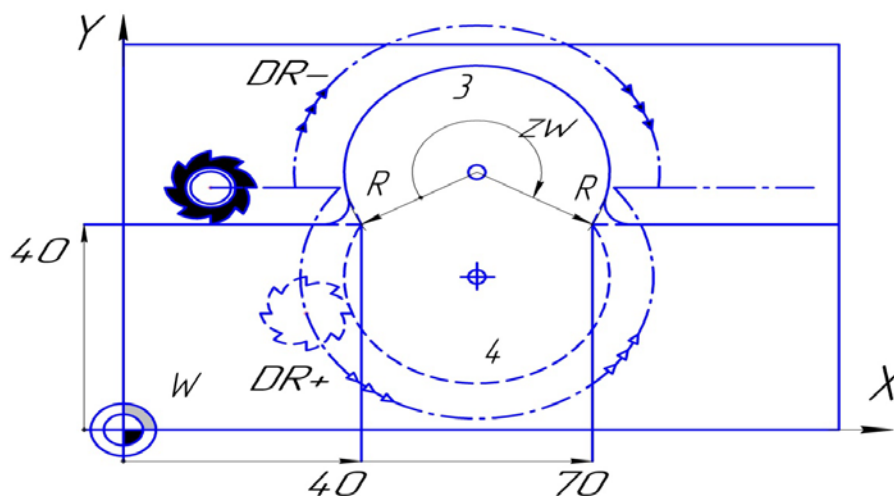


Рис. 3.22. Схема обработки контура с использованием круговой траектории CR

Расстояние начальной точки от конечной точки диаметра окружности не может превышать диаметра окружности. Максимальный радиус составляет 99,9999 м.

При использовании круговой траектории СТ с тангенциальным примыканием инструмент перемещается по дуге окружности, касательной к последнему запрограммированному элементу контура. Переход является тангенциальным, если в точке пересечения элементов

контура не возникает точки изгиба или угловой точки, то есть смежные элементы контура переходят друг в друга плавно.

Элемент контура, к которому прилегает тангенциально дуга окружности, программируется непосредственно перед СТ-предложением. Для этого требуются как минимум координаты конечной точки дуги окружности и, если требуется, то и подача F , а также дополнительная функция M .

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей круговую траекторию СТ с тангенциальным примыканием (рис. 3.23):

7. L X+0 Y+25 RL F300 M3

8. L X+25 Y+30

9. СТ X+45 Y+20

10. L Y+0

СТ – запись и запрограммированный ранее элемент контура должны содержать координаты X , Y в плоскости, в которой выполняется дуга окружности.

Пример фрагмента управляющей программы для обработки прямоугольного контура с фасками (рис. 3.24):

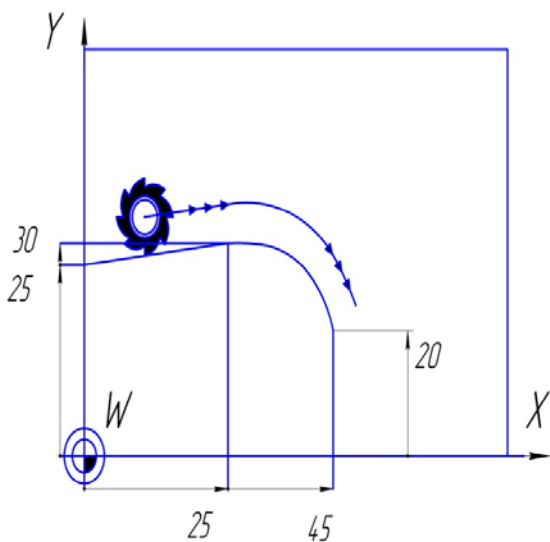


Рис. 3.23. Круговая траектория СТ с тангенциальным примыканием

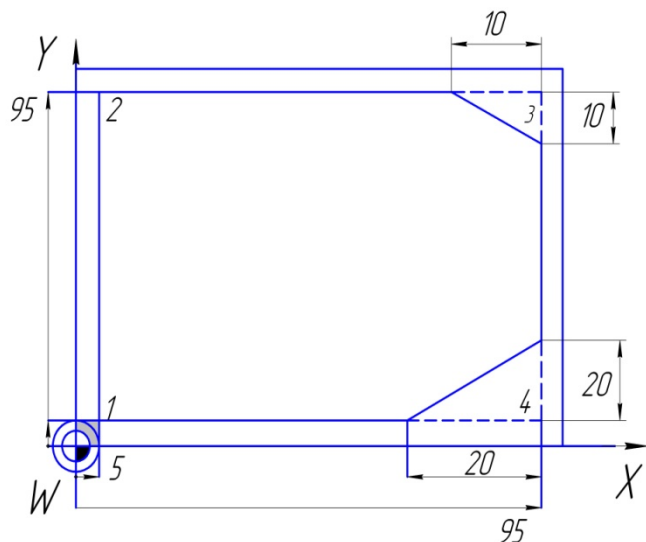


Рис. 3.24. Прямоугольный контур с фасками

0. BEGIN PGM LINEAR MM

1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0
Z-20

Дефиниция заготовки для графического моделирования обработки

2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3. TOOL DEF 1 L+0 R+10	Дефиниция инструмента в программе
4. TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента с осью шпинделя и частотой вращения
5. L Z+250 R0 FMAX	Свободное перемещение инструмента по оси шпинделя на ускоренном ходу
6. L X-10 Y-10 R0 FMAX	Предпозиционирование инструмента
7. L Z-5 R0 F1000 M3	Перемещение на глубину обработки с подачей $F = 1000$ мм/мин.
8. APPR LT X+5 LEN10 RL F300	Подход инструмента к точке 1 по прямой с тангенциальным примыканием
9. L Y+95	подход инструмента к точке 2
10. L X+95	Точка 3: первая прямая для угла 3
11. CHF 10	Программировать фаску длиной 10 мм
12. L Y+5	Точка 4: вторая прямая для угла 3, первая прямая для угла 4
13. CHF 20	Программировать фаску длиной 20 мм
14. L X+5	Подход к последней точке 1 контура, вторая прямая для угла 4
15. DEP LT LEN10 F1000	Отвод от контура по прямой с тангенциальным примыканием
16. L Z+250 R0 FMAX M2	Свободный ход инструмента, конец программы
17. END PGM LINEAR MM.	

Пример фрагмента управляющей программы для обработки окружных участков в декартовой системе координат (рис. 3.25):

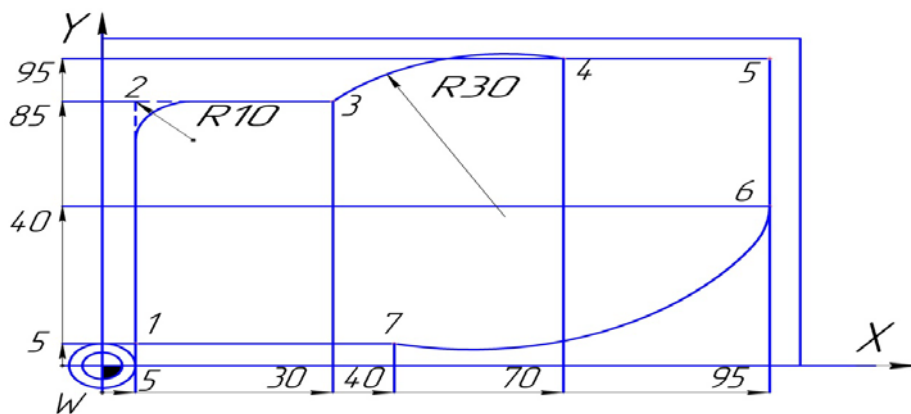


Рис. 3.25. Контур детали с окружными участками

- | | |
|---------------------------------|--|
| 0. BEGIN PGM CIRCULAR MM | |
| 1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | Дефиниция заготовки для графического моделирования |
| 2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 3. TOOL DEF 1 L+0 R+10 | Дефиниция инструмента в программе |
| 4. TOOL CALL 1 Z X4000 | Вызов инструмента с осью шпинделя и частотой вращения шпинделя. |
| 5. L Z+250 R0 FMAX | Свободное перемещение инструмента по оси шпинделя на ускоренном ходе FMAX |
| 6. L X-10 Y-10 R0 FMAX | Предварительное позиционирование инструмента |
| 7. L Z-5 R0 F1000 M3 | Перемещение на глубину обработки с подачей $F = 1000$ мм/мин |
| 8. APPR LCT X+5 Y+5 R5 RL F300 | Подход контура в точке 1 по круговой траектории с тангенциальным примыканием |
| 9. L X+5 Y+85 | Точка 2: первая прямая для угла 2 |
| 10. RND R10 F150 | Включить радиус с $R = 10$ мм, подача 150 мм/мин |
| 11. L X+30 Y+85 | Подход к точке 3: точка старта окружности с CR |

12. CR X+70 Y+95 R+30 DR-

Подход к точке 4: конечная точка окружности с CR, радиус 30 мм

13. LX+95

Подход к точке 5

14. LX+95Y+40

Подход к точке 6

15. CT X+40 Y+5

Подход к точке 7: конечная точка окружности, дуга окружности с тангенциальным примыканием к точке 6, УЧП рассчитывает радиус самостоятельно

16. L X+5

Подход к последней точке 1 контура

17. DEP LCT X-20 Y-20 R5 F1000

Отвод от контура по круговой траектории с тангенциальным примыканием

18. L Z+250 RO FMAX M2

Свободный ход инструмента, конец программы

19. END PGM CIRCULAR MM.

Пример фрагмента управляющей программы для обработки круга в декартовой системе координат (рис. 3.26):

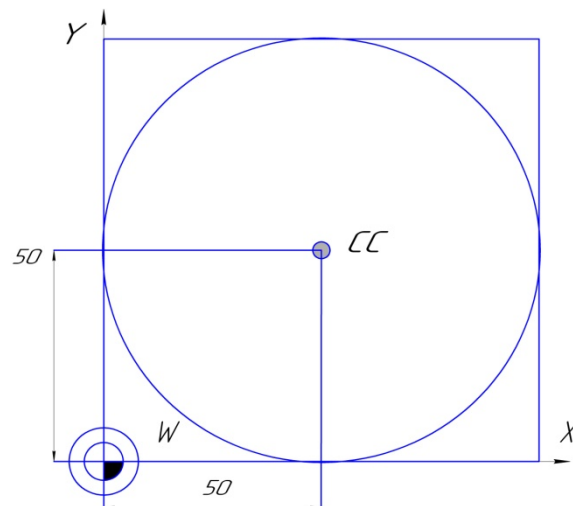


Рис. 3.26. Схема круга в декартовой системе координат

0. BEGIN PGM C-CC MM

1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 Дефиниция заготовки

2. BLK FORM 2,0 X+100 Y+100
Z+0

3. TOOL DEF 1 L+0 R+12,5	Определение инструмента
4. TOOL CALL 1 Z S3150	Вызов инструмента
5. CC X+50 Y+50	Определение центра окружности
6. L Z+250 R0 FMAX	Свободный ход инструмента
7. L X-40 Y+50 R0 FMAX	Предпозиционирование инструмента
8. L Z-5 R0 F1000 M3	Перемещение на глубину обработки
9. APPR LCT X+0 Y+50 R5 RL F300	Подход инструмента к начальной точке круга по круговой траекто- рии с тангенциальным примыканием
10. C X+0 DR-	Подход инструмента к конечной точ- ке окружности (начальная точка окружности)
11. DEP LCT X-40 Y+50 R5 F1000	Отвод от контура по круговой тра- ектории с тангенциальным при- мыканием
12. L Z+250 R0 FMAX M2	Свободный ход инструмента, конец программы
13. END PGM C- CC MM.	

3.4. Движение инструмента по траектории в полярных координатах

С помощью полярных координат устанавливают позицию через угол PA и радиус PR по отношению к выбранному полюсу CC. Полярные координаты применяют преимущественно в случае определения позиций на дугах окружности и чертежей заготовок с угловыми размерами, например, при расположении отверстий по окружности. Функции, оперирующие полярными координатами, приведены в табл. 3.3.

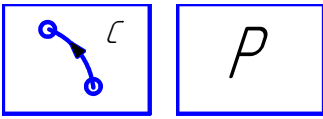
Полюс CC можно назначить в любом месте программы обработки для определения позиций режущего инструмента с помощью полярных координат. При назначении полюса следует поступать так же, как и при программировании центра окружности CC.

Полюс CC программируют только с помощью прямоугольных координат X_{cc} и Y_{cc} (рис. 3.27). Полюс CC действителен до тех пор, пока неопределим новый полюс CC. Инструмент перемещается по прямой LP от своей актуальной позиции к конечной точке прямой. Точка старта A (рис. 3.28) является конечной точкой предыдущей позиции.

Угол PA вводится как угол конечной точки прямой между -360° и $+360^\circ$. Знак числа PA установлен базовой осью угла: угол между базовой осью и радиусом PR , отсчитываемый против часовой стрелки, программируется со знаком плюс, то есть $PA > 0$; угол между базовой осью и радиусом PR , отсчитываемый по часовой стрелке, – со знаком минус, то есть $PA < 0$.

Таблица 3.3

Обзор функции траектории с полярными координатами

Функция	Функциональная клавиша траектории	Движение инструмента	Требуемые вводимые данные
Прямая LP		Прямая	Полярный радиус, полярный угол конечной точки прямой
Дуга окружности CP		Круговая траектория вокруг центра окружности/полюс CC к конечной точке дуги окружности	Полярный угол конечной точки окружности, направление вращения
Дуга окружности CTP		Круговая траектория с тангенциальным примыканием к предыдущему элементу контура	Полярный радиус, полярный угол конечной точки окружности
Винтовая линия (Helix)		Суперпозиция круговой траектории с прямой	Полярный радиус, полярный угол конечной точки окружности, координата конечной точки на оси инструментов

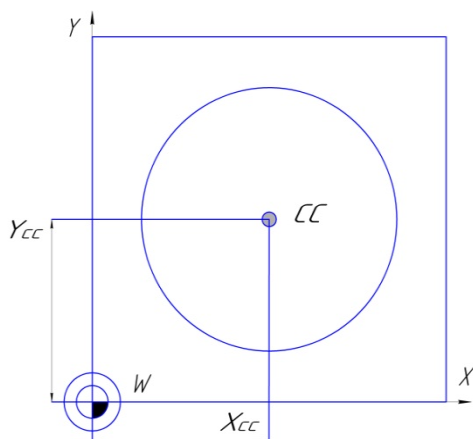


Рис. 3.27. Координаты полюса в декартовой системе

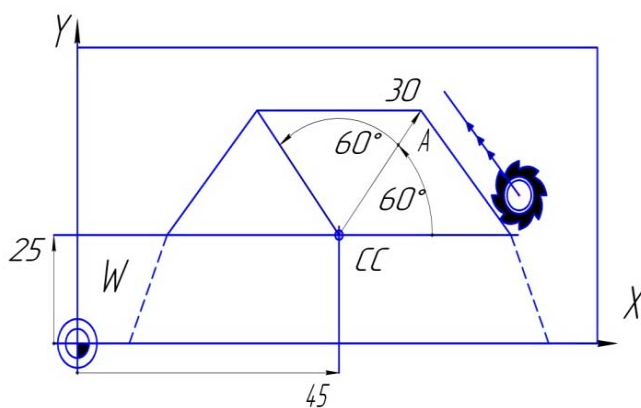


Рис. 3.28. Движение инструмента по эквидистанте в полярных координатах

Пример программирования движения режущего инструмента в полярных координатах приведен ниже и относится к рис. 3.28.

12. CC X+45 Y+25
13. LP PR+30 PA+0 RR F300 M3
14. LP PA+60
15. LP I PA+60
16. LP PA+180.

При круговой траектории CP режущего инструмента вокруг полюса CC полярный радиус PR является одновременно радиусом дуги окружности (рис. 3.29). Программированная в последнюю очередь позиция инструмента перед CP-предложением является точкой старта круговой траектории.

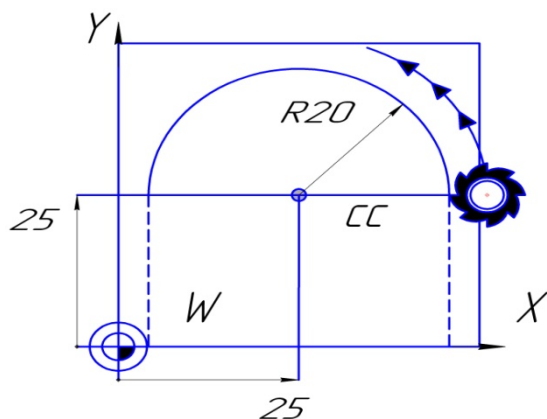


Рис. 3.29. Круговая траектория CP инструмента вокруг полюса CC

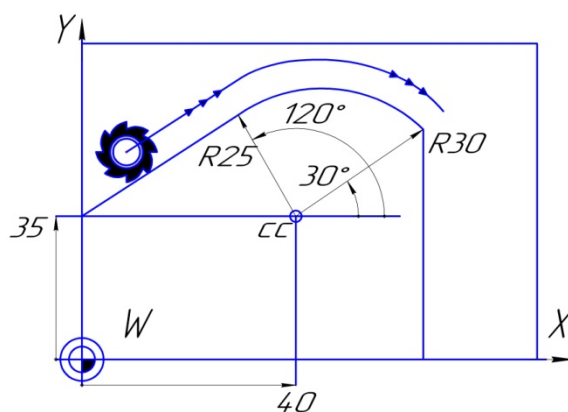


Рис. 3.30. Контур, обрабатываемый с использованием круговой траектории CTP с тангенциальным примыканием

Пример программирования обработки контура с использованием траектории CP режущего инструмента вокруг полюса CC (рис. 3.29) представлен ниже:

18. CC X+25 Y+25

19. LP PR+20 PA+0 RR F250 M3

20. CP PA+180 DR+.

В случае инкрементальных координат вводится тот же самый знак числа для направления поворота DR полярного угла PA. Круговая траектория CTP с тангенциальным примыканием (рис. 3.30). Инструмент перемещается по круговой траектории, примыкающей тангенциально к предыдущему элементу контура.

► Полярная координата - радиус PR - расстояние от конечной точки круговой траектории до полюса CC.

► Полярная координата - угол PA - угловое положение конечной точки круговой траектории.

Пример программирования приведен ниже:

12. CC X+40 Y+35

13. L X+0 Y+35 RL F250 M3

14. LP PR+25 PA+120

15. CTP PR+30 PA+30.

Полюс CC не является центром окружности контура.

Винтовая линия (Helix). Винтовая линия возникает из суперпозиции кругового движения и пробегающего вертикально к нему движения прямой. Круговую траекторию программируют на главной плоскости.

Движения по траектории винтовой линии можно программировать только в полярных координатах. Движение по винтовой линии используется при обработке внутренней и наружной резьбы большого диаметра, а также смазочных винтовых канавок.

Для программирования обработки винтовой линии требуются инкрементальные данные общего угла, под которым инструмент перемещается по винтовой линии, и общей высоты винтовой линии.

При фрезеровании резьбы снизу вверх необходимо рассчитать:

число витков, n

– витки резьбы плюс переполнение витков в начале и конце резьбы;

общую высоту, h – шаг резьбы P умножаем на число витков n ;
 инкрементальный – $n \cdot 360^\circ$ плюс угол начала резьбы плюс
 общий угол IPA угол переполнения витков;
 начальную координату Z – шаг резьбы $P \times$ (число витков плюс переполнение резьбы в ее начале).

Форма винтовой линии. В табл. 3.4 указано соотношение рабочего направления, направления вращения и коррекции радиуса инструмента для определённых форм траектории. Для программирования обработки винтовой линии вводим направление вращения DR и инкрементальный общий угол IPA с соответствующим знаком числа, в противном случае инструмент может перемещаться по неправильной траектории.

Для общего угла IPA можно вводить значение в пределах от -5400° до $+5400^\circ$. Если резьба имеет больше 15 витков, то программировать обработку такой винтовой линии следует путем повторения первой части составленной программы. Полярная координата - угол: программируем инкрементальным вводом общего угла, под которым инструмент перемещается по винтовой линии.

Таблица 3.4

Данные для обработки внутренней и наружной резьбы

Внутренняя резьба	Направление обработки	Направление вращения	Коррекция радиуса
Правая	Z+	DR+	RL
Левая	Z+	DR-	RR
Правая	Z-	DR-	RR
Левая	Z-	DR+	RL
	Наружная (внешняя) резьба		
Правая	Z+	DR+	RR
Левая	Z+	DR-	RL
Правая	Z-	DR-	RL
Левая	Z-	DR+	RR

После ввода угла выбираем ось инструмента с помощью клавиши выбора оси. Координату для высоты винтовой линии вводим инкре-

ментально. Направление вращения DR: для винтовой линии по часовой стрелке вводим DR- , а винтовой линии против часовой стрелки - DR+.

Пример. Составим фрагмент управляющей программы для обработки резьбы М6 х 1 мм с 5 витками резьбы.

12. CC X+40 Y+25

13. L Z+0 F100 M3

14. LP PR+3 PA+270 RL F50

15. CP IPA-1800 IZ+5 DR- .

Движение режущего инструмента по прямой в полярной системе координат используют для обработки многогранников, например под ключ (рис. 3.31).

Пример программирования обработки с использованием движения режущего инструмента по прямой в полярной системе координат приведен ниже.

0. BEGIN PGM LINEARPO MM

1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 Дефиниция заготовки

2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0

3. TOOL DEF 1 L+0 R+7,5

Определение инструмента

4. TOOL CALL 1 Z S4000

Вызов инструмента

5. CC X+50 Y+50

Определение опорной точки для полярных координат

6. L Z+250 R0 FMAX

Свободный ход инструмента

7. LP PR+60 PA+180 R0 FMAX

Предварительное позиционирование инструмента

8. L Z-5 R0 F1000 M3

Перемещение на глубину обработки

9. APPR PLCT PR+45 PA+180 R5 RL F250

Перемещение инструмента в точку 1 по окружности с тангенциальным примыканием

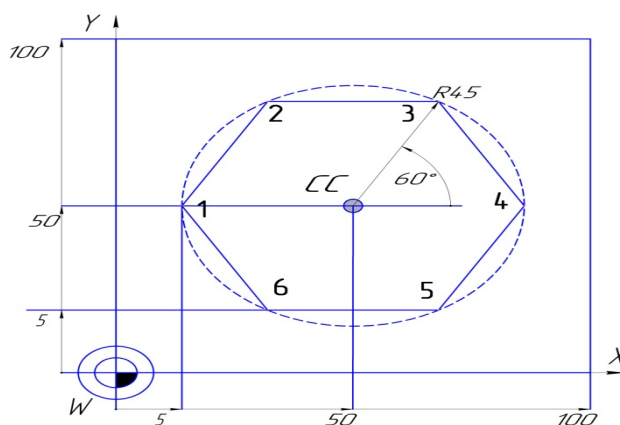


Рис. 3.31. Схема для программирования обработки шестигранника

10. LP PA+120	Перемещение в точку 2
11. LP PA+60	Перемещение в точку 3
12. LP PA+0	Перемещение в точку 4
13. LP PA-60	Перемещение в точку 5
14. LP PA-120	Перемещение в точку 6
15. LP PA+180	Перемещение в точку 1
16. DEP PLCT PR+60 PA+180 R5 F1000	Отвод от контура по окружности с тангенциальным примыканием
17. L Z+250 R0 FMAX M2	Свободный ход инструмента, ко- нец программы.
18. END PGM LINEARPO MM	

3.5. Свободное программирование контура (СК) при движении инструмента по траектории

Чертежи заготовок, не содержащие требуемых СЧПУ размеров, часто имеют данные о координатах, которые невозможно ввести через клавиши диалога. Так могут, например, известные координаты лежать на элементе контура или вблизи от него, при этом координаты могут относиться к другому элементу контура и др.

Такие данные программируют непосредственно с помощью свободного программирования контура. УЧПУ рассчитывает контур на основании известных данных и поддерживает диалог программирования с помощью интерактивной СК-графики.

Необходимо учитывать следующие условия для СК-программирования. Элементы контура можно программировать с помощью свободного программирования контура только в плоскости обработки. Плоскость обработки устанавливают в первом BLK-FORM-предложении программы обработки.

Следует вводить для каждого элемента контура все имеющиеся в распоряжении данные, также данные в тех предложениях, которые не изменяются: незапрограммированные данные считаются УЧПУ неизвестными!

Q-параметры допускаются во всех СК-элементах, кроме элементов с относительными базами (например, RX или RAN).

Если в одной программе смешиваются обычное и свободное программирование контура, то каждый фрагмент СК должен быть одно-

значно определённым. УЧПУ требует жёстко установленной точки, на основании которой проводятся расчёты. Непосредственно перед фрагментом СК программируйте с помощью серых клавиш позицию, содержащую обе координаты в плоскости обработки. В этом предложении не программируйте Q-параметры. Если первое предложение в СК-фрагменте является FCT- или FLT-записью, то необходимо до этого как минимум два ЧУ-предложения запрограммировать через серые диалоговые клавиши, чтобы однозначно установить направление подвода. Фрагмент СК не может начинаться прямо после метки LBL.

Графика СК-программирования. Для использования графики при СК-программировании, следует выбрать распределение экрана ПРОГРАММА + ГРАФИКА. Неполные данные о координатах не позволяют иногда однозначно определить контур заготовки. В этом случае УЧПУ показывает разные решения в окне СК-графики, и программисту следует выбрать подходящее решение. СК-графика изображает контур заготовки разноцветно:

белый - элемент контура однозначно определён;

зелёный - введённые данные допускают несколько решений.

Правильно следует выбирать красный цвет. Введённые данные не определяют ещё в достаточной мере контура, следует ввести больше данных. Если данные ведут к нескольким решениям и контур изображается зелёным цветом, то выбирают правильный контур следующим образом:

*POKASHI
RESCHENIE*

► следует так часто нажимать клавишу Softkey «ПОКАЖИ РЕШЕНИЕ», пока элемент контура не появится в правильном виде. Рекомендуется использовать функцию приближения (2-я линейка программируемых клавиш), если возможные решения неразличимы в стандартном изображении;

*WYBOR
RESCHENIE*

► с помощью Softkey «ВЫБОР РЕШЕНИЯ» определить соответствие указанного элемента контура чертежа.

Если мы не хотим повторно назначать зелёным цветом изображённый контур, то нажимаем Softkey «ОКОНЧИТЬ ВЫБОР», чтобы продолжить СК-диалог с СЧПУ. Необходимо по возможности как можно

раньше установить элементы контура, изображённые зелёным цветом, используя для этого клавишу «ВЫБОР РЕШЕНИЯ». Это позволит ограничить многозначность для последующих элементов контура. Производитель конкретного станка может установить другие краски для изображения СК-графики.

Если нажать клавишу СК, то УЧПУ показывает Softkeys, с помощью которых открывается СК-диалог (табл. 3.5). Для сброса Softkeys нажмите снова клавишу FK (в переводе FK с немецкого на русский означает СК). Если открыть СК-диалог с помощью одной из этих Softkeys, то УЧПУ покажет другие линейки с Softkey для ввода известных координат или данных направления и данных о прохождении контура. Свободное программирование прямой без тангенциального примыкания:


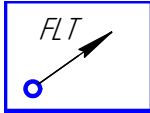
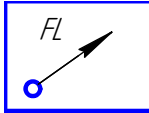
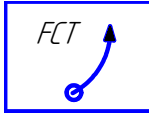
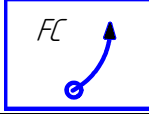

-  ► указать Softkeys для свободного программирования контура: нажать клавишу FK;
- открыть диалог для свободной прямой: нажать Softkey FL, УЧПУ указывает другие Softkeys;
- ввести через эти Softkeys все известные данные. СК-графика указывает программированный контур красным цветом, пока хватает данных. Несколько решений СК-графики изображает зелёным цветом.

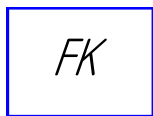
Таблица 3.5

Программируемые клавиши СК-элементов

СК-элемент	Программируемая клавиша (Softkey)
Прямая без тангенциального примыкания	 
Дуга окружности с тангенциальным примыканием	
Дуга окружности без тангенциального примыкания	
Полюс для СК-программирования	

Свободное программирование прямой с тангенциальным примыканием.

Если прямая примыкает к другому элементу контура тангенциально, откройте диалог клавишей Softkey FLT:

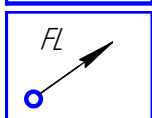


- ▶ указать Softkeys для свободного программирования контура: нажать клавишу FK;
- ▶ открыть диалог, для этого следует нажать Softkey FLT;
- ▶ ввести через Softkeys все известные данные.

Свободное программирование круговой траектории без тангенциального примыкания:



- ▶ указать Softkeys для свободного программирования контура: нажать клавишу FK;



- ▶ открыть диалог: нажать Softkey FC, УЧПУ показывает Softkeys для непосредственного ввода данных для круговой траектории или данных о центре окружности;

▶ ввести с использованием указанных клавиш Softkeys все известные данные. СК-графика показывает запрограммированный контур красным цветом, пока хватает данных. Несколько решений графика изображает зелёным цветом.

Ввод элементов контура. Для обработки элементов контура вводят в управляющую программу координаты их конечных точек. Для этого используют программируемые клавиши Softkeys, представленные в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Программируемые клавиши для ввода координат конечных точек

Известные данные	Программируемые клавиши Softkeys	
Прямоугольные координаты X и Y		
Полярные координаты относительно FPOL		

Пример ввода данных элементов контура, приведенного на рис. 3.32, представлен в виде следующего фрагмента управляющей программы.

7. FPOL X+20 Y+30
8. FL IX+10 Y+20 RR F100
9. FCT PR+15 IPA+30 DR+ R15.

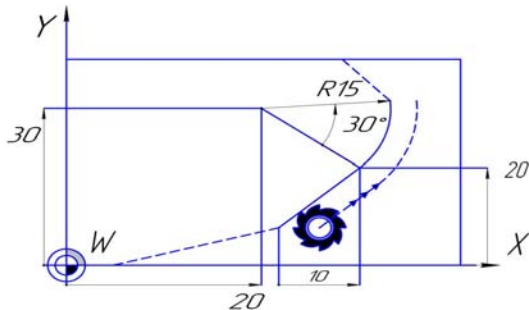


Рис. 3.32. Элементы контура, вводимые в управляющую программу

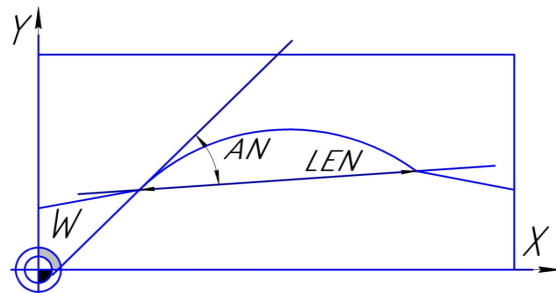


Рис. 3.33. Направление и длина элементов контура

Интерпретация направления и длины элементов контура представлена в виде программируемых параметров AN и LEN (рис. 3.33), смысловое содержание которых дано ниже.

Известные данные

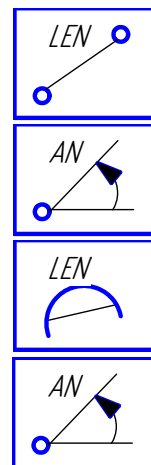
Длина прямых

Угол подъёма прямой

Вписанная длина LEN отрезка дуги окружности

Угол подъёма AN входной касательной

Программируемые клавиши Softkeys



Пример ввода в управляющую программу свободно программируемого контура (рис. 3.34) представлен ниже в виде фрагмента УП.

27. FLT X+25 LEN 12.5 AN+35 RL F200
28. FC DR+ R6 LEN 10 A-45
29. FCT DR- R15 LEN 15.

Программирование центра окружности СС, радиуса и направления поворота инструмента функцией FC /FCT. Для свободно программируемых круговых траекторий УЧПУ рассчитывает на основании введенных программистом данных положение центра СС окружности (рис. 3.35).

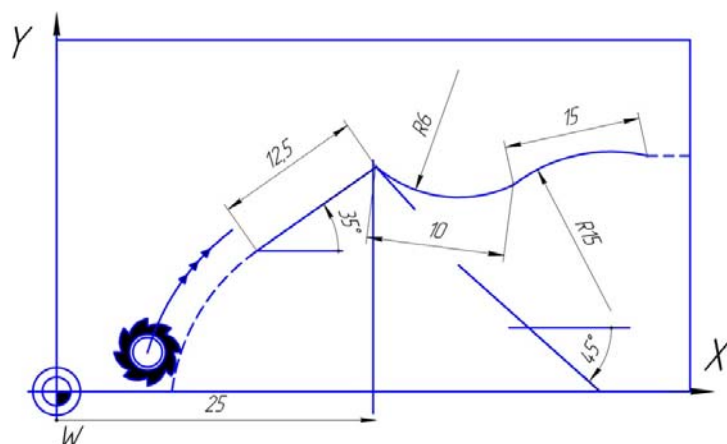


Рис. 3.34. Свободно программируемый контур заготовки

Положение центра СС окружности можно определить также с помощью СК-программирования. Если требуется определить центр круга в полярной системе координат, то следует задать полюс не адресом СС, а с помощью функции FPOL, которая действует до следующего своего появления в другом кадре и устанавливается в прямоугольной системе координат.

Обычно запрограммированный или рассчитанный центр окружности не действует в новом СК-фрагменте как полюс или центр окружности. Если обычно запрограммированные полярные координаты относятся к полюсу, определенному раньше в СС-предложении, то следует определить этот полюс после СК-фрагмента заново с помощью СС-предложения. Программирование центра окружности СС, радиуса и направления поворота инструмента с использованием клавиш Softkeys представлено ниже.

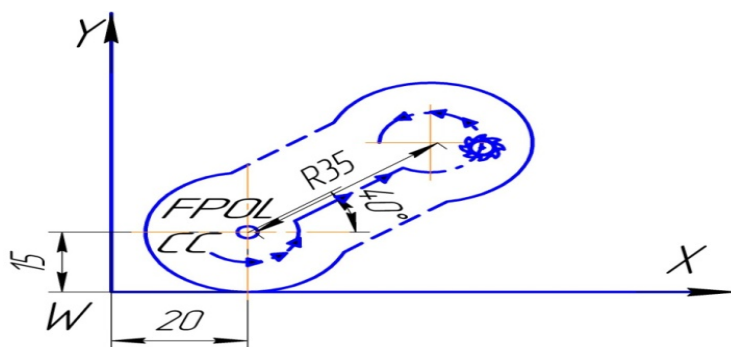


Рис. 3.35. Обработка внутреннего замкнутого контура

Программируемые параметры

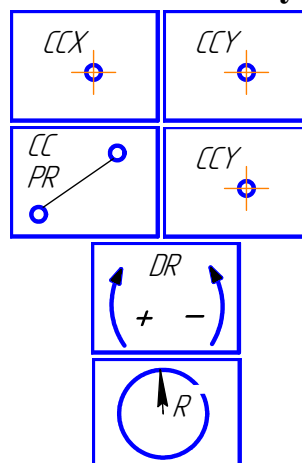
Центр с прямоугольными координатами

Центр с полярными координатами

Направление вращения круговой траектории

Радиус круговой траектории

Программируемые клавиши Softkeys



Фрагмент, содержащий команды, с помощью которых осуществляется программирование центра окружности CC , радиуса и направления поворота инструмента представлен ниже.

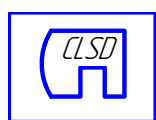
10. FC CCX+20 CCY+15 DR+ R15

11. FPOL X+20 Y+15

12. FL AN+40

13. FC DR+ R15 CCPR+35 CCPA+40.

При программировании обработки замкнутых контуров используют клавишу Softkey CLSD для обозначения начала и конца замкнутого контура. Таким образом, уменьшается количество возможных решений для последнего элемента контура.



CLSD вводят дополнительно к другим данным о контуре в первом и последнем предложении СК-фрагмента.

Начало контура: CLSD+

Конец контура: CLSD-

Фрагмент программы для обработки внешнего замкнутого контура, приведенного на рис. 3.36, представлен ниже.

13. L X+5 Y+35 RL F500 M3

14. FC DR- R15 CLSD CCX+20 CCY+35

...

17. FCT DR- R+15 CLSD.

Для свободных прямых, как и для свободных круговых траекторий, можно ввести координаты для вспомогательных точек, лежащих на контуре или рядом.

Вспомогательные точки лежат непосредственно на прямой или на удлинении прямой или на круговой траектории.

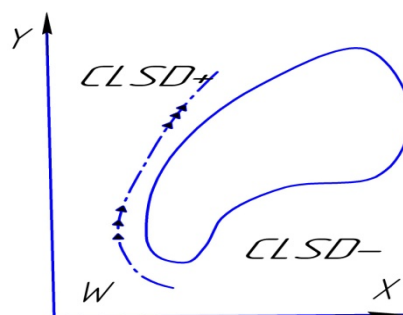
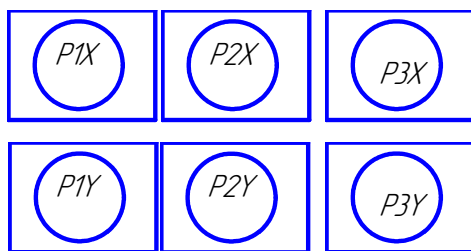
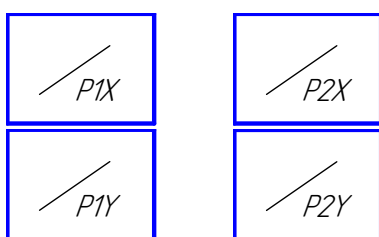


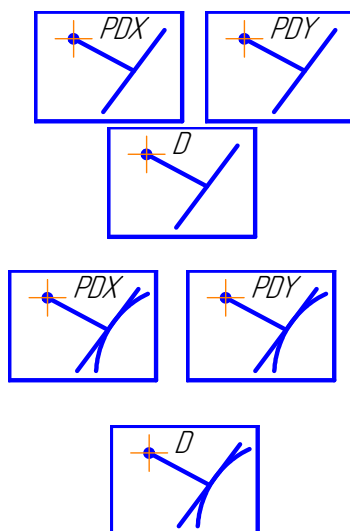
Рис. 3.36. Обработка внешнего замкнутого контура

Программируемые клавиши Softkeys



Вспомогательные точки рядом с контуром.

Программируемые клавиши Softkeys



Программируемые данные

X – абсцисса вспомогательной точки P1 или P2 прямой;

Y – ордината вспомогательной точки P1 или P2 прямой;

X – абсцисса вспомогательных точек P1, P2 или P3 круговой траектории;

Y – ордината вспомогательных точек P1, P2 или P3 круговой траектории.

Программируемые данные

X и Y – координаты вспомогательной точки рядом с прямой;

расстояние вспомогательной точки от прямой;

X и Y – координаты вспомогательной точки рядом с круговой траекторией;

Расстояние вспомогательной точки от круговой траектории.

Пример записи вспомогательных точек в управляющей программе (рис. 3.37).

13. FC DR- R10 P1X+42 P1Y+60

14. FLT AH-70 PDX+50 PDY+53 R10.

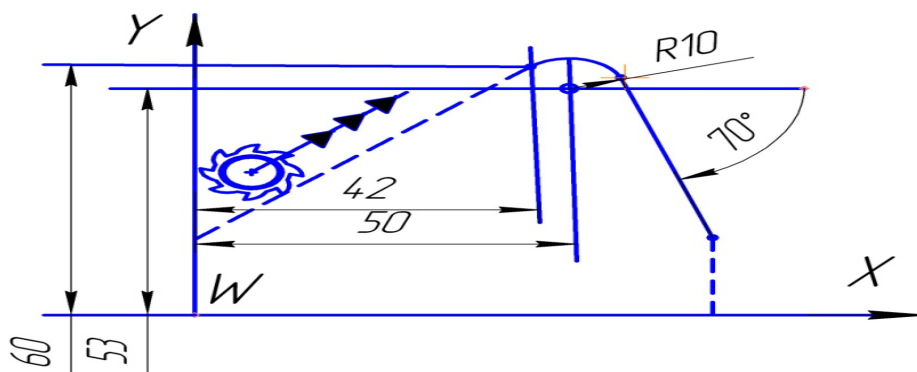


Рис. 3.37. Вспомогательные точки на контуре

Программирование относительных баз. Относительные базы – это данные, относящиеся к другому элементу контура. Softkeys и слова программы для относительных баз начинаются с адреса R (Relativ – в переводе с немецкого на русский язык означает относительный). На рис. 3.38 приведены размеры, которые следует программировать как относительные базы.

Координаты конечных точек с относительной базой надо вводить всегда инкрементально, а также предусмотреть дополнительный кадр с элементом контура, в котором элемент программируют.

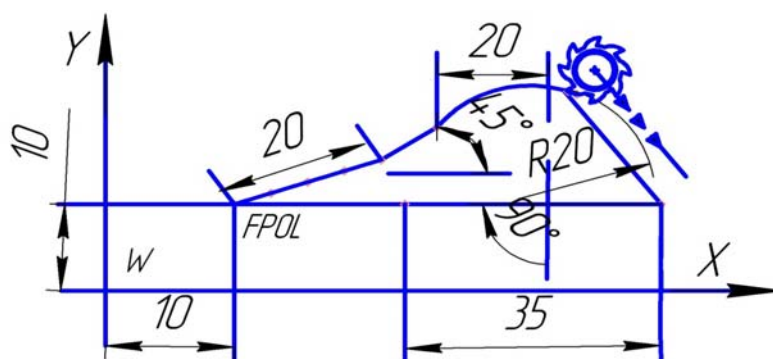
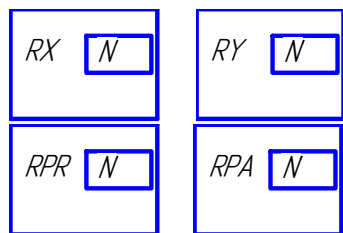


Рис. 3.38. Контур с относительными базами

Программируемые данные и используемые клавиши приведены ниже.

Программируемые клавиши Softkeys



Программируемые данные

Прямоугольные координаты относительно адреса N

Полярные координаты относительно адреса N

Пример

12. FPOL X+10 Y+10

13. FL PR+20 PA+20

14. FL AH+45

15. FCT IX+20 DR- R20 CCA+90

16. FL IPR+35 FA+0 RPR 13

Программирование прямоугольных координат полюса FPOL

Программирование следующей точки контура в полярных координатах

Прямая под углом 45°.

Программирование центра окружности

Программирование последней точки контура.

Программирование центра окружности CC с относительной базой (рис. 3.39) осуществляют следующими клавишами Softkeys.

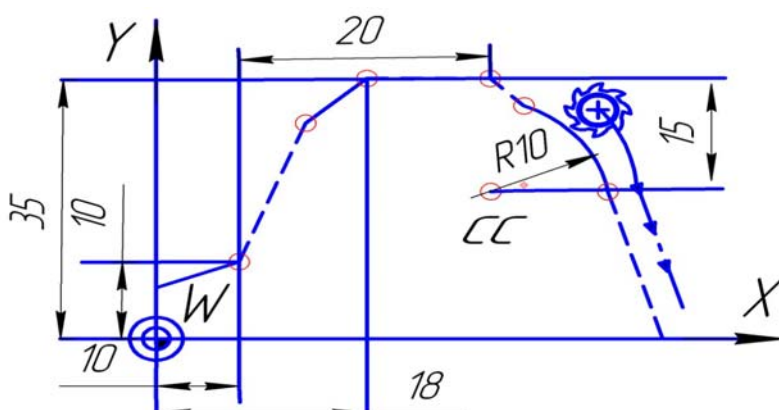
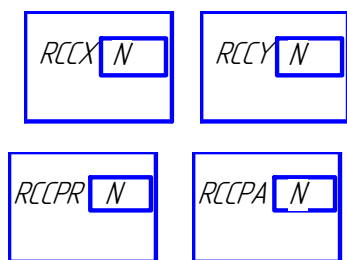


Рис. 3.39. Контур с программированием центра окружности CC с относительной базой

Программируемые клавиши Softkeys



Известные данные

Прямоугольные координаты центра окружности относительно предложения N

Полярные координаты центра окружности относительно предложения N.

Пример программирования центра окружности СС с относительной базой

12. FL X+10 Y+10 RL

13. FL ...

14. FL X+18 Y+35

15. FL ...

16. FL...

17. FC DR- R10 CCA+0 ICCX+20 ICCY-15.

Пример 1 СК-программирования (рис. 3.40). Фрагмент управляющей программы приведен ниже.

0. BEGIN PGM FK1 MM

1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 Дефиниция заготовки

2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0

3. TOOL DEF 1 L+0 R+10

Определение инструмента

4. TOOL CALL 1 Z S500

Вызов инструмента

5. L Z+250 R0 FMAX

Свободный ход инструмента

6. L X-20 Y+30 R0 FMAX

Предпозиционирование инструмента

7. L Z-10 R0 F1000 M3

Перемещение на глубину обработки

8. APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5
RL F250

Наезд контура по окружности с тангенциальным примыканием

9. FC DR- R18 CLSD+ CCX+20
CCY+30

СК-фрагмент

10. FLT

Программировать к каждому элементу контура известные данные.

11. FCT DR- R15 CCX+50 CCY+75

12. FLT

13. FCT DR- R15 CCX+75 CCY+20

14. FLT

15. FCT DR- R18 CLSD- CCX+20
CCY+30

16. DEP CT CCA90 R+5 F1000

Отвод от контура по окружности с тангенциальным примыканием

17. L X-30 Y+0 R0 FMAX

- | | |
|---------------------------------|---|
| 14. FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60 | |
| 15. FSELECT2 | |
| 16. FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10 | |
| 17. FSELECT 3 | |
| 18. FC X+0DR- R30 CCX+30 CCY+30 | |
| 19. FSELECT 2 | |
| 20. DEP LCT X+30 Y+30 R5 | Отвод от контура по окружности с тангенциальным примыканием |
| 21. L Z+250 R0 FMAX M2 | Свободный ход инструмента, конец программы |
| 22. END PGM FK2 MM | |

3.6. Перемещения по траектории - Spline-интерполяция (ПО - опция 2)

Контур, описанный в системе САПР как Splines, можно передавать непосредственно в УЧПУ и обрабатывать. УЧПУ располагает Spline-интерполятором, с помощью которого могут обрабатываться полиномы третьей степени в двух, трёх, четырёх или пяти осях.

Spline-предложения нельзя редактировать в УЧПУ. Исключением являются подача F и дополнительная функция M в Spline-предложении.

Пример. Формат предложения **Spline-интерполяции** для трех осей

- | | |
|--|-----------------------------|
| 7. L X+28.338 Y+19.385 Z-0.5 FIVIA X | Spline-начальная точка |
| 8. SPL X24.875 Y15.924 Z-0.5 | Spline-конечная точка |
| K3X-4.688E-002 K2X2.459E-002 K1X3.486E+000 | Spline-параметры для X-оси |
| K3Y-4.563E-002 K2Y2.155E-002 K1 Y3.486E+000 | Spline-параметр для Y-оси |
| K3 Z 0.000E+000 K2Z0.000E+000 K1Z0.000E+000 F10000 | Spline -параметры для Z-оси |
| 9. SPL X17.952 Y9.003 Z-0.500 | Spline-конечная точка |
| K3X5.159E-002 K2X-5.644E-002 K1X6.928E+000 | Spline-параметры для X-оси |
| K3Y3.753E-002 K2Y-2.644E-002 K1Y6.910E+000 | Spline-параметры для Y-оси |
| KSZO.000E+000 K2Z0.000E+000 K1Z0.000E+000 | Spline-параметры для Z-оси |

УЧПУ обрабатывает Spline-предложение согласно полиномам третьей степени:

$$X(t) = K3Xt^3 + K2Xt^2 + K1Xt + X,$$

$$Y(t) = K3Yt^3 + K2Yt^2 + K1Yt + Y, \quad Z(t) = K3Zt^3 + K2Zt^2 + K1Zt + Z,$$

где K1, K2, K3 – Spline-параметры соответственно при переменной координате X и Y, стоящие при шаге t в первой, второй и третьей степени.

При этом переменная t пробегает от 1 до 0. Величина шага t зависит от подачи и от длины Spline.

Пример формата предложения для пяти осей

7. L X+33.909 X-25.838 Z+75.107 A+

17 B-10.103 FMAX

Spline-начальная точка

8. SPL X+39.824 Y-28.378 Z+77.425 A+

17.32 B-12.75

Spline-конечная точка

K3X+0.0983 K2X-0.441 K1X-5.5724

Spline-параметры для X-оси

K3Y-0.0422 K2Y+0.1893 K1 Y+2,3929

Spline-параметры для Y-оси

K3Z+0.0015 K2Z-0.9549 K1Z+3.0875

Spline-параметры для Z-оси

K3A+0 1283 K2A 0 141 K1A 0 5724

Spline-параметры для A-оси

K3B+0^0083 K2B-0.413 E+2 K1B-

1.5724 E+1 F1000 с экспоненциальным видом записи

УЧПУ обрабатывает Spline-предложение согласно полиномам третьей степени:

$$X(t) = K3Xt^3 + K2Xt^2 + K1Xt + X,$$

$$Y(t) = K3Yt^3 + K2Yt^2 + K1Yt + Y, \quad Z(t) = K3Zt^3 + K2Zt^2 + K1Zt + Z,$$

$$A(t) = K3At^3 + K2At^2 + K1A t + A, \quad B(t) = K3Bt^3 + K2Bt^2 + K1Bt + B,$$

где A и B – соответственно повороты режущего инструмента относительно осей X и Y.

При этом переменная t также пробегает от 1 до 0, а ее величина зависит от подачи и от длины Spline. К каждой координате конечной точки в Spline-предложении должны быть запрограммированы Spline-параметры K3, K2, K1. Последовательность координат конечной точки в Spline-предложении может быть любой. УЧПУ ожидает введения Spline-параметров K для каждой оси всегда в последовательности K3, K2, K1.

Кроме главных осей X, Y и Z, УЧПУ может обрабатывать программу в SPL-предложении также и по вспомогательным осям U, V и

W, а также осям поворотов A, B и C. В Spline-параметре K должна быть введена соответствующая ось (например K3A+0,0953 K2A-0.441 K1A+0.5724).

Если величина Spline-параметра K составляет больше чем 9,99999999, то постпроцессор вынужден выдавать значение K в экспоненциальном виде (например B. K3X+1,2750 E2).

Программу с Spline-предложениями УЧПУ может обрабатывать также при активной наклонённой плоскости обработки.

Необходимо, чтобы переходы от одного к следующему Spline проходили тангенциально (изменение направления меньше $0,1^\circ$). Иначе УЧПУ останавливает станок при неактивных функциях фильтрации, так как он работает с толчками. В случае активных функций фильтрации УЧПУ уменьшает подачу на этих позициях.

Пределы ввода Spline-параметров:

Spline-конечная точка от - 99 999,9999 до +99 999,9999.

Spline -параметр K от -9,99999999 до +9,99999999.

Экспонент для Spline -параметров K от -255 до +255 (целое число).

3.7. Ввод дополнительных функций M и STOP

С помощью дополнительных функций, называемых также вспомогательными M-функциями, УЧПУ управляет прогоном программы, например, перерывами в процессе обработки, обусловленными включением и выключением частоты вращения шпинделя, подачи СОЖ в зону резания, а также поведением инструмента на траектории.

Производитель станков может вводить дополнительные функции, которые не описываются в инструкции по обслуживанию станка. Можно ввести вплоть до двух дополнительных функций M в конце предложения позиционирования. В диалоге УЧПУ высвечивает «Дополнительная функция M».

Обычно заносят в диалоге только номер дополнительной функции. В случае некоторых дополнительных функций диалог продолжается, чтобы могли ввести параметры к этой функции.

В режимах работы «Ручное управление» и «Электронный маховичок» дополнительные функции вводят через Softkey M. При программировании некоторые дополнительные функции действуют в начале предложения позиционирования, а другие – в конце.

Дополнительные функции действуют с того предложения, в котором были вызваны. Если дополнительная функция не действует на протяжении одного кадра, то в последующем кадре или в конце программы она выключается. Некоторые дополнительные функции действуют только в том кадре, в котором они запрограммированы.

Ввод дополнительной функции в STOP - кадре. Программированное STOP-предложение прерывает прогон программы или (и) тест программы, например, для проверки режущего инструмента. В STOP-предложении можно запрограммировать дополнительную функцию M.

Для программирования прерывания прогона программы следует нажать клавишу СТОП и ввести дополнительную функцию M. Запись в программе в качестве примера представится: 87. СТОП M6. Дополнительные функции M используют также для контроля прогона программы, управления шпинделем и подачей СОЖ.

Функция M	Действие
------------------	-----------------

M00	Прогон программы СТОП/HALT: Шпиндель СТОП, СОЖ OFF
------------	--

M01	На выбор: Прогон программы или СТОП
------------	-------------------------------------

M02	Прогон программы СТОП/HALT: Шпиндель СТОП, СОЖ выключить Переход к предложению 1 Сброс индикации статуса (зависит от параметра станка 7300)
------------	--

M03	Шпиндель ON по часовой стрелке
------------	--------------------------------

M04	Шпиндель ON против часовой стрелки
------------	------------------------------------

M05	Шпиндель СТОП
------------	---------------

M06	Смена инструмента, Шпиндель СТОП. Прогон программы СТОП (зависит от параметра станка 7440)
------------	---

M08	СОЖ ON
------------	--------

M09	СОЖ OFF
------------	---------

M13	Шпиндель ON по часовой стрелке, СОЖ ON
------------	--

M14	Шпиндель ON против часовой стрелки СОЖ включить (ON)
------------	--

M30	Как M02, конец программы
------------	--------------------------

Нулевая точка станка требуется для назначения ограничений зоны перемещений (конечный выключатель ПО) рабочих органов, перемещения их в так называемую жёсткую позицию (например в положение смены инструмента), а также для назначения нуля детали.

Производитель станков устанавливает нулевую точку для каждой оси станка.

Функция M91 (нулевая точка станка) используется, когда в кадрах позиционирования рабочих органов координаты относятся к нулевой точке станка. В этом случае в управляющую программу вводится команда M91, а УЧПУ указывает значения координат относительно нулевой точки станка. В индикации статуса переключают индикацию координат на REF.

Кроме нулевой точки станка, производитель может установить ещё другие жёсткие позиции рабочих органов (**Функция M92** - опорная точка станка). Производитель станков может установить по каждой оси расстояние опорной точки от нулевой точки станка. Если в предложениях позиционирования координаты рабочих органов относятся к опорной точке станка, то вводится команда M92.

С использованием функции M91 или M92 выполняют также коррекцию радиуса режущего инструмента. Эти функции действуют только в предложениях программы, в которых они запрограммированы, при этом их программируют в начале предложения. Если координаты должны всегда относиться к нулевой точке станка, то установление опорной точки для одной или нескольких осей может блокироваться. При этом УЧПУ не указывает клавиши Softkey «УСТАНОВЛЕНИЕ ОПОРНОЙ ТОЧКИ» в режиме работы ручного управления. Чтобы моделировать графически движения в соответствии с функциями M91/M92, необходимо активировать контроль рабочего пространства и указать заготовку относительно установленной опорной точки.

Активация установленной в последнюю очередь опорной точки осуществляется с использованием команды M104.

При отработке таблиц палет УЧПУ переписывает данные опорной точки, установленной в последнюю очередь. С помощью функции M104 активируют опорную точку, установленную программистом последней.

Функция M104 действует только в предложениях программы, в которых она запрограммирована, при этом ее задействуют в конце предложения. Позиционирование в ненаклонённой системе координат при наклонённой плоскости обработки осуществляется функцией M130. В кадрах позиционирования при стандартном поведении и наклонённой плоскости обработки УЧПУ относит координаты позиции режущего инструмента к наклонённой системе координат.

В кадрах прямых функция M130 относит координаты позиции режущего инструмента при активной наклонённой плоскости обработки к ненаклонённой системе координат. УЧПУ позиционирует (наклонён-

ный) инструмент на программируемую координату ненаклонённой системы.

Последующие кадры позиционирования или циклов обработки выполняются при наклонённой системе координат, что при циклах обработки с абсолютным предпозиционированием может вызвать проблемы. Функция M130 разрешается только, если активна функция «Наклонение плоскости обработки». Она действует в отдельных предложениях прямых без коррекции радиуса инструмента (рис. 3.42).

Дополнительные функции используют для описания поведения инструмента на траектории. При стандартном поведении в кадрах позиционирования без коррекции радиуса инструмента УЧПУ останавливает инструмент на непродолжительное время на углах контура (останов точности), используя при этом функцию M90 – истирание углов.

В случае предложений программы с коррекцией радиуса (RR/RL) для зачистки углов УЧПУ автоматически предусматривает округлость перехода. При действии команды M90 режущий инструмент перемещается на угловых переходах с постоянной траекторной скоростью, при этом зачищаются углы, а поверхность заготовки становится более гладкой (рис. 3.43). Кроме этого сокращается время обработки. Функция M90 применяется при обработке контуров, образованных из коротких отрезков прямых. Она действует только в предложении программы, в котором она запрограммирована. Ее программируют в начале предложения, при этом обработка контура должна проводиться с расстоянием запаздывания.

Для притупления острых углов применяют округлость закругления между смежными отрезками прямых, для этого используют функцию M112, которая по причине совместимости остаётся в распоряжении СЧПУ. Чтобы установить значение допуска при быстром фрезеровании контура, фирма HEIDENHAIN рекомендует применение цикла «ДОПУСК».

Не учитывать углы при отработке некорригированных блоков прямых можно при использовании команды M124. При стандартном поведении УЧПУ отрабатывает все блоки прямых, введенные в активную программу. При отработке некорригированных блоков прямых с очень маленькими расстояниями между точками можно через параметр T определить минимальное расстояние точек, которое УЧПУ не должно учитывать при отработке программы. Функцию M124 задей-

ствуют в начале предложения. УЧПУ автоматически сбрасывает функцию M124, если выбирают новую программу обработки.

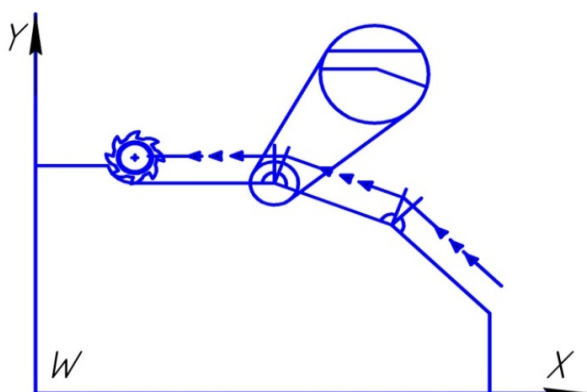


Рис. 3.42. Контур с углами, образованными пересечениями коротких отрезков прямых

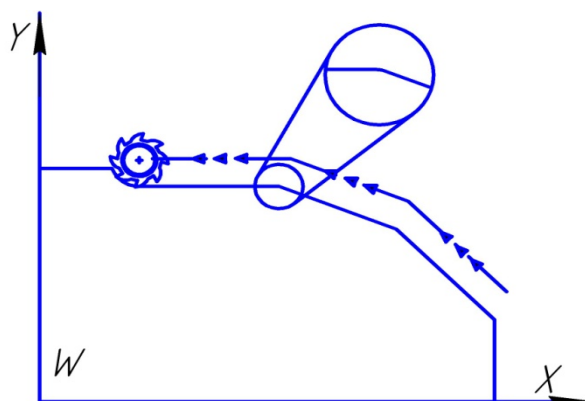


Рис. 3.43. Сглаженный с помощью функции M90 угол контура

Если в предложении позиционирования вводится M124, то УЧПУ продолжает диалог и запрашивает минимальное расстояние точек T, которое можно определить также с использованием Q-параметров.

Обработку небольших ступеней контура программируют командой M97. При стандартном поведении УЧПУ включает на наружном углу переходную окружность. При очень малых ступеньках контура инструмент повреждает его (рис. 3.44). В этом случае УЧПУ прерывает в таких местах прогон программы и выдаёт сообщение об ошибке «Радиус инструмента слишком большой» (рис. 3.45).

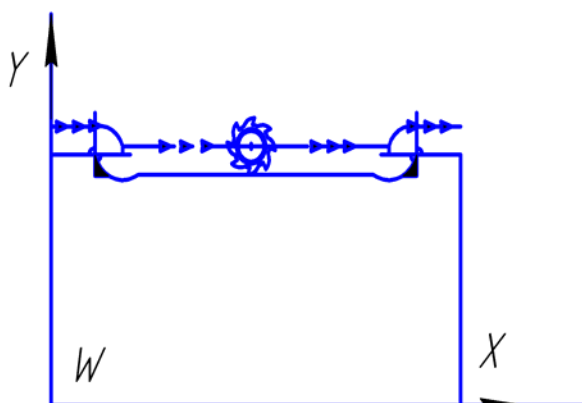


Рис. 3.44. Повреждение инструментом обрабатываемого контура

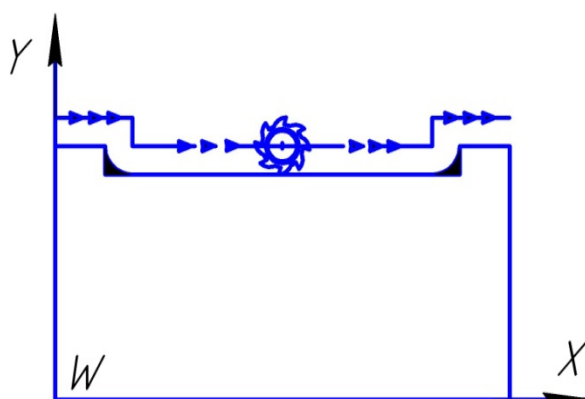


Рис. 3.45. Устранение повреждения контура при использовании M97

При использовании функции M97 УЧПУ устанавливает точку пересечения траекторий для элементов контура - как в случае внутренних

углов - и перемещает инструмент над этой точкой, тем самым устраняется врезание фрезы в обрабатываемый контур заготовки (см. рис. 3.45).

Функцию M97 программируют в том кадре, в котором установлена точка внешнего угла. M97 действует только в кадре программы, в котором она программировалась. При фрезеровании внутреннего контура с закруглениями необходимо подобрать инструмент нужного диаметра, иначе в обработанном контуре появляются врезания инструмента (рис. 3.46) или остаются большие радиусные участки (рис. 3.47). Угол контура с использованием M97 полностью не обрабатывается, поэтому в этих случаях необходимо дополнительно обработать этот угол с помощью инструмента, имеющего небольшой радиус.

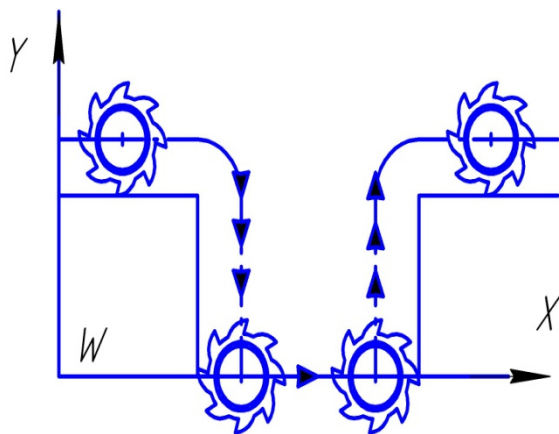


Рис. 3.46. Контур, обработанный фрезой большого диаметра

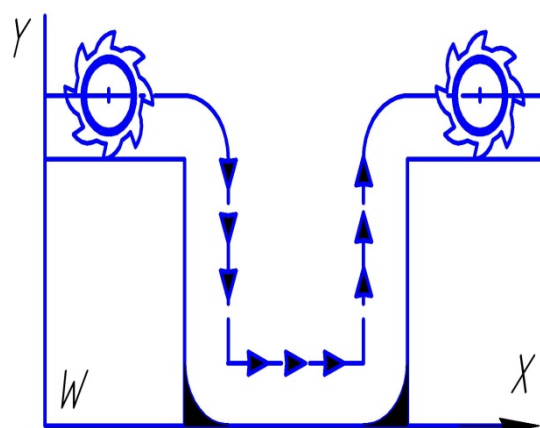


Рис. 3.47. Контур с закруглениями во впадине

В качестве примера ниже приведен фрагмент программы обработки контура.

- | | |
|--------------------------------|---|
| 5. TOOL DEF L ... R+20 | Большой радиус инструмента |
| ... | |
| 13. L X... Y... R... F... M97 | Подход инструмента к точке контура пункта 13 |
| 14. L IY-0.5 ... R... F... | Обработка небольшой ступени контура пунктов 13 и 14 |
| 15. L IX+100 ... | Подход инструмента к точке контура пункта 15 |
| 16. L IY+0.5 ... R... F... M97 | Обработка небольшой ступени контура пунктов 15 и 16 |
| 17. L X... Y... | Подход инструмента к точке контура пункта 17. |

Полная обработка разомкнутых контуров осуществляется использованием функции **M98**. При стандартном поведении УЧПУ устанавливает на внутренних углах точку пересечения траекторий фрезы и перемещает инструмент с этой точки в новом направлении.

Если контур является разомкнутым на углах, то это приводит к неполной обработке. С помощью дополнительной функции M98 УЧПУ подводит инструмент так далеко, что каждая точка контура может быть обработана. M98 действует только в предложениях программы, в которых она программировалась, при этом ее программируют в конце предложения.

Пример фрагмента программы перемещения режущего инструмента к точкам 10, 11 и 12 контура друг за другом с использованием функции M98:

10. L X... Y... RL F

11. L X... IY... M98

12. L IX+ ...

Коэффициент подачи для движений врезания: M103

При стандартном поведении УЧПУ перемещает инструмент независимо от направления движения с запрограммированной в последнем кадре скоростью подачи. При активированной M103 УЧПУ уменьшает подачу по траектории, если инструмент перемещается в отрицательном направлении оси инструмента. Подача при врезании FZMAX рассчитывается исходя из запрограммированной в последнюю очередь подачи FPROG и коэффициента F %, то есть $FZMAX = FPROG * F\%$.

Ввести M103. Если вводим предложение позиционирования командой M103, то УЧПУ продолжает диалог и запрашивает коэффициент F. Функция M103 действует в начале предложения. Если требуется отменить действие M103, то ее следует запрограммировать без коэффициента F %.

Пример. Подача при врезании составляет 20 % от подачи по ровной поверхности заготовки. Действительная подача по контуру будет, мм/мин.

17. L X+20 Y+20 RL F500 M103 F20 500

18. I Y +50 500

19. L IZ-2.5 100

20. L IY+5 IZ-5	100
21. L IX+50	500
22. L Z+5	500

Программирование подачи в миллиметрах на оборот шпинделя выполняется командой **M136**. При стандартном поведении УЧПУ перемещает инструмент с установленной в программе подачей F, мм/мин.

При активировании функции M136 УЧПУ перемещает инструмент не в миллиметрах в минуту, а с установленной в программе подачей F в миллиметрах на оборот шпинделя. Если изменить частоту вращения шпинделя поворотом ручки регулирования (Override), то УЧПУ автоматически согласовывает скорость подачи. Функцию M136 программируют в начале предложения. Для отмены действий команды M136, следует запрограммировать команду M137.

Скорость подачи при обработке дуг окружности программируют командами **M109/ M110/M111**. При стандартном поведении УЧПУ относит запрограммированную скорость подачи к траектории центра режущего инструмента. При активной функции M109 УЧПУ поддерживает константную подачу инструмента на дугах окружности при обработке как внутренних, так и наружных поверхностей.

При активной функции M110 УЧПУ поддерживает константную подачу инструмента на дугах окружности при обработке только внутренних поверхностей заготовки. В случае обработки наружных дуг окружностей заготовки согласования подачи на внутреннем и наружном элементах контура не происходит. M110 действует также при внутренней обработке дуг окружности с помощью циклов обработки контура. Если M109 или M110 активны перед вызовом цикла обработки, то согласование подачи действует также в случае дуг окружности в пределах циклов обработки. После прерывания цикла обработки восстанавливается исходное состояние.

Функции M109 и M110 программируют в начале предложения, а их действие отменяется вводом функции M111. Предварительный расчёт контура с коррекцией радиуса (LOOK AHEAD) осуществляется с помощью функции M120.

Стандартное поведение. Если радиус режущего инструмента больше ступени контура, по которой ему следует перемещаться с коррекцией радиуса, то УЧПУ прерывает прогон программы и высвечивает

сообщение об ошибке. Функция M97 подавляет появление сообщения об ошибках, но это приводит к свободному резанию, а иногда к повреждению обрабатываемого контура. При активировании команды M120 УЧПУ проверяет контур с коррекцией радиуса на участках свободного резания и перерезания и рассчитывает траекторию инструмента, начиная с актуального предложения. Места, в которых инструмент повредил бы контур, остаются необработанными (рис. 3.48). Можно применять функцию M120 для того, чтобы дополнить коррекцией радиуса данные оцифровывания или данные, составляемые на внешней системе программирования. Таким образом, отклонения от теоретического радиуса инструмента становятся компенсируемыми.

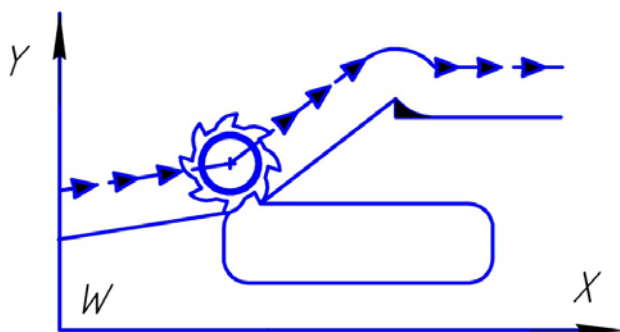


Рис. 3.48. Обработка контура заготовки по дугам окружности

тем медленнее осуществляется переработка предложений.

Если вводить в предложение позиционирования командой M120, то УЧПУ продолжает диалог в пределах этого предложения и запрашивает количество предложений для предварительного расчёта LA.

Функция M120 должна стоять в кадре, также содержащем коррекцию радиуса RL или RR, она действует с момента ввода в кадр до момента:

- отмены коррекции радиуса командой R0,
- программирования функции M120 LA0,
- программирования функции M120 без LA,
- вызова с PGM CALL другую программу.

M120 задействуют в начале предложения.

Ограничения. Повторный вход на контур после внешнего/внутреннего Стоп можно провести только с помощью функции «ПРОБЕГ К БЛОКУ N». Если используются функции траектории RND и CHF, то пред-

Количество предварительно рассчитываемых УЧПУ предложений не должно превышать 99 и определяется с помощью адреса LA (от первых букв английского выражения Look Ahead: смотри вперед), следующего за командой M120. Чем больше количество предложений для предварительного расчёта в УЧПУ,

ложения перед и за RND и CHF могут содержать только координаты плоскости обработки. Если режущий инструмент подводить к контуру тангенциально, то необходимо использовать функцию APPR LCT. Предложение с APPR LCT может содержать только координаты в плоскости обработки. Если инструмент отводится тангенциально к контуру, то следует использовать функцию DEP LCT; предложение с DEP LCT может содержать только координаты в плоскости обработки.

Совмещение позиционирования маховичком во время прогона программы осуществляют функцией M118. Стандартное поведение: УЧПУ перемещает инструмент в режимах работы прогона программы как это установлено в программе обработки. С помощью функции M118 можно провести во время прогона программы коррекцию вручную с помощью маховичка. Для этого программируем функцию M118 и вводим специфическое для оси значение X, Y и Z в миллиметрах.

Если вводить в предложении позиционирования функцию M118, то УЧПУ продолжает диалог в пределах этого предложения и запрашивает специфические для оси значения. Следует использовать оранжевые клавиши оси или ASCII-клавиатуру для ввода координат.

Позиционирование маховичком можно осуществить, программируя функцию M118 без X, Y и Z. M118 задействуют в начале предложения.

Пример. Во время прогона программы имеется возможность перемещения режущего инструмента с использованием маховичка в плоскости обработки XY на ± 1 мм от запрограммированного значения L X+0 Y+38.5 RL F125 M118 X1 Y1.

Функция M118 действует всегда в оригинальной системе координат, даже если функция «Наклон плоскости обработки» является активной.

M118 действует также в режиме работы «Позиционирование с ручным вводом». Если M118 активна, то в случае перерыва в программе функция «РУЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ» не действует. Отвод от контура заготовки в направлении осей инструмента осуществляется с использованием команды M140. При стандартном поведении УЧПУ перемещает инструмент в режимах работы прогона программы как это установлено в программе обработки.

Если ввести в предложении позиционирования команду M140, то УЧПУ продолжает диалог и запрашивает путь, по которому инструмент должен передвигаться от контура. Необходимо ввести желаемый путь, по которому инструмент должен переместиться от контура, или нажмите клавишу Softkey MAX, чтобы переместить к пределу зоны перемещения.

Дополнительно можно программировать подачу, с которой инструмент передвигается по заданному пути. Если подача не вводится, УЧПУ перемещает инструмент по запрограммированному пути на ускоренном ходу.

Функция M140 действует только в предложении программы, в котором она запрограммирована. M140 задействуют в начале предложения.

Пример

Предложение 250: Отвод инструмента на 50 мм от контура.

Предложение 251: Инструмент отвести к пределу зоны перемещения.

250. L X+0 Y+38.5 F125 M140 MB 50 F750.

251. L X+0 Y+38.5 F125 M140 MB MAX.

Команда M140 действует также, если функция «Наклон плоскости обработки» (M114 или M128) является активной. В случае станков с поворотной головкой УЧПУ перемещает инструмент в наклонённой системе.

С помощью функции FN18 (SYSREAD ID230 NR6) можно узнать расстояние от актуальной позиции инструмента к пределу зоны перемещения положительной оси инструмента. С помощью M140 MB MAX можно переместить инструмент только в положительном направлении. Подавление контроля импульсной системы возможно функцией M141. При стандартном поведении УЧПУ выдаёт сообщение об ошибках при отклонённом щупе, как только мы попытаемся переместить одну из направляющих.

При активировании функции M141 УЧПУ перемещает направляющие также тогда, когда импульсный зонд является отклонённым. Эта функция требуется, если записывают собственный цикл измерений в сопряжении с циклом измерений 3, чтобы переместить свободно импульсный зонд после отклонения с помощью предложения позиционирования.

Если применяется функция M141, то необходимо обратить внимание, чтобы свободное перемещение импульсной системы происходило в правильном направлении. Функция M141 действует только при движениях перемещения с предложениями прямых. Команда M141 действует только в предложении программы, в котором она запрограммирована. M141 задействуют в начале предложения. Сброс модальной программной информации осуществляют командой M142. При стандартном поведении УЧПУ сбрасывает модальную программную информацию в следующих ситуациях:

- выбор новой программы;
- выполнение дополнительных функций M02, M30 или предложение END PGM (зависит от параметра станка 7300);
- повторное определение цикла со значениями для основного поведения.

С вводом функции M142 вся модальная информация, кроме основного поворота, 3D-вращения и Q-параметров, сбрасывается. Функция M142 действует только в предложении программы, в котором она запрограммирована. M142 задействуют в начале предложения. Сброс основного поворота осуществляют с использованием функции M143.

При стандартном поведении основной поворот действует так долго, пока он не сбросится или не переписется новыми значениями. При вводе M143 УЧПУ сбрасывает запрограммированный основной поворот в управляющей программе. Команда M143 действует только в предложении программы, в котором она запрограммирована. M143 программируют в начале предложения. Подача в миллиметрах в минуту на осях вращения A, B, C задается командой M116 (ПО-опция 1). При стандартном поведении УЧПУ интерпретирует запрограммированную подачу на оси вращения в градусах в минуту. Подача по траектории зависит таким образом от расстояния, на котором находится геометрический центр инструмента от оси его вращения. Чем больше это расстояние, тем больше становится подача по траектории.

Подача инструмента в миллиметрах в минуту на осях вращения программируется командой M116. Геометрия станка должна быть определена производителем станков в параметрах станка 7510 и др.

УЧПУ интерпретирует запрограммированную подачу на оси вращения в миллиметрах в минуту. При этом УЧПУ рассчитывает в на-

чале предложения подачу. Подача на оси вращения не изменяется, когда происходит обработка предложения, даже если инструмент приближается к центру вращения.

Функция M116 действует в плоскости обработки. При вводе команды M117 действие команды M116 прекращается; в конце программы функция M116 также не действует. M116 вводят в начале предложения. Ось вращения по оптимизированному пути перемещают с помощью функции M126.

Стандартное поведение УЧПУ при позиционировании осей вращения, индикация которых имеет значения ниже 360° , зависит от параметра станка 7682. Там установлено, должно ли УЧПУ подводить инструмент по разнице заданной и фактической позиции или принципиально всегда (также без M126) по кратчайшему пути к запрограммированной позиции. **Примеры:**

Фактическое положение	Заданное положение	Путь перемещения
350°	10°	-340°
10°	340°	$+330^\circ$

С вводом функции M126 инструмент передвигается по оси вращения, индикация которой показывает значения меньше 360° , то есть по короткому пути. **Примеры:**

Фактическое положение	Заданное положение	Путь перемещения
350°	10°	$+20^\circ$
10°	340°	-30°

Функцию M126 вводят в начале предложения, она сбрасывается вводом команды M127. В конце программы M126 неэффективна. Сокращение индикации оси вращения при значении угла поворота меньше 360° программируют командой M94. При стандартном поведении УЧПУ перемещает инструмент от актуального значения угла к запрограммированному.

Пример. Актуальное значение угла равно 538° , а запрограммированное - 180° , тогда действительный путь перемещения составит 358° . При активировании функции M94 УЧПУ снижает в начале предложения актуальное значение угла до значения меньше 360° и передвигает

затем инструмент на запрограммированную величину. Если активными являются несколько осей вращения, то функция M94 сокращает индикацию всех осей вращения. В качестве альтернативы можно ввести после функции M94 одну ось вращения, в этом случае УЧПУ сокращает индикацию только этой оси. Сокращение значений индикации всех активных осей вращения выполняют с помощью команды L M94, а сокращение значения индикации только С-оси – с использованием функции L M94.

Сокращение индикации всех осей вращения и затем перемещение с помощью С-оси на запрограммированное значение представлено фрагментом управляющей программы: LC+180 FMAX M94.

Функция M94 действует только в предложении программы, в котором она запрограммирована, а ее вводят в начале предложения. Автоматическую коррекцию геометрии станка при работе с осями наклона выполняют командой M114 (ПО - опция 2). При стандартном поведении УЧПУ перемещает инструмент на установленные в программе обработки позиции. Если в программе изменяется положение одной из осей наклона, то постпроцессор должен пересчитать возникшие из-за этого смещения по линейным осям и произвести перемещение в одном предложении позиционирования. Так как в этом случае определённую роль играет геометрия станка, то для каждого станка надо отдельно рассчитывать управляющую программу.

Если в программе изменяется положение управляемой оси наклона (рис. 3.49), то УЧПУ компенсирует смещение инструмента с помощью 3D-коррекции его длины автоматически. Так как геометрия станка сохраняется в параметрах станка, то УЧПУ компенсирует автоматически также характерные для станка смещения. Программы должны рассчитываться постпроцессором только один раз, даже если они отрабатываются на разных станках с УЧПУ.

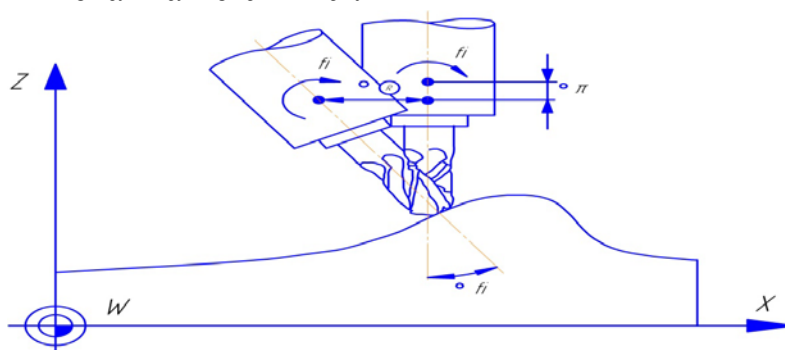


Рис. 3.49. Обработка контура с наклоном оси инструмента

Если на нашем станке нет наклонных осей (поворот головки осуществляется вручную, головка позиционируется PLC), то можно после команды M114 ввести действующее положение поворотной головки (например, M114 B+45, при этом допускается использование Q-параметра).

Коррекция радиуса инструмента должна учитываться системой САПР или постпроцессором. Программированная коррекция радиуса RL/RR приводит к появлению сообщения об ошибках. Если УЧПУ выполняет коррекцию длины инструмента, то запрограммированная подача относится к вершине инструмента, в других случаях - к опорной точке инструмента.

Если наш станок оснащён управляемой поворотной головкой, то можно прервать прогон программы и изменить положение наклонной оси (например, с помощью маховичка).

С помощью функции «ПРОБЕГ К БЛОКУ N...» можно продолжать программу обработки, начиная с места прерывания работы. УЧПУ учитывает при активной команде M114 новое положение наклонной оси автоматически.

Чтобы изменить положение наклонной оси с помощью маховичка во время прогона программы, следует использовать функцию M118 вместе с функцией M128. Действие M114 задействуют в начале предложения, M115 - в конце предложения. Функция M114 не действует при активной коррекции радиуса инструмента, при вводе функции M115. В конце программы M114 становится недействительной. Геометрия станка должна быть определена его производителем в параметрах станка 7510 и др.

Сохранение позиции вершины инструмента при позиционировании осей наклона (ТСРМ*) достигается функцией M128 (ПО-опция 2). При стандартном поведении УЧПУ перемещает инструмент на установленные в программе обработки позиции. Если в программе наклон одной из осей изменяется, то возникшее из-за этого смещение по линейным осям должно рассчитываться и выполняться в одном предложении позиционирования (рис. 3.50).

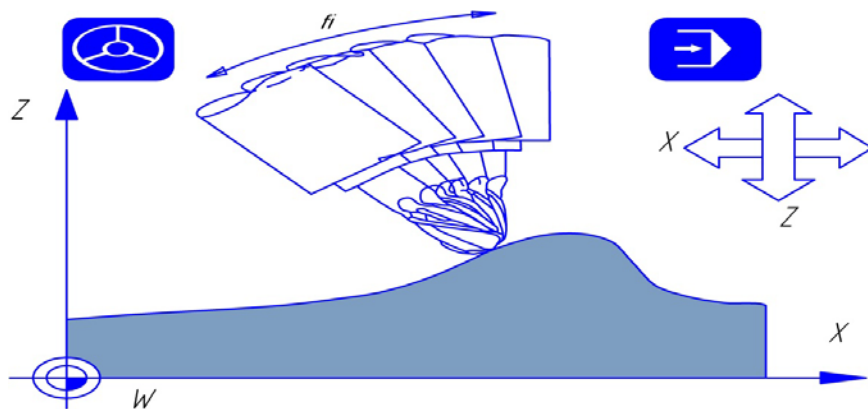


Рис. 3.50. Сохранение позиции вершины инструмента при позиционировании осей наклона функцией M128

Поведение с M128

Если в программе изменяется положение управляемой оси наклона, то положение вершины инструмента в соотношении к заготовке не изменяется во время операции наклона (см. рис. 3.50).

Используйте M128 вместе с M118, если хотите изменить положение оси наклона с помощью маховичка во время прогона программы. Совмещение позиционирования с помощью маховичка осуществляется при активной команде M128 в жёсткой системе координат станка.

В случае осей наклона инструмента с торцовыми зубьями следует изменить положение оси наклона лишь после выхода инструмента из материала заготовки, иначе могут возникнуть повреждения контура при выходе из зубьев. После ввода функции M128 можно ввести ещё одно значение подачи, с помощью которой УЧПУ выполняет выравнивающие перемещения по линейным осям. Если подачу не вводят или она больше установленной в параметре станка 7471, то действует подача из параметра станка 7471.

Перед позиционированиями с M91 или M92 и перед TOOL CALL следует выполнить сброс функции M128. Во избежание повреждений контура при активной функции M128 можно применять только радиусную фрезу. Длина инструмента должна относиться к центру головки радиусной фрезы. Если M128 активная, то УЧПУ указывает в индикации статус символа.

Если при активной функции M128 программируется движение поворотного стола, то УЧПУ поворачивает соответственно систему координат. Если поворачиваем, например, С-ось на 90° (путём пози-

ционирования или перемещением нулевой точки) и программируем затем движение по X-оси, то УЧПУ выполняет движение по направляющей Y. УЧПУ преобразовывает также установленную опорную точку, смещающуюся из-за движения поворотного стола.

Если при активной функции M128 и активной коррекции радиуса RL/RR инструмента выполняются трёхмерная коррекция инструмента, то УЧПУ позиционирует оси качания автоматически при определённой геометрии станка. Функция M128 задействуется в начале предложения, а M129 - в конце. Команда M128 действует также в ручных режимах работы и остаётся активной после смены режима работы. Подача для компенсационного движения остаётся активной так долго, пока мы не запрограммируем новую или снимем действие M128 и M129.

Действие функции M128 прекращается с вводом в действие функции M129. Если в режиме работы прогона программы выбираем новую программу, то УЧПУ снимает также действие функции M128. Геометрия станка должна быть определена его производителем в параметрах станка 7510 и др.

Пример записи фрагмента программы выполнения выравнивающих движений с подачей, равной 1000 мм/мин: L X+0 Y+38.5 RL F125 M128 F1000.

Останов точности на углах с нетангенциальными переходами программируется функцией M134. При стандартном поведении УЧПУ так перемещает инструмент при позиционировании с осями вращения, что на нетангенциальных переходах включается элемент перехода. Переход контура зависит от ускорения, толчка и установленного допуска отклонения от траектории контура. Стандартное поведение УЧПУ можно изменить с помощью параметра станка 7440 так, что при выборе функции M134 она становится автоматически активной. При вводе функции M134 УЧПУ так перемещает инструмент при позиционировании с осями вращения, что на нетангенциальных переходах выполняется останов точности. Функцию M134 задействуют в начале предложения, а M135 - в конце предложения. Функция M134 прекращает действие M135. Если в режиме работы прогона программы выбираем новую программу, то УЧПУ снимает действие также M134.

Выбор осей наклона осуществляют вводом функции M138. При стандартном поведении УЧПУ учитывает в случае функций M114, M128 и наклон оси вращения плоскости обработки, установленный производителем станков в параметрах станка. При вводе в действие функции M138 УЧПУ учитывает в приведённых выше функциях только те оси качания, которые мы определили с помощью M138. Функцию M138 задействуют в начале предложения, ее действие прекращают путем программирования M138 заново без указания осей качания.

Пример записи фрагмента управляющей программы для приведённых выше функций с учетом лишь оси наклона C: LZ+100R0FMAXM138C. Учёт кинематики станка в ФАКТИЧЕСКОЙ/ЗАДАННОЙ позиции в конце предложения осуществляется использованием функции M144 (ПО - опция 2). При стандартном поведении УЧПУ перемещает инструмент на установленные в программе обработки позиции. Если в программе положение одной из осей наклона изменяется, то надо пересчитывать возникшее из-за этого смещение по линейным осям и произвести перемещение в одном предложении позиционирования.

При активировании функции M144 УЧПУ учитывает изменение кинематики станка в индикации положения, как это имеет место, например, при замене насадочного шпинделя. Если в программе изменяется положение управляемой оси наклона, то изменяется положение вершины инструмента по отношению к заготовке в процессе наклона. Возникшее смещение перерасчитывается в индикации положения режущего инструмента.

Позиционирование с использованием функций M91/M92 допускается при активной команде M144. Индикация положения в режимах работы «ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЗАПИСИ» и «ОТДЕЛЬНАЯ ЗАПИСЬ» изменяется только тогда, когда наклонные оси достигли своего конечного положения. Функцию M144 задействуют в начале предложения, она не действует вместе с функциями M114, M128. Действие функции M144 прекращается путем программирования команды M145.

Геометрия станка должна быть определена производителем в параметрах станка 7510 и др. Производитель станков устанавливает спо-

соб воздействия на движения режущего инструмента в режимах работы автоматики и в режимах работы ручного управления.

3.8. Работа с применением циклов

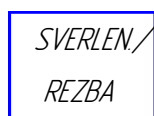
Часто повторяющиеся операции обработки, охватывающие несколько шагов обработки, сохраняются в УЧПУ в виде циклов. Также перерасчёты координат и некоторые специальные функции находятся в распоряжении программиста в виде циклов обработки.

Циклы обработки с номерами от 200 задаются Q- параметрами. Каждая конкретная команда, используемая УЧПУ в разных циклах, имеет всегда одно и то же смысловое содержание. Например, команда Q200 всегда означает безопасное расстояние, а Q202 - всегда глубину подвода режущего инструмента и т.д. Во избежание неправильных вводов при дефинировании цикла следует провести перед отработкой управляющей программы графическое ее тестирование.

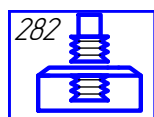
Определение цикла через программируемые клавиши (Softkeys), представлено ниже:



► Линейка Softkey показывает разные группы циклов.



► Выбор цикла, например, ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ.



► УЧПУ открывает диалог и запрашивает все значения для ввода; одновременно УЧПУ высвечивает на правой половине экрана графику, в которой параметры для ввода подсвечены ярким светом.

► Введите все требуемые УЧПУ параметры и окончите каждый ввод нажатием клавиши ENT.

► УЧПУ закончит диалог после ввода всех необходимых данных.

Определение цикла через GOTO-функцию (ИДИ К-функцию).



► Линейка Softkey показывает разные группы циклов.

► УЧПУ указывает в первом окне обзор циклов.

- ▶ Выберите с помощью клавишей со стрелкой желаемый цикл или
- ▶ Выберите с помощью CTRL + клавишей со стрелкой (листать по страницам) желаемый цикл или
- ▶ Введите имя цикла и подтвердите клавишей ENT. УЧПУ открывает диалог цикла, как это выше описано.

Пример записи фрагмента управляющей программы:

7. CYCL DEF 200 BOHREN;

Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=3;	ГЛУБИНА ПОДВОДА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
Q206=150;	СКОРОСТЬ ПОДАЧИ НА ГЛУБИНУ
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q210=0;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВВЕРХУ
Q203=+0;	КООРДИНАТЫ ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-Е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q211=0.25;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ.

Вызовы циклов обработки с использованием программируемых клавиш приведены ниже.

Программируемая клавиша (Softkey)

Группы циклов

*SVERLEN/
REZBA*

Циклы для глубокого сверления, развёртывания, растачивания, зенкерования, нарезания внутренней резьбы и фрезерования резьбы

*WYREZY/
CAPPY/
KABAWKI*

Циклы для фрезерования карманов (выемок)

CBRAZ.TO

Циклы для произведения точечных рисунков, например, окружность из точек или поверхность с точками

SL //

SL-циклы (Subcontur-List), с помощью которых обрабатывают более сложные контуры, параллельно расположенные к заданному контуру, состоящие из нескольких накладывающихся фрагментов контура, интерполяция цилиндрической оболочки.

*FREZER
POWIERCH*

Циклы для фрезерования ровных или скручивающихся поверхностей

*PERETSCH
KOORDINAT*

Циклы для перерасчёта координат, с помощью которых любые контуры могут перемещаться, поворачиваться, отражаться симметрично, увеличиваться или уменьшаться

*SPECJALN
CYKLI*

Специальные циклы: время пребывания, вызов программы, ориентация шпинделя, допуск.

Если в случае циклов обработки с номерами больше 200 применяются посредственные подчинения параметров (например Q210 = Q1), то изменение подчинённого параметра (например Q1) не действует после дефиниции цикла. Определите в таком случае параметр цикла (например Q210) непосредственно. Для отработки циклов с 1 по 17 на УЧПУ предыдущих моделей необходимо при безопасном расстоянии и при глубине подвода на врезание программировать отрицательный знак числа.

Если требуется стереть цикл с несколькими частичными предложениями, то УЧПУ выдает подсказку о том, должен ли стираться этот цикл полностью. Перед вызовом цикла программируют в любом случае.

► BLK FORM для графического изображения (требуется только для тестовой графики).

► Вызов инструмента.

*CYCL
CALL*

► Направление вращения шпинделя (дополнительная функция M3/M4).

► Дефиниция цикла (CYCL DEF).

Следующие циклы действуют с их определения в программе обработки. Нельзя вызывать следующие циклы:

- циклы 220 - рисунки точек на окружности и 221- рисунки точек на линиях;
- SL-цикл 14 - КОНТУР;
- SL-цикл 20 - ДАННЫЕ КОНТУРА;

- цикл 32 - ДОПУСК;
- циклы для пересчёта координат;
- цикл 9 - ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ.

Все другие циклы можно вызывать с помощью нижеописанных функций. Функция **CYCL CALL** вызывает определенный в последнюю очередь цикл обработки, точка старта цикла является последней запрограммированной перед **CYCL CALL**-блоком позицией.

► Вызов цикла вторичное протягивание, нажать клавишу **CYCL CALL**. В данном случае ввести дополнительную функцию M (например M3 для включения шпинделя) или с помощью клавиши END закончить диалог.

► Функция **CYCL CALL PAT** вызывает определенный в последнюю очередь цикл на всех позициях, включенных в таблицы точек.

► Функция **CYCL CALL POS** вызывает один раз определенный в последнюю очередь цикл обработки. Точка старта цикла - это позиция, определенная в **CYCL CALL POS**-блоке.

УЧПУ перемещает инструмент сначала на дефинированную позицию и потом вызывает определенный в последнюю очередь цикл обработки. Определенная в **CYCL CALL POS**-блоке подача действует только для подвода к запрограммированной в этом блоке позиции старта. УЧПУ перемещает к определенной в **CYCL CALL POS**-блоке позиции с неактивной коррекцией радиуса (r0).

Если оператор вызывает с помощью **CYCL CALL POS** цикл, в котором позиция старта определена (например цикл 212), то УЧПУ использует определенную в **CYCL CALL POS** позицию в качестве позиции старта.

Действующая блоками функция M99 вызывает определенный в последнюю очередь цикл обработки. M99 можно программировать в конце блока позиционирования, после чего УЧПУ перемещает режущий инструмент в эту позицию и вызывает определенный в последнюю очередь цикл обработки.

Чтобы УЧПУ выполнило цикл автоматически после каждого предложения позиционирования, необходимо запрограммировать вызов цикла с использованием функции M89 (зависит от параметра станка 7440). Чтобы отменить действие функции M89, необходимо запро-

граммировать функцию M99 в том блоке позиционирования, в котором режущий инструмент достиг последней точки старта или оператор дефинирует новый цикл обработки с помощью **CYCL DEF**.

Работа с применением дополнительных осей U/V/W. УЧПУ выполняет движение подвода по той оси, которую определили в TOOL CALL-предложении в качестве оси шпинделя. Движения по плоскости обработки УЧПУ выполняет только по главным осям X, Y или Z. Исключения:

► Если программируют дополнительные оси для длины обрабатываемой поверхности в цикле 3 «ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПАЗОВ» и в цикле 4 «ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ».

► Если программируют при SL-циклах дополнительные оси в первом блоке подпрограммы контура.

► В случае циклов 5 (КРУГЛЫЙ КАРМАН), 251 (ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН), 252 (КРУГЛЫЙ КАРМАН), 253 (КАНАВКА) и 254 (КРУГЛАЯ КАНАВКА) УЧПУ отработывает цикл по тем осям, которые были запрограммированы в последнем блоке позиционирования перед вызовом данного цикла. При активной оси инструментов Z допускаются следующие комбинации:

- X/Y;
- X/V;
- U/Y;
- U/V.

3.9. Таблицы точек

Если требуется отработать цикл или несколько циклов друг за другом на нерегулярном рисунке точек, то необходимо составить таблицу точек. При использовании циклов сверления координаты центров отверстий в плоскости обработки соответствуют данным таблицы точек. Если используют циклы фрезерования, то координаты плоскости обработки в таблицах точек соответствуют координатам точки старта соответствующего цикла (например координатам центра круглого кармана). Координата по оси шпинделя соответствуют координате поверхности заготовки.

Для ввода таблицы точек выбирают режим работы. Программу ввести в память/ редактирование:

PGM MGT	Вызов управления файлами: нажать клавишу PGM MGT: ИМЯ ФАЙЛА?
ENT	Ввести имя и тип файла таблицы точек, подтвердить клавишей ENT.
MM	Выбор единицы измерения: нажать Softkey MM или ДЮЙМЫ. УЧПУ переходит в окно программы и высвечивает пустую таблицу точек.
WWORD STROKI	С помощью Softkey «ВКЛЮЧИТЬ СТРОКУ» включить новую строку и ввести координаты желаемого места обработки.

Далее повторяем эту операцию, пока не будут введены все желаемые координаты. С помощью Softkeys X (OFF/ON), Y (OFF/ON), Z (OFF/ON) на второй линейке Softkey определяем, какие координаты можно ввести в таблицу точек.

Выбор таблицы точек в программе. В режиме работы «Программу ввести в память/редактировать» выбрать программу, для которой надо активировать таблицу точек. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

PGM MGT	Вызов функции для выбора таблицы точек: нажать клавишу PGM MGT.
TABLICA TOCZEK	Нажать Softkey «ТАБЛИЦА ТОЧЕК». Ввод таблицы точек, подтвердить клавишей END. Если таблица точек не находится в том же самом списке, как и в управляющей программе, то надо ввести полное название тракта.

Пример кадра управляющей программы приведен ниже.

7. SEL PATTERN "TNC:\DIRKT5\NUST35.PNT"

Для вызова цикла в сопряжении с таблицей точек УЧПУ отработывает в соответствии с **CYCL CALL PAT** таблицу точек, определённую нами выше, даже в том случае, если мы определили таблицу точек во вложенной с **CALL PGM** программе.

УЧПУ использует координаты по оси шпинделя как безопасную высоту, на которой находится инструмент при вызове цикла. Определённые отдельно в цикле «Безопасные высоты» и(или) значения «2-го безопасного расстояния» не должны превышать глобальной Pattern-безопасной высоты. Если УЧПУ должно вызвать определённый в по-

следнюю очередь цикл обработки в точках, которые были установлены в таблице точек, то программируем вызов цикла с **CYCL CALL PAT:**



► Вызов цикла. Вторичное протягивание. Нажать клавишу **CYCL CALL.**

- Ввод таблицы точек, нажать клавишу **CYCL CALL PAT.**
- Ввод подачи, с которой УЧПУ должно перемещаться между точками. Без ввода подачи перемещение с последней запрограммированной подачей FMAX не действует.
- Если требуется ввести дополнительную функцию M, то ввод следует подтвердить клавишей **END.**

УЧПУ отводит инструмент между точками старта обратно на безопасную высоту (безопасная высота равна координате оси шпинделя при вызове цикла). Для использования этого метода работы также в случае циклов с номерами 200 и больше необходимо определить 2-е безопасное расстояние (Q204) с 0.

Если требуется при предварительном позиционировании по оси шпинделя передвигаться с уменьшенной подачей, то следует использовать дополнительную функцию M103.

Влияние таблиц точек с циклами от 1 до 5 и 17, 18 на функцию УЧПУ. УЧПУ интерпретирует точки плоскости обработки как координаты центра отверстия. Координата оси шпинделя определяет верхнюю грань заготовки, так что УЧПУ может автоматически предварительно позиционировать плоскость обработки.

Влияние таблиц точек с SL-циклами и циклом 12 на функцию УЧПУ. УЧПУ интерпретирует эти точки как дополнительное перемещение нуля детали.

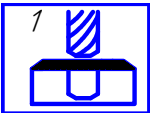
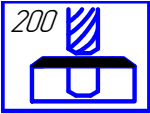
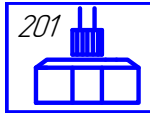
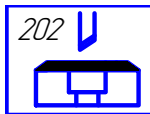
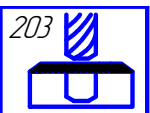
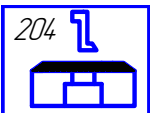
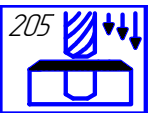
Влияние таблиц точек с циклами от 200 до 208 и от 262 до 267 на функцию УЧПУ. УЧПУ интерпретирует точки плоскости обработки как координаты центра отверстия. Если мы хотим использовать внесённую в таблицы точек координату по оси шпинделя как координату точки старта, то необходимо определить верхнюю грань заготовки (Q203) с 0.

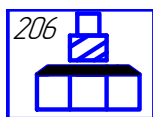
Влияние таблиц точек с циклами от 210 до 215 на функцию УЧПУ. УЧПУ интерпретирует эти точки как дополнительное перемещение

нуля детали. Если мы хотим определённые в таблице точки пункты использовать в качестве координат точки старта, то мы должны запрограммировать точки старта и верхнюю грань заготовки (Q203) в соответствующем цикле фрезерования с 0.

3.10. Циклы сверления, нарезания внутренней резьбы и фрезерования резьбы

УЧПУ имеет в распоряжении 19 циклов обработки сверлением. Ниже приведены названия циклов и программируемые клавиши Softkey для их вызова.

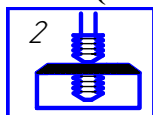
Программируемая клавиша (Softkey)	Цикл
	ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ без автоматического предварительного позиционирования
	200. СВЕРЛЕНИЕ с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние
	201. РАЗВЁРТЫВАНИЕ с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние
	202. РАСТАЧИВАНИЕ с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние
+ 	203. УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние, ломка стружки
	204. ВОЗВРАТНОЕ ЗЕНКЕРОВАНИЕ с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние
	205. УНИВЕРСАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние, ломка стружки, расстояние опережения



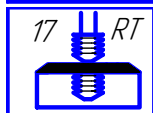
206. ФРЕЗЕРОВАНИЕ, СВЕРЛЕНИЕ с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние

Программируемая клавиша (Softkey)

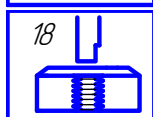
Цикл



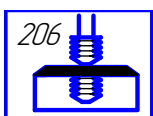
2. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ с уравнивающим патроном



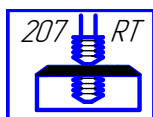
17. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ GS без уравнивающего патрона



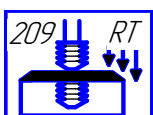
18. РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЕ



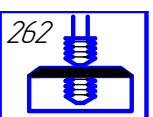
206. НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ НОВОЕ с уравнивающим патроном, с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние



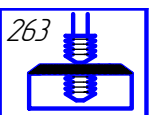
207. НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ GS НОВОЕ без уравнивающего патрона, с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние



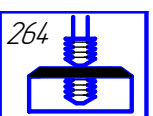
209. НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ, ЛОМАНИЕ СТРУЖКИ без уравнивающего патрона, с автоматическим предварительным позиционированием, 2-е безопасное расстояние; ломание стружки



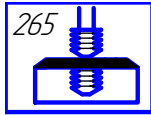
262. ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ. Цикл для фрезерования резьбы в предварительно рассверленном материале



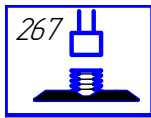
263. ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ С ЗЕНКЕРОВАНИЕМ. Цикл фрезерования резьбы в предварительно рассверленном материале с выполнением фаски



264. ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ
Цикл сверления в сплошном материале и последующим фрезерованием резьбы с помощью инструмента



265. ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ ПО ЛИНИИ HELIX. Цикл фрезерования резьбы



267. ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ СНАРУЖИ
Цикл фрезерования наружной резьбы с выполнением фаски.

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Охарактеризуйте свободное программирование контура.
2. Что такое подпрограммы и повторения части программы, для чего они используются?
3. Какие функции можно выполнять при программировании с помощью Q-параметров?
4. Запишите блок управляющей программы обработки паза, расположенного параллельно оси X.
5. Запишите блок управляющей программы обработки паза, расположенного в плоскости XWY под углом к осям X и Y.
6. Запишите блок управляющей программы обработки паза, расположенного в пространстве под углом к осям X, Y и Z.
7. Какая система используется для разработки управляющей программы, содержащей блоки для одновременного перемещения режущего инструмента по пяти осям?
8. Приведите фрагмент управляющей программы с одновременным перемещением режущего инструмента по пяти осям и объясните смысловое значение содержащихся команд.
9. Как программируют подвод и отвод режущего инструмента от обрабатываемого контура заготовки?
10. Какой функцией программируют подвод и отвод инструмента от винтовой линии HELIX?
11. Назовите адреса, используемые при подводе и отводе режущего инструмента.
12. Какие рекомендации следует соблюдать при подводе и отводе режущего инструмента?
13. Опишите действия УЧПУ при подводе инструмента по прямой касательно к контуру (APPR L).

14. Приведите фрагмент программы, иллюстрирующей пример подвода режущего инструмента по касательной к заготовке, исключаящего повреждение обрабатываемого контура или инструмента.
15. Опишите действия УЧПУ при подводе инструмента по прямой перпендикулярно к обрабатываемому контуру в первой его точке: APPR LN.
16. Опишите действия УЧПУ при подводе инструмента по круговой траектории касательно к контуру APPR CT.
17. Нарисуйте схему подвода инструмента с тангенциальным примыканием к контуру.
18. Напишите фрагмент управляющей программы подвода инструмента по круговой траектории касательно к обрабатываемому контуру заготовки APPR CT.
19. Приведите пример подвода инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (APPR LCT).
20. Опишите действия УЧПУ при отводе инструмента от контура по прямой с тангенциальным примыканием (DEP LT).
21. Приведите фрагмент управляющей программы отвода инструмента от контура по прямой с тангенциальным примыканием (DEP LT).
22. Опишите действия УЧПУ при отводе инструмента по прямой, перпендикулярной к контуру (DEP LN).
23. Опишите действия УЧПУ при отводе инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру (DEP CT).
24. Приведите фрагмент управляющей программы отвода инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру (DEP CT).
25. Приведите фрагмент управляющей программы отвода инструмента по круговой траектории с тангенциальным примыканием к контуру и отрезку прямой (DEP LCT).
26. Изложите методику программирования точек обрабатываемого контура, очерченного ломаной линией.
27. Приведите пример программирования контура в виде ломаной линии.
28. Изложите методику переноса фактической позиции (предложение прямой L-записи).

29. Приведите пример записи фрагмента управляющей программы удаления угловой точки контура.
30. Изложите методику закругления углов обрабатываемого контура заготовки и приведите фрагмент управляющей программы.
31. Изложите методику программирования обработки сложных контуров с использованием оси С.
32. Приведите пример записи фрагмента управляющей программы обработки заготовки с использованием круговой траектории С инструмента.
33. Приведите пример обработки контура круговой траекторией CR.
34. Напишите фрагмент управляющей программы, реализующей круговую траекторию СТ с тангенциальным примыканием.
35. Напишите фрагмент управляющей программы обработки прямоугольного контура с фасками.
36. Приведите фрагмент управляющей программы для обработки окружных участков в декартовой системе координат.
37. Приведите фрагмент управляющей программы обработки круга в декартовой системе координат.
38. Приведите пример программирования движения режущего инструмента в полярных координатах.
39. Приведите пример программирования обработки контура с использованием траектории CR режущего инструмента вокруг полюса СС.
40. Приведите пример программирования обработки винтовой линии.
41. Изложите методику программирования обработки с использованием движения режущего инструмента по прямой в полярной системе координат (на примере шестигранника).
42. Опишите свободное программирование прямой без тангенциального примыкания.
43. Опишите свободное программирование круговой траектории без тангенциального примыкания.
44. Опишите программирование центра окружности СС, радиуса и направления поворота инструмента функцией FC /FCT.
45. Напишите и объясните фрагмент программы для обработки внешнего замкнутого контура.

46. Изложите методику программирования центра окружности СС с носительной базой.
47. Приведите пример СК-программирования обработки внутреннего треугольного профиля.
48. Составьте фрагмент управляющей программы для обработки внутреннего треугольного профиля.
49. Приведите пример СК-программирования обработки внутреннего профиля в виде цифры 8.
50. Составьте фрагмент управляющей программы для обработки внутреннего профиля в виде цифры 8.
51. Приведите пример формата предложения для пяти осей.
52. Охарактеризуйте действие дополнительной функции М в STOP – кадре.
53. Изложите методику обработки небольших ступеней контура с использованием команды M97 .
54. Изложите методику полной обработки разомкнутых контуров с использованием функции M98.
55. Что такое коэффициент подачи для движений врезания и с использованием какой функции он вводится в управляющую программу?
56. Как запрограммировать подачу режущего инструмента в миллиметрах на оборот шпинделя?
57. С помощью какой функции осуществляется предварительный расчёт контура с коррекцией радиуса (LOOK AHEAD)?
58. Изложите методику совмещения позиционирования маховичком во время прогона программы?
59. Охарактеризуйте дополнительную функцию M116 для осей вращения А, В и С.
60. Опишите действия УЧПУ при вводе команды M134 и M135.
61. Вводом какой функции осуществляют выбор осей наклона режущего инструмента? Охарактеризуйте эту функцию.
62. С помощью каких функций осуществляют вызов циклов обработки на многооперационном станке Qwazer?
63. Назовите циклы сверления, нарезания внутренней резьбы и фрезерования резьбы, выполняемые на многооперационном станке Qwazer.

4. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

4.1. Циклы сверления, развертывания, растачивания и фрезерования

4.1.1. Цикл 1 сверления

При выполнении цикла глубокого сверления (цикла 1) инструмент сверлит с введённой рабочей подачей F от актуальной позиции 1 (рис. 4.1) до первой глубины сверления 3. Затем УЧПУ отводит инструмент на ускоренном ходу F_{MAX} вверх в исходную позицию и снова на первую глубину подвода, уменьшенную на значение расстояния опережения t .

Управление самостоятельно устанавливает расстояние опережения. Глубина сверления до 30 мм; расстояние опережения равно глубине сверления/50= 0,6 мм. Максимальное расстояние опережения 7 мм. Потом инструмент сверлит с введённой подачей F на значение следующей глубины сверления 2. УЧПУ повторяет эту операцию до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина сверления.

На дне отверстия после времени выдержки УЧПУ отводит режущий инструмент из отверстия с F_{MAX} обратно на позицию старта. Кадр позиционирования сверла в точке старта (центр отверстия) в плоскости обработки следует программировать с коррекцией радиуса $R0$ и безопасного расстояния над поверхностью заготовки. Знак числа параметра цикла «Глубина» определяет направление обработки. Если программировать глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла.

Расстояние безопасности – глубина 1 (инкрементально) расстояние вершины инструмента от поверхности заготовки. Глубина 2 (инкрементально) - расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия (вершина конуса сверла).

Глубина подвода (инкрементально) - размер, на который каждый раз инструмент подводится в заготовку для выполнения одного вре-

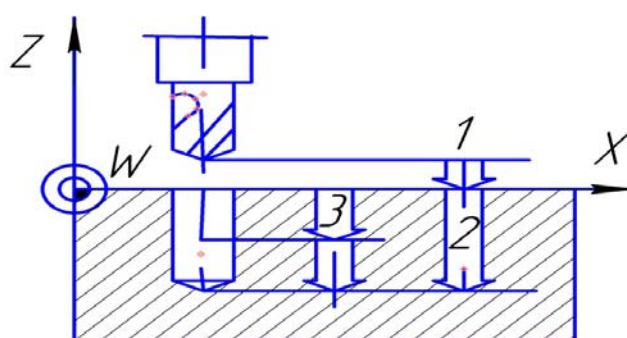


Рис. 4.1. Цикл глубокого сверления

зания сверла в материал заготовки. Глубина сверления не обязательно является кратной глубине подвода. УЧПУ перемещает режущий инструмент за один рабочий ход на глубину сверления, если глубина подвода и глубина сверления равны друг другу, а также если глубина подвода больше глубины сверления.

Время пребывания в секундах: время, которое инструмент остается на дне сверления перед выходом из материала.

Подача F: Скорость перемещения инструмента при сверлении в миллиметрах в минуту. Координаты $X=30$, $Y=20$, проставленные в абсолютном выражении относительно нуля детали (начала координат,

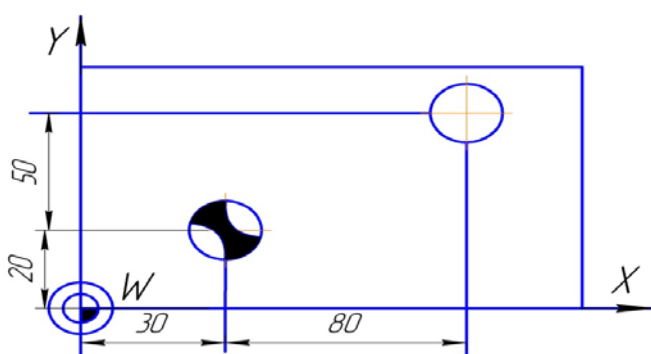


Рис. 4.2. Эскиз заготовки с глубокими отверстиями

точка W), определяют положение левого отверстия, положение правого отверстия заданы в инкрементальных размерах с координатами $U=80$, $V=50$, что учтено при разработке фрагмента управляющей программы (рис. 4.2) для глубокого сверления двух рассмотренных отверстий.

Управляющая программа:

5. L Z+100 RO FMAX
6. CYCL DEF 1.0 ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ
7. CYCL DEF 1.1 РАССТ. 2
8. CYCL DEF 1.2 ГЛУБИНА -15
9. CYCL DEF 1.3 ПОДВОД 7.5
10. CYCL DEF 1,4 ВР.ПРЕБ 1
11. CYCL DEF 1.5 F80
12. L X+30 Y+20 FMAX M3
13. L Z+2 FMAX M99
14. L U +80 V+50 FMAX M99
15. L Z+100 FMAX M2

4.1.2. Цикл 200 сверления

УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасном расстоянии над поверхностью заго-

товки. Инструмент сверлит заготовку с запрограммированной подачей F до первой глубины врезания. УЧПУ перемещает его с FMAX обратно на безопасное расстояние, инструмент пребывает там (если введено время выдержки) и перемещается снова с FMAX на безопасное расстояние над первой глубиной врезания. После этого инструмент сверлит с введённой подачей F на значение следующей глубины врезания, а УЧПУ повторяет эту операции 2-4 раза, пока не будет достигнута заданная глубина сверления. Со дна сверления инструмент перемещается с FMAX на безопасное расстояние или, если это введено, - на второе безопасное расстояние.

Следует учесть, что программирование кадра позиционирования в точке старта (центр отверстия в плоскости обработки) выполняется с коррекцией радиуса $R0$. Знак числа параметра цикла «Глубина» определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикл обработки. Следует учесть также, что при выполнении цикла 200 возможно столкновение инструмента с элементами станка. Так, при положительно введенной глубине УЧПУ реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки.

Безопасное расстояние – это расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки. Безопасное расстояние программируют командой Q200 с вводом инкрементальных данных, значение вводится со знаком плюс.

Глубина – это расстояние от поверхности заготовки до дна сверления (вершины конуса сверла). Глубину программируют командой Q201, данные вводятся в управляющую программу инкрементально.

Подача подвода на глубину – это скорость перемещения инструмента при сверлении в миллиметрах в минуту. Подачу подвода на глубину программируют командой Q206.

Глубина врезания – это длина сверления при каждом рабочем ходе инструмента. Глубину врезания программируют командой Q202 с вводом инкрементальных размеров.

Время пребывания наверху – это время в секундах, в течение которого инструмент пребывает на безопасном расстоянии после того,

как УЧПУ отвело инструмент из отверстия для удаления стружки. Время пребывания наверху программируют командой Q210.

Координата поверхности заготовки – это координата поверхности заготовки, измеренная по оси Z. Координату поверхности заготовки программируют командой Q203 в абсолютных значениях.

Безопасное расстояние – это координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой или зажимным приспособлением. Безопасное расстояние программируют командой Q204 с вводом инкрементальных размеров.

Время пребывания внизу – время в секундах, которое инструмент пребывает на дне сверления. Время пребывания внизу программируют командой Q211.

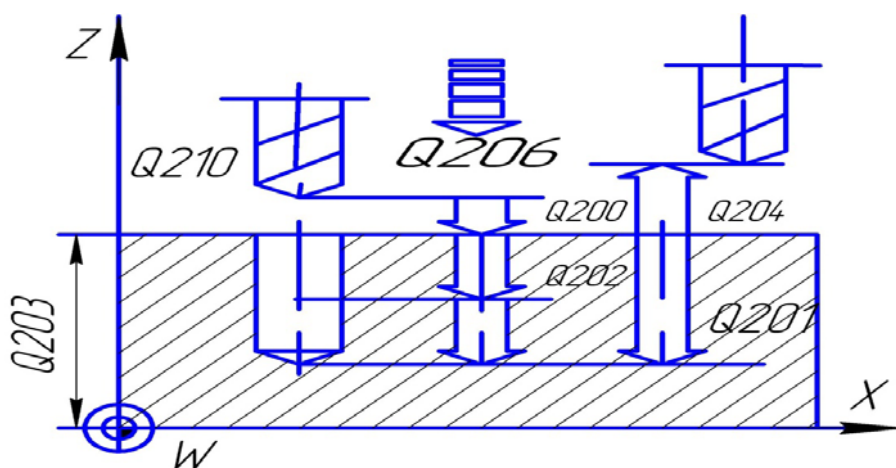


Рис. 4.3. Схема реализации цикла 200 «Сверление»

Пример записи фрагмента управляющей программы, реализующей цикл сверления 200 (рис. 4.3):

10. LZ+100 R0 FMAX

11. CYCL DEF 200 BOHREN

Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=15;	ГЛУБИНА
Q206=250;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q210=0;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВВЕРХУ
Q203=+20;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=100;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q211 =0.1;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ

- 12. L X+30 Y+20 FMAX M3
- 13. CYCL CALL
- 14. L U+80 V+50 FMAX M99
- 15. L Z+100 FMAX M2

4.1.3. Цикл 201 развёртывания

УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасном расстоянии над поверхностью заготовки. Инструмент развёртывает с заданной подачей F до запрограммированной глубины.

На дне отверстия осуществляется задержка инструмента, если она введена в управляющую программу. После обработки отверстия УЧПУ перемещает инструмент с рабочей подачей F обратно на безопасное расстояние и оттуда, если это введено в управляющую программу, - с ускоренной подачей FMAX на второе безопасное расстояние (рис. 4.4). Предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) следует программировать с коррекцией R0 радиуса инструмента.

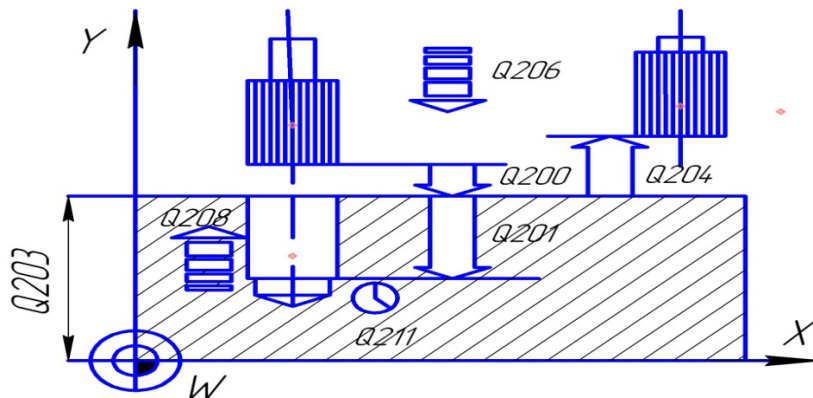


Рис. 4.4. Схема реализации цикла 201 «Развертывание»

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если запрограммировать глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки заготовки.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 следует ответить на вопрос: должно ли УЧПУ выдавать сообщение об ошибках при вводе положительной глубины? Ввод: бит 2=1 означает – выдавать сообщение об ошибках, при вводе бит 2=0 – не выдавать сообщения об ошибках.

Для предотвращения столкновения инструмента с приспособлением следует учитывать, что УЧПУ при положительно введенной глу-

- | | |
|-----------|------------------------|
| Q200=2; | БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q201=-15; | ГЛУБИНА |
| Q206=100; | ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ |
| Q211=0.5; | ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ |
| Q208=250; | ПОДАЧА ВОЗВРАТА |
| Q203=+20; | КООРД. ПОВЕРХНОСТИ |
| Q204=100; | БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
12. L X+30 Y+20 FMAX M3
 13. CYCL CALL
 14. L X+80 Y+50 FMAX M9
 15. L Z+100 FMAX M2

4.1.4. Цикл 202 развёртывания

УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки. Инструмент растачивает отверстие с рабочей подачей на глубину. На дне отверстия инструмент пребывает определенное время, если время выдержки введено в управляющую программу при вращающемся шпинделе перед выходом из обработанного материала заготовки. Далее УЧПУ проводит ориентацию шпинделя в ту позицию, которая дефинировалась в параметре Q336.

Если мы избрали отвод инструмента от материала заготовки, то УЧПУ отводит в заданном направлении на 0,2 мм (жёсткое значение). После этого УЧПУ перемещает инструмент с подачей возврата на безопасное расстояние и оттуда - с FMAX на второе безопасное расстояние. Если Q214=0, то наступает отвод по стенке растачиваемого отверстия.

Предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) следует программировать с коррекцией радиуса R0. Знак числа параметра «Глубина» выполняемого цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки заготовки. В конце цикла УЧПУ восстанавливает прежнее состояние СОЖ и шпинделя, которое было активным перед вызовом цикла.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: должно ли УЧПУ выдавать сообщение об ошибках? При вводе положитель-

ной глубины (бит 2=1) УЧПУ будет выдавать сообщение об ошибках и не будет при бит 2=0. При положительно введенной глубине УЧПУ реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси шпинделя на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что равносильно столкновению инструмента с заготовкой.

Безопасное расстояние – это расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Безопасное расстояние программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние поверхности заготовки до дна сверления. Глубина программируется командой Q201 (рис. 4.6) в инкрементальных размерах.

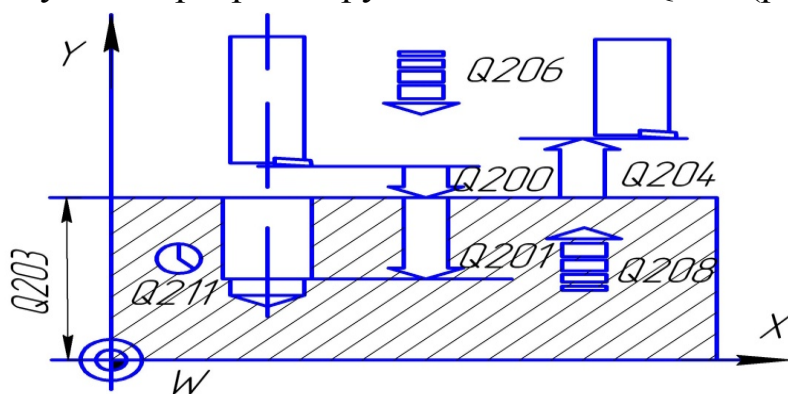


Рис. 4.6. Схема выполнения цикла 202 «Растачивание»

ных размерах.

Подача подвода на глубину – это скорость перемещения инструмента при растачивании отверстия в миллиметрах в минуту. Подача подвода на глубину программируется командой Q206.

Время пребывания внизу – это время в секундах, которое инструмент пребывает на дне отверстия. Время пребывания внизу программируется командой Q211.

Подача отвода – это скорость перемещения инструмента при выходе из отверстия в миллиметрах в минуту. Если вводим $Q208 = 0$, то действует подача развёртывания. Подача отвода программируется командой Q208.

Координата поверхности заготовки – координата по оси Z поверхности заготовки. Координата поверхности заготовки программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – это координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой или с зажимным приспособлением. Второе безопасное расстояние программируется командой Q204 в инкрементальных размерах.

Направление выхода из материала (0/1/2/3/4) программируется командой Q214. Необходимо определить направление, в котором УЧПУ отводит инструмент со дна отверстия (после ориентации шпинделя), при этом не допускается произвольное перемещение инструмента. Следует выбирать направление свободного перемещения так, чтобы инструмент мог отойти от края отверстия, для чего следует выполнить:

1. Свободный ход инструмента в отрицательном направлении главной оси.
2. Свободный ход инструмента в отрицательном направлении вспомогательной оси.
3. Свободный ход инструмента в положительном направлении главной оси.
4. Свободный ход инструмента в положительном направлении вспомогательной оси.

Необходимо проверить, где находится вершина инструмента, если программируем ориентацию шпинделя под углом, введенным в Q336 (например в режиме работы «Позиционирование с ручным вводом»). Выберите угол так, чтобы вершина инструмента лежала параллельно к одной из осей координат. УЧПУ автоматически учитывает активное вращение системы координат при выходе из материала.

Угол ориентации шпинделя – это угол, в котором УЧПУ позиционирует инструмент перед выходом из материала заготовки. Угол для ориентации шпинделя программируется командой Q336 в абсолютных размерах.

Пример фрагмента управляющей программы обработки заготовки с использованием цикла растачивания 202 (рис. 4.7).

10. L Z+100 R0 FMAX

11. CYCL DEF 202 ВЫТОЧИВАНИЕ

Q200=2; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ

Q201=-15; ГЛУБИНА

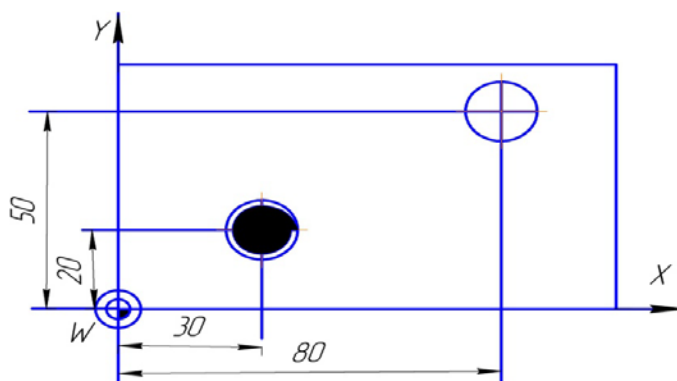


Рис. 4.7. Эскиз заготовки, обработанной с использованием цикла 202 растачивания

Q206=100;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q211=0.5;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ
Q208=250;	ПОДАЧА ВОЗВРАТА
Q203=+20;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=100;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q214=1;	НАПРАВЛЕНИЕ ВЫХОДА ИЗ МАТЕРИАЛА
Q336=0 ;	УГОЛ ШПИНДЕЛЯ

12. L X+30 Y+20 FMAX M3

13. CYCL CALL

14. L X+80 Y+50 FMAX M99

4.1.5. Цикл 203 универсального сверления

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

2. Инструмент сверлит с введенной подачей F до первой глубины подвода.

3. Если в программу введено ломание стружки, то УЧПУ перемещает инструмент обратно на заданное значение возврата. Если обработка происходит без ломания стружки, то УЧПУ перемещает инструмент с подачей возврата на безопасное расстояние, пребывает там и, если введено в программу, перемещает снова инструмент с максимальной холостой подачей FMAX на безопасное расстояние на первую глубину подвода.

4. Инструмент сверлит с заданной подачей F на следующую глубину подвода. Глубина подвода уменьшается с каждым рабочим ходом.

5. УЧПУ повторяет эту операцию 2 – 4 раза, пока не будет достигнута глубина отверстия.

6. На дне отверстия инструмент выдерживается определенное время, если это введено в программу. После времени пребывания инструмент с подачей возврата перемещается на безопасное расстояние. Если мы ввели второе безопасное расстояние, то УЧПУ перемещает инструмент с FMAX в эту позицию.

Позиционирование инструмента в точке старта (центр отверстия) следует программировать с коррекцией радиуса R0. Знак числа пара-

метра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ цикл обработки заготовки не выполняет.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: должно ли оно выдавать сообщение об ошибках при вводе положительной глубины? Если программируем бит 2=1, то УЧПУ должно выдавать сообщение об ошибках, а если - бит 2=0, то нет.

Следует учесть, что УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет координат предварительной позиции. Инструмент перемещается на оси шпинделя на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что приводит к столкновению режущего инструмента с заготовкой.

Безопасное расстояние – это расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Безопасное расстояние программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние, на котором расположена поверхность заготовки от дна отверстия (вершина конуса сверла). Глубина программируется командой Q201 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину – скорость перемещения инструмента при сверлении в миллиметрах в минуту. Подача подвода на глубину программируется командой Q206.

Глубина подвода – это размер, на который инструмент подводится при выполнении каждого рабочего хода инструмента. Глубину подвода программируют командой Q202 в инкрементальных размерах. УЧПУ перемещает режущий инструмент одним рабочим ходом на глубину, если глубина подвода и глубина равны друг другу; глубина подвода меньше глубины.

Время пребывания наверху – это время в секундах, которое инструмент пребывает на безопасном расстоянии после того, как УЧПУ отвело его из отверстия для удаления стружки. Время пребывания наверху программируют командой Q210.

Координата поверхности заготовки – координата поверхности заготовки, измеренная по оси Z. Координату поверхности заготовки программируют командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой

(зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируется командой Q204 в инкрементальных размерах.

Количество снимаемого материала – значение, на которое УЧПУ уменьшает глубину подвода Q202 после каждого рабочего хода инструмента.

Количество снимаемого материала программируют командой Q212 в инкрементальных размерах.

Количество ломаний стружки при отводе – количество ломаний стружки перед отводом инструмента из отверстия. Для ломания стружки УЧПУ отводит инструмент каждый раз на значение возврата Q256. Количество ломаний стружки при отводе программируют командой Q213.

Минимальная глубина подвода – если мы ввели количество снимаемого материала, то УЧПУ ограничивает подвод до введенного в Q205 значения.

Минимальная глубина подвода программируется командой Q205 в инкрементальных размерах.

Время пребывания внизу – время в секундах, которое инструмент пребывает на дне просверленного отверстия. Время пребывания внизу программируется командой Q211.

Подача отвода – скорость перемещения инструмента при выходе из отверстия в миллиметрах в минуту. Если вводим Q208=0, то УЧПУ выходит с подачей Q206 из отверстия. Подача отвода программируется командой Q208.

Отвод при ломании стружки – это значение координаты Z, на

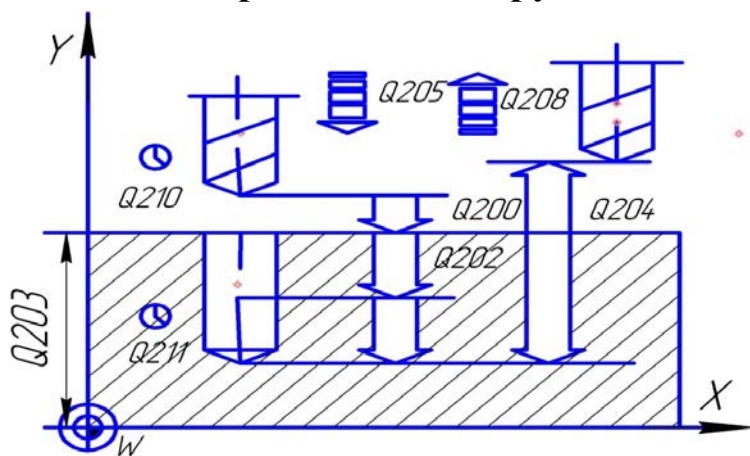


Рис. 4.8. Схема реализации цикла 203

которое УЧПУ отводит инструмент при ломании стружки. Отвод при ломании стружки программируется командой Q256 в инкрементальных размерах.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл универсального сверления (рис. 4.8).

11. CYCL DEF 203 ВОНREN

Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=-20;	ГЛУБИНА
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q210=0;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВВЕРХУ
Q203=+20;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q212=0.2;	КОЛИЧЕСТВО СНИМАЕМОГО МАТЕРИАЛА
Q213=3;	ЛОМАНИЕ СТРУЖКИ
Q205=3;	МИН. ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q211=0.25;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ
Q208=500;	ПОДАЧА ВОЗВРАТА
Q256=0.2;	ВОЗВР.ПРИ ЛОМАНИИ СТРУЖКИ

4.1.6. Цикл 204 возвратного растачивания

Цикл работает только с обратными борштангами. С помощью этого цикла выполняются углубления, находящиеся на нижней стороне детали.

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

2. В позиции безопасного расстояния УЧПУ проводит ориентацию шпинделя на U - позицию и смещает инструмент на размер эксцентриситета (рис. 4.9).

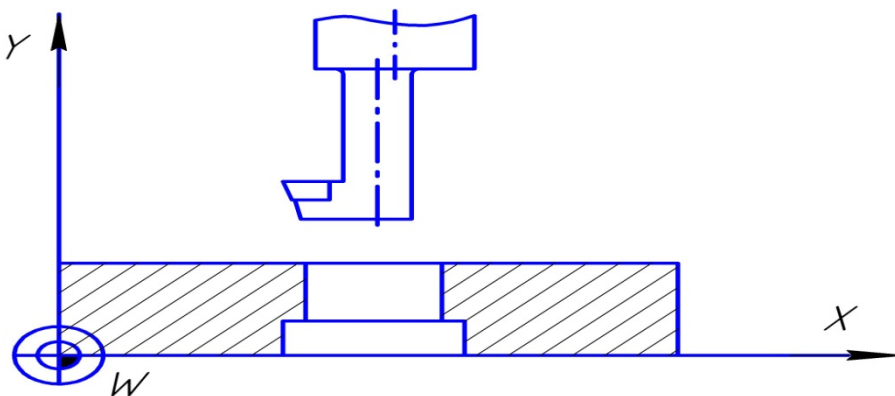


Рис. 4.9. Смещение режущего инструмента на величину эксцентриситета

3. Затем инструмент погружается с подачей предварительного позиционирования в просверленное отверстие, а именно пока лезвие не достигнет расстояния безопасности за нижней гранью заготовки (рис. 4.10).

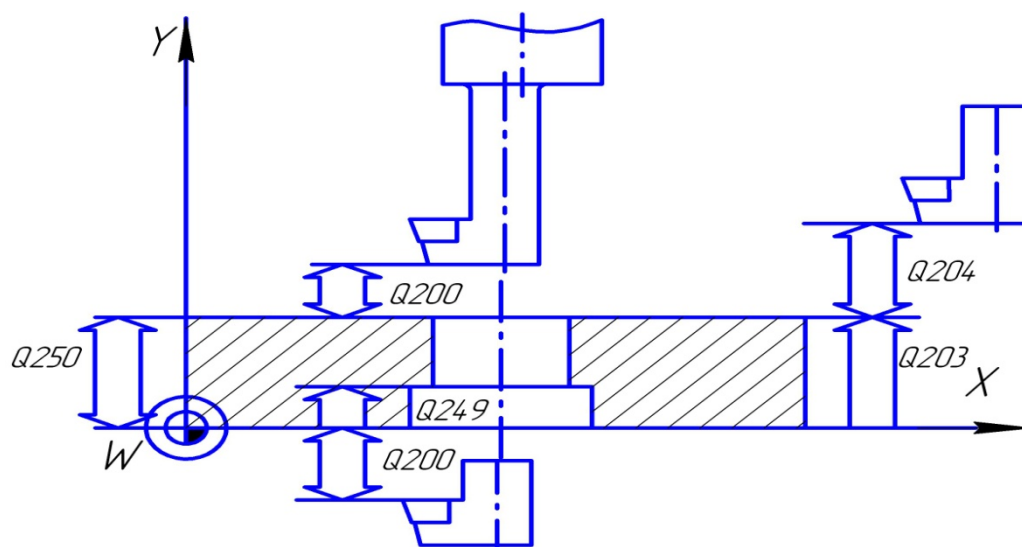


Рис. 4.10. Позиционирование режущего инструмента за нижней гранью заготовки

4. УЧПУ перемещает инструмент на середину отверстия, включает шпиндель и при необходимости СОЖ и передвигает инструмент на заданную глубину зенковки.

5. Если введено в программу, инструмент пребывает на дне углубления и затем выходит из отверстия, проводится ориентация шпинделя и резец смещается снова на размер эксцентрика.

6. УЧПУ перемещает инструмент с подачей возврата на безопасное расстояние и оттуда, если введено в программу, отводит инструмент с FMAX на 2-е безопасное расстояние.

Следует программировать предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки коррекцией радиуса инструмента R0.

Знак числа параметра «Глубина» цикла 204 определяет направление обработки. Положительный знак числа соответствует обработке отверстия в направлении положительной оси шпинделя. УЧПУ учитывает при расчёте точки старта зенкерования длину лезвия борштанги и толщину материала.

Безопасное расстояние – это расстояние вершины инструмента (положение пуска) до поверхности заготовки. Безопасное расстояние программируется командой Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина зенкерования – это расстояние от нижней грани заготовки до дна отверстия. Положительный знак числа соответствует перемещению инструмента в положительном направлении оси шпинделя. Глубина зенкерования программируется командой Q249 в инкрементальных размерах.

Количество снимаемого материала – это толщина заготовки. Количество снимаемого материала программируется командой Q250 в инкрементальных размерах.

Размер эксцентрика – это размер эксцентрика борштанги, который берут из листа данных инструмента. Размер эксцентрика программируется командой Q251 (рис. 4.11) в инкрементальных размерах.

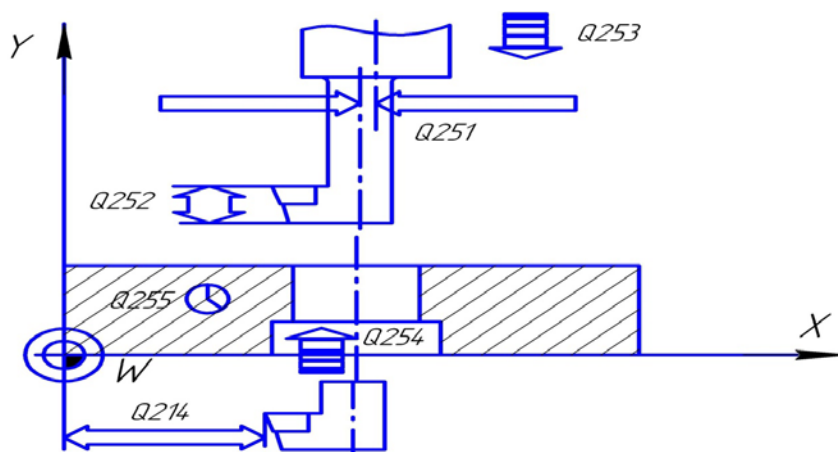


Рис .4.11. Установка инструмента на нужный размер

Высота лезвий – это размер эксцентриситета борштанги, берется из листа данных инструмента. Высота лезвий программируется командой Q252 в инкрементальных размерах.

Подача предварительного позиционирования – это скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выводе из заготовки в миллиметрах в минуту. Подача предварительного позиционирования программируется командой Q253.

Подача зенкерования – это скорость перемещения инструмента при обработке в миллиметрах в минуту. Подача зенкерования программируется командой Q254.

Время пребывания – время пребывания инструмента в секундах на дне отверстия. Время пребывания программируют командой Q255.

Координата поверхности заготовки – это координата Z поверхности заготовки. Координата поверхности заготовки программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируется командой Q204 в инкрементальных размерах.

Направление выхода из материала (0/1/2/3/4) необходимо определить, в этом направлении УЧПУ должно перемещать инструмент на размер эксцентриситета (после ориентации шпинделя). Ввод 0 не разрешается. Направление выхода из материала (0/1/2/3/4) программируют командой Q214:

1. Свободный ход инструмента в отрицательном направлении главной оси.
2. Свободный ход инструмента в отрицательном направлении вспомогательной оси.
3. Свободный ход инструмента в положительном направлении главной оси.
4. Свободный ход инструмента в положительном направлении вспомогательной оси.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 204:

```
11. CYCL DEF 204   ВОЗВРАТНОЕ ЗЕНКОВАНИЕ
   Q200=2;         БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
   Q249=+5;        ГЛУБИНА ЗЕНКОВАНИЯ
   Q250=20;        ТОЛЩИНА МАТЕРИАЛА
   Q251=3.5;       РАЗМЕР ЭКСЦЕНТРИКА
   Q252=15;        ВЫСОТА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ
   Q253=750;       ПОДАЧА ПРЕДПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
   Q254=200;       ПОДАЧА ЗЕНКОВАНИЯ
   Q255=0;         ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ
   Q203=+20;       КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
   Q204=50;        2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
   Q214=1;         НАПРАВЛЕНИЕ ВЫХОДА ИЗ МАТЕРИАЛА
   Q336=0;         УГОЛ ШПИНДЕЛЯ
```

При программировании ориентации шпинделя под углом, введенным в Q336 (например в режиме работы «Позиционирование с ручным

вводом») следует проверить, где находится вершина инструмента. Выбираем угол так, чтобы вершина инструмента лежала параллельно к одной из осей координат, а направление свободного перемещения - чтобы инструмент мог отойти от края отверстия. Угол ориентации шпинделя – это угол, на котором УЧПУ позиционирует инструмент перед погружением и перед отводом из отверстия. Угол ориентации шпинделя программируют командой Q336 в абсолютных размерах.

4.1.7. Цикл 205 универсального глубокого сверления

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

2. Если введена углубленная точка старта, то УЧПУ перемещается с той же самой подачей позиционирования на безопасное расстояние в углубленную точку старта.

3. Инструмент сверлит с введенной подачей F до первой глубины подвода.

4. Если введено ломание стружки, то УЧПУ перемещает инструмент обратно на заданное значение возврата. Если обработка заготовки происходит без ломания стружки, то УЧПУ перемещает инструмент с ускоренным ходом FMAX на безопасное расстояние и опережение на первую глубину подвода.

5. Затем инструмент сверлит с заданной подачей F на дальнейшую глубину подвода. Глубина подвода уменьшается с каждым новым рабочим ходом.

6. УЧПУ повторяет эту операцию 2 – 4 раза до тех пор, пока не будет достигнута глубина обрабатываемого отверстия.

7. Если введено в программе, то на дне отверстия инструмент пребывает установленное время и после этого с подачей возврата перемещается на безопасное расстояние. Если мы ввели второе безопасное расстояние, то УЧПУ перемещает инструмент с FMAX в эту позицию. Следует программировать предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с коррекцией радиуса инструмента R0.

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем

УЧПУ: должно ли оно выдавать сообщение об ошибках при вводе положительной глубины? Если программируем бит $2=1$, то УЧПУ должно выдавать сообщение об ошибках, а если бит $2=0$, то нет.

При положительно введенной глубине УЧПУ реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Безопасное расстояние программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние поверхности заготовки до дна отверстия (вершина конуса сверла). Глубину программируют командой Q201 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину – скорость перемещения инструмента при сверлении в миллиметрах в минуту. Подачу подвода на глубину программируют командой Q206.

Глубина подвода – это размер, на который инструмент подводится при каждом рабочем ходе. Глубину подвода программируют командой Q202 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности заготовки – это координата Z поверхности заготовки. Координаты поверхности заготовки программируют командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируют командой Q204 в инкрементальных размерах.

Количество снимаемого материала – это значение, на которое УЧПУ уменьшает глубину подвода Q202 после каждого рабочего хода.

Количество снимаемого материала программируют командой Q212 в инкрементальных размерах.

Минимальная глубина подвода – если мы ввели в программу количество снимаемого материала, то УЧПУ ограничивает подвод до введенного в Q205 значения. Минимальную глубину подвода программируют командой Q205 в инкрементальных размерах.

Расстояние опережения наверху – это безопасное расстояние для позиционирования на ускоренном ходу, если УЧПУ перемещает ин-

струмент после вывода из отверстия обратно на актуальную глубину подвода (значение при первом подводе). Расстояние опережения наверху программируют командой Q258 в инкрементальных размерах.

Расстояние опережения внизу – это безопасное расстояние для позиционирования на ускоренном ходу, если УЧПУ перемещает инструмент после вывода из отверстия обратно на актуальную глубину подвода (значение при первом подводе). Расстояние опережения внизу программируют командой Q259 в инкрементальных размерах.

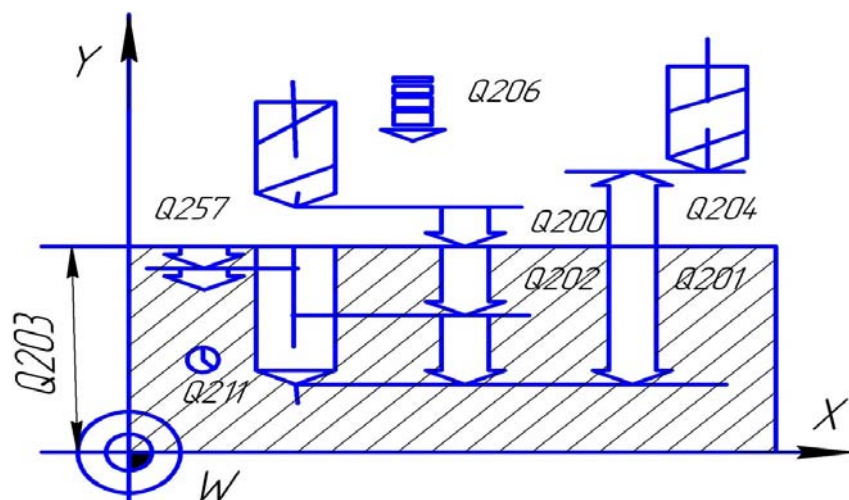


Рис. 4.12. Схема реализации цикла 205

Если вводите Q258 не равным Q259, то УЧПУ изменяет равномерно расстояние опережения между первым и последним подводом на врезание.

Отвод при ломании стружки Q257. После ломания стружки происходит подвод режущего инструмента. Нет ломания стружки, если мы ввели 0. Отвод при ломании стружки программируют командой Q257 (рис. 4.12) в инкрементальных размерах.

Отвод при ломании стружки Q256 – значение координаты Z, на которое УЧПУ отводит инструмент при ломании стружки. Отвод при ломании стружки программируют командой Q256.

Время пребывания внизу – время в секундах, которое инструмент пребывает на дне отверстия. Время пребывания внизу программируют командой Q211:

Углубленная точка старта – точка старта обработки сверлением, она вводится, если с помощью более короткого инструмента уже выполнено предварительное сверление на определенную глубину. УЧПУ

перемещает инструмент с подачей предварительного позиционирования с безопасного расстояния на углубленную точку старта, которая программируется командой Q379 инкрементально по отношению к поверхности детали.

Подача предварительного позиционирования – скорость перемещения инструмента при позиционировании с безопасного расстояния в углубленную точку старта в миллиметрах в минуту. Действует только, если Q379 введено не равным 0. Подачу предварительного позиционирования программируют командой Q253.

Если через Q379 вводится углубленная точка старта, то УЧПУ изменяет только точку старта движения подвода. Перемещение возврата УЧПУ не изменяет.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 205.

11. CYCL DEF 205	УНИВЕРСАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=-80;	ГЛУБИНА
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q202=15;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q203=+100;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q212=0.5;	КОЛИЧЕСТВО СНИМАЕМОГО МАТЕРИАЛА
Q205=3;	МИН. ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q258=0.5;	РАССТОЯНИЕ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВВЕРХУ
Q259=1;	РАССТ. ОПЕРЕЖЕНИЯ ВНИЗУ
Q257=5;	ГЛУБИНА СВЕРЛЕНИЯ, ЛОМАНIE СТРУЖКИ
Q256=0.2;	ВОЗВР. ПРИ ЛОМАНИИ СТРУЖКИ
Q211=0.25;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ
Q379=7.5;	ТОЧКА СТАРТА
Q253=750;	ПОДАЧА ПРЕДПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

4.1.8. Цикл 208 фрезерования просверленных отверстий

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

2. Инструмент фрезерует с заданной подачей F предварительно просверленное отверстие по винтовой линии до заданной глубины.

3. Когда фреза сделает один проход до заданной глубины, УЧПУ проходит ещё один полный круг для удаления оставшегося материала.

4. УЧПУ позиционирует инструмент снова на середину отверстия.

5. УЧПУ перемещает фрезу обратно с F_{MAX} на безопасное расстояние. Если мы ввели второе безопасное расстояние, то УЧПУ перемещает инструмент с F_{MAX} в позицию этого расстояния.

Предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки следует программировать с коррекцией радиуса $R0$. Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. Если мы ввели внутренний диаметр отверстия, равным диаметру инструмента, то УЧПУ обеспечивает обработку отверстия без интерполяции винтовых линий непосредственно на заданную глубину.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины бит $2=1$ УЧПУ будет выдавать сообщение об ошибках, а при вводе бит $2=0$ – не будет.

При положительно введенной глубине УЧПУ реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой детали, в результате происходит столкновение инструмента с заготовкой.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) до поверхности заготовки. Безопасное расстояние программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние поверхности заготовки от дна отверстия. Глубину программируют командой Q201 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину – скорость перемещения инструмента при сверлении в миллиметрах в минуту. Подачу подвода на глубину программируют командой Q206.

Подача на одну винтовую линию – это размер, на который каждый раз инструмент подводится по винтовой линии ($=360^\circ$). Подачу

на одну винтовую линию программируют командой Q334 в инкрементальных размерах.

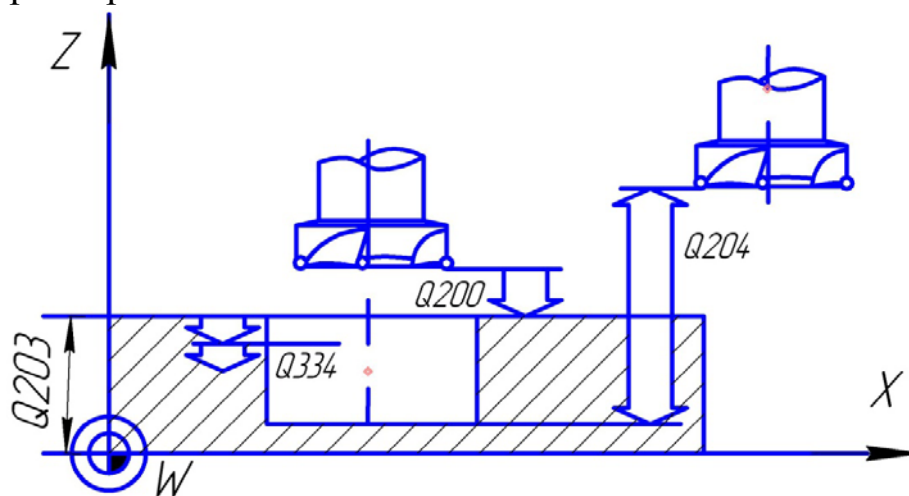


Рис. 4.13. Схема реализации цикла 208

При слишком большом подводе на врезание режущий инструмент повредит как себя, так и заготовку. Во избежание слишком большого подвода, следует ввести в таблицы инструментов в графе ANGLE максимальное значение угла погружения инструмента. В этом случае УЧПУ рассчитывает автоматически максимально допускаемый подвод инструмента и изменяет запрограммированное вами значение.

Координата поверхности заготовки – это координата Z поверхности заготовки. Координату поверхности заготовки программируют командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируют командой Q204 (рис. 4.13) в инкрементальных размерах.

Заданный диаметр – диаметр отверстия. Если мы ввели внутренний диаметр отверстия, равным диаметру инструмента, то УЧПУ обеспечивает обработку без интерполяции винтовых линий непосредственно на заданную глубину. Заданный диаметр программируют командой Q335 в абсолютных размерах.

Предварительно просверленный диаметр Q342: (абсолютно). Как только вводите в Q342 значение больше 0, то УЧПУ не проверяет дальше соотношения заданного диаметра и диаметра инструмента.

Таким образом, можно фрезеровать отверстия диаметром в два раза больше диаметра инструмента.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 208 (рис. 4.14).

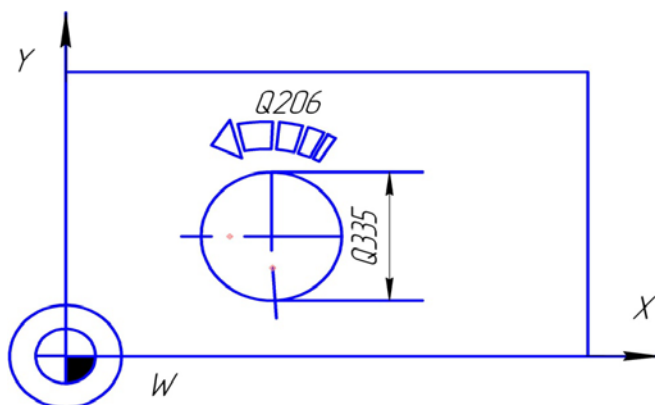


Рис. 4.14. Эскиз заготовки, обработанной с использованием цикла 208

12. CYCL DEF 208	ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=80;	ГЛУБИНА
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q334=1.5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q203=+100;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q335=25;	ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
Q342=0;	ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР

4.1.9. Цикл 2 нарезания внутренней резьбы с компенсирующим патроном

1. Инструмент перемещается одним рабочим ходом на глубину нарезаемой резьбы.

2. Направление вращения шпинделя реверсируется и инструмент отводится обратно на позицию старта.

3. На позиции старта направление вращения шпинделя снова реверсируется и цикл обработки повторяется.

Необходимо программировать предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с коррекцией радиуса R0.

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ цикл обработки не выполняет. Инструмент должен быть закреплён в патроне компенсации линейного расширения. Патрон компенсирует отклоне-

ния подачи инструмента и частоты вращения шпинделя во время обработки. Когда цикл обрабатывается, поворотная ручка Override для частоты вращения шпинделя не действует. Ручка Override для подачи инструмента активна только ограниченно (установлено производителем станков). Для правой резьбы активируем шпиндель командой M3, для левой резьбы – командой M4.

Безопасное расстояние – это расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки, принимается равным примерно четырем шагам резьбы. Безопасное расстояние программируют в инкрементальных размерах.

Глубина отверстия – длина внутренней резьбы. Расстояние поверхности заготовки до конца резьбы программируют в инкрементальных размерах.

Время пребывания – время нахождения инструмента в конце резьбы в секундах. Вводим значение между 0 и 0,5 секунды, чтобы избежать заклинивания инструмента при возврате.

Подача F – скорость перемещения инструмента при нарезании внутренней резьбы. При обработке следует установить подачу $F = S \cdot p$, где F, мм/мин; S – частота вращения шпинделя, мин^{-1} ; p – шаг резьбы, мм.

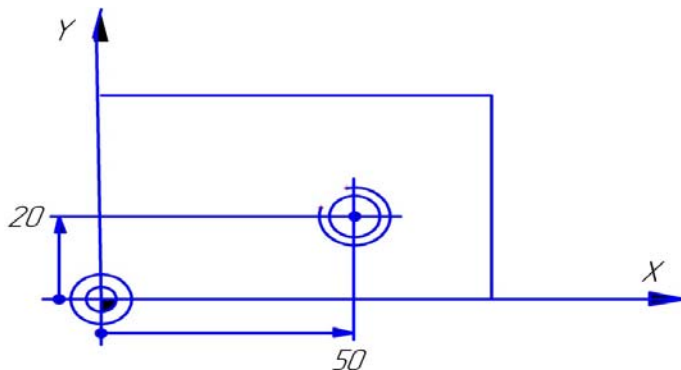


Рис. 4.15. Эскиз заготовки, обработанной с использованием цикла 2

Для вывода режущего инструмента из материала заготовки при прерывании программы во время нарезания внутренней резьбы следует нажать внешнюю клавишу «Стоп» (Stop). УЧПУ высвечивает Softkey, с помощью которого можете вывести инструмент из мате-

риала заготовки без поломки инструмента.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 2 (рис. 4.15).

24. L Z+100 R0 FMAX

25. CYCL DEF 2.0 НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ

26. CYCL DEF 2,1 PASCST. 3
27. CYCL DEF 2,2 ГЛУБИНА -20
28. CYCL DEF 2,3 ВР.ПРЕБ 0,4
29. CYCL DEF 2,4 F100
30. L X+50 Y+20 FMAX M3
31. L Z+3 FMAX M99.

4.1.10. Цикл 206 нарезания внутренней резьбы с компенсирующим патроном

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

2. Инструмент перемещается одним рабочим ходом на глубину нарезаемой резьбы.

3. После этого направление вращения шпинделя изменяется на обратное, а инструмент отводится обратно в позицию старта. Если мы ввели второе безопасное расстояние, то УЧПУ перемещает инструмент с FMAX в эту позицию.

4. На безопасном расстоянии направление вращения шпинделя снова переключается на противоположное.

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки заготовки. Инструмент должен быть закреплён в патроне компенсации линейного расширения. Патрон компенсирует отклонения подачи и частоты вращения во время обработки. Когда цикл отработывается, поворотная ручка Override для частоты вращения не действует. Ручка Override для подачи активна только ограниченно (установлено производителем станков).

Для правой резьбы активируйте шпиндель командой M3, для левой резьбы - M4. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем, должно ли УЧПУ выдавать сообщение об ошибках? При вводе положительной глубины бит 2=1 УЧПУ выдает сообщение об ошибках, а при вводе бит 2=0 - нет.

Следует учитывать, что УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки, принимается равным четырем шагам нарезаемой резьбы. Безопасное расстояние программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина резьбы – это расстояние поверхности заготовки от дна резьбового отверстия (длина внутренней резьбы). Глубину резьбы программируем командой Q201 в инкрементальных размерах.

Подача F – скорость перемещения инструмента при нарезании внутренней резьбы. Подачу F программируем командой Q206 (рис. 4.16).

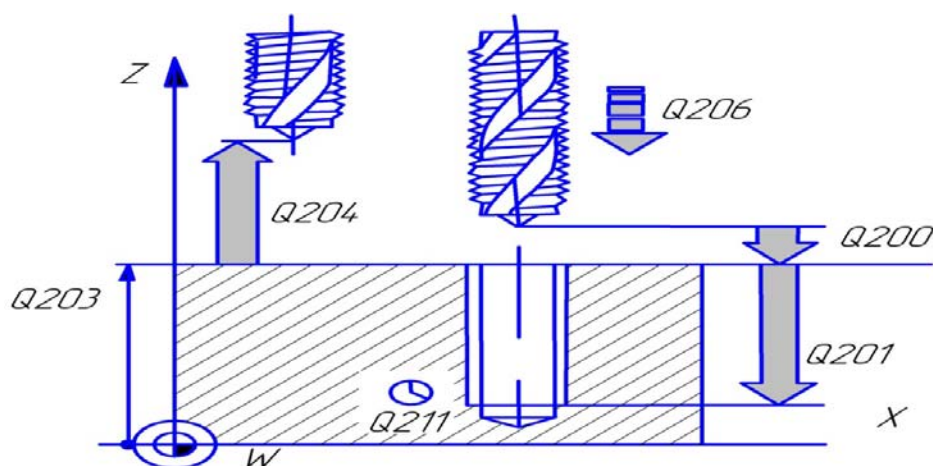


Рис. 4.16. Схема реализации цикла 206

Время пребывания внизу – время нахождения режущего инструмента в конце резьбы. Вводится значение между 0 и 0,5 секунды, чтобы избежать заклинивания инструмента при возврате. Время пребывания внизу программируют командой Q211.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки. Координату поверхности заготовки программируют командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируем командой Q204 в инкрементальных размерах. Следует установить подачу $F = S \cdot p$, где F – подача, мм/мин; S – частота вращения шпинделя, мин^{-1} ; p – шаг резьбы, мм.

Вывод режущего инструмента из материала заготовки при прерывании управляющей программы во время нарезания внутренней резьбы

бы осуществляют нажатием внешней клавиши «Стоп» (Stop). УЧПУ высвечивает Softkey, с помощью которой инструмент выводят из материала обрабатываемой заготовки.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 206:

25. CYCL DEF 206	НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ НОВОЕ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=-20;	ГЛУБИНА
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q211=0.25;	ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ
Q203=+25;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ

4.1.11. Цикл 17 нарезания резьбы без компенсирующего патрона GS

Станок и УЧПУ должны быть подготовлены производителем. УЧПУ обеспечивает нарезание резьбы одним или несколькими рабочими ходами без патрона для компенсации линейных расширений. Преимущества по отношению к циклу нарезания резьбы с компенсирующим патроном:

- более высокая скорость обработки; повторяемость исполнения резьбы, так как шпиндель устанавливается при вызове цикла на G-позицию (зависит от параметра станка 7160);

- больше диапазон перемещения оси шпинделя.

Предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки следует программировать с коррекцией радиуса R0. Знак числа параметра «Глубина» определяет направление работы. УЧПУ рассчитывает подачу в зависимости от частоты вращения шпинделя. Если вращать при нарезании внутренней резьбы ручкой Override для частоты вращения шпинделя, то УЧПУ согласовывает автоматически рабочую подачу инструмента.

Ручка Override для подачи не активная. В конце цикла обработки шпиндель стоит. Перед следующей обработкой включите снова шпиндель командой M3 (или M4).

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл обработки 17:

18. CYCL DEF 17.0	НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ GS
-------------------	--------------------------------

- 19. CYCL DEF 17,1 PАССТ. 2
- 20. CYCL DEF 17,2 ГЛУБИНА -20
- 21. CYCL DEF 17.3 ШАГ +1.

Безопасное расстояние 1 (рис. 4.17) – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Безопасное расстояние 1 программируют в инкрементальных размерах.

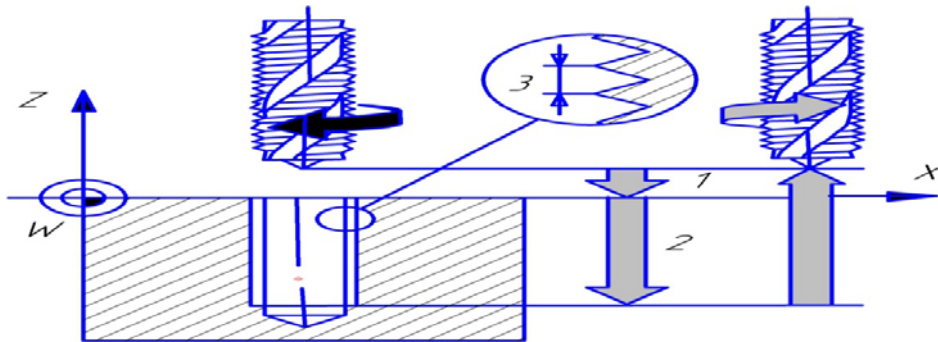


Рис. 4.17. Схема реализации цикла 17

Глубина нарезания резьбы 2 – расстояние поверхности заготовки от конца резьбы, программируют в инкрементальных размерах.

Шаг резьбы 3 – расстояние, которое проходит инструмент за время одного полного оборота шпинделя. Знак числа определяет правую или левую резьбу: знак плюс соответствует правой резьбе, знак минус - левой. Для вывода инструмента из материала заготовки при прерывании программы во время нарезания внутренней резьбы следует нажать клавишу «Стоп» (Stop). УЧПУ высвечивает программируемую клавишу Softkey РУЧНОЙ ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА, нажатием которой можно вывести инструмент из материала заготовки с управлением процессом вывода. Для этого нажимаем клавишу положительного направления активной оси шпинделя.

4.1.12. Цикл 207 нарезания резьбы без компенсирующего патрона GS

УЧПУ управляет нарезанием резьбы одним или несколькими рабочими ходами без патрона выравнивания линейных перемещений.

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходе FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

2. Инструмент перемещается одним рабочим ходом на глубину нарезаемой резьбы.

3. После этого направление вращения шпинделя реверсируется и инструмент отводится обратно в позицию старта. Если мы ввели второе безопасное расстояние, то УЧПУ перемещает инструмент с FMAX в эту позицию.

4. На безопасном расстоянии УЧПУ останавливает шпиндель.

Предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки программируют с коррекцией радиуса R0. Знак числа параметра «Глубина» сверления определяет направление работы. УЧПУ рассчитывает подачу в зависимости от частоты вращения. Если частоту вращения шпинделя изменяем через Override, то УЧПУ согласовывает автоматически скорость подачи. Ручка Override для подачи не активная.

В конце цикла обработки шпиндель не вращается, поэтому перед выполнением обработки следующего резьбового отверстия необходимо вновь включить шпиндель командой M3 (или M4). С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ. При вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ будет выдавать сообщение об ошибках, а при бит 2=0 - нет.

Следует учитывать, что при положительно введенной глубине УЧПУ реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки.

Безопасное расстояние – расстояние от вершины инструмента (положение пуска) до поверхности заготовки. Безопасное расстояние программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина сверления – расстояние поверхности заготовки от дна сверления. Глубину сверления программируют командой Q201 в инкрементальных размерах.

Шаг резьбы (Q239): знак числа определяет правую или левую резьбу. При плюсе нарезаем правую резьбу, при минусе - левую.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки. Ее программируют командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируют командой Q204 в инкрементальных размерах.

Для вывода режущего инструмента из материала заготовки при прерывании программы во время выполнения операции резбонарезания необходимо нажать клавишу «Стоп» (Stop). УЧПУ высвечивает Softkey РУЧНОЙ ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА. Если нажать клавишу РУЧНОЙ ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА, можно вывести инструмент из материала с управлением. Для этого нажимаем клавишу положительного направления оси активной оси шпинделя.

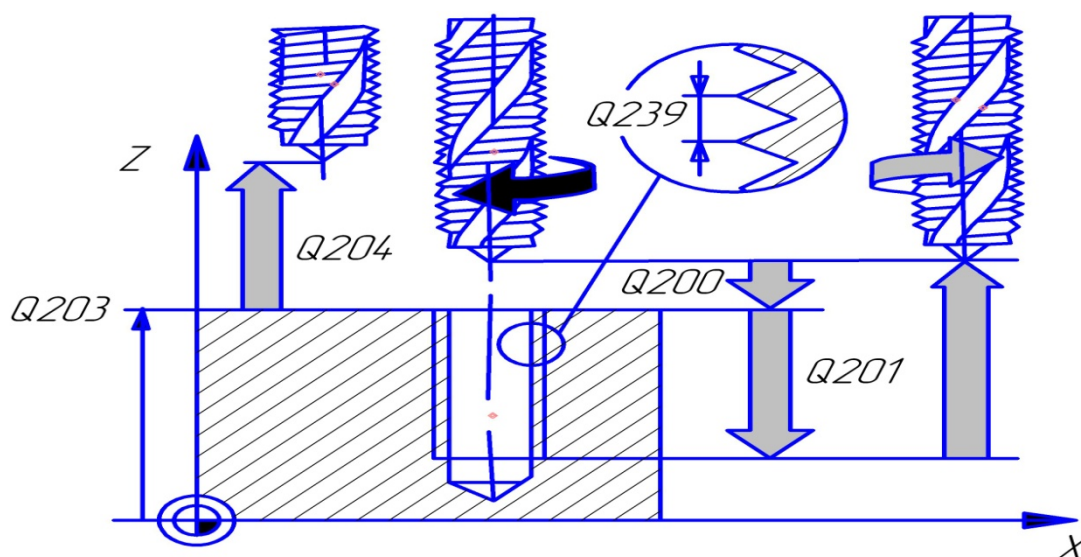


Рис. 4.18. Схема реализации цикла 207

Пример фрагмента УП, реализующей нарезание резьбы без компенсирующего патрона GS (рис. 4.18):

```

26. CYCL DEF 207 НАР.ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ НОВОЕ GS
    Q200=2; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-20; ГЛУБИНА
    Q239=+1; ШАГ РЕЗЬБЫ
    Q203=+25; КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50; 2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
  
```

4.1.13. Цикл 18 резбонарезания

Станок и УЧПУ должны быть подготовлены производителем.

При выполнении цикла 18 РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЕ инструмент перемещается со шпинделем от актуальной позиции с активной частотой вращения на заданную глубину резьбы. На дне отверстия наступает задержание шпинделя - стоп шпинделя. Движения подвода и отвода

инструмента следует вводить отдельно - оптимальный ввод указан в цикле производителя станка. Перед программированием УЧПУ рассчитывает подачу в зависимости от частоты вращения шпинделя. Если мы изменяем частоту вращения через Override шпинделя, то УЧПУ автоматически согласовывает скорость подачи. Ручка для Override подачи не активная. УЧПУ включает (Ein) и выключает (Aus) шпиндель автоматически. Перед вызовом цикла не программируйте M3 или M4.

Глубина сверления – расстояние актуальной позиции инструмента от конца резьбы. Знак числа глубины сверления определяет направление обработки («-» соответствует отрицательному направлению по оси шпинделя). Шаг резьбы 2 (рис. 4.19). Знак числа определяет правую или левую резьбу:

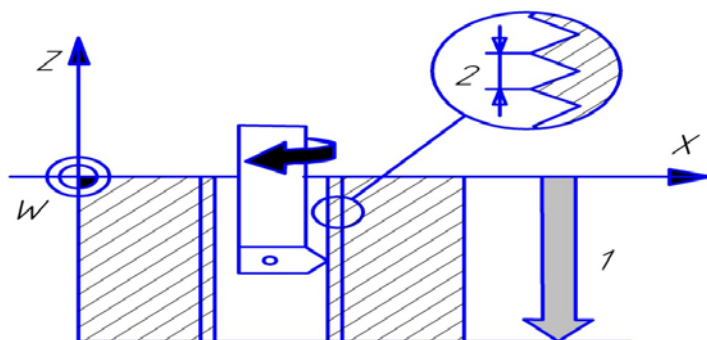


Рис. 4.19. Схема реализации цикла 18

- + соответствует правой резьбе,
- соответствует левой резьбе.

Пример фрагмента УП, реализующей нарезание резьбы по циклу 18:
 22. CYCL DEF 18.0 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ
 23. CYCL DEF 18,1 ГЛУБИНА -20
 24. CYCL DEF 18,2 ШАГ +1

4.1.14. Цикл 209 нарезание внутренней резьбы с ломанием стружки

Станок и УЧПУ должны быть подготовлены его производителем. УЧПУ управляет нарезанием резьбы с несколькими подводами инструмента на заданную глубину. Через определенный параметр можно определить, должен ли инструмент полностью выводиться из отверстия при ломании стружки или нет?

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки и проводит там ориентацию шпинделя.

2. Инструмент перемещается на заданную глубину подвода, включается направление вращения шпинделя на противоположное и в зави-

симости от дефиниции инструмент передвигается на определённое значение в положительном направлении оси Z для удаления стружки из отверстия.

3. После этого направление вращения шпинделя переключается на обратное, а инструмент подводится на следующую глубину.

4. УЧПУ повторяет эту операцию 2 – 3 раза до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина резьбы.

5. Затем инструмент отводится на безопасное расстояние. Если мы ввели второе безопасное расстояние, то УЧПУ перемещает инструмент с $GMAX$ в позицию второго безопасного расстояния.

6. На безопасном расстоянии УЧПУ останавливает вращение шпинделя.

Программируйте предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с коррекцией радиуса $R0$. Знак числа параметра «Глубина» резьбы определяет направление обработки. УЧПУ рассчитывает подачу в зависимости от частоты вращения шпинделя. Если частоту вращения изменяем через $Override$ шпинделя, то УЧПУ согласовывает автоматически скорость подачи.

Ручка $Override$ для подачи не активная. В конце цикла шпиндель не вращается, поэтому перед обработкой следующего резьбового отверстия необходимо снова включить вращение шпинделя командой $M3$ (или $M4$).

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ. При вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ должно выдавать сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) - нет.

При положительно введенной глубине резьбы УЧПУ реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси шпинделя на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что приводит к столкновению инструмента с заготовкой.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируется командой $Q200$ в инкрементальных размерах.

Глубина резьбы – расстояние от поверхности заготовки до дна сверления. Программируется командой $Q201$ в инкрементальных размерах.

Шаг резьбы **Q239**. Знак числа определяет правую или левую резьбу: + правая резьба, - левая резьба.

Координата поверхности заготовки – программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируется командой Q204 в инкрементных размерах.

Отвод при ломании стружки (Q257) – подвод, после которого УЧПУ проводит ломание стружки. Программируется командой Q257 в инкрементных размерах.

Отвод при ломании стружки (Q256) – УЧПУ множит шаг Q239 через введённое значение и перемещает инструмент при ломании стружки на это рассчитанное значение назад. Если вводим $Q256 = 0$, то УЧПУ полностью выводит инструмент из отверстия для удаления стружки (на безопасное расстояние).

Угол для ориентации шпинделя – угол, на котором УЧПУ позиционирует инструмент перед резбонарезанием. Таким образом можно при необходимости выполнить дополнительное резбонарезание. Программируется командой Q336 в абсолютных размерах.

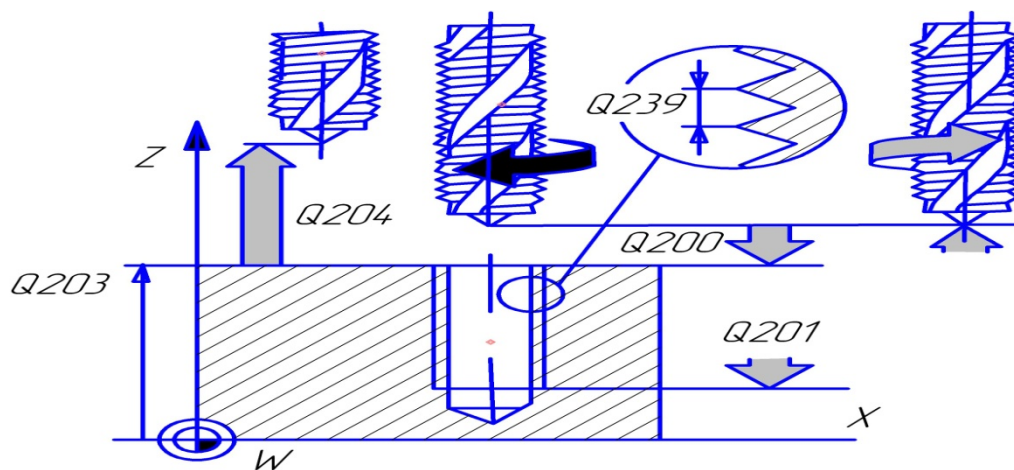


Рис. 4.20. Схема реализации цикла 209

Для вывода инструмента из материала заготовки при прерывании программы во время операции резбонарезания следует нажать клавишу «Стоп» (Stop). УЧПУ высвечивает Softkey РУЧНОЙ ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА. Если нажмем РУЧНОЙ ВЫХОД ИЗ МАТЕРИАЛА,

можно вывести инструмент из материала с управлением. Для этого нажимаем клавишу положительного направления оси активной оси шпинделя.

Пример фрагмента УП, реализующей нарезание резьбы по циклу 209 (рис. 4.20):

```
26. CYCL DEF 209  НАРЕЗ. ВНУТР. РЕЗЬБЫ, ЛОМАНИЕ СТРУЖКИ
    Q200=2;        БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q201=-20;     ГЛУБИНА
    Q239=+1;      ШАГ РЕЗЬБЫ
    Q203=+25;     КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q204=50;      2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q257=5;       ГЛУБИНА СВЕРЛЕНИЯ, ЛОМАНИЕ СТРУЖКИ
    Q256=+25;     ВОЗВР. ПРИ ЛОМАНИИ СТРУЖКИ
    Q336=50;      УГОЛ ШПИНДЕЛЯ
```

4.2. Фрезерование резьбы

Станок должен быть оснащён внутренним охлаждением шпинделя (СОЖ, сжатый воздух). Так как при фрезеровании резьбы возникают, как правило, искажения профиля резьбы, то требуются специфические, связанные с инструментом исправления, которые можно выполнить, воспользовавшись каталогом инструментов, или запросить у производителя станка. Исправление осуществляется при TOOL CALL через дельта-радиус DR.

Циклы 262, 263, 264 и 267 применяются только с инструментами правого вращения. Для цикла 265 можно использовать инструменты правого и левого вращения. Направление обработки устанавливается на основе следующих параметров ввода: знак числа шага резьбы Q239 (знак плюс соответствует правой резьбе, знак минус – левой) и вида фрезерования Q351 (+1 соответствует попутному, -1 – встречному). В таблице представлена связь между параметрами ввода для инструментов правого вращения.

Внутренняя резьба	Шаг резьбы	Вид фрезерования	Направление обработки
Правая	+	+1 (RL)	Z+
Левая	-	-1 (RR)	Z+
Правая	+	-1 (RR)	Z-
Левая	-	+1 (RL)	Z-

Наружная резьба	Шаг резьбы	Вид фрезерования	Направление обработки
Правая	+	+1 (RL)	Z–
Левая	–	-1 (RR)	Z–
Правая	+	-1 (RR)	Z+
Левая	–	+1 (RL)	Z+

Программируйте в случае подводов на глубину всегда те же самые знаки числа, так как циклы содержат несколько операций, независимых друг от друга. Приоритетный параметр, по которому решается выбор направления обработки, описывается в соответствующем цикле. Например, если мы хотим повторить цикл только с операцией зенкерования, то следует ввести 0 для глубины резьбы, направление обработки определяется через глубину зенкерования.

Поведение при поломке инструмента. Если во время резбонарезания произойдет поломка инструмента, то остановите прогон программы, выберите режим работы «Позиционирование» с ручным вводом и переместите инструмент линейным движением в середину отверстия. Затем можно свободно переместить инструмент по оси подвода и заменить его.

УЧПУ относит запрограммированную скорость подачи при фрезеровании резьбы к лезвию инструмента. А так как УЧПУ высвечивает подачу в отнесении к траектории движения центра режущего инструмента, то указанная скорость подачи не совпадает с запрограммированным значением.

Направление резьбы изменяется, если обрабатывают цикл фрезерования резьбы вместе с циклом 8 ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ.

4.2.1. Цикл 262 фрезерования резьбы

1. При фрезеровании резьбы в заготовке (рис. 4.21) УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки (рис. 4.22).

2. Инструмент перемещается с запрограммированной подачей предварительного позиционирования в плоскость старта, возникающей из шага резьбы, вида фрезерования и количества проходов для дополнительной обработки (зачистки).

3. Затем инструмент перемещается тангенциально Helix - движением к номинальному диаметру резьбы. При этом выполняется перед подводом инструмента по винтовой линии еще и компенсационное движение по оси шпинделя для начала траектории резьбы в программированной плоскости.

4. В зависимости от параметра «Дополнительная обработка» инструмент фрезерует резьбу несколькими смещенными движениями по винтовой линии или одним непрерывным движением по винтовой линии.

5. Инструмент перемещается назад тангенциально от контура к точке старта в плоскости обработки.

6. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее введено в программу.

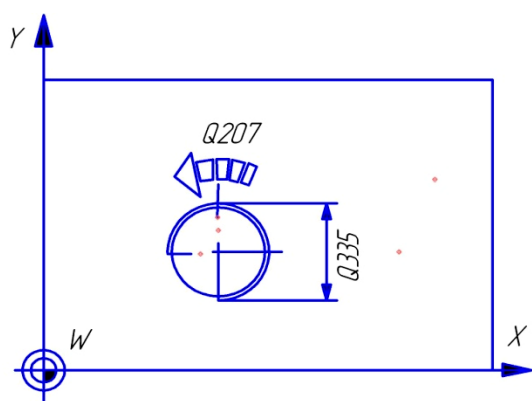


Рис. 4.21. Резьбовое отверстие в плоскости XWY

ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее введено в программу. Обратите внимание перед программированием: запрограммируйте предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с коррекцией радиуса R0. Знак числа параметра «Глубина резьбы» цикла определяет направление обработки.

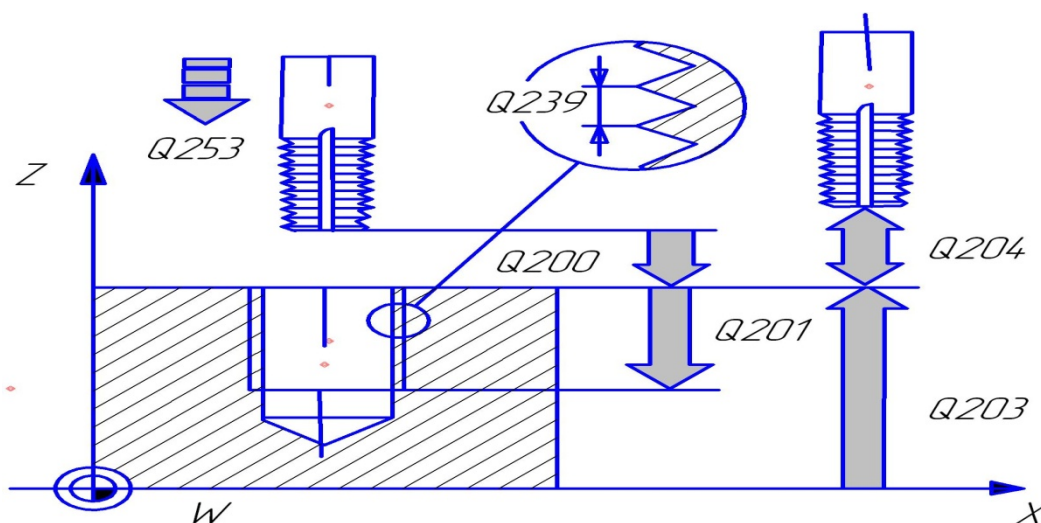


Рис. 4.22. Схема реализации цикла 262

Если программируем глубину резьбы, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки.

Подвод инструмента к номинальному диаметру резьбы выполняется по полукругу, начиная от центра. Если шаг резьбы в 4 раза меньше номинального диаметра резьбы, то выполняется боковое предварительное позиционирование. Следует учитывать, что УЧПУ выполняет выравнивающее движение по оси инструментов перед движением подвода. Величина выравнивающего движения зависит от шага резьбы. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) оно должно выдавать сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2 = 0) – не должно.

Внимание, опасность столкновения! УЧПУ при **положительно введенной глубине** реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается на оси шпинделя на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что приводит к столкновению.

Внутреннюю резьбу можно нарезать метчиками (рис. 4.23, а), резбовыми резцами (рис. 4.23, б) и резбовыми гребенками (рис. 4.23, в).

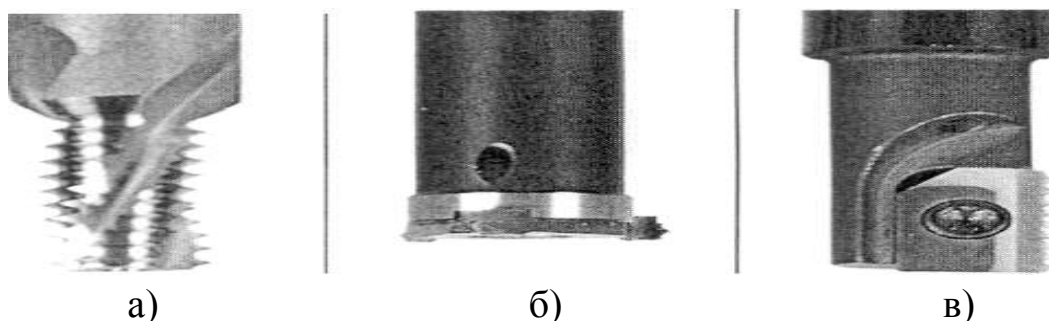


Рис. 4.23. Инструменты для нарезания внутренней резьбы: а – метчик, Q355=0; б – резбовой резец, Q355=1; в – резбовая гребенка, Q355 > 1

Заданный диаметр – номинальный диаметр резьбы, программируется командой Q335.

Шаг резьбы – знак числа определяет правую или левую резьбу (плюс соответствует правой резьбе, а минус – левой резьбе), программируется командой Q239.

Глубина резьбы – расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы. Программируется командой Q201 в инкрементальных размерах.

Дополнительная обработка (Q355) – количество витков резьбы, на которое смещается инструмент в осевом направлении:

0= 360° винтовая линия на глубину резьбы;

1= непрерывная винтовая линия по всей длине резьбы;

>1= несколько Helix-траекторий с подводом и отводом, между ними УЧПУ смещает инструмент на Q355 умножить на шаг.

Подача предварительного позиционирования (Q253) – скорость перемещения инструмента до врезания в заготовку или при выводе из заготовки в миллиметрах в минуту.

Вид фрезерования (Q351) – вид обработки фрезерованием при M03: фрезерование попутное соответствует +1, фрезерование встречное соответствует – 1.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируется командой Q200 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки, программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируется командой Q204 в инкрементальных размерах.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при нарезании резьбы в миллиметрах в минуту.

Пример фрагмента УП, реализующей нарезание резьбы по циклу 262:

25. CYCL DEF 262	ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ
Q335=10;	ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
Q239=+1.5;	ШАГ
Q201=-20;	ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
Q355=0;	ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПЕРЕХОД
Q253=750;	ПОДАЧА ПРЕДПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
Q351=+1;	ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q203=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ

4.2.2. Цикл 263 фрезерования резьбы

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

Зенкование

2. Инструмент перемещается с подачей предварительного позиционирования на безопасное расстояние и затем с рабочей подачей - на глубину зенкования.

3. Если мы ввели безопасное расстояние, то УЧПУ позиционирует инструмент и сразу с подачей предварительного позиционирования перемещает его на глубину зенкования.

4. Затем УЧПУ выводит инструмент в зависимости от свободного места между инструментом и заготовкой из центра или, позиционируя со стороны, плавно подводит к внутреннему диаметру резьбы и выполняет круговое движение.

Зенкование с торцовой стороны

5. Инструмент перемещается с подачей предварительного позиционирования на глубину зенкования с торцовой стороны.

6. УЧПУ позиционирует инструмент без коррекции из центра через полукруг на смещение с торцовой стороны и выполняет круговое движение с подачей зенкования.

7. Затем УЧПУ перемещает инструмент обратно по полукругу в центр отверстия.

Фрезерование резьбы

8. УЧПУ перемещает инструмент с запрограммированной подачей предварительного позиционирования в плоскость старта для резьбы, определяемой знаком числа шага резьбы и вида фрезерования.

9. Инструмент перемещается тангенциально Helix - движением к номинальному диаметру резьбы и фрезерует резьбу на 360° движением по винтовой линии.

10. Инструмент перемещается назад тангенциально от контура к точке старта в плоскости обработки.

11. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее введено в управляющую программу.

Программируйте предложение позиционирования инструмента в точке старта (центр отверстия) плоскости обработки с коррекцией радиуса R0. Знаки параметров «Глубина резьбы», «Глубина зенковки» и «Глубина, торцовая сторона» определяют направление обработки. Направление обработки решается в последовательности:

- глубина резьбы;
- глубина зенкования;
- глубина, торцовая сторона.

Если один из параметров глубины программируется с 0, то УЧПУ не выполняет этого шага обработки. Если мы хотим зенковать с торцевой стороны, то следует определить параметр. Программируйте глубину резьбы как минимум на треть шага резьбы меньше глубины погружения.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ. При вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, при вводе (бит 2=0) – не выдает.

Внимание опасность столкновения!

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, в результате происходит столкновение режущего инструмента и заготовки.

Заданный диаметр (Q335) (рис. 4.24) – номинальный диаметр резьбы.

Шаг резьбы (Q239) – знак числа определяет правую или левую резьбу: плюс соответствует правой резьбе, минус - левой.

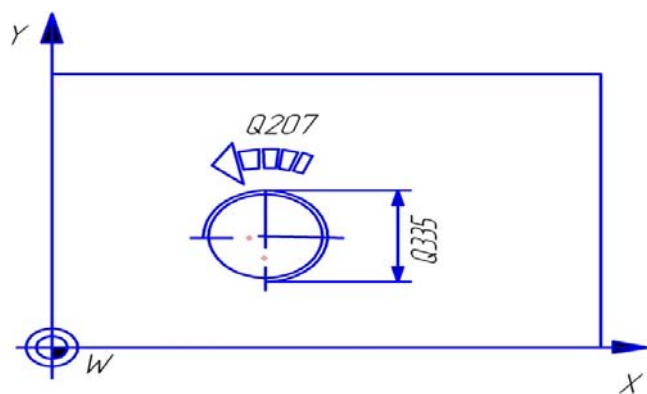


Рис. 4.24. Эскиз заготовки с резьбовым отверстием, выполняемым циклом 263

Глубина резьбы – расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы (рис. 4.25). Программируется командой Q201 в инкрементальных размерах.

Глубина зенкования – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируется командой Q356 в инкрементальных размерах.

Подача предварительного позиционирования (Q253) – скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выводе из заготовки в миллиметрах в минуту.

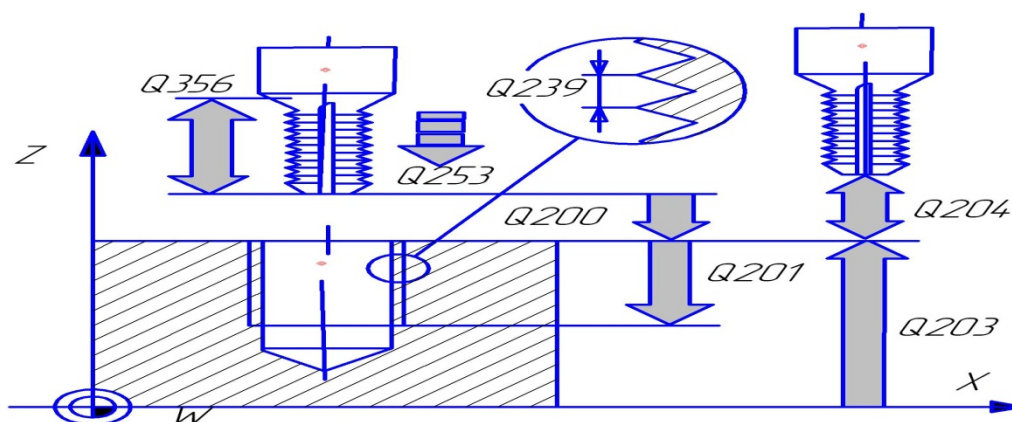


Рис. 4.25. Первая схема реализации цикла 263

Вид фрезерования (Q351) – вид обработки фрезерованием при M03: фрезерование попутное +1, фрезерование встречное -1.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Безопасное расстояние, сторона – расстояние между лезвием инструмента и стенкой отверстия. Программируют командой Q357 в инкрементальных размерах.

Глубина, торцовая сторона – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки при торцовом зенковании. Программируют командой Q358 в инкрементальных размерах.

Смещение, зенкование, торцовая сторона – расстояние, на которое УЧПУ смещает центр инструмента от центра отверстия. Программируют командой Q359 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности заготовки – координата поверхности заготовки. Программируют командой Q 203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируют командой Q204 в инкрементальных размерах.

Подача зенкерования (Q254) – скорость перемещения инструмента при обработке, в миллиметрах в минуту.

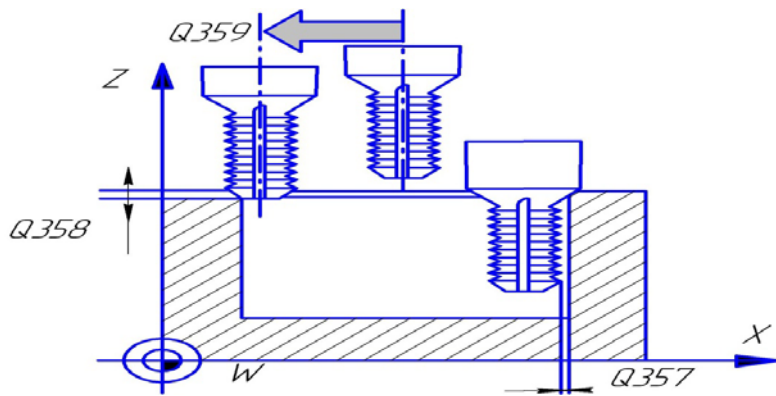


Рис. 4.26. Вторая схема реализации цикла 263

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения фрезы при обработке в миллиметрах в минуту.

Пример фрагмента УП, реализующей нарезание резьбы по циклу 263 (рис. 4.26):

25. CYCL DEF 263	ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ
Q335=10;	ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
Q239=+1.5;	ШАГ Q201—16; ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
Q356=-20;	ГЛУБИНА ЗЕНКОВАНИЯ
Q253=750;	ПОДАЧА ПРЕДПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
Q351=+1;	ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q357=0.2;	БЕЗОП. РАССТ., СТОРОНА
Q358=+0;	ГЛУБИНА, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q359=+0;	СМЕЩЕНИЕ, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q203=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q254=150;	ПОДАЧА ЗЕНКОВАНИЯ
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ

4.2.3. Цикл 264 фрезерования резьбы

По циклу 264 обрабатываем заготовку, представленную на рис. 4.24.

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

Сверление

2. Инструмент сверлит с введенной подачей F до первой глубины подвода.

3. Если введено ломание стружки, то УЧПУ перемещает инструмент обратно на заданное значение возврата. Если обработка происходит без ломания стружки, то УЧПУ перемещает инструмент с ускоренным ходом на безопасное расстояние и перемещает снова с FMAX на расстояние опережения на первую глубину подвода.

4. Затем инструмент сверлит с заданной подачей F на дальнюю глубину подвода.

5. УЧПУ повторяет эту операцию 2-4 раза до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина сверления.

Зенкование с торцовой стороны

6. Инструмент перемещается с подачей предварительного позиционирования на глубину зенкования с торцовой стороны.

7. УЧПУ позиционирует инструмент без коррекции из центра через полукруг на смещение с торцовой стороны и выполняет круговое движение с подачей зенкования.

8. УЧПУ перемещает инструмент обратно по полукругу в центр отверстия.

Фрезерование резьбы

9. УЧПУ перемещает инструмент с запрограммированной подачей предварительного позиционирования в плоскость старта для обработки резьбы в зависимости от знака числа шага резьбы и вида фрезерования.

10. Инструмент перемещается тангенциально Helix - движением к номинальному диаметру резьбы и фрезерует резьбу 360° - движением по винтовой линии.

11. Инструмент перемещается тангенциально назад от контура к точке старта в плоскости обработки.

12. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее введено в управляющую программу.

Программируйте предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) в плоскости обработки с коррекцией радиуса $R0$. Знаки параметров «Глубина резьбы», «Глубина зенковки» и «Глубина, торцовая сторона» определяют направление обработки. Направление обработки решается согласно последовательности:

- глубина резьбы;
- глубина сверления;
- глубина, торцовая сторона.

Если один из параметров глубины занимается с 0, то УЧПУ не выполняет этого шага обработки. Программируйте глубину резьбы как

минимум на треть шага резьбы меньше глубины сверления, безопасное расстояние с помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваете, должно ли УЧПУ выдавать сообщение об ошибках при вводе положительной глубины (бит 2=1) или нет (бит 2=0).

Учтите, что УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, в результате происходит столкновение режущего инструмента с обрабатываемой заготовкой.

Заданный диаметр (Q335) – номинальный диаметр резьбы.

Шаг резьбы (Q239) (рис. 4.27) – знак числа определяет правую или левую резьбу: плюс - правая резьба, минус - левая.

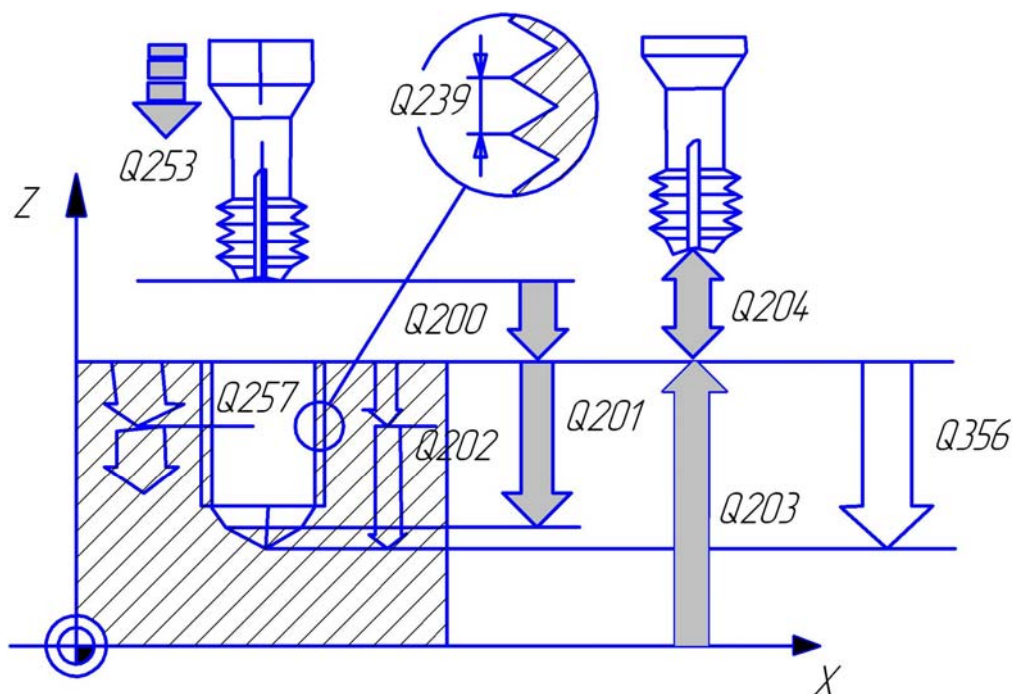


Рис. 4.27. Схема реализации цикла 264

Глубина резьбы – расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы. Глубину резьбы программируют командой Q201 в инкрементальных размерах.

Глубина сверления – расстояние поверхности заготовки от дна сверления. Глубину сверления программируют командой Q356 в инкрементальных размерах.

Подача предварительного позиционирования (Q253) – скорость перемещения инструмента при врезании в заготовку или при выводе из заготовки в миллиметрах в минуту.

Вид фрезерования (Q351) – вид обработки фрезерованием при M03: фрезерование попутное +1, фрезерование встречное -1.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится за каждый рабочий ход. Глубину подвода программируют командой Q202 в инкрементальных размерах. УЧПУ перемещает инструмент одним рабочим ходом на глубину, если:

глубина подвода и глубина равны друг другу;
глубина подвода больше глубины.

Расстояние опережения наверху – безопасное расстояние для позиционирования на ускоренном ходу, если УЧПУ перемещает инструмент после вывода из отверстия обратно на актуальную глубину подвода. Расстояние опережения наверху программируют командой Q258 в инкрементальных размерах.

Отвод при ломании стружки – подвод, после которого УЧПУ проводит ломание стружки. Отвод при ломании стружки программируют командой Q257 в инкрементальных размерах. Нет ломания стружки, если мы ввели 0.

Отвод при ломании стружки – значение, на которое УЧПУ отводит инструмент при ломании стружки. Отвод при ломании стружки программируют командой Q256 в инкрементальных размерах.

Глубина, торцовая сторона – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки при торцовом зенковании. Глубина, торцовая сторона программируется командой Q358 в инкрементальных размерах.

Смещение, зенкование, торцовая сторона – расстояние, на которое УЧПУ смещает центр инструмента от центра отверстия. Смещение, зенкование, торцовая сторона программируется командой Q359 в инкрементальных размерах.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Безопасное расстояние программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой

(зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируют командой Q204 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину (Q206) – скорость перемещения инструмента при сверлении в миллиметрах в минуту.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при фрезеровании резьбы в миллиметрах в минуту.

Пример фрагмента УП, реализующей нарезание резьбы по циклу 264:

25. CYCL DEF 264	ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ СВЕРЛЕНИЙ
Q335=10;	ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
Q239=+1.5;	ШАГ
Q201=-16;	ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
Q356=-20;	ГЛУБИНА СВЕРЛЕНИЯ
Q253=750;	ПОДАЧА ПРЕДПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
Q351 =+1;	ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q258=0.2;	РАССТОЯНИЕ ОПЕРЕЖЕНИЯ
Q257=5;	ГЛУБИНА СВЕРЛЕНИЯ, ЛОМАНИЕ СТРУЖКИ
Q256=0.2;	ВОЗВР. ПРИ ЛОМАНИИ СТРУЖКИ
Q358=+0;	ГЛУБИНА, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q359=+0;	СМЕЩЕНИЕ, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q203=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ

4.2.4. Цикл 265 helix-фрезерования резьбы

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

Зенкование с торцовой стороны

2. Перед обработкой резьбы инструмент перемещается с рабочей подачей на глубину зенкования с торцовой стороны. После обработки резьбы УЧПУ перемещает инструмент на глубину зенкования с подачей предварительного позиционирования.

3. УЧПУ позиционирует инструмент без коррекции из центра через полукруг на смещение с торцовой стороны и выполняет круговое движение с подачей зенкования.

4. Затем УЧПУ перемещает инструмент обратно по полукругу в центр отверстия.

Фрезерование резьбы

5. УЧПУ перемещает инструмент с программированной подачей предварительного позиционирования в плоскость старта для последующего нарезания резьбы.

6. Затем инструмент перемещается тангенциально Helix - движением к номинальному диаметру резьбы.

7. УЧПУ перемещает инструмент по непрерывной винтовой линии вниз, пока не будет достигнута требуемая глубина резьбы.

8. Инструмент перемещается назад тангенциально от контура к точке старта в плоскости обработки.

9. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее введено в управляющую программу.

Программируйте предложение позиционирования в точке старта (центр отверстия) в плоскости обработки с коррекцией радиуса R0. Знаки числа параметров циклов «Глубина резьбы» или «Глубина, торцовая сторона» определяют направление обработки. Направление обработки решается в последовательности:

- глубина резьбы;
- глубина, торцовая сторона.

Если один из параметров глубины задан с 0, то УЧПУ не выполняет этого шага обработки. Вид фрезерования (встречное/попутное) установлен видом резьбы (правая/левая резьба) и направлением вращения инструмента, так как направление обработки возможно только от поверхности заготовки внутрь.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, при вводе (бит 2=0) – не выдает. УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на

безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, в результате происходит столкновение инструмента и заготовки, что недопустимо.

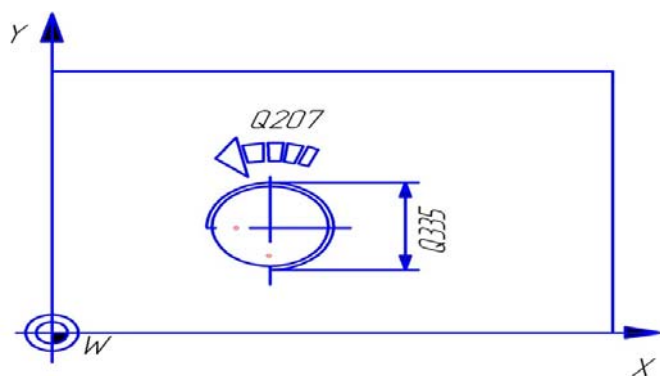


Рис. 4.28. Эскиз заготовки, отверстие которой подлежит обработке в соответствии с циклом 265

Заданный диаметр (Q335) (рис. 4.28) – номинальный диаметр резьбы.

Шаг резьбы (Q239) (рис. 4.29). Знак числа определяет правую или левую резьбу: плюс соответствует правой резьбе, а минус – левой.

Глубина резьбы – расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы. Глубину резьбы программируют командой Q201 в инкрементальных размерах.

Глубину резьбы программируют командой Q201 в инкрементальных размерах.

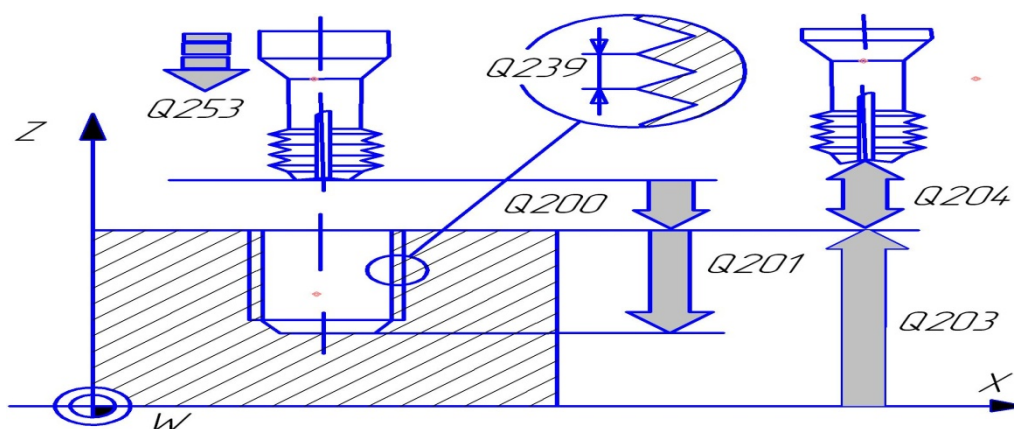


Рис. 4.29. Схема helix-фрезерования резьбы (цикл 265)

Подача предварительного позиционирования (Q253) – скорость перемещения инструмента перед врезанием в заготовку или при выводе из заготовки в миллиметрах в минуту.

Глубина, торцовая сторона – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки при торцовом зенковании. Глубина, торцовая сторона программируется командой Q358 в инкрементальных размерах.

Смещение, зенкование, торцовая сторона – расстояние, на которое УЧПУ смещает центр инструмента от центра отверстия. Смещение,

зенкование, торцовая сторона программируют командой Q359 (рис. 4.30) в инкрементальных размерах.

Зенкование (Q360) – выполнение фаски:

0 – перед обработкой резьбы;

1 – после обработки резьбы.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инстру-

мента (положение пуска) от поверхности заготовки, программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности заготовки – координата поверхности заготовки, программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируют командой Q204 в инкрементальных размерах.

Подача зенкерования (Q254) – скорость перемещения инструмента при зенкерования в миллиметрах в минуту.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при фрезеровании в миллиметрах в минуту.

Пример фрагмента УП, реализующей нарезание резьбы по циклу 265:

25. CYCL DEF 265	HELIX-ФРЕЗЕР. РЕЗЬБЫ, СВЕРЛЕНИЕ
Q335=10;	ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
Q239=+1.5;	ШАГ
Q201=-16;	ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
Q253=750;	ПОДАЧА ПРЕДПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
Q358=+0;	ГЛУБИНА, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q359=+0;	СМЕЩЕНИЕ, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q360=0;	ОПЕРАЦИЯ ЗЕНКОВАНИЯ

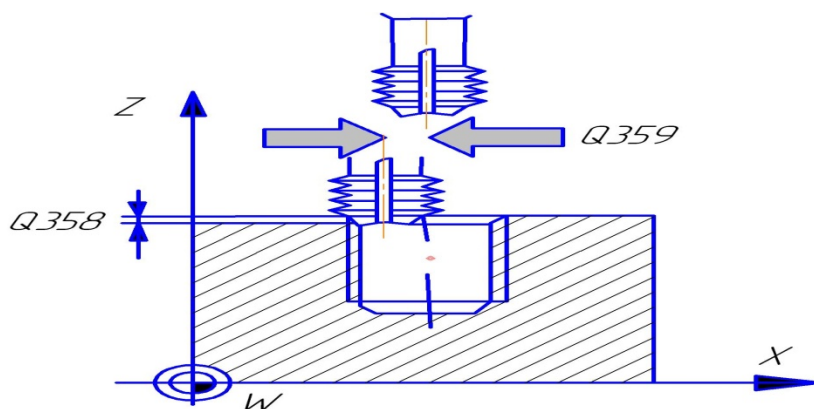


Рис. 4.30. Смещение инструмента от центра отверстия

Q359=+0;	СМЕЩЕНИЕ, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q360=0;	ОПЕРАЦИЯ ЗЕНКОВАНИЯ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q203=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q254=150;	ПОДАЧА ЗЕНКОВАНИЯ
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ.

4.2.5. Цикл 267 фрезерования наружной резьбы

1. УЧПУ позиционирует инструмент по оси шпинделя на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

Зенкование с торцовой стороны

2. УЧПУ перемещает инструмент в точку старта для зенкования с торцовой стороны начиная из центра цапфы на главной оси плоскости обработки. Положение точки старта определяется исходя из радиуса резьбы, радиуса инструмента и шага.

3. Инструмент перемещается с подачей предварительного позиционирования на глубину зенкования с торцовой стороны.

4. УЧПУ позиционирует инструмент без коррекции из центра через полукруг на смещение с торцовой стороны и выполняет круговое движение с подачей зенкования.

5. Затем УЧПУ перемещает инструмент обратно по полукругу к точке старта.

Фрезерование резьбы

6. УЧПУ позиционирует инструмент в точку старта, если ранее не проводилась зенковка с торцовой стороны. Точка старта при фрезеровании резьбы совпадает с точкой старта при зенковании с торцовой стороны.

7. Инструмент перемещается с запрограммированной подачей предварительного позиционирования в плоскость старта, положение которой определено исходя из знака числа шага резьбы, вида фрезерования и количества проходов для дополнительной обработки (зачистки).

8. Затем инструмент перемещается тангенциально Helix-движением к номинальному диаметру резьбы.

9. В зависимости от параметра «Дополнительная обработка» инструмент фрезерует резьбу несколькими смещенными движениями по винтовой линии или одним непрерывным движением по винтовой линии.

10. Затем инструмент перемещается назад тангенциально от контура к точке старта в плоскости обработки.

11. В конце цикла обработки УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее запрограммировано в управляющей программе.

Программируйте предложение позиционирования в точке старта (центр цапфы) в плоскости обработки с коррекцией радиуса R0. Необходимое для зенкования на торцовой стороне смещение должно устанавливаться заранее. Необходимо указать значение от центра цапфы до центра инструмента (неисправленное значение). Знаки параметров «Глубина резьбы», «Глубина зенковки» и «Глубина, торцовая сторона» определяют направление обработки. Направление обработки назначают в последовательности:

- глубина резьбы;
- глубина, торцовая сторона.

Если один из параметров глубины задан с 0, то УЧПУ не выполняет этого шага обработки. Знак числа параметра «Глубина резьбы» цикла обработки определяет направление обработки. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – нет.

Внимание, опасность столкновения. УЧПУ при **положительно введенной** глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки

Заданный диаметр (Q335) – номинальный диаметр резьбы (рис. 4.31).

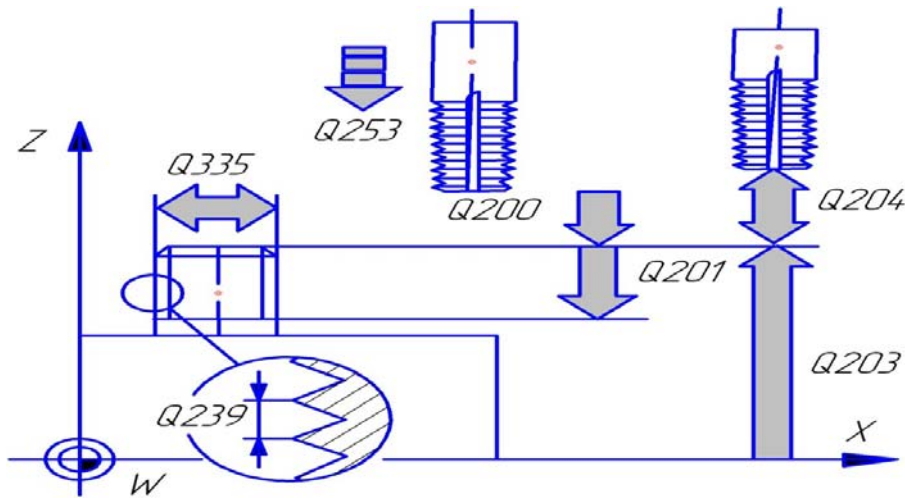


Рис. 4.31. Схема реализации цикла 267

Шаг резьбы (Q239). Знак числа определяет правую или левую резьбу: плюс - правая резьба, минус - левая.

Глубина резьбы – расстояние между поверхностью заготовки и дном резьбы, программируется командой Q201 в инкрементальных размерах.

Дополнительная обработка (Q355) – количество витков резьбы, на которое смещается инструмент:

- 0 – винтовая линия на глубину резьбы;
- 1 – непрерывная винтовая линия по всей длине резьбы;
- >1 – несколько Helix-траекторий с подводом и отводом, между ними УЧПУ смещает инструмент на Q355 умножить на шаг.

Подача предварительного позиционирования (Q253) – скорость перемещения инструмента перед врезанием в заготовку или при выводе из заготовки в миллиметрах в минуту.

Вид фрезерования (Q351) – вид обработки фрезерованием при M03: фрезерование попутное «+1», фрезерование встречное «- 1».

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируют командой Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина, торцовая сторона – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки при торцовом зенковании. Программируют командой Q358 в инкрементальных размерах.

Смещение, зенкование, торцовая сторона – расстояние, на которое УЧПУ смещает центр инструмента от центра цапфы. Программируют командой Q359 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности заготовки – программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируют командой Q204 в инкрементных размерах.

Подача зенкерования (Q254) – скорость перемещения инструмента при зенкерования в миллиметрах в минуту.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при фрезеровании в миллиметрах в минуту.

Пример фрагмента УП, реализующей нарезание резьбы по циклу 267:

25. CYCL DEF 267	ФРЕЗ. НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ
Q335=10;	ЗАДАННЫЙ ДИАМЕТР
Q239=+1.5;	ШАГ
Q201=-20;	ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
Q355=0;	ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПЕРЕХОД
Q253=750;	ПОДАЧА ПРЕДПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
Q351=+1;	ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q358=+0;	ГЛУБИНА, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q359=+0;	СМЕЩЕНИЕ, ТОРЦОВАЯ СТОРОНА
Q203=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q254=150;	ПОДАЧА ЗЕНКОВАНИЯ
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ

4.3. Примеры программирования циклов сверления

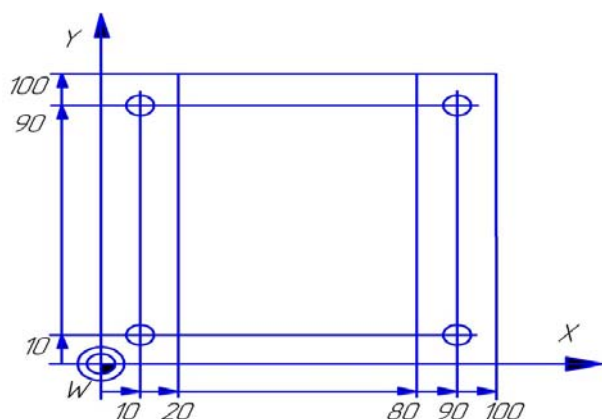


Рис. 4.32. Эскиз обрабатываемой детали для примера 1

Пример 1. Разработать фрагмент управляющей программы обработки детали, представленной на рис. 4.32.

Фрагмент УП обработки отверстий:

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. BEGIN PGM C200 MM | |
| 2. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | Дефиниция заготовки |
| 3. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100
Z+0 | |
| 4. TOOL DEF 1 L+0 R+3 | Определение инструмента |
| 5. TOOL CALL 1 Z S4500 | Вызов инструмента |
| 6. L Z+250 R0 FMAX | Свободный ход инструмента |
| CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ | Дефиниция цикла |
| | |
| Q200=2; | БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q201=-15; | ГЛУБИНА |
| Q206=250; | F ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ |
| Q202=5; | ГЛУБИНА ПОДВОДА |
| Q210=0; | F - ВРЕМЯ НАВЕРХУ |
| Q203=-10; | КООРД. ПОВЕРХНОСТИ |
| Q204=20; | 2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q211=0.2; | ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ |
| | |
| 7. L X+10 Y+10 R0 FMAX M3 | Подвод инструмента к 1-му отверстию с координатами X10, Y10, включение шпинделя |
| 8. CYCL CALL | Вызов цикла |

9. L Y+90 RO FMAX M99

Подвод инструмента ко 2-му отверстию с координатами X10, Y90, вызов цикла

10. L X+90 RO FMAX M99

Подвод инструмента к 3-му отверстию с координатами X90, Y90, вызов цикла

11. L Y+10 RO FMAX M99

Подвод инструмента к 4-му отверстию с координатами X90, Y10, вызов цикла

12. L Z+250 RO FMAX M2

Свободный ход инструмента

13. END PGM C200 MM

Конец программы

Пример 2. Составить и выполнить прогон программы (деталь, рис. 4.33).

Прогон программы:

► Программирование цикла сверления в главной программе.

► Программирование обработки в подпрограмме.

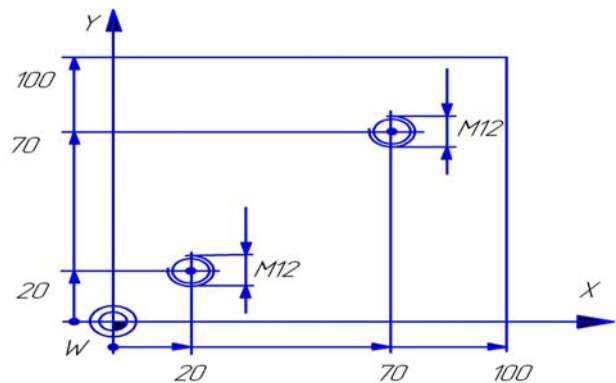


Рис. 4.33. Эскиз обрабатываемой детали для примера 2

1. BLK FORM 0.1 2 X+0 Y+0 Z-20

Дефиниция заготовки

2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0

3. TOOL DEF 1 L+0 R+6

Определение инструмента

4. TOOL CALL 1 Z S100

Вызов инструмента

5. L Z+250 R0 FMAX

Свободный ход инструмента

6. CYCL DEF 18.0 НАРЕЗАНИЕ
РЕЗЬБЫ

Дефиниция цикла.

Резьбонарезание.

7. CYCL DEF 18.1 ГЛУБИНА +30

8. CYCL DEF 18.2 ШАГ +1.75

9. L X+20 Y+20 R0 FMAX

Перемещение инструмента в центр отверстия 1

10. CALL LBL 1	Вызов подпрограммы 1
11. L X+70 Y+70 R0 FMAX	Перемещение инструмента в центр отверстия
12. CALL LBL 1	Вызов подпрограммы 1
13. L Z+250 R0 FMAX M2	Свободный ход инструмента, конец главной программы.
14. END PGM C18 MM	Подпрограмма 1: Резьбонарезание
15. LBL 1	Определение угла шпинделя (повторное резание возможно)
16. CYCL DEF 13.0 ОРИЕНТАЦИЯ	
17. CYCL DEF 13.1 УГОЛ 0	Ориентирование шпинделя (зависящая от станка M-функция)
18. L M19	Смещение инструмента для врезания без столкновений (зависит от внутреннего диаметра резьбы и инструмента)
19. L IX-2 R0 F1000	Предварительное позиционирование, ускоренный ход
20. L Z+5 R0 FMAX	Перемещение на глубину начала
21. L Z-30 R0 F1000	Инструмент снова в середину отверстия
22. L IX+2	Вызов цикла 18
23. CYCL CALL	Свободный ход
24. L Z+5 R0 FMAX	Конец подпрограммы 1
25. LBL 0	

Координаты сверления сохраняются в таблице точек TAB1.PNT и вызываются УЧПУ с CYCL CALL PAT. Радиусы инструментов выбраны так, что все рабочие шаги видны в графике теста.

Пример 3. Циклы сверления в соединении с таблицей точек (деталь, рис. 4.34). Составить управляющую программу и выполнить ее прогон. Выполнить технологические переходы: центрирование; сверление; нарезание внутренней резьбы.

Q203=+0; КООРД. ПОВЕРХНОСТИ

Q204=0; ВТОРОЕ БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
 Q211 =0.2; ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. BEGIN PGM 1 MM | |
| 2. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | Дефиниция заготовки |
| 3. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100
Y+0 | |
| 4. TOOL DEF 1 L+0 R+4 | Определение инструмента, центровое сверло |
| 5. TOOL DEF 2 L+0 2.4 | Определение инструмента, сверло |
| 6. TOOL DEF 3 L+0 R+3 | Определение инструмента, резьбонарезной инструмент |
| 7. TOOL CALL 1 Z S5000 | Вызов инструмента, центровое сверло |
| 8. L Z+10 RO F5000 | Перемещение инструмента на безопасную высоту (F программировать со значением), УЧПУ позиционирует инструмент после каждого цикла на безопасную высоту |
| 9. SEL PATTERN"TAB1" | Определение таблицы точек |
| 10. CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ | Определение цикла центрования |

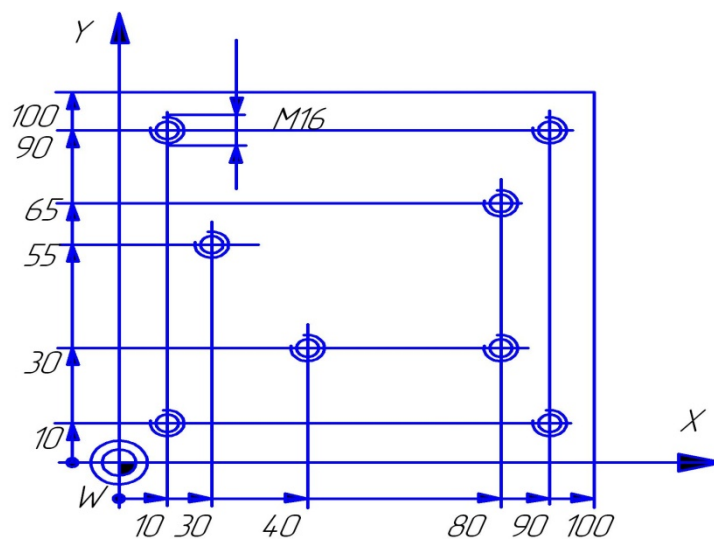


Рис. 4.34. Эскиз детали для примера 3

Q200=2; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
 Q201=-2; ГЛУБИНА
 Q206=150; F ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
 Q202=2; ГЛУБИНА ПОДВОДА
 Q210=0; F - ВРЕМЯ НАВЕРХУ
 Q203=+0; КООРД. ПОВЕРХНОСТИ (Обязательно ввести 0, действует из таблицы точек)
 Q204=0; 2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ (Обязательно ввести 0, действует из таблицы точек)
 Q211 =0.2; ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ

11. CYCL CALL PAT F5000 M3 Вызов цикла в соединении с таблицей точек ТАВ1.PNT. Подача между точками: 5000 мм/мин
12. L Z+100 R0 FMAX M6 Свободное перемещение инструмента, смена инструмента
13. TOOL CALL 2 Z S5000 Вызов инструмента - сверла
14. L Z+10 RO F5000 Перемещение инструмента на безопасную высоту (F программировать со значением)
15. CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ Дефиниция цикла. Сверление

Q200=2; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
 Q201=-25; ГЛУБИНА
 Q 206=150; ПОДАЧА ПОДВОДА НА ГЛУБИНУ
 Q202=5; ГЛУБИНА ПОДВОДА
 Q210=0; ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ НАВЕРХУ
 Q203=+0; КООРД. ПОВЕРХНОСТИ (Обязательно ввести 0, действует из таблицы точек)
 Q204=0; 2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ (Обязательно ввести 0, действует из таблицы точек)
 Q211=0.2; ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ

16. CYCL CALL PAT F5000 M3 Вызов цикла в соединении с таблицей точек ТАВ1.PNT

17. L Z+100 RO FMAX M6 Свободное перемещение инструмента, смена инструмента
18. TOOL CALL 3 Z S200 Вызов инструмента, резьбонарезной инструмент
19. L Z+50 RO FMAX Перемещение инструмента на безопасную высоту
20. CYCL DEF 206 НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ Дефиниция цикла, резьбонарезание

Q200=2; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
 Q201=-25; ГЛУБИНА РЕЗЬБЫ
 Q 206=150; ПОДАЧА ПОДВОДА НА ГЛУБИНУ
 Q211=0; ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ВНИЗУ
 Q203=+0; КООРД. ПОВЕРХНОСТИ (Обязательно ввести 0, действует из таблицы точек)
 Q204=0; 2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ (Обязательно ввести 0, действует из таблицы точек)

21. CYCL CALL PAT F5000 M3 Вызов цикла в соединении с таблицей точек TAB1 PNT
22. L Z+100 R0 FMAX M2 Свободный ход инструмента, конец программы.
23. END PGM 1 MM Таблица точек TAB1.PNT

TAB1 PNT MM			
NR	X	Y	Z
1	+10	+10	+0
2	+40	+30	+0
3	+90	+10	+0
4	+80	+30	+0
5	+80	+65	+0
6	+90	+90	+0
7	+10	+90	+0
8	+20	+55	+0 [END]

4.4. Циклы фрезерования карманов, цапф и пазов

4.4.1. Обзор циклов

251. ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН. Цикл обработки черновой/чистовой с выбором объема обработки и погружением по винтовой линии (программируемая клавиша 251).

252. КРУГЛЫЙ КАРМАН. Цикл обработки черновой/чистовой с выбором объема обработки и погружением по винтовой линии (программируемая клавиша 252).

253. ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВОК. Цикл обработки черновой/чистовой с выбором объема обработки и погружением по винтовой/качающей линии (программируемая клавиша 253).

254. КРУГЛАЯ КАНАВКА. Цикл обработки черновой/чистовой с выбором объема обработки и погружением по винтовой/качающей линии (программируемая клавиша 254).

4. ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ (в виде прямоугольника). Цикл черновой обработки без автоматического предварительного позиционирования.

212. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КАРМАНА (в виде прямоугольника). Цикл чистовой обработки с автоматическим предварительным позиционированием (программируемая клавиша 212). Второе безопасное расстояние.

213. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦАПФЫ (в виде прямоугольника). Цикл чистовой обработки с автоматическим предварительным позиционированием (программируемая клавиша 213). Второе безопасное расстояние.

5. КРУГЛЫЙ КАРМАН. Цикл черновой обработки без автоматического предварительного позиционирования (программируемая клавиша 5).

214. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КРУГЛОГО КАРМАНА. Цикл чистовой обработки с автоматическим предварительным позиционированием (программируемая клавиша 214). Безопасное расстояние.

215. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КРУГЛОЙ ЦАПФЫ. Цикл чистовой обработки с автоматическим предварительным позиционированием, (программируемая клавиша 215). Второе безопасное расстояние.

3. ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВОК. Цикл черновой/чистовой обработки без автоматического предварительного позиционирования, вертикальный подвод на глубину (программируемая клавиша 3).

210. КАНАВКА КАЧАНИЕМ. Цикл черновой /чистовой обработки с автоматическим предварительным позиционированием, маятниковым движением врезания (программируемая клавиша 210).

211. КРУГЛАЯ КАНАВКА. Цикл черновой /чистовой обработки с автоматическим предварительным позиционированием, маятниковым движением врезания (программируемая клавиша 211).

ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН (цикл 251). С помощью цикла прямоугольных карманов 251 можно полностью обрабатывать прямоугольный карман. В зависимости от параметров цикла в распоряжении находятся следующие альтернативы обработки:

- полная обработка;
- черновая обработка;
- чистовая обработка на глубине;
- чистовая обработка бока;
- только черновая обработка;
- только чистовая обработка на глубине и чистовая обработка бока;
- только чистовая обработка дна;
- только чистовая обработка со стороны.

Черновая обработка

1. Инструмент врезается в положении старта (центр кармана) в обрабатываемую деталь и перемещается на глубину подвода. Стратегию погружения определяем с помощью параметра Q366.

2. УЧПУ протягивает карман внутри и снаружи при учете коэффициента наложения (параметр Q370) и припуска на чистовую обработку (параметр Q368).

3. Эта операция повторяется, пока не будет достигнута глубина кармана.

Чистовая обработка

4. Если определены припуски на чистовую обработку, УЧПУ выполняет чистовую обработку дна кармана внутри и снаружи. Дно кармана обрабатывается тангенциальной подачей инструмента.

5. УЧПУ выполняет чистовую обработку стенок кармана, если введено несколько подводов. К стенке кармана инструмент подводится тангенциально.

Предварительное позиционирование инструмента в позицию старта в плоскости обработки следует осуществлять с коррекцией радиуса R0. Необходимо учитывать параметр Q367 (положение кармана).

УЧПУ выполняет цикл в осях плоскости обработки, с помощью которых оператор переместил инструмент в позицию старта (например, в осях X и Y, если **CYCL CALL POS X... Y...**; и в осях U и V, если **CYCL CALL POS U... V...** были запрограммированы. УЧПУ предва-

нительно позиционирует инструмент по оси инструментов автоматически. Необходимо учитывать «Параметр Q204» (второе безопасное расстояние).

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла. УЧПУ позиционирует инструмент в конце цикла обратно в позицию старта. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – не выдает.

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что приводит к недопустимому столкновению режущего инструмента с обрабатываемой заготовкой.

4.4.2. Цикл 251 фрезерования прямоугольного кармана

При реализации циклов обработки фрезерованием карманов, выемок, пазов и других поверхностей различают виды обработки 0;1; и 2. Для выбора того или иного вида обработки используют параметр Q215. Вид обработки определяют следующим образом:

- 0: черновая и чистовая обработка;
- 1: только черновая обработка;
- 2: только чистовая обработка.

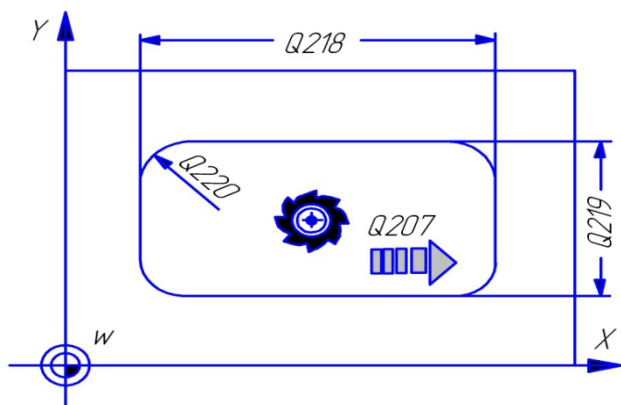


Рис. 4.35. Схема детали с карманом

Чистовая обработка бока кармана (рис. 4.35) и чистовая обработка на глубине выполняются только в том случае, если припуск на чистовую обработку запрограммирован с использованием функций Q368 и Q369.

Первая длина бока – длина кармана, параллельная главной оси X плоскости обработки. Программируется командой Q218 в инкрементальных размерах.

Вторая длина бока – длина кармана, параллельная к вспомогательной оси Y плоскости обработки. Программируется командой Q219 в инкрементальных размерах.

Радиус угла – радиус угла кармана (рис. 4.35). Если радиус угла кармана не задан, то УЧПУ назначает радиус углов кармана, равный радиусу инструмента. Радиус угла программируют командой Q220.

Припуск на чистовую обработку – припуск на чистовую обработку плоскости обработки, программируется командой Q368 в инкрементальных размерах.

Положение при повороте – угол, на который поворачивается весь карман. Центр вращения кармана лежит в позиции, где находится инструмент при вызове цикла. Положение при повороте программируется командой Q224 в абсолютных размерах.

Положение кармана (Q367) – положение кармана по отношению к позиции инструмента при вызове цикла (рис. 4.36):

- 0: позиция инструмента = центр кармана;
- 1: позиция инструмента = левый нижний угол;
- 2: позиция инструмента = правый нижний угол;
- 3: позиция инструмента = правый верхний угол;
- 4: позиция инструмента = левый верхний угол.

Подача фрезерования – скорость перемещения инструмента при фрезеровании кармана в миллиметрах в минуту. Программируется командой Q207.

Вид фрезерования (Q351) – вид обработки фрезерованием при M03 (рис. 4.37): +1 = фрезерование попутное; -1 = фрезерование встречное.

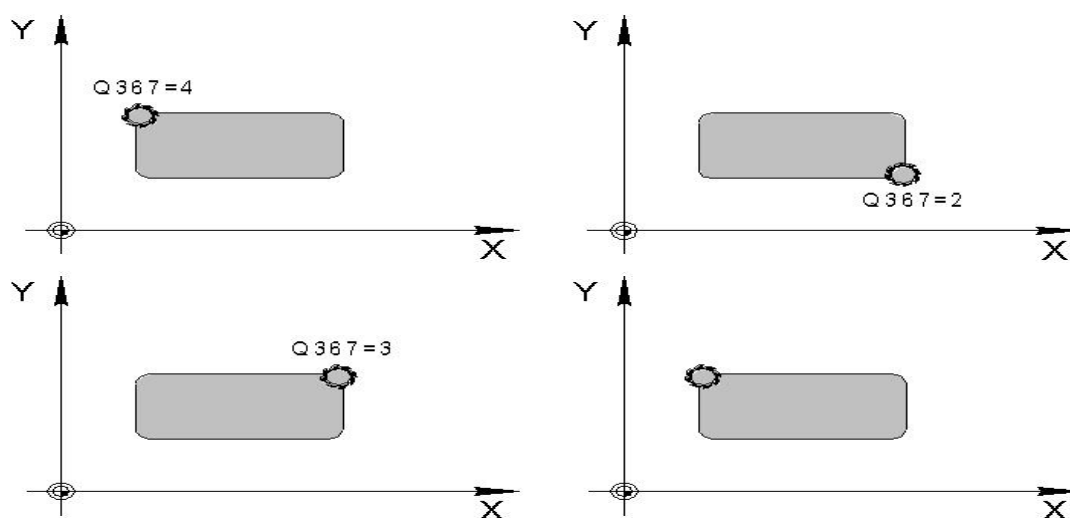


Рис. 4.36. Положение кармана по отношению к инструменту

Глубина – расстояние поверхности заготовки от дна кармана. Программируется командой Q201 в инкрементальных размерах.

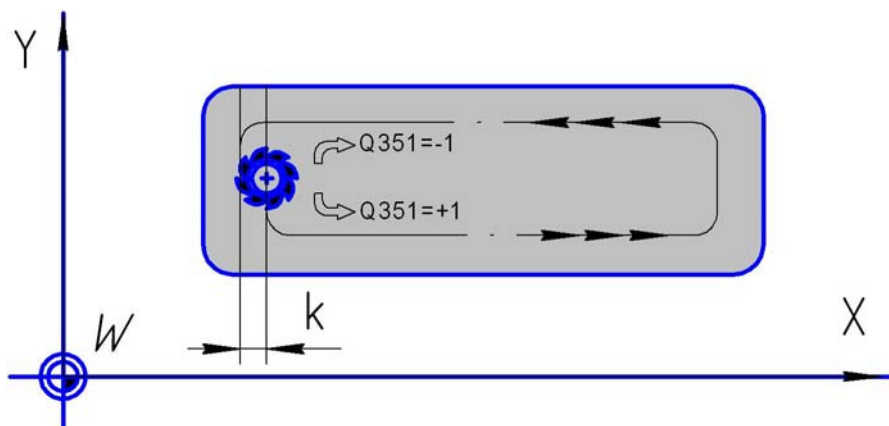


Рис. 4.37. Попутное и встречное фрезерование

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится за каждый рабочий ход. Программируется командой Q202 в инкрементальных размерах.

Припуск на чистовую обработку на глубине – припуск на чистовую обработку, программируется командой Q369 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину – скорость перемещения инструмента на глубину в миллиметрах в минуту, программируется командой Q206 (рис. 4.38).

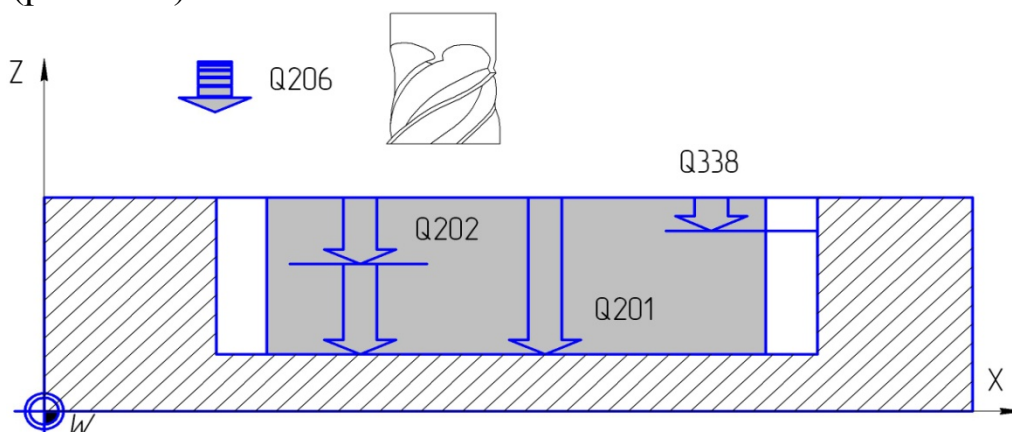


Рис. 4.38. Схема снятия припуска на обработку кармана с использованием команд Q201, Q202

Подача чистовой обработки – размер, на который инструмент подводится по оси шпинделя при чистовой обработке. Программиру-

ется командой Q338 в инкрементальных размерах. При вводе в программу команды Q338=0 выполняется чистовая обработка с одним подводом инструмента.

Безопасное расстояние – расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью детали. Программируется командой Q200 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности детали – абсолютная координата Z поверхности заготовки. Программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируется командой Q204 в инкрементальных размерах.

Коэффициент наложения траектории k (Q370), $k = Q370 \times \text{радиус}$ инструмента дает подвод со стороны.

Стратегия погружения (Q366). Вид стратегии погружения:

0 – перпендикулярное погружение. В таблице инструментов угол погружения (ANGLE) для активного инструмента должен быть определен с 0, в другом случае УЧПУ выдает сообщение об ошибках;

1 – погружение по винтовой линии. В таблице инструментов угол погружения (ANGLE) для активного инструмента должен быть определен не равным 0, в другом случае УЧПУ выдает сообщение об ошибках.

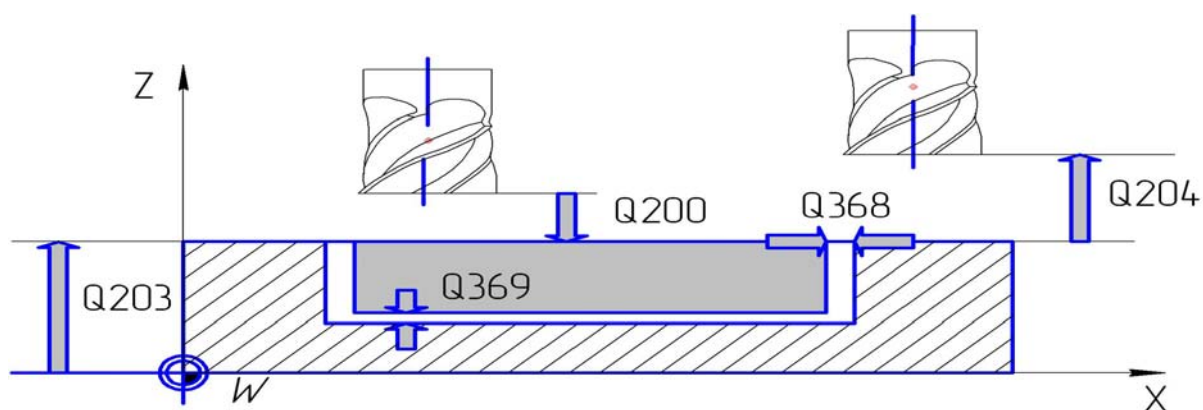


Рис. 4.39. Припуски на чистовую обработку бока и дна прямоугольного кармана

Пример фрагмента управляющей программы для обработки прямоугольного кармана (рис. 4.39):

8. CYCL DEF 251	ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАРМАН
Q215=0;	ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
Q218=80;	1-я ДЛИНА БОКА
Q219=60;	2-я ДЛИНА БОКА
Q220=5;	РАДИУС УГЛА
Q368=0.2;	ПРИПУСК СО СТОРОНЫ
Q224=+0;	ПОЛОЖЕНИЕ ПРИ ВРАЩЕНИИ
Q367=0;	ПОЛОЖЕНИЕ КАРМАНА
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q351 =+1;	ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q201=-20;	ГЛУБИНА
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q369=0.1;	ПРИПУСК, ГЛУБИНА
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q338=5;	ПОДАЧА, ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q203=+0;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q370=1;	ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ
Q366=1;	ПОГРУЖЕНИЕ
9. CYCL CALL POS X+50 Y+50 FMAX M3.	

4.4.3. Цикл 252 фрезерования круглого кармана

С помощью цикла 252 можно полностью обрабатывать круглый карман (рис. 4.40). В зависимости от параметров цикла в распоряжении находятся следующие альтернативы обработки:

- полная обработка;
- черновая обработка;
- чистовая обработка на глубине;
- чистовая обработка бока;
- только черновая обработка;
- только чистовая обработка на глубине и чистовая обработка бока;
- только чистовая обработка дна;
- только чистовая обработка со стороны.

Черновая обработка

1. Инструмент врезается в положении старта (центр кармана) в обрабатываемую заготовку и перемещается на глубину подвода. Стратегию погружения определяют с помощью параметра Q366.

2. УЧПУ обеспечивает обработку кармана внутри и снаружи при учете коэффициента наложения (параметр Q370) и припуска на чистовую обработку (параметр Q368).

3. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута глубина кармана минус припуск на чистовую обработку.

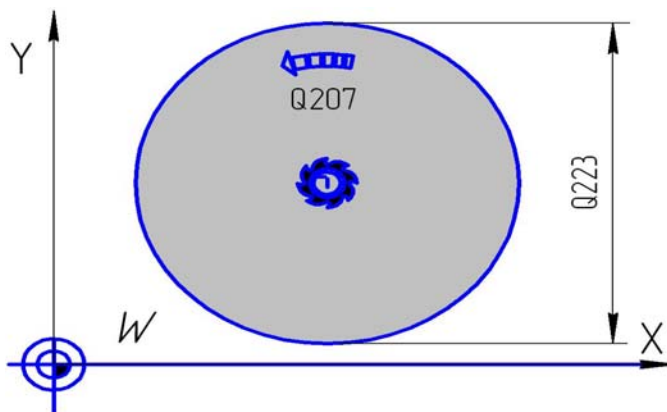


Рис. 4.40. Схема круглого кармана

Чистовая обработка

4. Если определены припуски на чистовую обработку, УЧПУ выполняет чистовую обработку кармана. Дно кармана обрабатывают с тангенциальным подводом инструмента.

5. Затем УЧПУ выполняет чистовую обработку стенок кармана несколькими подводами, если это введено в управляющую программу. Инструмент подводится к стенке кармана тангенциально. Предварительное позиционирование инструмента в точке старта (центре окружности) на плоскости обработки следует выполнять с коррекцией радиуса R0.

УЧПУ выполняет цикл обработки кармана в плоскости обработки с использованием осей X и Y, если был запрограммирован кадр **CYCL CALL POS X... Y...**, и с использованием осей U и V, если запрограммирован кадр **CYCL CALL POS U... V...**

УЧПУ предварительно позиционирует инструмент по оси инструментов автоматически. Необходимо учитывать параметр Q204 (второе безопасное расстояние). Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. В конце цикла УЧПУ вновь позиционирует инструмент в позицию старта.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – не выдает.

Следует учитывать, что УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что приводит к столкновению инструмента с заготовкой.

Вид обработки вводят цифрами 0, 1 и 2 (параметр Q215):

- 0 - черновая и чистовая обработка;
- 1 - только черновая обработка;
- 2 - только чистовая обработка.

Чистовая обработка бока и чистовая обработка на глубине выполняются только тогда, когда припуск на чистовую обработку (Q368, Q369) определен.

Диаметр окружности – диаметр обработанного полностью кармана, программируется командой Q223.

Припуск на чистовую обработку – припуск на чистовую обработку в плоскости обработки, программируют командой Q368 в инкрементных размерах.

Подача фрезерования – скорость перемещения инструмента при обработке кармана в миллиметрах в минуту, программируют командой Q207.

Вид фрезерования (Q351) – вид обработки фрезерованием при M03:

- +1 = фрезерование попутное;
- 1 = фрезерование встречное.

Глубина – расстояние поверхности заготовки до дна кармана. Глубину программируют командой Q201 в инкрементных размерах.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при каждом рабочем ходе, программируют командой Q202 в инкрементных размерах.

Припуск на чистовую обработку на глубине программируют командой Q369 в инкрементных размерах.

Подача подвода на глубину – скорость перемещения инструмента при перемещении на глубину в миллиметрах в минуту, программируют командой Q206.

Подача чистовой обработки – размер, на который инструмент подводится по оси шпинделя при чистовой обработке. Программируются командой Q338 в инкрементальных размерах. При Q338=0 выполняется чистовая обработка с одним подводом инструмента.

Безопасное расстояние – расстояние между торцовой стороной инструмента и поверхностью заготовки, программируется командой Q200 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности – абсолютная координата Z поверхности заготовки, программируется командой Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируется параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Коэффициент наложения траектории (Q370).

Стратегия погружения (Q366). Вид стратегии погружения:

0 – перпендикулярное погружение. В таблице инструментов угол погружения ANGLE для активного инструмента должен быть определен с 0. В другом случае УЧПУ выдает сообщение об ошибках;

1 – погружение по винтовой линии. В таблице инструментов угол погружения ANGLE для активного инструмента определяется не равным 0, иначе УЧПУ выдает сообщение об ошибках.

Пример фрагмента управляющей программы для обработки круглого кармана:

8. CYCL DEF 252	КРУГЛЫЙ КАРМАН
Q215=0;	ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
Q223=60;	ДИАМЕТР ОКРУЖНОСТИ
Q368=0.2;	ПРИПУСК СО СТОРОНЫ
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q351=+1;	ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q201=-20;	ГЛУБИНА
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q369=0.1;	ПРИПУСК, ГЛУБИНА
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q338=5;	ПОДАЧА, ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ

Q203=+0;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q370=1;	ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ
Q366=1;	ПОГРУЖЕНИЕ

10. CYCL CALL POS X+50 Y+50 FMAX M3.

4.4.4. Цикл 253 фрезерования пазов

С помощью цикла 253 (рис. 4.41) можно полностью обрабатывать прямоугольные пазы. В зависимости от параметров цикла в распоряжении находятся следующие альтернативы обработки:

- полная обработка, черновая обработка, чистовая обработка дна, чистовая обработка бока;
- только черновая обработка;
- только чистовая обработка на глубине и чистовая обработка бока;
- только чистовая обработка дна;
- только чистовая обработка со стороны.

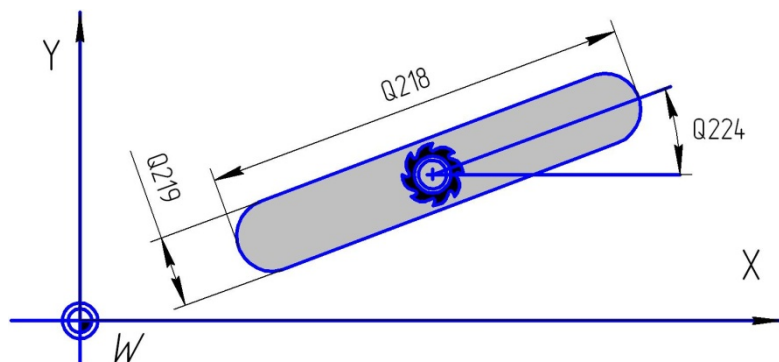


Рис. 4.41. Схема наклонного паза, обрабатываемого с использованием цикла 253

Черновая обработка

1. Инструмент перемещается качающим движением с определенным в таблице инструментов углом погружения на первую глубину подвода. Если имеется достаточно места, УЧПУ погружается не качающим движением, а по винтовой линии. Стратегию погружения определяем с помощью параметра Q366.

2. УЧПУ очищает канавку на активной глубине подвода.

3. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута глубина паза.

Чистовая обработка

4. Если определены припуски на чистовую обработку, то УЧПУ выполняет сначала чистовую обработку дна паза. Инструмент подводят к дну канавки тангенциально.

5. Затем УЧПУ выполняет чистовую обработку стенок канавки несколькими подводами инструмента, если это введено в программу. К стенке паза инструмент также подводится тангенциально.

Инструмент предварительно позиционируют в точке старта в плоскости обработки с коррекцией радиуса R0. Необходимо учитывать параметр Q367 (положение паза). УЧПУ выполняет цикл плоскости обработки с помощью осей X и Y, если запрограммирован кадр **CYCL CALL POS X... Y...**, и с помощью осей U и V, если запрограммирован кадр **CYCL CALL POS U... V**.

УЧПУ предварительно позиционирует инструмент по оси инструментов автоматически. Следует учитывать параметр Q204 (второе безопасное расстояние). Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируете глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. УЧПУ вновь позиционирует инструмент в конце цикла в позицию старта.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – не выдает.

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что приводит к столкновению инструмента с заготовкой.

Вид обработки определяется цифрами 0, 1 и 2 (Q215):

- 0 – черновая и чистовая обработка;
- 1 – только черновая обработка;
- 2 – только чистовая обработка.

Чистовая обработка бока и чистовая обработка на глубине выполняются только, если припуск на чистовую обработку определен (Q368, Q369).

Паз (канавка) – значение наиболее длинного бока паза, измеренное параллельно главной оси X в плоскости обработки. Ввод наиболее длинного бока паза осуществляется параметром Q218.

Ширина паза – численное значение ширины паза, измеренной параллельно главной оси Y в плоскости обработки. Ширину паза вводят параметром Q219. Если мы вводим ширину паза, равную диаметру инструмента, то УЧПУ выполняет только черновую обработку (фрезерование продольного паза).

Припуск на чистовую обработку со стороны – это припуск на чистовую обработку в активной плоскости, программируют параметром Q368 в инкрементальных размерах.

Положение при повороте – это угол, на который поворачивается весь паз. Центр вращения лежит в позиции, в которой находится инструмент при вызове цикла 253. Положение при повороте программируют параметром Q224 в абсолютных размерах.

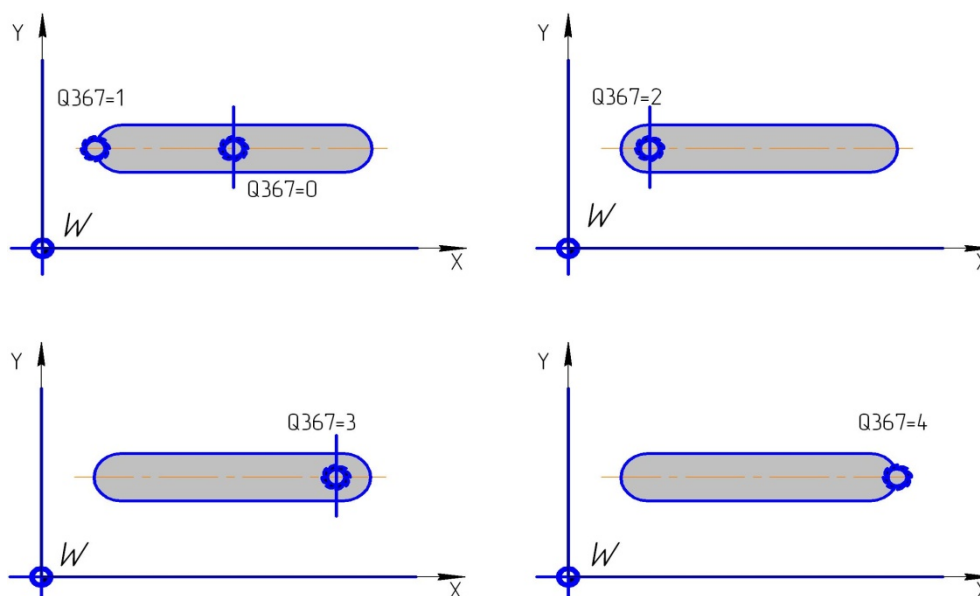


Рис. 4.42. Положение паза по отношению к инструменту

Положение канавки определяет параметр Q367, который принимает значения цифр 0, 1, 2, 3 и 4. Положение канавки определяют относительно позиции инструмента при вызове цикла 253 (рис. 4.42):

0 – позиция инструмента = центр канавки; 1 – позиция инструмента = слева конец канавки;

2 – позиция инструмента = центр левой окружности канавки;

3 – позиция инструмента = центр правой окружности канавки;

4 – позиция инструмента = справа конец канавки.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при фрезеровании, в миллиметрах в минуту.

Вид фрезерования Q351: вид обработки фрезерованием при МОЗ:
 +1 = фрезерование попутное; -1 = фрезерование поперечное.

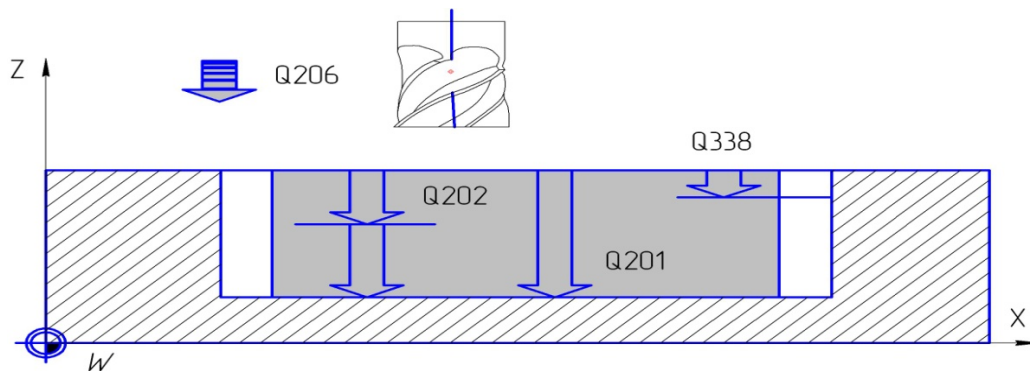


Рис. 4.43. Основные параметры цикла 253

Глубина – расстояние поверхности заготовки до дна канавки. Программируют параметром Q201 в инкрементальных размерах.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится перед каждым рабочим ходом. Программируют параметром Q202 в инкрементальных размерах.

Припуск на чистовую обработку на глубине – припуск на чистовую обработку дна паза. Программируют параметром Q369 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину – скорость перемещения инструмента на глубину паза в миллиметрах в минуту, программируют параметром Q206 (рис. 4.43).

Подача чистовой обработки – размер, на который инструмент подводится по оси шпинделя при чистовой обработке. Программируют параметром Q338 в инкрементальных размерах. При Q338=0 выполняется чистовая обработка с одним подводом инструмента.

Безопасное расстояние – расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности детали – абсолютная координата Z поверхности заготовки. Программируют параметром Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируют параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Стратегия погружения, программируют параметром Q366. Вид стратегии погружения определяют:

0 – перпендикулярное погружение. В таблице инструментов угол погружения ANGLE для активного инструмента должен быть определен с 0, иначе УЧПУ выдаст сообщение об ошибках;

1 – погружение по винтовой линии. В таблице инструментов угол погружения ANGLE для активного инструмента должен быть определен не равным 0, иначе УЧПУ выдает сообщение об ошибках.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 253:

```
8. CYCL DEF 253      ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВОК
                   ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
                   Q215=0;
                   Q218=80;      ДЛИНА КАНАВКИ
                   Q219=12;     ШИРИНА КАНАВКИ
                   Q368=0.2;    ПРИПУСК СО СТОРОНЫ
                   Q224=+0;     ПОЛОЖЕНИЕ ПРИ ВРАЩЕНИИ
                   Q367=0;      ПОЛОЖЕНИЕ КАНАВКИ
                   Q207=500;    ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
                   Q351 =+1;    ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
                   Q201 =-20;   ГЛУБИНА
                   Q202=5;      ГЛУБИНА ПОДВОДА
                   Q369=0.1;    ПРИПУСК, ГЛУБИНА
                   Q206=150;    ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
                   Q338=5;      ПОДАЧА, ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
                   Q200=2;      БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
                   Q203=+0;     КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
                   Q204=50;     2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
                   Q366=1;      ПОГРУЖЕНИЕ
9. CYCL CALL POS X+50 Y+50 FMAX M3
```

4.4.5. Цикл 254 фрезерования круговых пазов

С помощью цикла 254 можно полностью обрабатывать круглую канавку (рис. 4.44). В зависимости от параметров цикла в распоряжении находятся следующие альтернативы обработки:

- полная обработка;
- черновая обработка;

- чистовая обработка на глубине;
- чистовая обработка бока;
- только черновая обработка;
- только чистовая обработка на глубине и чистовая обработка бока;
- только чистовая обработка дна;
- только чистовая обработка со стороны.

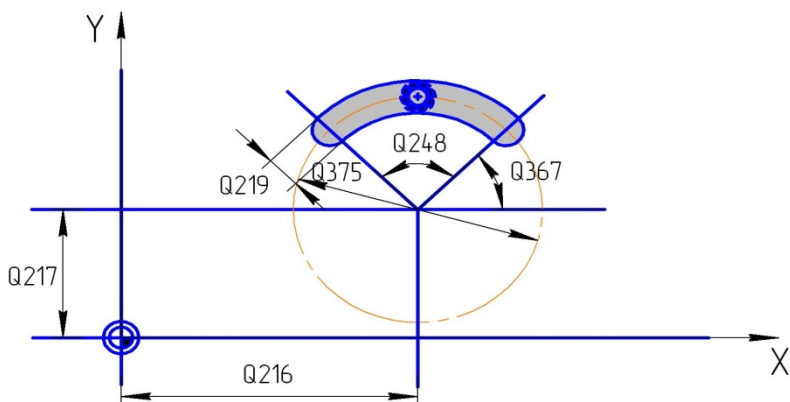


Рис. 4.44. Схема круглой канавки, обрабатываемой по циклу 254

Черновая обработка

1. Инструмент перемещается качающим движением с определенным в таблице инструментов углом погружения на первую глубину подвода. Если имеется достаточно места, УЧПУ погружает инструмент не качающим движением, а по винтовой линии. Стратегию погружения определяем с помощью параметра Q366.

2. УЧПУ очищает канавку на активной глубине подвода.

3. Эта операция повторяется до тех пор, пока будет достигнута глубина канавки.

Чистовая обработка

4. Если определены припуски на чистовую обработку, то УЧПУ выполняет сначала чистовую обработку дна канавки. Подвод инструмента к дну канавки осуществляется тангенциально.

5. Потом УЧПУ выполняет чистовую обработку стенок канавки, если введена обработка несколькими подводами. Инструмент подводится к стенке канавки тангенциально. Предварительно позиционировать инструмент в плоскости обработки следует с коррекцией радиуса R0 и определить параметр Q367 (база для длины канавки).

УЧПУ выполняет цикл обработки с помощью координат X и Y, если запрограммирован кадр CYCL CALL POS X... Y..., и с помощью координат U и V, если запрограммирован кадр CYCL CALL POS U... V.... УЧПУ предварительно позиционирует инструмент по оси инструментов автоматически, при этом необходимо учитывать параметр Q204 (второе безопасное расстояние).

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. В конце цикла УЧПУ позиционирует инструмент в точку старта. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ должно выдавать сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – нет. При положительно введенной глубине УЧПУ реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что приводит к столкновению инструмента с заготовкой.

Вид обработки определяется цифрами 0, 1 и 2 (параметром Q215):

0 – черновая и чистовая обработка;

1 – только черновая обработка;

2 – только чистовая обработка.

Ширина канавки (Q219) – численное значение ширины канавки, измеренной в плоскости обработки. Если вводим ширину паза, равную диаметру инструмента, то УЧПУ выполняет только черновую обработку (фрезерование продольного паза).

Припуск на чистовую обработку со стороны – припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Программируют параметром Q368 в инкрементальных размерах.

Диаметр готовой детали – диаметр делительной окружности, вводится параметром Q375.

База для положения канавки (0/1/2/3) Q367 – положение канавки относительно позиции инструмента при вызове цикла (рис. 4.45):

0 – позиция инструмента не учитывается. Положение канавки рассчитывается из введенного центра делительной окружности и угла старта;

1 – позиция инструмента в центре левой окружности канавки. Угол старта Q376 относится к этой позиции. Введенный центр делительной окружности не учитывается;

2 – позиция инструмента в центре средней оси. Угол старта Q376 относится к этой позиции. Введенный центр делительной окружности не учитывается (рис. 4.46);

3 – позиция инструмента в центре правой окружности канавки. Угол старта Q376 относится к этой позиции. Введенный центр делительной окружности не учитывается.

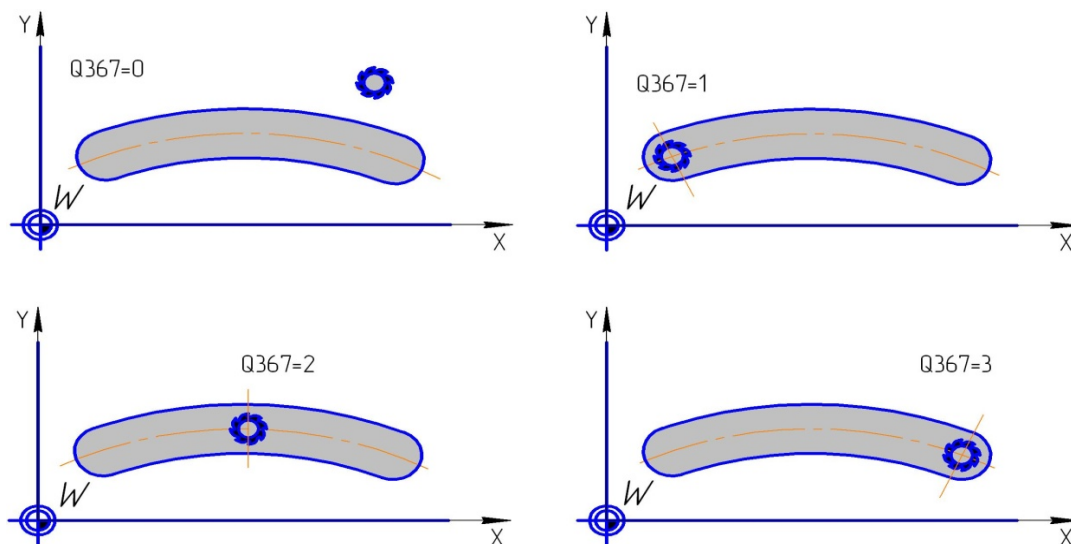


Рис. 4.45. Положение круглого паза по отношению к инструменту

Центр 1-й оси – центр делительной окружности на главной оси плоскости обработки. Действует только, если $Q367 = 0$. Программируют параметром Q216 в абсолютных размерах.

Центр 2-й оси – центр делительной окружности на вспомогательной оси плоскости обработки. Действует только, если $Q367 = 0$. Программируют параметром Q217 в абсолютных размерах. **Угол раствора паза** вводится параметром Q248 в инкрементальных размерах (см. рис. 4.44).

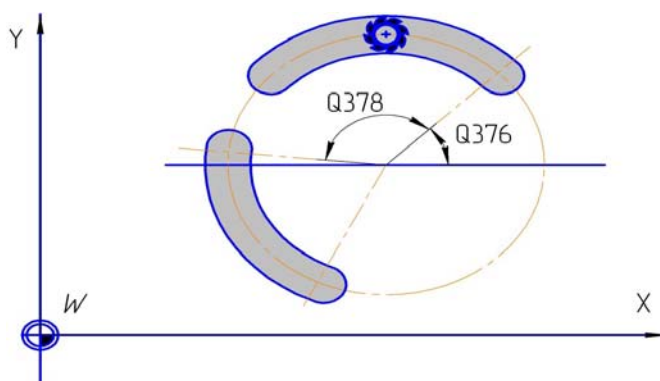


Рис. 4.46. Схема координации круговых пазов

Шаг угла – угол, на который поворачивается весь паз. Центр поворота лежит в центре делительной окружности. Шаг угла программируют параметром Q378 в инкрементальных размерах.

Количество рабочих ходов – количество рабочих ходов на делительной окружности, программируют параметром Q377.

Подача фрезерования – скорость перемещения инструмента при фрезеровании паза в миллиметрах в минуту, программируют параметром Q207.

Вид фрезерования – вид обработки фрезерованием при M03: фрезерование попутное соответствует «+1», фрезерование поперечное «-1». Программируют параметром Q351.

Глубина – расстояние поверхности заготовки от дна канавки. Программируют параметром Q201 в инкрементальных размерах.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при выполнении каждого рабочего хода. Программируют параметром Q202 в инкрементальных размерах (см. рис. 4.43).

Припуск на чистовую обработку на глубине – припуск на чистовую обработку дна канавки. Программируют параметром Q369 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину – скорость перемещения инструмента при перемещении на глубину в миллиметрах в минуту, программируют параметром Q206.

Подача чистовой обработки – размер, на который инструмент подводится по оси шпинделя при чистовой обработке. Программируют параметром Q338 в инкрементальных размерах. При вводе Q338=0 чистовая обработка выполняется одним подводом режущего инструмента.

Безопасное расстояние – расстояние между торцовой стороной инструмента и поверхностью заготовки, программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности заготовки – абсолютная координата Z поверхности заготовки, программируется параметром Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Второе безопасное расстояние программируется параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Стратегия погружения вводится параметром Q366. Виды стратегии погружения:

Q338=5; ПОДАЧА, ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
 Q200=2; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
 Q203=+0; КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
 Q204=50; 2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
 Q366=1; ПОГРУЖЕНИЕ

9. CYCL CALL POS X+50 Y+50 FMAX M3.

4.4.6. Цикл 4 фрезерования карманов

1. Инструмент врезается в положении старта (центр кармана) в обрабатываемую заготовку и перемещается на глубину подвода (рис. 4.48).

2. Сначала инструмент перемещается в положительном направлении более длинной стороны, а в случае квадратных карманов в положительном направлении оси Y , очищает карман, перемещаясь в направлении от внутренней к наружной части.

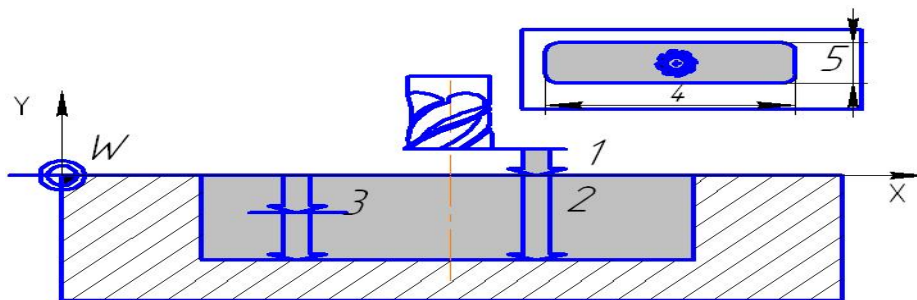


Рис. 4.48. Схема кармана, обрабатываемого с использованием цикла 4

3. Эта операция повторяется 1 – 2 раза до тех пор, пока не будет достигнута глубина кармана.

4. В конце цикла УЧПУ вновь перемещает инструмент в позицию старта.

Перед программированием следует выбрать фрезу с режущим по середине торцовым зубом (ДИН 844) или предварительно просверлить отверстие в центре кармана. Необходимо предварительно позиционировать инструмент над центром кармана с коррекцией радиуса $R0$ и запрограммировать предложение позиционирования в точку старта по оси шпинделя (безопасное расстояние над поверхностью заготовки). Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки заготовки.

Для 2-й длины бока действует следующее условие: 2-я длина бока должна быть больше, чем [(два радиуса закругления) + боковая подача].

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки, вводится в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние поверхности заготовки до дна кармана, вводится в инкрементальных размерах.

Глубина подвода – размер, на который подводится инструмент при каждом рабочем ходе. УЧПУ перемещает инструмент на глубину за один рабочий ход, если:

- глубина подвода и глубина равны друг другу;
- глубина подвода больше глубины кармана.

Подача на глубину – скорость перемещения инструмента при нарезании внутренней резьбы.

Первая длина бока – длина кармана, измеренная параллельно главной оси X в плоскости обработки.

Вторая длина бока – ширина кармана.

Подача F – скорость перемещения инструмента в плоскости обработки.

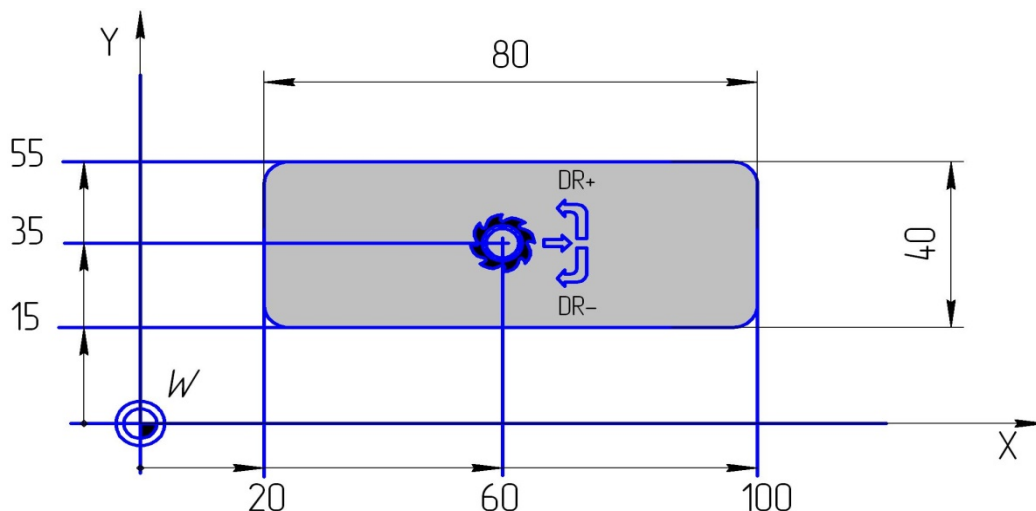


Рис. 4.49. Размеры кармана

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 4 (рис. 4.49):

11. L Z+100 RO FMAX

12. CYCL DEF 4.0 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ

13. CYCL DEF 2.1 PACCT 2

14. CYCL DEF 4,2 ГЛУБИНА -10
15. CYCL DEF 4.3 ПОДВОД 4 F80
16. CYCL DEF 4.4 X80
17. CYCL DEF 4.5 Y40
18. CYCL DEF 4.6 F100 DR+ РАДИУС 10
19. L X+60 Y+35 FMAX M3
20. L Z+2 FMAX M99.

Вращение по часовой стрелке: при M3 попутное фрезерование соответствует «DR +», а встречное фрезерование соответствует «DR-».

Радиус закругления – радиус закругления углов кармана. Для радиуса, равного нулю, радиус закругления равен радиусу инструмента.

Расчёты: подвод инструмента со стороны $k = K \cdot R$, где K – коэффициент суперпозиции, установлен параметром станка 7430; R – радиус фрезы.

4.4.7. Цикл 212 чистовой обработки кармана

1. УЧПУ перемещает инструмент автоматически по оси шпинделя на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее введено в программу, а затем в центр кармана.

2. Из центра кармана инструмент перемещается в плоскости обработки в точку старта (рис. 4.50). УЧПУ учитывает для расчётов точку старта припуск и радиус инструмента. В другом случае инструмент

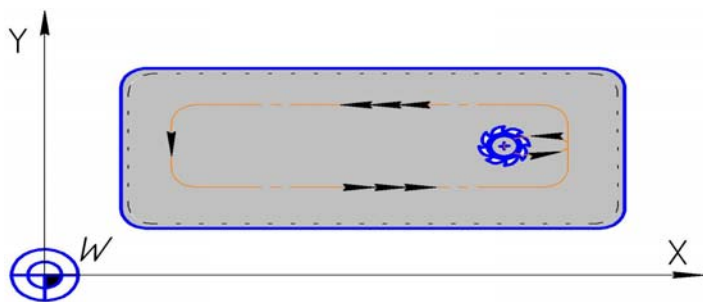


Рис. 4.50. Вид сверху на обрабатываемый карман

резается в центр кармана.

3. Если инструмент находится на втором безопасном расстоянии, УЧПУ перемещается на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и оттуда с подачей подвода на глубину

на первую глубину подвода.

4. Затем инструмент перемещается тангенциально к готовой части контура и фрезерует попутно виток.

5. Потом инструмент возвращается назад тангенциально от контура к точке старта в плоскости обработки.

6. Эта операция повторяется 3-5 раз, пока не будет достигнута запрограммированная глубина.

7. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если оно введено в программу, а затем - в центр кармана (конечное положение, положение старта). Обратите внимание на то, что перед программированием УЧПУ предварительно позиционирует инструмент автоматически по оси инструментов в плоскости обработки.

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла. Если мы хотим выполнить чистовую обработку в сплошном материале, то необходимо использовать фрезу с режущими торцовыми зубьями (например DIN/ДИН 844) и ввести небольшое значение подачи врезания на глубину. Минимальная величина кармана принимается равной тройному радиусу режущего инструмента. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ должно выдавать сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – нет.

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние поверхности заготовки до дна кармана. Программируют параметром Q201 (рис. 4.51) в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину (Q206) – скорость перемещения инструмента на глубину в миллиметрах в минуту. Если погружаем инструмент в сплошной материал, то ввести значение подачи меньше, чем это определено в Q207.

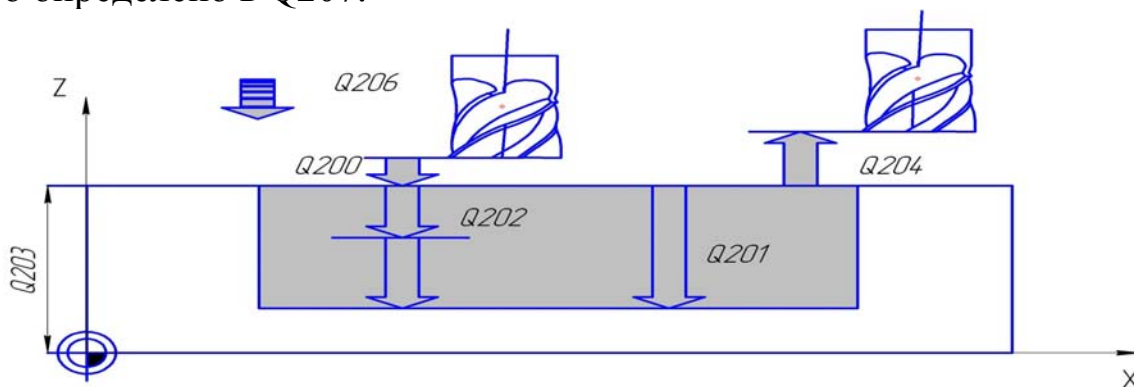


Рис. 4.51. Схема кармана, обрабатываемого с использованием цикла 212

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при каждом рабочем ходе. Программируется параметром Q202 в инкрементальных размерах.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при фрезеровании в миллиметрах в минуту (рис. 4.52).

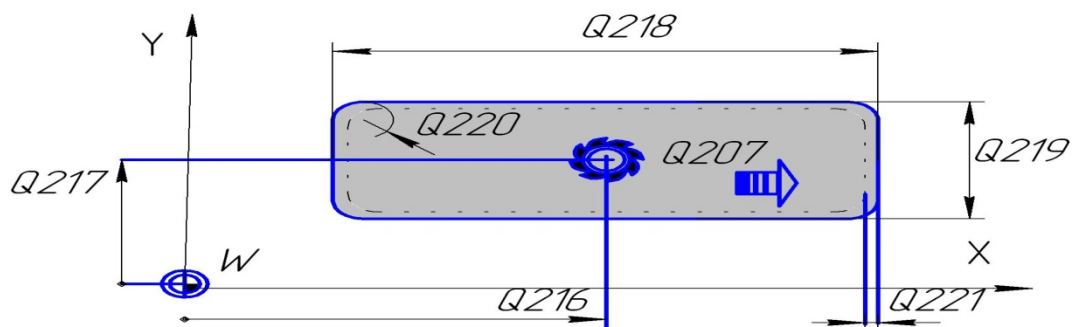


Рис. 4.52. Параметры паза в плоскости обработки

Координата поверхности заготовки – программируется параметром Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновения инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируют параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Центр 1-й оси – это центр кармана по главной оси в плоскости обработки, программируют параметром Q216 в абсолютных размерах.

Центр 2-й оси – центр кармана на вспомогательной оси в плоскости обработки. Программируют параметром Q217 в абсолютных размерах.

Первая длина бока – длина кармана, измеренная параллельно главной оси в плоскости обработки. Программируют параметром Q218 в инкрементальных размерах.

Вторая длина бока – длина кармана, измеренная параллельно к вспомогательной в оси плоскости обработки. Программируют параметром Q219 в инкрементальных размерах.

Радиус угла – радиус угла кармана. Если он не задан, то УЧПУ назначает радиус углов, равным радиусу инструмента. Программируют параметром Q220.

Припуск 1-й оси – припуск длины кармана для расчета предварительной позиции инструмента по главной оси в плоскости обработки. Программируют параметром Q221 в абсолютных размерах.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 212:

```
354. CYCL DEF 212 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КАРМАНА
Q200=2;          БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=20;         ГЛУБИНА
Q206=150;        ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q202=5;          ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q207=500;        ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q203=+30;        КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;         2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q216=+50;        ЦЕНТР 1-й ОСИ
Q217=+50;        ЦЕНТР 2-й ОСИ
Q218=80;         1-я ДЛИНА БОКА
Q219=60;         2-я ДЛИНА БОКА
Q220=5;          РАДИУС УГЛА
Q221=0;          ПРИПУСК
```

4.4.8. Цикл 213 чистовой обработки цапф

1. УЧПУ перемещает инструмент по оси шпинделя на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее запрограммировано, а затем в центр цапфы.

2. Из центра цапфы инструмент перемещается в плоскости обработки в точку старта (рис. 4.53), которая лежит на (3 – 5)-кратном радиусе инструмента справа от цапфы.

3. Если инструмент находится на втором безопасном расстоянии, УЧПУ перемещается на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и оттуда с подачей подвода на глубину на первую глубину подвода.

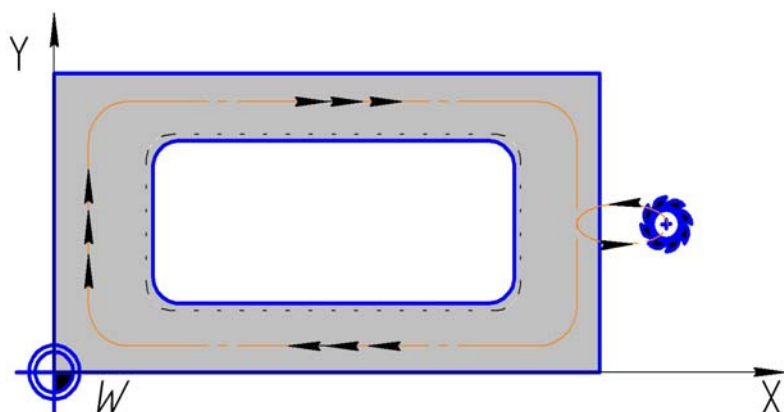


Рис. 4.53. Схема цапфы, обрабатываемой с использованием цикла 213

4. Затем инструмент перемещается тангенциально к обработанной части контура и фрезерует попутно виток.

5. Потом инструмент перемещается тангенциально от контура назад к точке старта в плоскости обработки.

6. Этот технологический переход повторяется от 3 до 5 раз, пока не будет достигнута запрограммированная глубина.

7. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если оно введено в программу, а затем в центр цапфы (конечное положение, точка старта).

Следует учесть, что УЧПУ предварительно позиционирует инструмент автоматически по оси инструментов в плоскости обработки. Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки.

Если мы хотим выполнить обработку в сплошном материале, то необходимо использовать фрезу с режущими торцовыми зубьями (например DIN/ДИН 844). Тогда следует вводить небольшую подачу подвода на глубину. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ должно выдавать сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) - нет.

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, что приводит к столкновению инструмента и заготовки.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах (рис. 4.54).

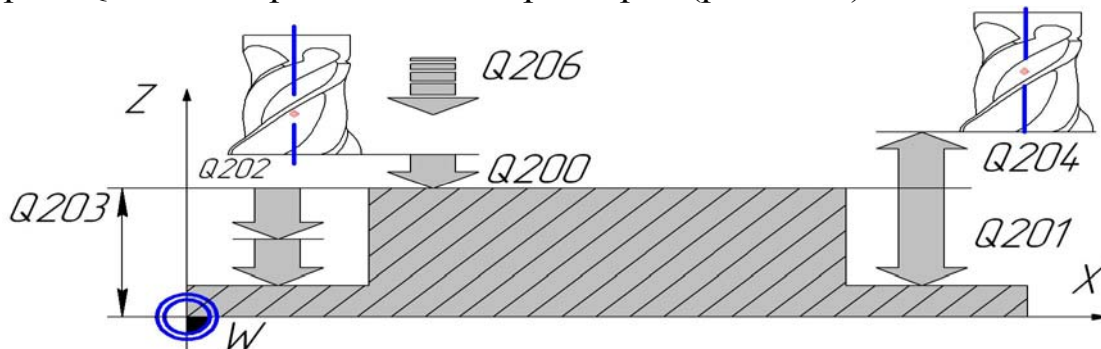


Рис. 4.54. Параметры цикла 231 в вертикальной плоскости

Глубина – расстояние поверхности заготовки от дна цапфы. Программируют параметром Q201 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину (Q206) – скорость перемещения инструмента на глубину в миллиметрах в минуту. Если инструмент входит в сплошной материал, то следует ввести значение подачи меньше, чем при перемещении его вне материала.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится за каждый рабочий ход. Вводится значение больше 0 с использованием параметра Q202 в инкрементальных размерах.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при обработке в миллиметрах в минуту.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки. Программируют параметром Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируют параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Центр 1-й оси – координата X центра кармана в плоскости обработки, программируют параметром Q216 в абсолютных размерах (рис. 4.55).

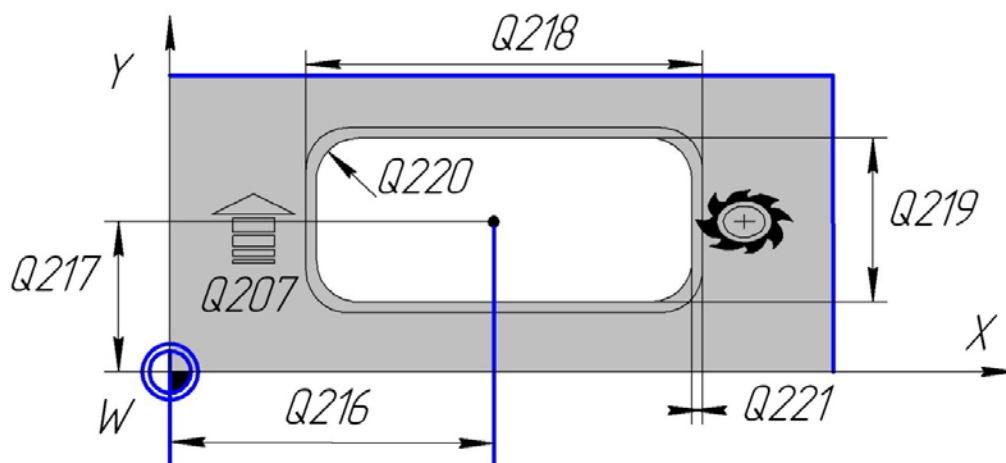


Рис. 4.55. Цапфа, обработанная с использованием цикла 213

Центр 2-й оси – координата Y центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q217 в абсолютных размерах.

Первая длина бока – длина кармана, измеренная параллельно главной оси X в плоскости обработки. Программируют параметром Q218 в инкрементальных размерах.

Вторая длина бока – длина кармана, измеренная параллельно главной оси Y в плоскости обработки. Программируют параметром Q219 в инкрементальных размерах.

Радиус угла (Q220) – радиус угла цапфы.

Припуск 1-й оси – припуск для расчета предварительной позиции инструмента по главной оси X в плоскости обработки кармана. Программируют параметром Q221 в абсолютных размерах.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 213:

```
35. CYCL DEF 213  ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦАПФЫ
    Q200=2;        БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q291=20;       ГЛУБИНА
    Q206=150;      ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
    Q202=5;        ГЛУБИНА ПОДВОДА
    Q207=500;      ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q203=+30;      КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
    Q294=50;       2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
    Q216=+50;      ЦЕНТР 1-й ОСИ
    Q217=+50;      ЦЕНТР 2-й ОСИ
    Q218=80;       1-я ДЛИНА БОКА
    Q219=60;       2-я ДЛИНА БОКА
    Q220=5;        РАДИУС УГЛА
    Q221=0;        ПРИПУСК
```

4.4.9. Цикл 5 обработки круглого кармана

1. Инструмент врезается в положении старта (центр кармана) в обрабатываемую заготовку и перемещается на глубину подвода.

2. Затем инструмент перемещается с рабочей подачей F по указанной на рис. 4.56 спиральной траектории.

3. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина кармана 2 (рис. 4.57). Возможна обработка кармана 2 на всю глубину за несколько врезаний 3 в заготовку.

4. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент назад в позицию старта.

Перед программированием следует использовать фрезу с режущими торцовыми зубьями (например ДИН 844) или перед выполнени-

ем цикла 5 предварительно просверлить отверстие в центре кармана. Предварительное позиционирование инструмента над центром кармана следует программировать с коррекцией радиуса R0.

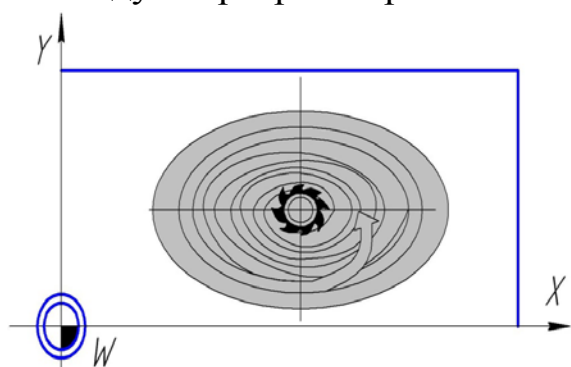


Рис. 4.56. Круглый карман и траектория движения инструмента при его обработке

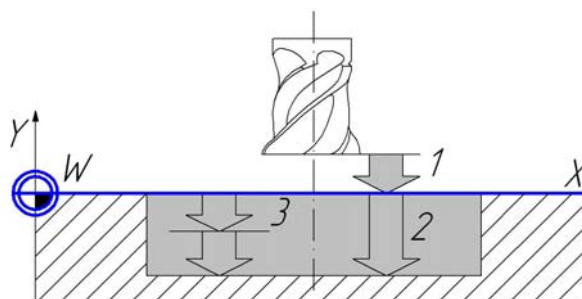


Рис. 4.57. Схема выполнения цикла 5

Программировать предложение позиционирования на точку старта по оси шпинделя (безопасное расстояние 1 над поверхностью заготовки).

Знак числа параметра цикла «Глубина» определяет направление обработки. Если программируете глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки, задается в инкрементальных размерах.

Глубина фрезерования – расстояние поверхности заготовки от дна кармана.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится за каждый рабочий ход. Вводится в инкрементальных размерах. УЧПУ перемещает инструмент за один рабочий ход на глубину:

- если глубина подвода и глубина равны друг другу;
- глубина подвода больше глубины.

Подача на глубину – скорость перемещения инструмента при фрезеровании.

Радиус круга – радиус круговой траектории инструмента при окончательной обработке кармана.

Подача F – скорость перемещения инструмента в плоскости обработки.

Вращение по часовой стрелке:

DR + соответствует попутному фрезерованию при введенной ко-

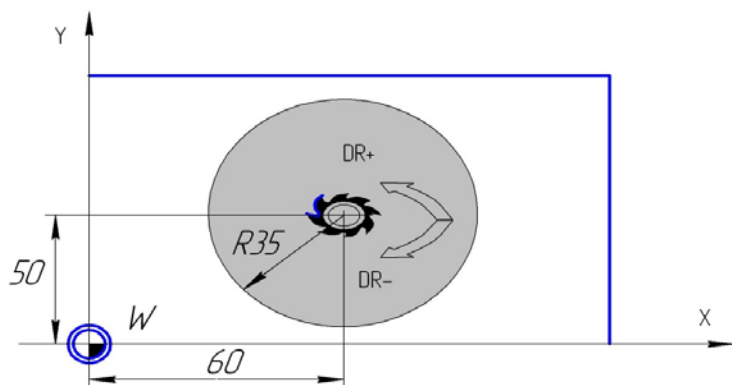


Рис. 4.58. Положение центра круглого кармана и выбор метода фрезерования

манде M3; DR - встречное фрезерование при введенной команде M3; DR -: поперечное фрезерование при M3.

Пример фрагмента управляющей программы, реализующей цикл 213 (рис. 4.58).

- 16. L Z+100 RO FMAX
- 17. CYCL DEF 5.0 КРУГЛЫЙ КАРМАН
- 18. CYCL DEF 5.1 РАССТ. 2
- 19. CYCL DEF 5.2 ГЛУБИНА -12
- 20. CYCL DEF 5.3 ПОДВОД 6 F80
- 21. CYCL DEF 5.4 РАДИУС 35
- 22. CYCL DEF 5.5 F100 DR+
- 23. L X+60 Y+50 FMAX M3
- 24. L Z+2 FMAX M99.

4.4.10. Цикл 214 чистовой обработки круглого кармана

1. УЧПУ перемещает инструмент автоматически по оси шпинделя на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если последнее введено в управляющую программу, а затем в центр кармана.

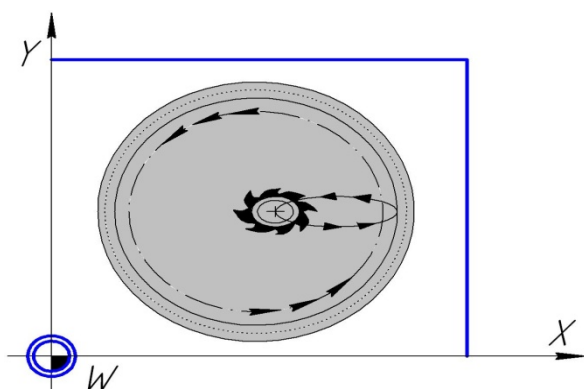


Рис. 4.59. Схема круглого кармана с припуском на чистовую обработку

2. Из центра кармана инструмент перемещается в плоскости обработки в точку старта обработки (рис. 4.59). УЧПУ учитывает для расчётов точки старта диаметр обрабатываемой детали и ра-

228

диус инструмента. Если введен диаметр обрабатываемой детали с 0, то инструмент врезается в центр кармана.

3. Если инструмент находится на втором безопасном расстоянии, то УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и оттуда с подачей подвода на глубину – на первую глубину подвода.

4. Затем инструмент перемещается тангенциально к готовой части контура и фрезерует попутно виток.

5. Инструмент перемещается тангенциально от контура назад к точке старта в плоскости обработки.

6. Эта операция повторяется от 3 до 5 раз до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина.

7. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент с FMAX на безопасное расстояние или второе безопасное расстояние, если последнее введено в управляющую программу, и затем в центр кармана (конечное положение - точку старта). Перед программированием УЧПУ предварительно позиционирует инструмент автоматически по оси инструментов в плоскости обработки. Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки заготовки.

Если требуется выполнить чистовую обработку в сплошном материале, то следует использовать фрезу с режущими торцовыми зубьями (например DIN/ДИН 844) и ввести небольшое значение подачи врезания на глубину. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: вводим положительную глубину (бит 2=1), при этом УЧПУ выдает сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – нет.

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние поверхности заготовки от дна кармана. Программируют параметром Q201 в инкрементальных размерах (рис. 4.60).

Подача подвода на глубину (Q206) – скорость перемещения инструмента на глубину в миллиметрах в минуту. Если погружаем инструмент в сплошной материал, то следует ввести значение подачи меньше, чем это определено параметром Q207.

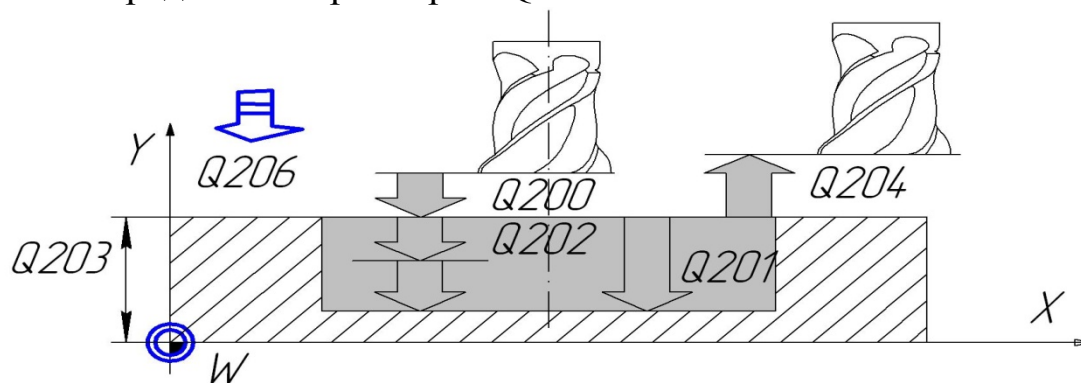


Рис. 4.60. Схема обработки круглого кармана в соответствии с циклом 214

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при каждом рабочем ходе, программируют параметром Q202 в инкрементальных размерах.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при обработке в миллиметрах в минуту.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки. Программируют параметром Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируют параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Центр 1-й оси – координата X центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q216 в абсолютных размерах.

Центр 2-ой оси – координата Y центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q217 в абсолютных размерах.

Диаметр заготовки (Q222) – диаметр предварительно обработанного кармана для расчёта предварительного положения; вводим диаметр заготовки меньше диаметра готовой детали.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки, программируется в инкрементальных размерах.

Глубина фрезерования – расстояние поверхности заготовки от дна кармана, программируют в инкрементальных размерах.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится за каждый рабочий ход, программируют в инкрементальных размерах. УЧПУ перемещает инструмент одним рабочим ходом на глубину:

- если глубина подвода и глубина равны друг другу;
- глубина подвода больше глубины.

Подача на глубину – скорость перемещения инструмента при прорезке.

Длина бока – длина паза, определяем 1-е направление резания с помощью знака числа.

Длина бока – ширина паза.

Подача F – скорость перемещения инструмента в плоскости обработки.

Диаметр готовой детали (Q223) – диаметр готового кармана, диаметр готовой детали больше диаметра заготовки и больше диаметра инструмента.

Пример фрагмента управляющей программы для обработки круглого кармана в соответствии с циклом 214 (рис. 4.61):

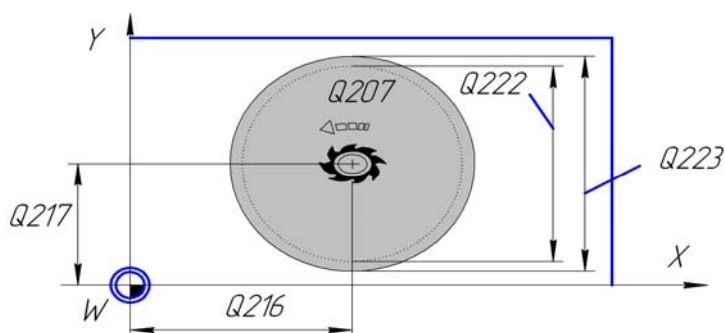


Рис. 4.61. Координаты центра круглого кармана и диаметры до и после обработки

42. CYCL DEF 214 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА КРУГЛОГО КАРМАНА

- | | |
|-----------|-------------------------------|
| Q200=2; | БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q201=-20; | ГЛУБИНА |
| Q206=150; | ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ |
| Q202=5; | ГЛУБИНА ПОДВОДА |
| Q207=500; | ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ |
| Q203=+30; | КООРД. ПОВЕРХНОСТИ |
| Q204=50; | 2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q216=+50; | ЦЕНТР 1-й ОСИ |
| Q217=+50; | ЦЕНТР 2-й ОСИ |
| Q222=79; | ДИАМЕТР ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛИ |
| Q223=80; | ДИАМЕТР ГОТОВОЙ ДЕТАЛИ |

4.4.11. Цикл 215 чистовой обработки круглой цапфы

1. УЧПУ перемещает инструмент автоматически по оси шпинделя на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если оно внесено в управляющую программу, затем – в центр цапфы.

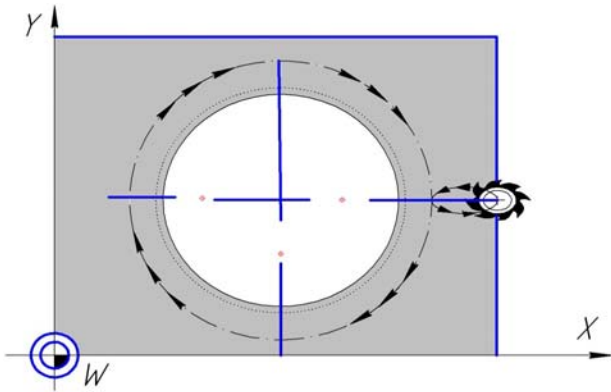


Рис. 4.62. Движение инструмента в плоскости XWY при обработке круглой цапфы

2. Из центра цапфы инструмент перемещается в плоскости обработки в точку старта (рис. 4.62). Точка старта лежит на 2-кратном радиусе инструмента справа от цапфы.

3. Если инструмент находится на втором безопасном расстоянии, то УЧПУ перемещает его на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние, а от-

туда с подачей подвода на глубину - на первую глубину подвода.

4. Затем инструмент перемещается тангенциально к обработанной части контура и фрезерует попутно виток.

5. Потом инструмент перемещается назад тангенциально от контура к точке старта в плоскости обработки.

6. Эта операция повторяется от 3 до 5 раз, пока не будет достигнута запрограммированная глубина.

7. В конце цикла УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу на безопасное расстояние или на второе безопасное расстояние, если оно введено в управляющую программу, и затем - в центр кармана (конечное положение, точка старта). УЧПУ предварительно позиционирует инструмент автоматически по оси инструментов и в плоскости обработки.

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. Если требуется выполнить чистовую обработку также и основание цапфы, то следует использовать фрезу с режущими торцовыми зубьями (например DIN/ДИН 844). Тогда следует ввести для подвода инструмента на глубину небольшое значение подачи.

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – нет.

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние поверхности заготовки от дна кармана. Программируют параметром Q201 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину (Q206) – скорость перемещения инструмента на глубину в миллиметрах в минуту. Если погружаем инструмент в сплошной материал, то следует ввести значение подачи меньше, чем это определено параметром Q207.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при каждом рабочем ходе, программируют параметром Q202 в инкрементальных размерах.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при обработке в миллиметрах в минуту.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки. Программируют параметром Q203 в абсолютных размерах (рис. 4.63).

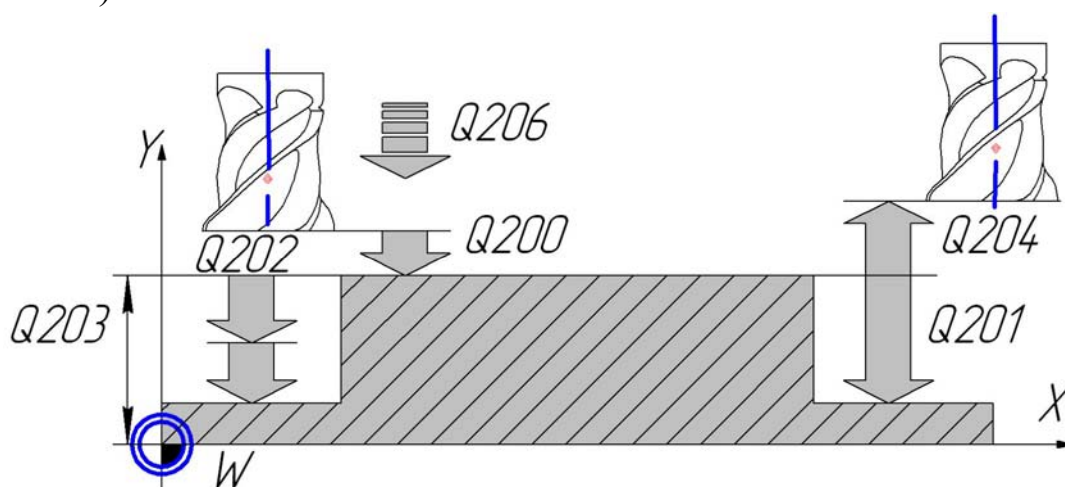


Рис. 4.63. Движение инструмента в плоскости XWZ при обработке круглой цапфы

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируют параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Центр 1-й оси – координата X центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q216 в абсолютных размерах (рис. 4.64).

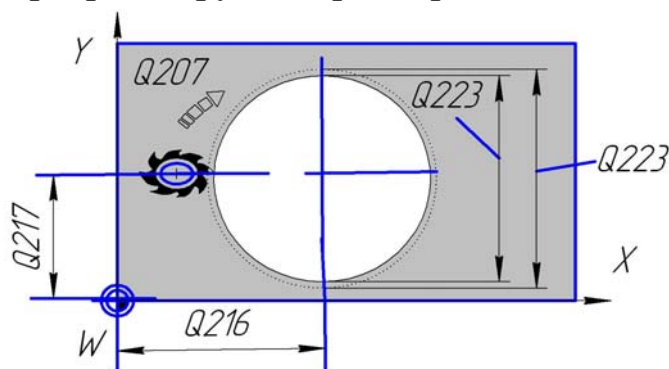


Рис. 4.64. Задание центра цапфы в плоскости обработки

Центр 2-й оси – координата Y центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q217 в абсолютных размерах.

Диаметр заготовки (Q222) – диаметр предварительно обработанного кармана для расчёта предварительного положения; вводим

диаметр заготовки меньше диаметра готовой детали.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки, программируется в инкрементальных размерах.

Глубина фрезерования – расстояние поверхности заготовки от дна кармана, программируют в инкрементальных размерах.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится за каждый рабочий ход, программируют в инкрементальных размерах. УЧПУ перемещает инструмент одним рабочим ходом на глубину:

- если глубина подвода и глубина равны друг другу;
- глубина подвода больше глубины.

Подача на глубину – скорость перемещения инструмента при прорезке.

Длина бока – длина паза, определяем 1-е направление резания с помощью знака числа.

Длина бока – ширина паза.

Подача F – скорость перемещения инструмента в плоскости обработки.

Диаметр готовой детали (Q223) – диаметр готового кармана, диаметр готовой детали больше диаметра заготовки и больше диаметра инструмента.

Пример фрагмента управляющей программы для обработки круглой цапфы в соответствии с циклом 215:

43. CYCL DEF 215	ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦАПФЫ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=-20;	ГЛУБИНА
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q203=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q216=+50;	ЦЕНТР 1-й ОСИ
Q217=+50;	ЦЕНТР 2-й ОСИ
Q222=81;	ДИАМЕТР ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛИ
Q223=80;	ДИАМЕТР ГОТОВОЙ ДЕТАЛИ

4.4.12. Цикл 3 фрезерования пазов

Черновая обработка

1. УЧПУ смещает инструмент на припуск для чистовой обработки (половина разницы между шириной паза и диаметром инструмента). Оттуда инструмент врезается в заготовку и фрезерует паз в продольном направлении.

2. В конце паза осуществляется подвод инструмента на глубину и инструмент фрезерует паз в противоположном направлении (рис. 4.65). Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования.

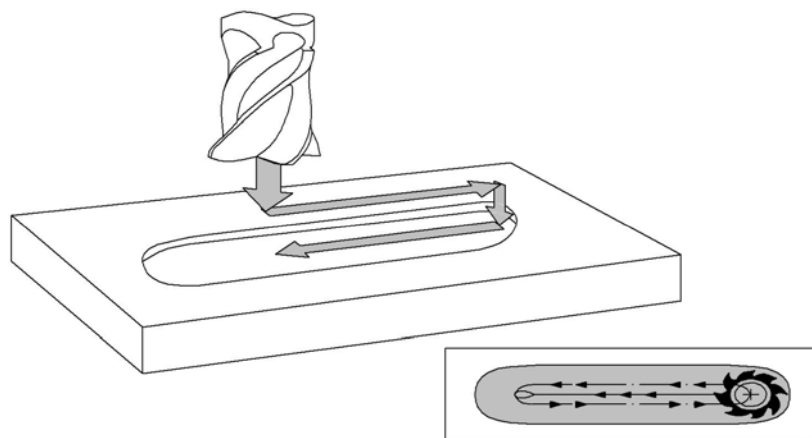


Рис. 4.65. Схема движения инструмента при обработке паза в соответствии с циклом 3

Чистовая обработка

3. На дне фрезерования УЧПУ перемещает инструмент по круговой траектории тангенциально к контуру; затем выполняется чистовая обработка контура попутным движением (при активной команде M3).

4. Наконец, инструмент перемещается на ускоренном ходу FMAX обратно на безопасное расстояние. В случае нечётного количества подходов инструмент перемещается на безопасном расстоянии к позиции старта.

Следует использовать фрезу с режущими торцовыми зубьями (например ДИН 844) или предварительно просверлить отверстие в точке старта.

Предварительное позиционирование инструмента по середине канавки следует выполнять с коррекцией радиуса R0. Диаметр фрезы надо выбирать не больше ширины канавки и не меньше половины ее ширины. Программирование предложения позиционирования в точку старта следует осуществлять по оси шпинделя (безопасное расстояние над поверхностью заготовки). Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки.

Безопасное расстояние 1 (рис. 4.66) – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки, программируют в инкрементальных размерах.

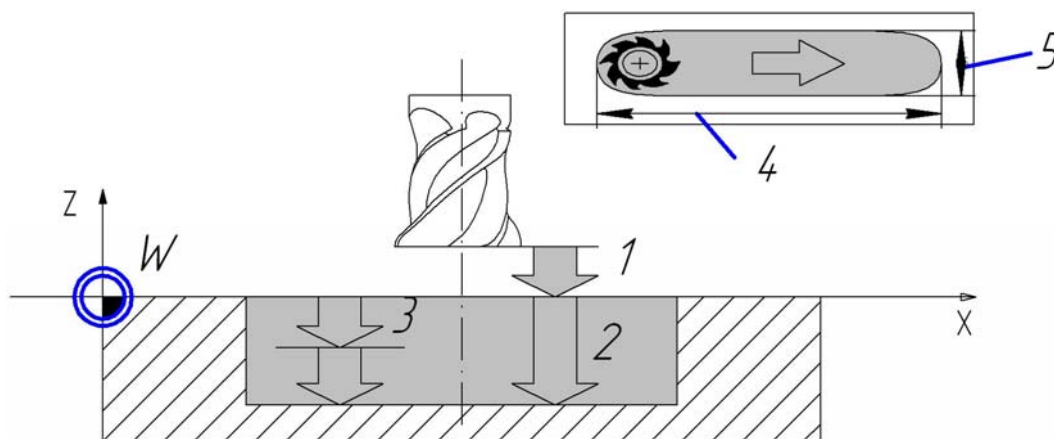


Рис. 4.66. Движение инструмента в плоскости XWZ при фрезеровании паза

Глубина фрезерования 2 – расстояние поверхности заготовки от дна кармана, программируют в инкрементальных размерах.

Глубина подвода 3 – размер, на который инструмент подводится при каждом рабочем ходе, программируют в инкрементальных размерах. УЧПУ перемещает инструмент одним рабочим ходом на глубину:

- если глубина подвода и глубина равны друг другу;
- глубина подвода больше глубины.

Подача на глубину – скорость перемещения при врезании инструмента перпендикулярно поверхности заготовки.

Длина бока 4 – длина паза, определяем 1-е направление резания с помощью знака числа.

Длина бока 5 – ширина паза.

Подача F – скорость перемещения инструмента в плоскости обработки. Расположение паза и движение инструмента в плоскости обработки показаны на рис.4.67.

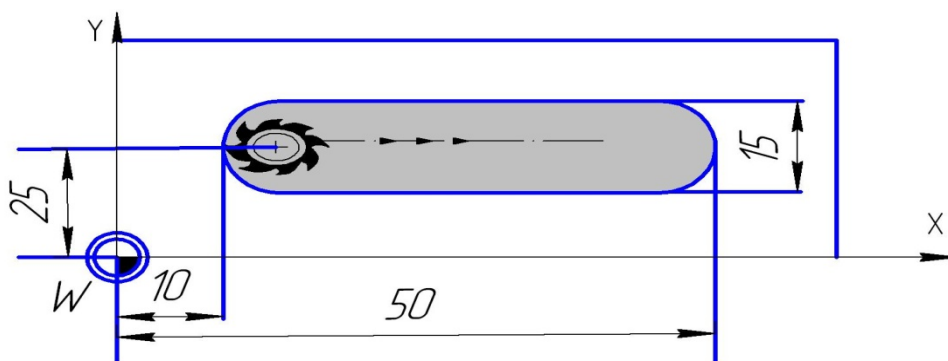


Рис. 4.67. Движение инструмента в плоскости XWY при обработке паза в соответствии с циклом 3

Пример фрагмента управляющей программы для обработки паза в соответствии с циклом 3:

9. L Z+100 RO FMAX
10. TOOL DEF 1 L+0 R+6
11. TOOL CALL 1 Z S1500
12. CYCL DEF 3.0 ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАНАВОК
13. CYCL DEF 3.1 РАССТ. 2
14. CYCL DEF 3.2 ГЛУБИНА -15
15. CYCL DEF 3.3 ПОДВОД 5 F80
16. CYCL DEF 3.4 X50
17. CYCL DEF 3.5 Y15
18. CYCL DEF 3.6 F120

19. L X+16 Y+25 RO FMAX M3

20. L Z+2 M99.

4.4.13. Цикл 210 фрезерования продольного паза с маятниковым движением врезания

Черновая обработка

1. УЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу по оси шпинделя на второе безопасное расстояние и затем перемещает его в центр левого круга; отсюда УЧПУ - на безопасное расстояние над поверхностью заготовки.

2. Инструмент перемещается с подачей фрезерования на поверхность заготовки, затем в продольном направлении врезается под наклоном в материал заготовки к центру правого круга (рис. 4.68).

3. Фреза перемещается в обратном направлении под наклоном в центр левого круга; эти шаги повторяются до тех пор, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования.

4. На глубине фрезерования УЧПУ перемещает инструмент без наклона на другой конец паза, а затем снова в центр паза.

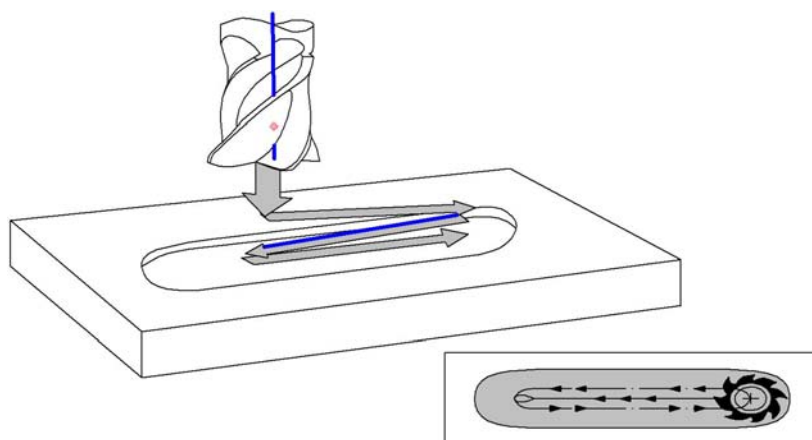


Рис. 4.68. Движение продольного врезания инструмента в заготовку

Чистовая обработка

5. УЧПУ позиционирует инструмент в центре левой окружности паза, а отсюда перемещает его тангенциально в левый конец паза. УЧПУ выполняет чистовую обработку контура встречным фрезерованием (при активной M3) одним или несколькими подводами, если последнее введено в управляющую программу.

6. В конце контура инструмент перемещается тангенциально от контура к центру левой окружности паза.

7. Наконеч, инструмент перемещается на ускоренном ходу FMAX обратно на безопасное расстояние и на второе безопасное расстояние, если последнее введено в управляющую программу.

Следует учесть, что УЧПУ предварительно позиционирует инструмент автоматически по оси инструментов в плоскости обработки. При черновой обработке инструмент врезается в материал заготовки маятниковым движением от одного к другому концу паза, поэтому предварительное сверление отверстия не требуется (рис. 4.69).

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. Диаметр фрезы рекомендуется выбирать не больше ширины паза и не меньше одной трети ширины.

Диаметр фрезы должен быть также меньше половины длины канавки, в противном случае УЧПУ не может врезаться в материал маятниковым движением.

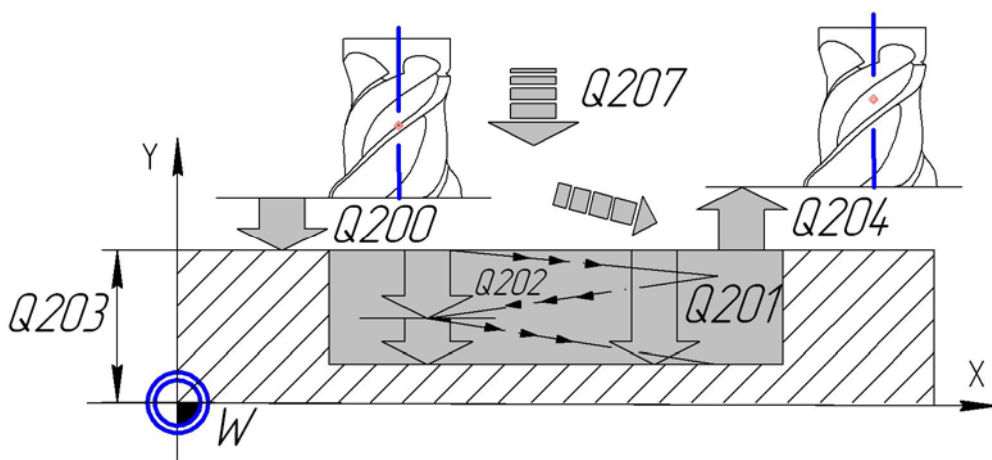


Рис. 4.69.Схема маятникового фрезерования прямолинейного паза с наклоном к оси X

С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ: при вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, а при вводе (бит 2=0) – нет.

Внимание, опасность столкновения!

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инстру-

ментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки.

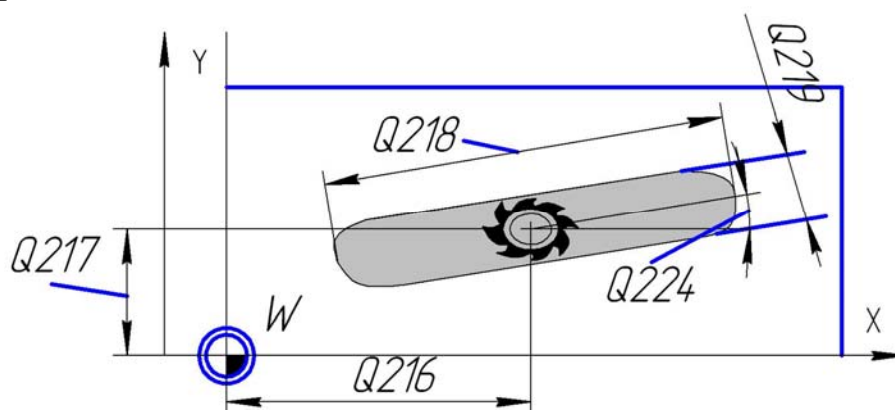


Рис. 4.70. Программируемые параметры при обработке наклонного паза

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах.

Глубина – расстояние поверхности заготовки от дна кармана. Программируют параметром Q201 в инкрементальных размерах.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при обработке в миллиметрах в минуту.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при каждом рабочем ходе, программируют параметром Q202 в инкрементальных размерах.

Объём обработки определяем в зависимости от значения параметра Q215:

- 0 – черновая и чистовая обработка;
- 1 – только черновая обработка;
- 2 – только чистовая обработка.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки. Программируют параметром Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируют параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Центр 1-й оси – координата X центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q216 (рис. 4.70) в абсолютных размерах.

Центр 2-й оси – координата Y центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q217 в абсолютных размерах.

Первая длина бока – длина кармана, измеренная параллельно главной оси X в плоскости обработки. Программируют параметром Q218 в инкрементальных размерах.

Вторая длина бока – длина кармана, измеренная параллельно главной оси Y в плоскости обработки. Программируют параметром Q219 в инкрементальных размерах.

Угол поворота – угол, на который весь паз поворачивается относительно центра вращения, который совпадает с центром паза. Программируют параметром Q224 в абсолютных размерах.

Подача чистовой обработки – размер, на который инструмент подводится на оси шпинделя при чистовой обработке, программируют параметром Q338 в инкрементальных размерах. При вводе Q338=0 чистовая обработка выполняется за один подвод.

Подача подвода на глубину (Q206) – скорость перемещения инструмента при подводе на глубину в миллиметрах в минуту. Действует только при чистовой обработке, если была введена в программу подача для чистовой обработки.

Пример фрагмента управляющей программы для обработки паза в соответствии с циклом 210:

51. CYCL DEF 210	ПАЗ КАЧАЮЩИМ ДВИЖЕНИЕМ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=-20;	ГЛУБИНА
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q215=0;	ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
Q203=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q216=+50;	ЦЕНТР 1-й ОСИ
Q217=+50;	ЦЕНТР 2-й ОСИ
Q218=80;	1-я ДЛИНА БОКА
Q219=12;	2-я ДЛИНА БОКА

Q224=+15; ПОЛОЖЕНИЕ ПРИ ВРАЩЕНИИ
Q338=5; ПОДАЧА, ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
Q206=150; ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ

4.4.14. Цикл 211 фрезерование круглого продольного паза с врезным маятниковым движением

Черновая обработка

1. УЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу по оси шпинделя на второе безопасное расстояние и затем перемещает его в центр правого круга. Оттуда УЧПУ позиционирует инструмент на заданное безопасное расстояние над поверхностью заготовки (рис. 4.71).

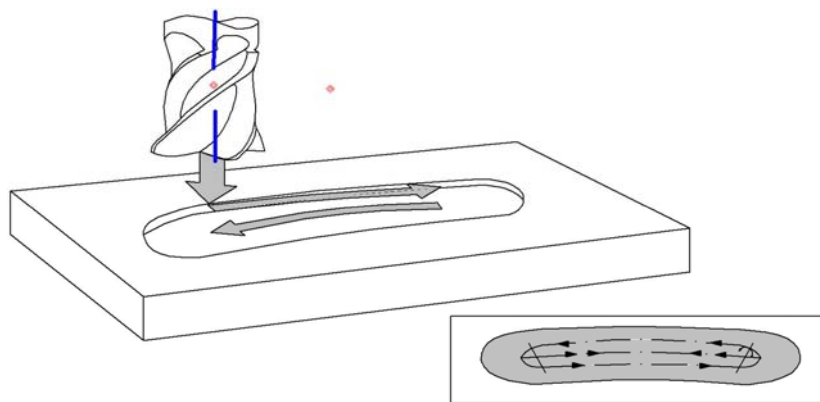


Рис. 4.71. Схема фрезерования круглого паза

2. Инструмент перемещается с подачей фрезерования на поверхность заготовки и оттуда, врезаясь под наклоном в материал заготовки, перемещается к другому концу паза.

3. Затем инструмент перемещается под наклоном назад к точке старта. Эти шаги повторяются 2 – 3 раза, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования.

4. На глубине фрезерования УЧПУ перемещает инструмент на другой конец паза без наклона к горизонтальной плоскости для фрезерования дна.

Чистовая обработка

5. Из центра паза УЧПУ перемещает инструмент тангенциально к обработанному начерно контуру, фреза выполняет чистовую обработку контура попутным фрезерованием (при активной МЗ), если задано в управляющей программе, то фрезерование с несколькими подводами. Точка старта для чистовой обработки лежит в центре правого круга.

6. В конце контура инструмент отводится от контура тангенциально.

7. Наконiec, инструмент перемещается на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и на второе безопасное расстояние, если это введено в управляющую программу. УЧПУ предварительно позиционирует инструмент автоматически по оси инструментов в плоскости обработки.

При черновой обработке инструмент режется в материал Helix-движением, качаясь от одного к другому концу канавки. Поэтому предварительного сверления отверстия не требуется. Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки.

Рекомендуется выбирать диаметр фрезы не больше ширины канавки и не меньше одной трети ширины канавки. Диаметр фрезы следует брать меньше половины длины канавки, в противном случае УЧПУ не сможет резаться в материал заготовки маятниковым движением. С помощью параметра станка 7441 бит 2 настраиваем УЧПУ. При вводе положительной глубины (бит 2=1) УЧПУ выдает сообщение об ошибках, при вводе (бит 2=0) – не выдает.

УЧПУ при положительно введенной глубине реверсирует расчет предварительной позиции. Инструмент перемещается по оси инструментов на ускоренном ходу на безопасное расстояние под поверхность обрабатываемой заготовки, в результате может произойти столкновение режущего инструмента и заготовки.

Безопасное расстояние – расстояние вершины инструмента (положение пуска) от поверхности заготовки. Программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах (рис. 4.72).

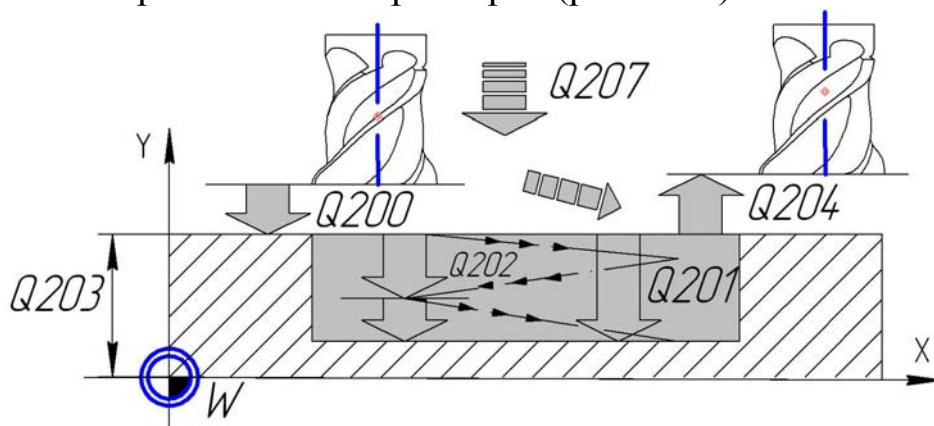


Рис. 4.72. Схема маятникового фрезерования круглого паза с наклоном к оси X

Глубина – расстояние поверхности заготовки от дна кармана. Программируют параметром Q201 в инкрементальных размерах.

Подача фрезерования (Q207) – скорость перемещения инструмента при обработке в миллиметрах в минуту.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится маятниковым движением на оси шпинделя, программируют параметром Q202 в инкрементальных размерах.

Объём обработки (Q215) определяется значениями цифр (0/1/2):

0 – черновая и чистовая обработка;

1 – только черновая обработка;

2 – только чистовая обработка.

Координата поверхности заготовки – координата Z поверхности заготовки. Программируют параметром Q203 в абсолютных размерах.

Второе безопасное расстояние – координата оси шпинделя, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (зажимным приспособлением). Программируют параметром Q204 в инкрементальных размерах.

Центр 1-й оси – координата X центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q216 в абсолютных размерах.

Центр 2-й оси – координата Y центра кармана в плоскости обработки. Программируют параметром Q217 в абсолютных размерах.

Диаметр готовой детали – диаметр делительной окружности, вводится параметром Q244.

Вторая длина бока – длина кармана, измеренная параллельно главной оси Y в плоскости обработки. Программируют параметром Q219 в инкрементальных размерах.

Угол старта – полярный угол точки старта, вводится параметром Q245 в абсолютных размерах.

Угол раствора паза – центральный угол паза, соответствующий центрам крайних окружностей паза. Вводят параметром Q248 в инкрементальных размерах.

Подача чистовой обработки – размер, на который инструмент подводится на оси шпинделя при чистовой обработке, программируют параметром Q338 в инкрементальных размерах. При вводе Q338=0 чистовая обработка выполняется за один подвод.

Подача подвода на глубину (Q206) – скорость перемещения инструмента при подводе на глубину в миллиметрах в минуту. Действует только при чистовой обработке, если была введена в программу подача для чистовой обработки.

Пример фрагмента управляющей программы для обработки паза в соответствии с циклом 211 (рис. 4.73):

52. CYCL DEF 211	КРУГЛЫЙ ПАЗ
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q201=-20;	ГЛУБИНА
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q202=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q215=0;	ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
Q203=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q204=50;	2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q216=+50;	ЦЕНТР 1-й ОСИ
Q217=+50;	ЦЕНТР 2-й ОСИ
Q244=80;	ДИАМЕТР ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ОКРУЖНОСТИ
Q219=12;	2-я ДЛИНА БОКА
Q245=+45;	УГОЛ СТАРТА
Q248=90;	УГОЛ РАСТВОРА
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ.

Примеры фрезерования кармана, цапфы и канавок

Детали, содержащие одновременно такие геометрические элементы, как карман, цапфа и круговые канавки и другие поверхности, довольно сложны, в особенности при высоких требованиях к точности не только размеров, но

и микрогеометрии, а также взаимного расположения одних поверхностей относительно других. Жесткие допуски на указанные поверхности успешно выдерживают при обработке детали за одну установку и закрепление на многооперационных станках с ЧПУ. Эскиз детали, со-

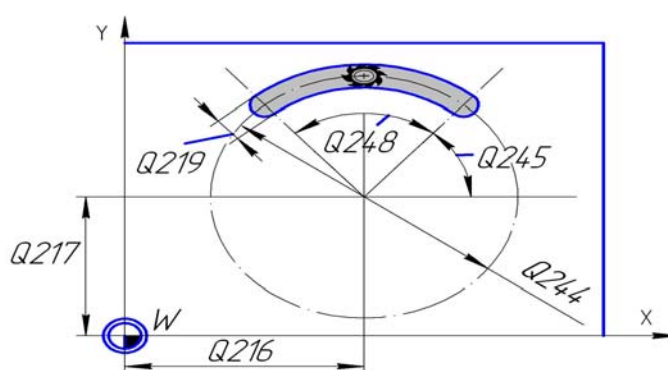


Рис. 4.73. Параметры цикла 211 в плоскости обработки

держачей в себе одновременно карман, цапфу и круговые канавки, представлен на рис. 4.74. В детали необходимо обработать круглый карман глубиной 30 мм и диаметром 50 мм; две круговые симметричные канавки с углом раскрытия 90° каждая, шириной 8 мм и глубиной 20 мм, а также цапфу с длиной 90 мм и шириной 80 мм.

Управляющая программа для механической обработки описанной детали с использованием циклов 213, 252 и 254 представлена ниже.

0. BEGINN PGM C210 MM

1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40 Дефиниция заготовки

2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100
Z+0

3. TOOL DEF 1 L+0 R+6

Дефиниция инструмента, черновая/чистовая обработка

4. TOOL DEF 2 L+0 R+3

Дефиниция инструмента, пазовая фреза

5. TOOL CALL 1 Z S3500

Вызов инструмента, черновая/чистовая обработка

6. L Z+250 R0 FMAX

Свободный ход инструмента

7. CYCL DEF 213 ЧИСТОВАЯ
ОБРАБОТКА ЦАПФЫ

Дефиниция цикла

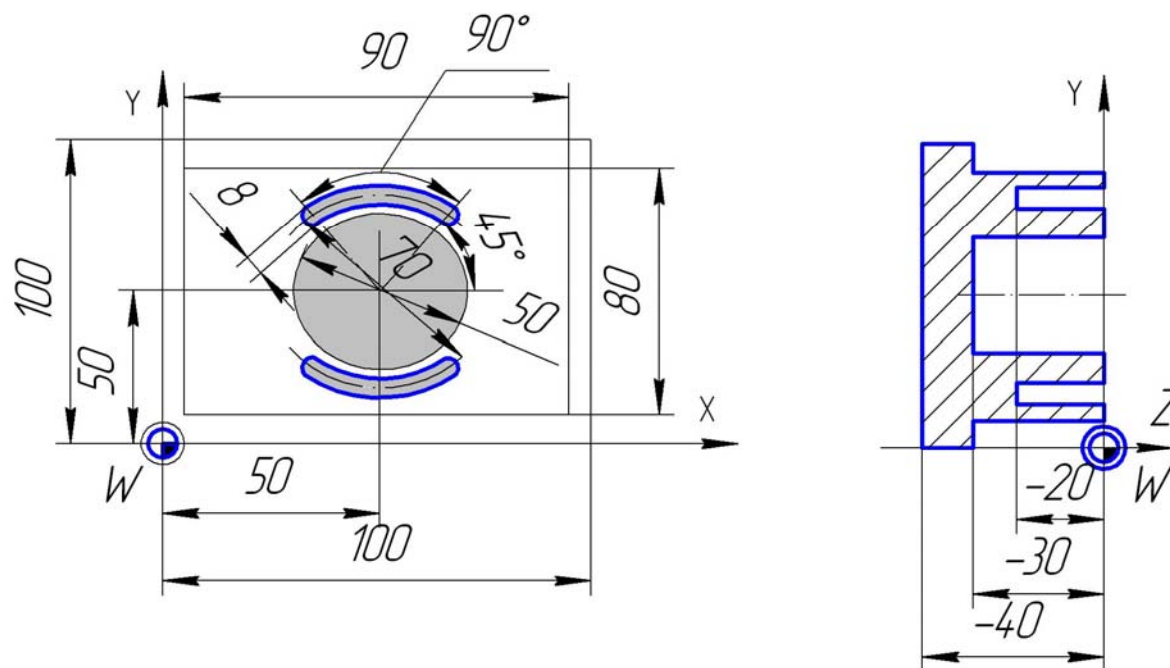


Рис. 4.74. Деталь, содержащая геометрические элементы: карман, цапфу и канавку

- | | |
|---------------------------------|---|
| 12. TOLL CALL 2 Z S5000 | Вызов инструмента, пазовая фреза |
| 13. CYCL DEF 254 КРУГЛЫЙ ПАЗ | Дефиниция цикла «Канавки» |
| Q215=0; | ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ |
| Q 219=8; | ШИРИНА КАНАВКИ |
| Q 368=0,2; | ПРИПУСК СО СТОРОНЫ |
| Q 375=70; | ДИАМЕТР ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ОКРУЖНОСТИ |
| Q367=0; | БАЗА, ДЛИНА ПАЗА Не требуется предварительного позиционирования в X/Y |
| Q216=+50; | ЦЕНТР 1-й ОСИ |
| Q217=+50; | ЦЕНТР 2-й ОСИ |
| Q 376=+45; | УГОЛ СТАРТА |
| Q 248=90; | УГОЛ РАСТВОРА |
| Q 378=180; | ШАГ УГЛА Точка старта 2.паза |
| Q 377=2; | КОЛИЧЕСТВО РАБОЧИХ ХОДОВ |
| Q 207=500; | ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ |
| Q351=+1; | ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ |
| Q201=-20; | ГЛУБИНА |
| Q 202=5; | ГЛУБИНА ПОДВОДА |
| Q 369=0.1; | ПРИПУСК, ГЛУБИНА |
| Q 206=150; | ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ |
| Q 338=5; | ПОДАЧА, ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА |
| Q 200=2; | БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q203=+0; | КООРД.ПОВЕРХНОСТИ |
| Q 204=50; | 2-е БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q 366=1; | ПОГРУЖЕНИЕ |
| 14. CYCL CALL X+50 Y+50 FMAX M3 | Вызов цикла «Канавки» |
| 15. L Z+250 RO FMAX M2 | Свободный ход инструмента, конец программы |
| 16. END PGM C210 MM. | |

4.5. SL-Циклы

4.5.1. Обзор SL-циклов

С помощью SL-циклов можно составлять комплексные контуры, включающие в себя до 12 делительных контуров (карманов или ост-

ровов). Отдельные подконтуров вводим в качестве подпрограмм. На основании списка подконтуров (номеров подпрограмм), заданных в цикле 14 КОНТУР, УЧПУ рассчитывает общий контур.

Память для одного SL-цикла (все подпрограммы контура) ограничена до 48 кбайтов. Количество возможных элементов контура зависит от вида контура (внутренний/наружный контур) и количества подконтуров (делительных контуров) и составляет, например, около 1024 предложений прямых.

SL-циклы:

- КОНТУР (обязательно требуется);
- 20 - ДАННЫЕ КОНТУРА (обязательно требуется);
- 21 - ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ (используется на выбор);
- 22 - ПРОТЯГИВАНИЕ (обязательно требуется);
- 23 - ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА НА ГЛУБИНЕ (используется на выбор);
- 24 - ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА НА СТОРОНЕ (используется на выбор).

Расширенные циклы:

- 25 - ЛИНИЯ КОНТУРА;
- 26 - ОБОЛОЧКА ЦИЛИНДРА;
- 27 - ОБОЛОЧКА ЦИЛИНДРА (фрезерование пазов).

Свойства подпрограмм

- ▶ Пересчёты координат допускаются. Если они программируются в подконтурах, то действуют также в последующих подпрограммах, однако не надо их сбрасывать после вызова цикла.
- ▶ УЧПУ игнорирует подачи F и дополнительные функции M.
- ▶ УЧПУ распознает карман, если выполняется обмотка внутри контура, например, описание контура по часовой стрелке с коррекцией радиуса RR.
- ▶ УЧПУ распознает остров, если обмотка выполняется снаружи, например, описание контура по часовой стрелке с коррекцией радиуса RL.
- ▶ Подпрограммы не должны содержать координат по оси шпинделя.
- ▶ В первом наборе координат подпрограммы определяем плоскость обработки. Допускается использование дополнительных осей U, V и W.

Свойства циклов обработки

- ▶ УЧПУ автоматически позиционирует инструмент перед каждым циклом обработки на безопасное расстояние.

- ▶ Каждый уровень глубины фрезеруется без подъема инструмента; острова обходятся со стороны.
- ▶ Радиус «внутренних углов» программируемый - инструмент не останавливается, маркировка резания вне материала избегается (действует для самой внешней траектории при протягивании и чистовой обработке).
- ▶ При чистовой обработке сторон УЧПУ подводится к контуру по тангенциальной круговой траектории.
- ▶ При чистовой обработке на глубине УЧПУ также перемещает инструмент по тангенциальной круговой траектории к заготовке (например, ось шпинделя Z. Круговая траектория на плоскости Z/X).
- ▶ Инструмент обрабатывает контур непрерывно попутным или встречным движением.

Пример. Схема отработки с помощью SL- циклов

```

1. BEGIN PGM SL2 MM
...
12. CYCL DEF 140 КОНТУР
13. CYCL DEF 20.0 ДАННЫЕ КОНТУРА
...
16. CYCL DEF 21.0 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ
17. CYCL CALL
...
19. CYCL DEF 22.0 ПРОТЯГИВАНИЕ
20. CYCL CALL
...
22. CYCL DEF 23.0 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА НА ГЛУБИНЕ ...
23. CYCL CALL
...
26. CYCL DEF 24,04 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА НА СТОРОНЕ ...
27. CYCL CALL
...
50. L Z+250 R0 FMAX M2
51. LBL 1
...
55. LBL 0

```

56. LBL 2

...

60. LBL 0

99. END PGM SL2 MM.

С MP7420 определяем, куда УЧПУ позиционирует инструмент в конце циклов от 21 до 24. Данные о размерах для обработки: глубина фрезерования, припуски и безопасное расстояние вводим в цикле 20 как ДАННЫЕ КОНТУРА.

4.5.2. Цикл 14 обработка контура

В цикле 14 КОНТУР приводим все подпрограммы, которые должны переноситься в общий контур. Перед программированием: цикл 14 является DEF-активным. Это означает, что он действует с момента его определения в программе. В цикле 14 можно распечатывать максимум 12 подпрограмм (подконтуров).

Номера меток для контура: необходимо ввести все номера меток отдельных подпрограмм, которые должны накладываться на контур, подтвердить каждый номер с помощью клавиши ENT и закончить ввод с помощью клавиши END.

Накладывающиеся контуры

Карманы А и В (рис. 4.75, а) и острова С и D (рис. 4.75, б) можно накладывать друг на друга, образуя новый контур. Таким образом, можно поверхность кармана увеличивать путём наложения другого кармана или уменьшать размеры острова.

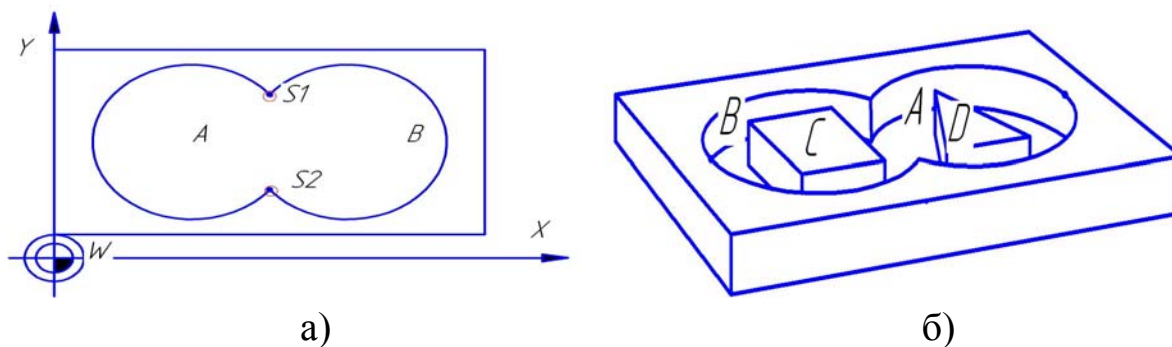


Рис. 4.75. Деталь, включающая в себя два пересекающихся круглых кармана А и В (а) и острова С и D, образованные в результате обработки детали (б)

Накладывающиеся карманы

В последующих примерах программирования находятся подпрограммы контура, вызываемые в главной программе циклом 14 КОНТУР. Карманы А и В накладываются друг на друга.

Пример фрагмента управляющей программы:

12. CYCL DEF 14.0 КОНТУР

13. CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1/2/3/4.

УЧПУ рассчитывает точки пересечения S1 и S2 (см. рис. 4.75, а), их не надо больше программировать. Карманы программируются как полные круги.

Подпрограмма 1: карман А

51. LBL 1

52. L X+10 Y+50 RR

53. CC X+35 Y+50

54. C X+10 Y+50 DR-

55. LBL0

Подпрограмма 2: карман В

56. LBL 2

57. L X+90 Y+50 RR

58. CC X+65 Y+50

59. C X+90 Y+50 DR-

60. LBL0

«Суммарная» площадь

Обе поверхности А и В, включая совместную поверхность наложения (рис. 4.76), должны обрабатываться: поверхности А и В должны быть карманами. Первый карман (в цикле 14) должен начинаться вне второго.

Поверхность А:

51. LBL 1

52. L X+10 Y+50 RR

53. CC X+35 Y+50

54. C X+10 Y+50 DR-

55. LBL 0

Поверхность В:

56. LBL2

57. L X+90 Y+50 RR

58. CC X+65 Y+50

59. C X+90 Y+50 DR-

69. LBL0.

Дифференциальная площадь

Поверхность А должна обрабатываться без перекрытого В участка. Поверхность А должна быть карманом и В должна быть островом; А должна начинаться вне В.

Поверхность А:

- 51. LBL 1
- 52. L X+10 Y+50 RR
- 53. CC X+35 Y+50
- 54. C X+10 Y+50 DR-
- 55. LBL 0

Поверхность В:

- 56. LBL2
- 57. L X+90 Y+50 RL
- 58. CC X+65 Y+50
- 59. C X+90 Y+50 DR-
- 60. LBL0

"Площадь" резания (рис. 4.77)

Перекрытая А и В поверхность должна обрабатываться. Просто перекрытые поверхности должны оставаться необработанными. А и В должны быть карманами. А должна начинаться в пределах В.

Поверхность А:

- 51. LBL 1
- 52. L X+60 Y+50 RR
- 53. CC X+35 Y+50
- 54. C X+60 Y+50 DR-
- 55. LBL0

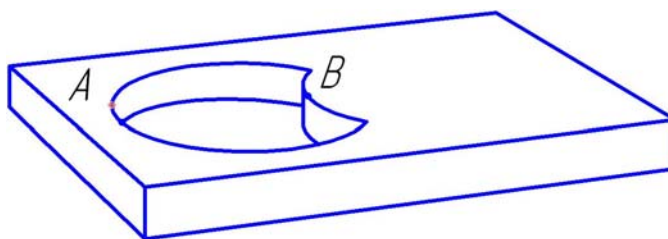


Рис. 4.76. Обработка дифференциальной поверхности

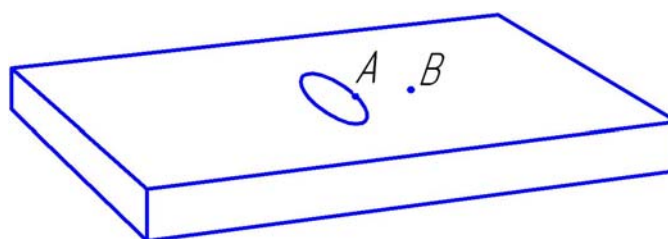


Рис. 4.77. Перекрытая А и В поверхность

Поверхность В:

- 56. LBL2
- 57. L X+90 Y+50 RR
- 58. CC X+65 Y+50
- 59. C X+90 Y+50 DR-
- 60. LBL0.

4.5.3. Цикл 20 данные контура

В цикле 20 вводим информацию об обработке для подпрограмм с подконтурными. Цикл 20 является DEF-активным. Это означает, что он действует с момента его определения в программе обработки.

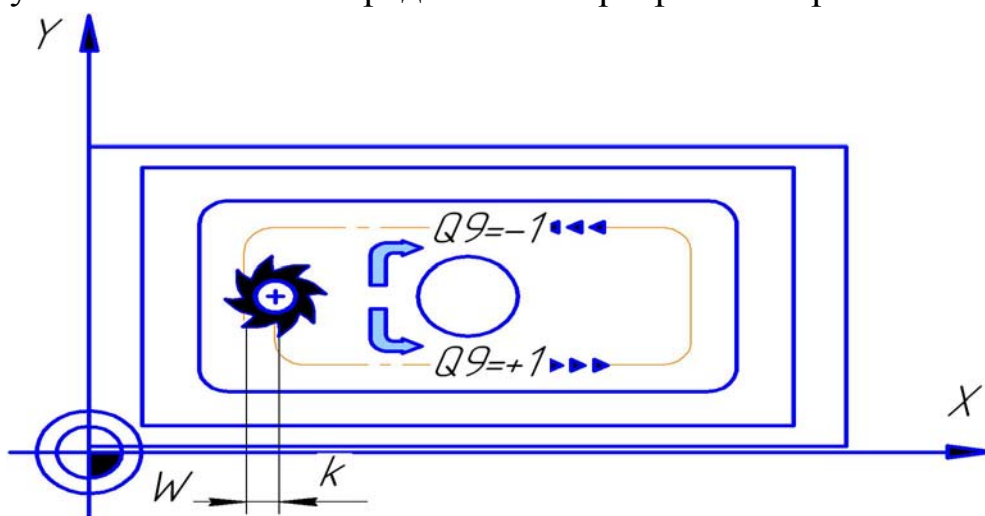


Рис. 4.78. Выбор направления обработки

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки (рис. 4.78). Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет соответствующего цикла. Указанная в цикле 20 информация об обработке действует для циклов от 21 до 24. Если применяем SL-циклы в программах с Q-параметрами, то нельзя использовать параметры от Q1 до Q19 в качестве параметров программы.

Глубина фрезерования – расстояние от поверхности детали до дна кармана. Программируют параметром Q1 (рис. 4.79) в инкрементальных размерах.

Припуск на чистовую обработку со стороны – припуск на чистовую обработку стенки. Программируют параметром Q3 в инкрементальных размерах.

Припуск на чистовую обработку на глубине – припуск на чистовую обработку на глубине. Программируют параметром Q4 в инкрементальных размерах.

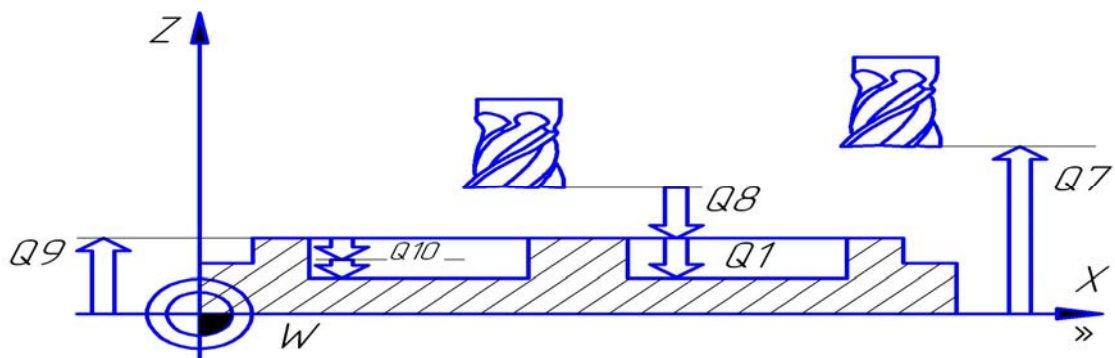


Рис. 4.79. Параметры цикла 20

Координата поверхности детали – абсолютная координата поверхности заготовки. Программируют параметром Q5 в абсолютных размерах.

Безопасное расстояние – расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Программируют параметром Q6 в инкрементальных размерах.

Безопасная высота – абсолютная высота, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (для промежуточного позиционирования и возврата в конце цикла). Программируют параметром Q7 в абсолютных размерах.

Внутренний радиус закругления (Q8) – радиус закругления на внутренних "углах"; заданное значение относится к траектории центра инструмента.

Направление обработки (вращения):

- по часовой стрелке ($Q9 = -1$ встречная обработка для карманов и островов);
- против часовой стрелки ($Q9 = +1$ попутная обработка для карманов и островов).

Можно проверить параметры обработки при прерывании программы и при необходимости их переписывать.

Пример фрагмента управляющей программы обработки с использованием цикла 20:

```
57. CYCL DEF 20.0 ДАННЫЕ КОНТУРА
    Q1=20; ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
```

Q2=1;	ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ
Q3=+0.2;	ПРИПУСК СТОРОНА
Q4=+0.1;	ПРИПУСК ГЛУБИНА
Q5=+30;	КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
Q6=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q7=+80;	БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
Q8=0.5;	РАДИУС ЗАКРУГЛЕНИЯ
Q9=+1;	НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ

4.5.4. Цикл 21 предварительного сверления отверстия

УЧПУ не учитывает запрограммированного в TOOL CALL- предложении значения дельта DR для расчёта точек врезания в материал.

Прохождение цикла такое же, как и цикла 1 ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ.

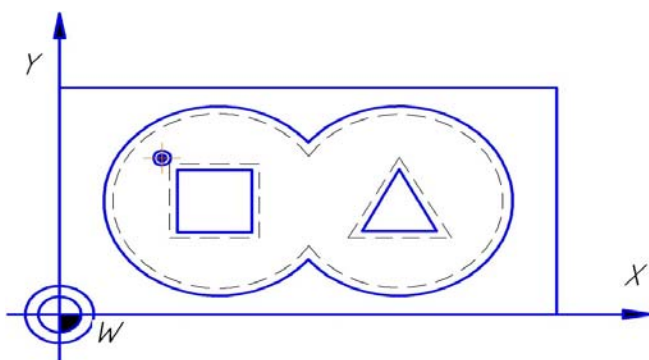


Рис. 4.80. Предварительное сверление отверстия

Цикл 21 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ учитывает для пунктов врезания припуск для чистовой обработки на сторону и припуск для чистовой обработки по глубине (рис. 4.80), а также радиус инструмента. Пункты врезания являются одновременно точками старта для протягивания.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при выполнении каждого рабочего хода (знак минус числа при отрицательном направлении обработки). Программируют параметром Q10 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину Q11 в миллиметрах в минуту.

Номер инструмента протягивания Q13.

Пример фрагмента управляющей программы обработки с использованием цикла 21 (рис. 4.80):

```
58. CYCL DEF 21.0  ПРЕДСВЕРЛЕНИЕ
    Q10=+5;        ГЛУБИНА ПОДВОДА
    Q11=100;       ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
    Q13=1;         ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ
```


4.5.5. Цикл 22 протягивания контура

1. УЧПУ позиционирует инструмент над пунктом врезания, при этом учитывается припуск на чистовую обработку на сторону.

2. На первой глубине подвода инструмент фрезерует контур с рабочей подачей Q12 в направлении изнутри к наружной части контура.

3. При этом контуры островов С, D фрезеруются с приближением к контуру кармана А, В (рис. 4.81).

4. Затем УЧПУ проходит контур кармана до конца и отводит инструмент обратно на безопасную высоту.

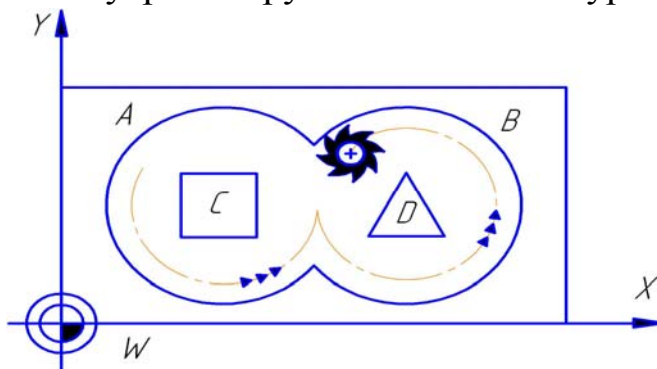


Рис. 4.81. Протягивание контура

Обратите внимание перед программированием: при необходимости используйте фрезу с режущими торцовыми зубьями (например ДИН 844) или предварительно просверлите отверстие с помощью цикла 21.

Если в таблице инструментов определяем инструмент для очистки в графе ANGLE угол погружения, то УЧПУ перемещает инструмент Helix-движением на соответствующую глубину очистки.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при выполнении каждого рабочего хода. Программируют параметром Q10 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину Q11 в миллиметрах в минуту.

Подача очистки Q12 – подача фрезерования в миллиметрах в минуту.

Номер инструмента протягивания Q18 – номер инструмента, с помощью которого УЧПУ выполнило предварительное протягивание. Если предварительное протягивание не осуществлялось, то следует ввести "0"; если введете здесь какой-то номер, УЧПУ предварительно протягивает только ту часть, которая не могла обрабатываться с помощью протяжного инструмента. Если невозможно подвести инструмент к участку дополнительного протягивания со стороны, то инструмент врезается в металл заготовки маятниковым движением. Для этого необходимо определить в таблице инструментов TOOL.T, иначе УЧПУ выдаст сообщение об ошибках.

Подача маятниковым движением Q19 – скорость подачи при фрезеровании в миллиметрах в минуту.

Пример фрагмента управляющей программы обработки с использованием цикла 22:

```
59. CYCL DEF 22.0  ПРОТЯГИВАНИЕ
    Q10=+5;        ГЛУБИНА ПОДВОДА
    Q11 =100;      ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
    Q12=350;       ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
    Q18=1;         ИНСТРУМЕНТ ПРЕДПРОТЯГИВАНИЯ
    Q 219=150;     ПОДАЧА КАЧАЮЩИМ ДВИЖЕНИЕМ
```

4.5.6. Цикл 23 чистовой обработки на глубине

УЧПУ самостоятельно устанавливает точку старта для чистовой обработки. Точка старта зависит от объема свободного места в кармане. УЧПУ перемещает инструмент осторожно на поверхность, которую следует обработать. Затем фрезеруется оставшийся припуск на чистовую обработку.

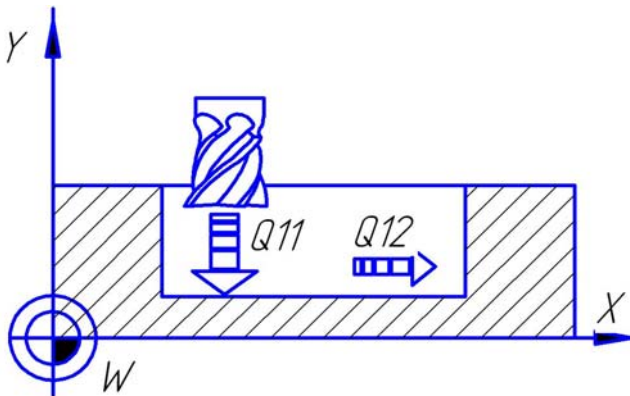


Рис. 4.82. Чистовая обработка в соответствии с циклом 23

Подача подвода на глубину Q11 (рис. 4.82) – скорость перемещения инструмента при нарезании внутренней резьбы.

Подача очистки Q12 – подача инструмента при фрезеровании.

Пример фрагмента управляющей программы обработки с использованием цикла 23:

```
60. CYCL DEF 23.0 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА НА ГЛУБИНЕ
    Q11 =100;      ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
    Q12=350;       ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
```

4.5.7. Цикл 24 чистовой обработки стороны

УЧПУ перемещает инструмент по круговой траектории тангенциально к подконтурам. Каждый подконтур очищается отдельно. Обратите внимание перед программированием: сумма припуска на чистовую

вую обработку стороны (Q14) и радиуса чистового инструмента должна быть меньше суммы припуска на чистовую обработку стороны (Q3, цикл 20) и радиуса инструмента.

Если обрабатывается цикл 24 без выполнения протягивания с использованием цикла 22, то действует вышеуказанный расчёт. Радиус протяжного инструмента имеет значение "0". УЧПУ самостоятельно устанавливает точку старта для чистовой обработки. Точка старта зависит от наличия объема свободного места в кармане.

Направление вращения:

- +1 – направление обработки по часовой стрелке;
- 1 – вращение против часовой стрелки.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится при выполнении каждого рабочего хода. Программируют параметром Q10 (рис. 4.83) в инкрементальных размерах.

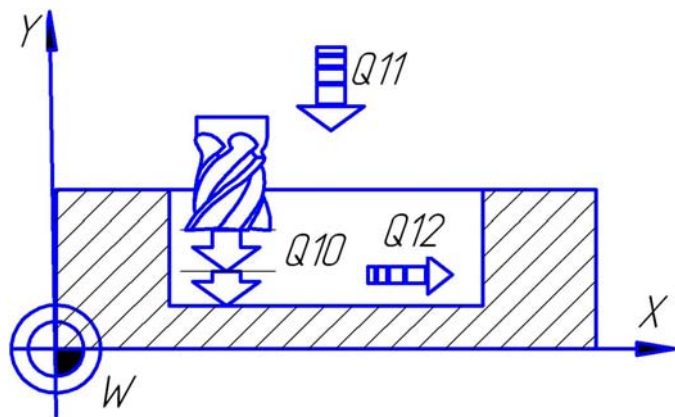


Рис. 4.83. Схема реализации цикла 24

Подача подвода на глубину Q11 – скорость подачи погружения.

Подача очистки Q12 – подача фрезерования

Припуск на чистовую обработку со стороны – припуск для многократной чистовой обработки; остаток очищается, если ввели параметр Q14=0.

Пример фрагмента управляющей программы обработки с использованием цикла 24:

```

61. CYCL DEF 24.0 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА НА СТОРОНЕ
    Q9=+1;        НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ
    Q10=+5;       ГЛУБИНА ПОДВОДА
    Q11 =100;     ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
    Q12=350;     ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
    Q14=+0;     ПРИПУСК СТОРОНА
  
```

4.5.8. Цикл 25 «ЛИНИЯ КОНТУРА»

С помощью этого цикла можно обрабатывать вместе с циклом 14 «КОНТУР» открытые контуры. Начало контура и его конец не совпадают друг с другом (рис. 4.84).

Цикл 25 «ЛИНИЯ КОНТУРА» предоставляет значительные преимущества по сравнению с обработкой разомкнутых контуров с предложениями позиционирования. УЧПУ контролирует обработку на появление затылования поверхностей и повреждений контура. Проверка

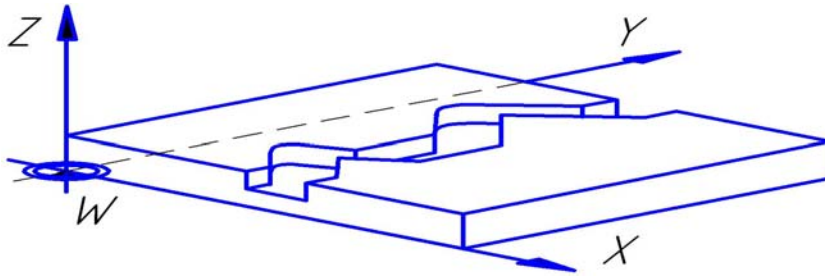


Рис. 4.84. Обработка открытого контура

контура осуществляется с помощью тестовой графики. Если радиус инструмента слишком большой, то следует дополнительно обрабатывать кон-

тур на внутренних углах инструментом меньшего диаметра. Обработку можно выполнять непрерывно попутным или встречным движением. Вид фрезерования можно сохранить, если контуры симметрично отражаются.

В случае нескольких подводов УЧПУ может несколько раз перемещать инструмент туда и обратно, при этом сокращается время обработки. Чтобы несколькими проходами выполнять последовательно черновую, а затем и чистовую обработку, необходимо ввести значения припусков соответственно для чернового и чистового переходов.

Обратите внимание перед программированием: знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. УЧПУ учитывает первую метку (Label) из цикла 14 «КОНТУР». Память для SL-цикла ограничена. Можно в одном SL-цикле запрограммировать, например, максимально 1024 предложений прямых. Цикл 20 «ДАННЫЕ КОНТУРА» не требуются.

Во избежание возможных столкновений инструмента и заготовки не следует программировать после цикла 25 позиции, относящиеся к положению инструмента в конце цикла обработки, а также на всех главных осях инструмент подвести к определенной (абсолютной) позиции, так как позиция инструмента не совпадает в конце цикла с его положением в начале цикла обработки.

Глубина фрезерования – расстояние поверхности детали от дна контура. Программируют параметром Q1 в инкрементальных размерах.

Припуск на чистовую обработку со стороны – припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Программируют параметром Q3 в инкрементальных размерах.

Координата поверхности детали – абсолютная координата поверхности детали относительно нулевой точки. Программируют параметром Q5 в абсолютных размерах.

Безопасная высота – абсолютная высота, при которой не может произойти столкновение инструмента с заготовкой (для промежуточного позиционирования и возврата в конце цикла). Программируют параметром Q7 в абсолютных размерах.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится для выполнения каждого рабочего хода. Программируют параметром Q10 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину Q11 – скорость перемещения инструмента по оси шпинделя при подводе на нужную глубину.

Подача фрезерования Q12 – рабочая подача при перемещениях в плоскости обработки.

Вид фрезерования Q15:

- встречное фрезерование, вводим -1;
- попутное фрезерование, вводим +1;
- переменное попутное и встречное фрезерование с несколькими подводами, вводим 0.

Пример фрагмента управляющей программы обработки с использованием цикла 25:

```
62. CYCL DEF 25.0  ЛИНИЯ КОНТУРА
      Q1=-20;      ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q3=+0;      ПРИПУСК СТОРОНА
      Q5=+0;      КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
      Q7=+50;     БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
      Q10=+5;     ГЛУБИНА ПОДВОДА
      Q11 =100;   ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
      Q12=350;    ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
      Q15=-1;     ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ.
```

4.5.9. Цикл 27 «Оболочка цилиндра» (ПО-опция 1)

С помощью этого цикла можно определённый на развёртке контур (рис. 4.85, а) перенести на оболочку цилиндра (рис. 4.85, б). Для пазов используется цикл 28.

Контур описываем в подпрограмме, определённой циклом 14 «КОНТУР». Подпрограмма содержит координаты по оси поворота (например, С-ось) и оси, лежащей к ней параллельно (например оси шпинделя). В качестве функции траектории имеем в распоряжении L, CHF, CR, RND, APPR (кроме APPR LOT) и DEP.

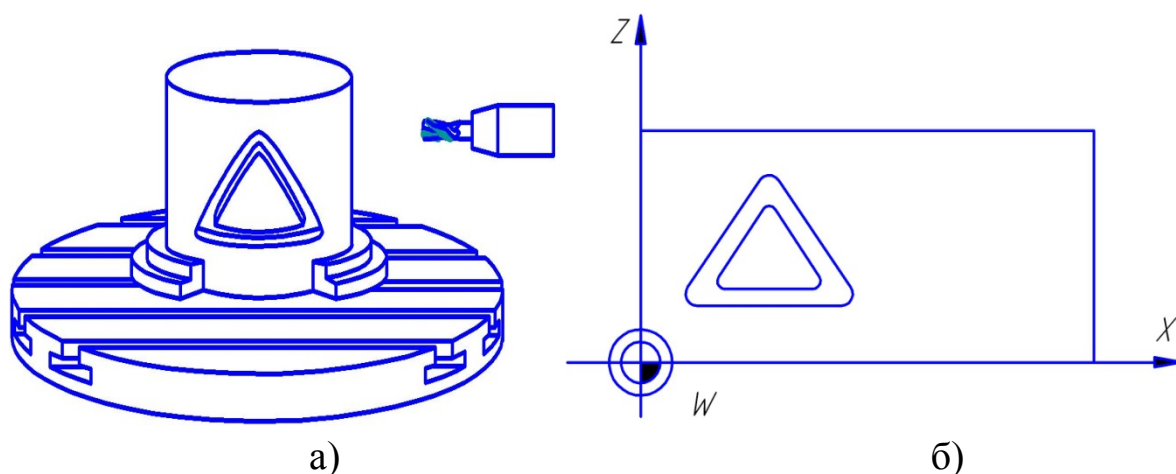


Рис. 4.85. Оболочка цилиндра (а) и его развертка (б)

Данные для ввода в управляющую программу по оси наклона можно вводить на выбор либо в градусах, либо в миллиметрах (дюймах). Вводимые единицы измерения следует определить при дефиниции цикла.

1. УЧПУ позиционирует инструмент над пунктом врезания; при этом учитывается припуск на чистовую обработку со стороны.

2. На первой глубине подвода инструмент фрезерует вдоль запрограммированный контур с рабочей подачей Q12.

3. После обработки контура УЧПУ перемещает инструмент на безопасное расстояние и обратно в точку врезания.

4. Эти шаги повторяются от одного до трех раз, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования Q1.

5. Затем инструмент перемещается на безопасное расстояние. Память для SL-цикла ограничена. Можно в одном SL-цикле программировать, например, максимально 1024 предложений прямых.

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. Необходимо использовать фрезу с режущими торцовыми зубьями (например ДИН 844). Цилиндр должен быть закреплён соосно поворотному столу станка.

Ось шпинделя должна иметь возможность перемещаться перпендикулярно к оси поворотного стола. Если такое не имеет места, то УЧПУ выдаёт сообщение об ошибках. Этот цикл можно выполнить также при наклонённой плоскости обработки.

УЧПУ проверяет, находится ли в пределах индикации оси вращения скорректированная или нескорректированная траектория движения инструмента (установлено в параметре станка 810.x). В случае сообщения об ошибках «Ошибка программирования контура» установить $MP\ 810.x = 0$.

Глубина фрезерования – расстояние поверхности детали от дна кармана. Программируют параметром Q1 в инкрементальных размерах.

Припуск на чистовую обработку со стороны – припуск на чистовую обработку в плоскости обработки. Программируют параметром Q3 в инкрементальных размерах.

Безопасное расстояние – расстояние между торцевой стороной инструмента и поверхностью заготовки. Программируют параметром Q6 в инкрементальных размерах.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится для выполнения каждого рабочего хода. Программируют параметром Q10 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину Q11 – скорость перемещения инструмента по оси шпинделя при подводе на нужную глубину.

Подача фрезерования Q12 – рабочая подача при перемещениях в плоскости обработки.

Радиус цилиндра Q16 – радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур.

Вид проставления размеров определяют параметром Q17:

0 – в градусах;

1 – в мм (дюймах). Программируют координаты оси вращения в подпрограмме в градусах или мм (дюймах).

Пример фрагмента управляющей программы обработки с использованием цикла 27:

```
63. CYCL DEF 27.0  ОБОЛОЧКА ЦИЛИНДРА
    Q1=-8;          ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
    Q3=+0;          ПРИПУСК СТОРОНА
    Q6=+0;          БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
```

Q10=+3;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q11 =100;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q12=350;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q16=25;	РАДИУС
Q17=0;	ВИД ЗАМЕРА

4.5.10. Цикл 28 оболочка цилиндра (фрезерование канавок, ПО-опция 1)

Станок и УЧПУ должны быть подготовлены производителем станков. С помощью этого цикла можно определённый на развёртке направляющий паз перенести на оболочку цилиндра. В отличие от цикла 27 УЧПУ так устанавливает инструмент в этом цикле, что стенки пробегают всегда параллельно друг к другу при активной коррекции радиуса. Прографируйте траекторию центра контура с указанием коррекции радиуса инструмента. С помощью коррекции радиуса определяем, изготавливает ли УЧПУ паз попутно или встречно:

1. УЧПУ позиционирует инструмент над пунктом врезания.
2. На первой глубине подвода инструмент фрезерует вдоль стенки паза с рабочей подачей Q12; при этом учитывается припуск на чистовую обработку со стороны.
3. В конце контура УЧПУ смещает инструмент на противоположную стенку паза и перемещается обратно к точке врезания.
4. Эти шаги повторяются 2-3 раза, пока не будет достигнута запрограммированная глубина фрезерования Q1.
5. Затем инструмент перемещается на безопасное расстояние.

Память для SL-цикла ограничена. Можно в одном SL-цикле запрограммировать, например, максимально 1024 предложений прямых.

Знак числа параметра «Глубина» цикла определяет направление обработки. Если программируем глубину, равную 0, то УЧПУ не выполняет цикла обработки. Следует использовать фрезу с режущими торцовыми зубьями. Ось шпинделя должна иметь возможность перемещаться перпендикулярно к оси поворотного стола. Если такое не имеет места, то УЧПУ выдаёт сообщение об ошибках.

Этот цикл можете выполнить также при наклонной плоскости обработки. УЧПУ проверяет, лежит ли в пределах индикации оси вращения корригированная или некорригированная траектория инстру-

мента (установлено в параметре станка 810.x) В случае сообщения об ошибках "Ошибка программирования контура" следует установить $MP\ 810.x = 0$.

Глубина фрезерования – расстояние поверхности детали от дна кармана. Программируют параметром Q1 в инкрементальных размерах.

Припуск на чистовую обработку со стороны – припуск на чистовую обработку стенки паза. Он уменьшает ширину паза вдвое записанного значения. Программируют параметром Q3 в инкрементальных размерах.

Безопасное расстояние – расстояние между торцовой стороной инструмента и поверхностью цилиндра. Программируют параметром Q6 в инкрементальных размерах.

Глубина подвода – размер, на который инструмент подводится для выполнения каждого рабочего хода. Программируют параметром Q10 в инкрементальных размерах.

Подача подвода на глубину Q11 – скорость перемещения инструмента по оси шпинделя при подводе на нужную глубину.

Подача фрезерования Q12 – рабочая подача при перемещениях в плоскости обработки.

Радиус цилиндра Q16 – радиус цилиндра, на котором должен обрабатываться контур.

Вид проставления размеров определяют параметром Q17:

0 – в градусах;

1 – в мм (дюймах).

Программируют координаты оси вращения в подпрограмме в градусах или мм (дюймах).

Ширина паза Q20 – размер паза, измеренный перпендикулярно продольной оси симметрии паза.

Пример фрагмента управляющей программы обработки с использованием цикла 28:

63. CYCL DEF 28	ОБОЛОЧКА ЦИЛИНДРА
Q1=-8;	ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q3=+0;	ПРИПУСК СТОРОНА
Q6=+0;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q10=+3;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q11 =100;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ

Q12=350; ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
 Q 216=25; РАДИУС
 Q17=0; ВИД ЗАМЕРА
 Q20=12; ШИРИНА КАНАВКИ.

4.6. Примеры программирования

Пример 1. Протягивание и вторичное протягивание кармана.

Требуется обработать контур детали, представленной на рис. 4.86. Для

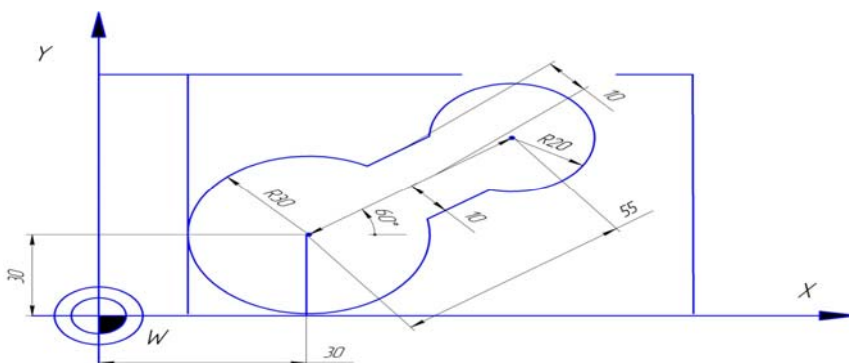


Рис. 4.86. Контур, образованный комбинацией двух окружностей и прямых

обработки детали используем цикл 22. Ниже приведена управляющая программа для обработки детали на многооперационном станке с ЧПУ Quazer фирмы Heidenhain (Германия).

0. BEGINN PGM C20 MM

1. BLK FORM0.1 Z X-10 Y-10 Z-40

2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100
Z+0

3. TOOL DEF 1 L+0 R+15

4. TOOL DEF 2 L+0 R+3.5

5. TOOL CALL 1 Z S2500

6. L Z+250 R0 FMAX

Дефиниция заготовки

Определение инструмента, протяжной инструмент для предварительного, протягивания

Определение инструмента, протяжной инструмент для вторичного протягивания

Вызов инструмента, протяжной инструмент для предварительного протягивания

Свободный ход инструмента

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 7. CYCL DEF 14.0 КОНТУР | Определить подпрограмму контура |
| 8. CYCL DEF 14,1 МЕТКА
КОНТУРА 1 | |
| 9. CYCL DEF 20.0 ДАННЫЕ
КОНТУРА | Определить общие параметры
обработки |
| Q1=-20; | ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ |
| Q2=1; | ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ |
| Q3=+0; | ПРИПУСК СТОРОНА |
| Q4=+0; | ПРИПУСК ГЛУБИНА |
| Q5=+0; | КООРД. ПОВЕРХНОСТИ |
| Q6=2; | БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q7=+100; | БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА |
| Q 8=0.1; | РАДИУС ЗАКРУГЛЕНИЯ |
| Q9=-1; | НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ |
| 10. CYCL DEF 22.0 ПРОТЯГИ-
ВАННИЕ | Дефиниция цикла Предпротяги-
вание |
| Q10=5; | ГЛУБИНА ПОДВОДА |
| Q11 = 100; | ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ |
| Q12=350; | ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ |
| Q18=0; | ИНСТРУМЕНТ ПРЕДПРОТЯГИВАНИЯ |
| Q19=150; | ПОДАЧА КАЧАЮЩИМ ДВИЖЕНИЕМ |
| 11. CYCL CALL M3 | Вызов цикла «Предпротягивание» |
| 12. L Z+250 R0 FMAX M6 | Смена инструмента |
| 13. TOOL CALL 2 Z S3000 | Вызов инструмента, протяжной
инструмент вторичного протя-
гивания |
| 14. CYCL DEF 22.0 ПРОТЯ-
ГИВАННИЕ | Дефиниция цикла «Вторичное
протягивание» |
| Q10=5; | ГЛУБИНА ПОДВОДА |
| Q11 = 100; | ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ |
| Q12=350; | ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ |
| Q 18=1; | ИНСТРУМЕНТ ПРЕДПРОТЯГИВАНИЯ |
| Q19=150; | ПОДАЧА КАЧАЮЩИМ ДВИЖЕНИЕМ |
| 15. CYCL CALL M3 | Вызов цикла, вторичное про-
тягивание |
| 16. L Z+250 R0 FMAX M2 | Свободный ход инструмента,
конец программы |

17. LBL 1
18. L X+0 Y+30 RR
19. FC DR- R30 CCX+30 CCY+30
20. FL AN+60 PDX+30 PDY+30
D10
21. FSELECT 3
22. FPOL X + 30 Y + 30
23. FC DR- R20 CCPR+55
CCPA+60
24. FSELECT 2
25. FL AN-120 PDX+30 PDY+30
D10
26. FSELECT 3
27. FC X+0 DR- R30 CCX+30
CCY+30
28. FSELECT 2
29. LBL 0
30. END PGM C20 MM

Подпрограмма контура
Смотри "Пример: СК-программирование 2"

Пример 2. Предварительное сверление, черновая и чистовая обработка накладывающихся контуров

Надо обработать довольно сложную деталь, включающую в себя накладывающиеся друг на друга контуры и острова, образованные в результате обработки детали и расположенные в центре каждого из круговых контуров. Острова представлены в виде квадрата и равно- стороннего треугольника (рис. 4.87).

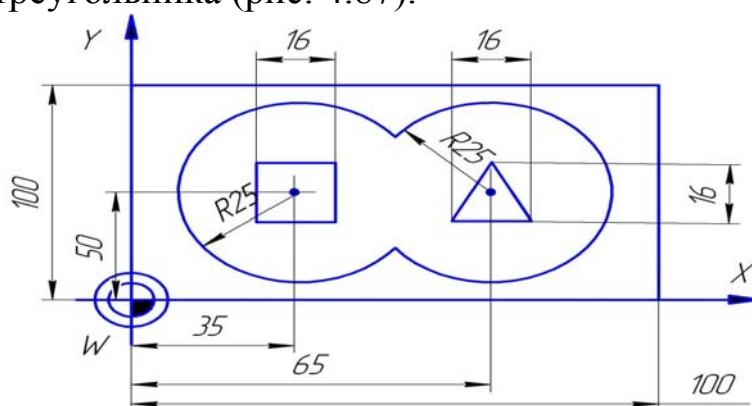


Рис. 4.87. Обрабатываемый контур детали в виде двух круглых накладывающихся карманов и островов в виде квадрата и треугольника

Управляющая программа для обработки детали, представленной на рис. 4.87:

- | | |
|---|--|
| 0. BEGIN PGM C21 MM | |
| 1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40 | Дефиниция заготовки |
| 2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100
Z+0 | |
| 3. TOOL DEF 1 L+0 R+6 | Определение инструмента «Сверло» |
| 4. TOOL DEF 2 L+0 R+6 | Дефиниция инструмента, черновая/
чистовая обработка |
| 5. TOOL CALL 1 Z S2500 | Вызов инструмента «Сверло» |
| 6. L Z+250 R0 FMAX | Свободный ход инструмента |
| | |
| 7. CYCL DEF 14.0 КОНТУР | Определить подпрограммы контура |
| 8. CYCL DEF 14.1 МЕТКА
КОНТУРА 1/2/3/4 | |
| 9. CYCL DEF 20.0 ДАННЫЕ
КОНТУРА | Определить общие параметры
обработки |
| Q1=-20; | ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ |
| Q2=1; | ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ |
| Q3=+0.5; | ПРИПУСК СТОРОНА |
| Q4=+0.5; | ПРИПУСК ГЛУБИНА |
| Q5=+0; | КООРД. ПОВЕРХНОСТИ |
| Q6=2; | БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q7=+100; | БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА |
| Q8=0.1; | РАДИУС ЗАКРУГЛЕНИЯ |
| Q9=-1; | НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ |
| 10. CYCL DEF 21.0
ПРЕДСВЕРЛЕНИЕ | Дефиниция цикла. Предвари-
тельное сверление |
| Q10=5; | ГЛУБИНА ПОДВОДА |
| Q11=250; | ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ |
| Q13=2; | ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ |
| 11. CYCL CALL M3 | Вызов цикла «Предварительное
сверление» |
| 12. L T+250 R0 FMAX M6 | Смена инструмента |
| 13. TOOL CALL 2 Z S3000 | Вызов инструмента, черновая/
чистовая обработка |

14. CYCL DEF 22.0 Дефиниция цикла «Протягивание»
 ПРОТЯГИВАНИЕ
 Q10 = 5; ГЛУБИНА ПОДВОДА
 Q 11 = 100; ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
 Q12=350; ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
 Q18=0; ИНСТРУМЕНТ ПРЕДПРОТЯГИВАНИЯ
 Q19=150; ПОДАЧА КАЧАЮЩИМ ДВИЖЕНИЕМ
15. CYCL CALL M3 Вызов цикла «Протягивание»
16. CYCL DEF 23.0 ЧИСТОВАЯ Дефиниция цикла «Чистовая об-
 ОБРАБОТКА работка на глубине»
 Q11 = 100; ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
 Q12=200; ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
17. CYCL CALL Вызов цикла «Чистовая обработ-
 ка на глубине»
18. CYCL DEF 24.0 ЧИСТОВАЯ Дефиниция цикла «Чистовая об-
 ОБРАБОТКА НА СТОРОНЕ работка сторона»
 Q9=+1; НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ
 Q10=5; ГЛУБИНА ПОДВОДА НА СТОРОНЕ
 Q11 = 100; ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
 Q12=400; ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
 Q14=+0; ПРИПУСК СТОРОНА
19. CYCL CALL Вызов цикла «Чистовая обработ-
 ка на стороне»
20. L Z+250 R0 FMAX M2 Свободный ход инструмента, ко-
 нец программы.
21. LBL 1 Подпрограмма контура 1: карман
 налево
22. CC X+35 Y + 50
23. L X+10 Y50 RR
24. C X+10 DR-
25. LBL 0
26. LBL 2 Подпрограмма контура 2: карман
 налево
27. CC X+65 Y + 50

28. L X+90 Y+50 RR

29. C X+90 DR-

30. LBL 0

31. LBL 3

Подпрограмма контура 3: остров
четырёхугольный налево

32. L X+27 Y+50 RL

33. L Y+58

34. L X+43

35. L Y+42

36. L X+27

37. LBL 0

38. LBL 4

Подпрограмма контура 4: остров
треугольный направо

39. L X + 65 Y + 42 RL

40. L X+57

41. CC X+65 Y+58

42. L X+73 Y+42

43. LBL0

44. END PGM C21 MM.

Конец программы

Пример 3. Обработка линий контура

Разработаем управляющую программу обработки детали, изображенной на рис. 4.88, контур которой представлен в виде участков кривых и прямых линий, параллельных и наклонных к осям X и Y.

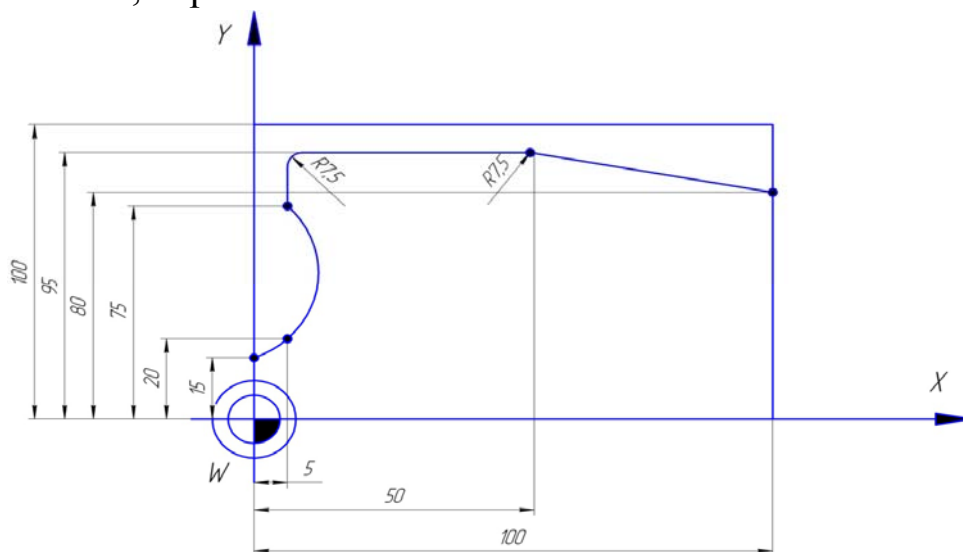


Рис. 4.88. Деталь, контур которой представлен в виде участков кривых и прямых линий

0. BEGIN PGM C25 MM
1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40 Дефиниция заготовки
2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100
Z+0
3. TOOL DEF 1 L+0 R+10 Определение инструмента
4. TOOL CALL 1 Z S2000 Вызов инструмента
5. L Z+250 RO FMAX Свободный ход инструмента
6. CYCL DEF 14.0 КОНТУР Определить подпрограмму контура
7. CYCL DEF 14.1 МЕТКА КОНТУРА 1
8. CYCL DEF 25.0 ЛИНИЯ КОНТУРА Определить параметры обработки
- Q1=-20; ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q3=+0; ПРИПУСК СТОРОНА
- Q5=+0; КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
- Q7=+250; БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
- Q10=5; ГЛУБИНА ПОДВОДА
- Q11 = 100; ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
- Q12=200; ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q15=+1; ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
9. CYCL CALL M3 Вызов цикла
10. L Z+250 R0 FMAX M2 Свободный ход инструмента, конец программы
11. LBL 1 Подпрограмма контура
12. L X+0 Y+15 RL
13. L X+5 Y+20
14. CT X+5 Y+75
15. L Y+95
16. RisID R7.5
17. L X+50
18. RND R7.5
19. L X+100 Y+80
20. LBL 0Щ
21. END PGM C25 MM Конец программы

Пример 4. Обработка контура на оболочке цилиндра

Пруток цилиндрической формы – заготовку, из которого будем получать готовую деталь, закрепляем соосно на поворотном столе. Нуль детали выбираем по середине поворотного стола. Развертка цилиндрической поверхности детали представлена на рис. 4.89.

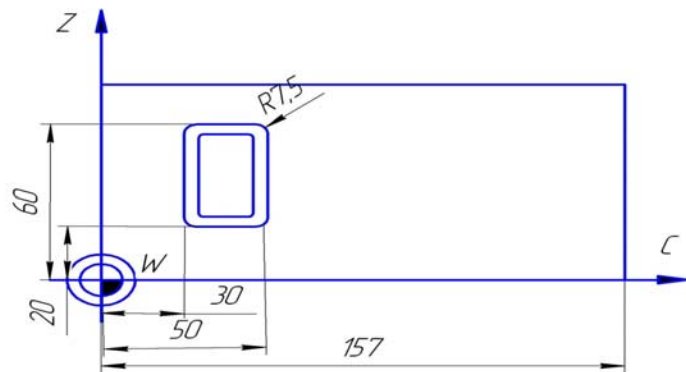


Рис. 4.89. Развертка цилиндрической оболочки детали

Обработку будем выполнять с помощью цикла 27.

0. BEGIN PGM C27 MM

1. TOOL DEF 1 L+0 R+3.5

2. TOOL CALL 1 Y S2000

3. L X+250 RO FMAX

4. L X+0 RO FMAX

5. CYCL DEF 14.0 КОНТУР

6. CYCL DEF 14,1 МЕТКА КОНТУРА 1

7. CYCL DEF 27.0 ОБОЛОЧКА ЦИЛИНДРА

Q1=-7;	ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q3=+0;	ПРИПУСК СТОРОНА
Q 6=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
Q 10=4;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q 11 = 100;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q 12=250;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q17=1;	ВИД ЗАМЕРА

8. L C+0 RO FMAX M3

9. CYCL CALL

Определение инструмента

Вызов инструмента, ось инструмента Y

Свободный ход инструмента

Позиционирование инструмента по середине поворотного стола

Определить подпрограмму контура

Определить параметры обработки

Предпозиционировать поворотный стол

Вызов цикла

10. L Y+250 RO FMAX M2	Свободный ход инструмента, конец программы
11. LBL 1	Подпрограмма контура
12. L X+65 Y+42 RL	Данные по оси вращения (Q17=1)
13. L C+50	
14. RND R7.5	
15. L Z+60	
16. RND R7.5	
17. L IC-20	
18. RND R7.5	
19. L Z+20	
20. RND R7.5	
21. L C+40	
22. LBL 0	
23. END PGM C27 MM	Конец программы

Пример 5. Обработка открытого контура на оболочке цилиндра

Разработаем управляющую программу для детали, изображенной на рис. 4.90, обрабатываемые поверхности которой представлены в виде открытого (незамкнутого) контура. Заготовку-цилиндр закрепляем соосно на поворотном столе станка. Нуль детали лежит посередине поворотного стола. Траекторию движения центра инструмента описываем в подпрограмме контура с помощью цикла 28. Управляющая программа обработки детали представлена ниже.

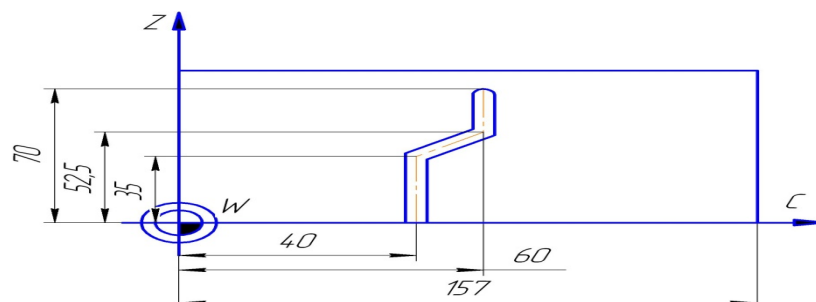


Рис. 4.90. Незамкнутый контур детали, расположенный на цилиндрической поверхности

0. BEGIN PGM C28 MM	
1. TOOL DEF 1 L+0 R+3.5	Определение инструмента

- | | |
|------------------------------------|---|
| 2. TOOL CALL 1 Y S2000 | Вызов инструмента, ось инструмента Y |
| 3. L Y+250 R0 FMAX | Свободный ход инструмента |
| 4. L X+0 R0 FMAX | Позиционирование инструмента посередине поворотного стола |
| 5. CYCL DEF 14.0 КОНТУР | Определить подпрограмму контура |
| 6. CYCL DEF 14,1 МЕТКА КОНТУРА 1 | |
| 7. CYCL DEF 28,0 ОБОЛОЧКА ЦИЛИНДРА | Определить параметры обработки |
| Q1=-7; | ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ |
| Q3=+0; | ПРИПУСК СТОРОНА |
| Q6=2; | БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ |
| Q10=-4; | ГЛУБИНА ПОДВОДА |
| Q11 = 100; | ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ |
| Q12=250; | ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ |
| Q16=25; | РАДИУС |
| Q17=1; | ВИД ЗАМЕРА |
| Q20=10; | ШИРИНА КАНАВКИ |
| 8. L C+0 R0 FMAX M3 | Предпозиционировать поворотный стол |
| 9. CYCL CALL | Вызов цикла |
| 10. L Y+250 R0 FMAX M2 | Свободный ход инструмента, конец программы |
| 11. LBL 1 | Подпрограмма контура, описание траектории точки центра |
| 12. LC+40 Z+0 RL | Данные по оси вращения в миллиметрах (Q17=1) |
| 13. L Z+35 | |
| 14. LC+60 Z+52.5 | |
| 15. L Z+70 | |
| 16. LBL 0 | |
| 17. END PGM C28 MM. | |

4.7. SL-циклы с формулой контура

4.7.1. Назначение SL-циклов

С помощью SL-циклов можно составлять комплексные контуры, состоящие из отдельных контуров (карманов или островов). Отдельные подконтуры (данные геометрии) вводят в качестве отдельных программ. Таким образом, все составляющие контуры можно использовать несколько раз. Из выбранных составляющих контуров, соединенных формулой контура, УЧПУ рассчитывает весь контур.

Память для одного SL-цикла (все программы контура) ограничена до 32 контуров. Количество возможных составляющих элементов контура зависит от вида и сложности контура (внутренний/наружный контур) и количества подконтуров (делительных контуров) и составляет, например, около 1024 предложений прямых.

SL-циклы с формулой контура исходят из предпосылки структурированного построения программы и предоставляют возможность сохранять повторяющиеся контуры в отдельных программах. Через формулу контура соединяем составляющие контуры в один общий и определяем, это карман или остров.

Функция SL-циклы вместе с формулой контура распределена на поверхности обслуживания УЧПУ на нескольких областях и служит основой для дальнейшего развития.

4.7.2. Свойства делительных контуров

► УЧПУ распознает принципиально все контуры как карман. Не программируйте коррекции радиуса. В формуле контура можно преобразовать карман в остров путем отрицания.

► УЧПУ игнорирует подачи F и дополнительные функции M.

► Пересчёты координат допускаются. Если они программируются в подконтурах, то действуют также в последующих подпрограммах, однако не надо их сбрасывать после вызова цикла.

► Подпрограммы могут содержать координаты по оси шпинделя, но они игнорируются.

► В первом наборе координат подпрограммы определяем плоскость обработки. Допускаются дополнительные оси U, V, W.

Свойства циклов обработки

► **УЧПУ** автоматически позиционирует инструмент перед каждым циклом на безопасное расстояние.

► Каждый уровень глубины фрезеруется без подъема инструмента; острова обходятся со стороны.

Пример. Отработка с помощью SL- циклов и формулы контура

0. BEGIN PGM КОНТУР ММ

...

5. SEL CONTOUR "МОДЕЛЬ"

6. CYCL DEF 20.0 ДАННЫЕ КОНТУРА ...

...

8. CYCL DEF 22.0 ПРОТЯГИВАНИЕ ...

9. CYCL CALL

...

13. CYCL CALL

...

16. CYCL DEF 24.0 ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА НА СТОРОНЕ

17. CYCL CALL

...

63. L Z+250 R0 FMAX M2

64. END PGM КОНТУР ММ

Пример. Пересчет делительных контуров с помощью формулы контура

0. BEGIN PGM МОДЕЛЬ ММ

1. DECLARE CONTOUR QC1 = "ОКРУЖНОСТЬ"

2. DECLARE CONTOUR QC2 = "ОКРУЖНОСТЬ 31ХУ"

3. DECLARE CONTOUR QC3 = "ТРЕУГОЛЬНИК"

4. DECLARE CONTOUR QC4 = "КВАДРАТ"

5. QC10 = (QC1 | QC3 | QC4) \ QC2

6. END PGM МОДЕЛЬ ММ

0. BEGIN PGM ОКРУЖНОСТЬ 1 ММ

1. CC X+75 Y+50

2. LP PR+45 PA+0 R0

3. CP IPA+360 DR+

4. END PGM ОКРУЖНОСТЬ 1 ММ

0. BEGIN PGM ОКРУЖНОСТЬ 31ХУ ММ

► Внутренние радиусные участки контура запрограммированный инструмент обрабатывает без останова, резание вне материала избегается (действует для самой внешней траектории при протягивании и чистовой обработки стороны).

► При чистовой обработке сторон инструмент подводится к контуру по тангенциальной круговой траектории.

► При чистовой обработке на глубине УЧПУ перемещает инструмент также по тангенциальной круговой траектории к заготовке (например, ось шпинделя Z: круговая траектория расположена в плоскости Z/X).

► УЧПУ обрабатывает контур непрерывно попутным или встречным движением. С использованием MP7420 определяем, куда УЧПУ позиционирует инструмент в конце циклов с 21 по 24.

Данные о размерах обработки, такие как глубина фрезерования, безопасное расстояние, вводим центрально в цикле 20 как ДАННЫЕ КОНТУРА.

4.7.3. Выбор программы с определениями контура

С помощью функции **SEL CONTOUR** выбираем программу с определениями контура, из которых УЧПУ берет описания контура:

- выбираем функцию для вызова программы, для этого нажимаем клавишу PGM MGT;

- нажимаем клавишу Softkey «ВЫБОР КОНТУРА»;

- вводим полное имя программы, содержащей определения контура, и с помощью клавиши END подтверждаем ввод.

SEL CONTOUR – предложение следует программировать перед SL-циклами. Цикл 14 «КОНТУР» больше не требуется при применении **SEL CONTOUR**.

Определение описаний контуров

С помощью функции **DECLARE CONTOUR** выбираем тракт программы с определениями контура, из которых УЧПУ берет описания контура:

1) нажать Softkey DECLARE DECLINE;

2) нажать Softkey CONTOUR;

3) ввести номер для описания контура **OC**, с помощью клавиши ENT подтвердить;

4) ввести полное имя программы, содержащей описание контура, с помощью клавиши END подтвердить.

С помощью указанных описаний контура QC можно пересчитывать разные контуры.

С помощью функции **DECLARE STRING** определяем текст. Эта функция пока что не обрабатывается.

4.7.4. Ввод формулы контура

Через программируемые клавиши можно соединить разные контуры друг с другом в одной математической формуле:

- выбор функций Q-параметров;
- нажать клавишу Q (в поле для ввода числовых значений). Линейка программируемых клавишей (Softkey) показывает функции Q-параметров. Выбираем функцию для ввода формулы контура: Softkey «ФОРМУЛА КОНТУРА», нажимаем ее, в результате УЧПУ указывает следующие программируемые клавиши.

Логическая функция

- прорезание, например с $QC10 = QC1 \& QC5$;
- соединенный, например с $QC25 = QC7 | QC18$;
- соединенный, например с $QC12 = QC5 \text{ } ^n \text{ } QC25$, но без прореза;
- резание с дополнением, например $QC25 = QC1 \setminus QC2$;
- дополнение области контура, например $Q12 = \#Q11$;
- открыть скобки, например $QC25 = QC1 \cdot (QC2 + QC3)$;
- закрыть скобки, например $QC25 = QC1 \cdot (QC2 + QC3)$.

Накладывающиеся контуры

УЧПУ принципиально рассматривает запрограммированный контур как карман. С помощью функций формулы контура имеется возможность преобразить контур в остров.

Карманы и острова можно накладывать друг на друга, образуя новый, более сложный контур. Таким образом, поверхность кармана можно увеличивать путём наложения другого кармана или уменьшать размеры острова.

Подпрограммы «Накладывающиеся карманы»

Последующие примеры программ - это программы описания контура, определяемые в программе определения контура. Программа

определения контура, в свою очередь, вызывается через функцию SEL CONTOUR в главной программе.

Карманы А и В накладываются друг на друга (см. рис. 4.75, а). УЧПУ рассчитывает точки пересечения S1 и S2, их не надо больше программировать.

Карманы программируются как полные круги.

Программа описания контура 1: карман А

0. BEGIN PGM КАРМАН А, ММ

1. L X+10 Y+50 R0

2. CC X+35 Y+50

3. C X+10 Y+50 DR-

4. END PGM КАРМАН А, ММ

Программа описания контура 2: карман В

0. BEGIN PGM КАРМАН, ММ

1. LX+90 Y+50 R0

2. CC X+65 Y+50

3. CX+90 Y+50 DR-

4. END PGM КАРМАН, ММ

«Суммарная» площадь

Обе делительные поверхности А и В, включая совместную поверхность наложения, должны обрабатываться. Поверхности А и В должны программироваться в отдельных программах без коррекции радиуса.

В формуле контура поверхности А и В пересчитываются с помощью функции «соединенный с».

Программа определения контура:

50. ...

51. ...

52. DECLARE CONTOUR QC1 = "КАРМАН_А.Н"

53. DECLARE CONTOUR QC2 = "КАРМАН_В.Н"

54. QC10 = QC1 / QC2

«Дифференциальная» площадь (см. рис. 4.76)

Поверхность А должна обрабатываться без перекрытого В участка. Поверхности А и В должны программироваться в отдельных программах без коррекции радиуса.

В формуле контура поверхность В вычитается с помощью функции «прорезанный с дополнением от» поверхности А.

Программа определения контура:

51. ...

52. ...

53. DECLARE CONTOUR QC1 = "КАРМАН_А.Н"

54. DECLARE CONTOUR QC2 = "КАРМАН_В.Н"

55. CC10 = QC1 \ QC2

56. ...

«Площадь» резания (см. рис. 4.77)

Перекрытая А и В поверхность должна обрабатываться (просто периферийные поверхности должны оставаться необработанными). Поверхности А и В должны программироваться в отдельных программах без коррекции радиуса.

В формуле контура поверхности А и В пересчитываются с помощью функции «соединенный с».

Программа определения контура:

52. DECLARE CONTOUR QC1 = "КАРМАН_А.Н"

53. DECLARE CONTOUR QC2 = "КАРМАН_В.Н"

54. QC10 = QC1 \ QC2

55. ...

56. ...

4.7.5. Обработка с помощью SL-циклов 20 – 24

Обработка общего контура выполняется с помощью SL-циклов 20 – 24.

Пример черновой и чистовой обработки накладывающихся контуров с формулой контура. Рассмотрим довольно сложную деталь, включающую в себя накладывающиеся друг на друга контуры и центральные острова. Острова представлены в виде квадрата и равностороннего треугольника (см. рис. 4.87).

УП черновой и чистовой обработки накладывающихся контуров с формулой контура:

0. BEGIN PGIVI КОНТУР MM

1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Дефиниция заготовки
Z-40

2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100
Z+0
3. OOL DEF 1 L+0 R+2.5 Определение инструмента
4. TOOL DEF 2 L+0 R+3 Определение инструмента
5. TOOL CALL 1 Z S2500 Вызов инструмента
6. L Z+250 R0 FMAX Свободный ход инструмента
7. SEL CONTOUR «МОДЕЛЬ» Программа определения контура
8. CYCL DEF 20.0 ДАННЫЕ Определить общие параметры
КОНТУРА обработки
- Q1 =-20; ГЛУБИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q2=1; ПЕРЕКРЫТИЕ ТРАЕКТОРИИ
- Q 3=+0.5; ПРИПУСК СТОРОНА
- Q4=+0.5; ПРИПУСК ГЛУБИНА
- Q5=+0; КООРД. ПОВЕРХНОСТИ
- Q 6=2; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
- Q 7 = + 100; БЕЗОПАСНАЯ ВЫСОТА
- Q 8=0.1; РАДИУС ЗАКРУГЛЕНИЯ
- GS=-1; НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ
9. CYCL DEF 22.0 Дефиниция цикла «Протягивание»
ПРОТЯГИВАНИЕ
- C10=5; ГЛУБИНА ПОДВОДА
- Q11=100; ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
- Q12=350; ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
- Q18=0; ИНСТРУМЕНТ ПРЕДПРОТЯГИВАНИЯ
- Q19=150; ПОДАЧА КАЧАЮЩИМ ДВИЖЕНИЕМ
10. CYCL CALL M3 Вызов цикла «Протягивание»
11. TOOL CALL 2 Z S5000 Вызов инструмента
12. CYCL DEF 23.0 ЧИСТОВАЯ Дефиниция цикла «Чистовая
ОБРАБОТКА обработка на глубине»
- Q11=100; ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
- Q12=200; ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
13. CYCL CALL M3 Вызов цикла «Чистовая обра-
ботка на глубине»
14. CYCL DEF 24.0 ЧИСТОВАЯ Дефиниция цикла «Чистовая об-
ОБРАБОТКА работка, сторона» НА СТОРОНЕ

Q9=+1;	НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ
Q10=5;	ГЛУБИНА ПОДВОДА
Q11=100;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q12=400;	ПОДАЧА ПРОТЯГИВАНИЯ
Q14=+0;	ПРИПУСК СТОРОНА

15. CYCL CALL M3 Вызов цикла «Чистовая обработка» на стороне
16. LZ+250 R0 FMAX M2 Свободный ход инструмента, конец программы
17. END PGM КОНТУР MM

4.7.6. Программа определения контура с формулой контура

0. CECIN PGM МОДЕЛЬ MM Программа определения контура:
1. DECLARE CONTOUR QC1= Определение определителя контура для программы «КРУГ 1»
«ОКРУЖНОСТЬ 1»
2. FN 0: Q1 = + 35 Распределение значений для применяемых параметров в PGM
3. FN 0: Q2 =+50
4. FN 0: Q3 = + 25
5. DECLARE CONTOUR QC2= Определение определителя контура для программы «КРУГ 31ХУ»
ОКРУЖНОСТЬ31ХУ"
6. DECLARE CONTOUR QC3= Определение определителя контура для программы «ТРЕУГОЛЬНИК»
«ТРЕУГОЛЬНИК»
7. DECLARE CONTOUR QC4 = Определение определителя контура для программы «КВАДРАТ»
«КВАДРАТ»
8. QC10= (QC 1 | QC 2) \ QC 3 \ Формула контура
QC 4
9. END PGM МОДЕЛЬ MM

Программы описания контуров:

0. BEGIN PGM ОКРУЖНОСТЬ, MM Программы описания контуров:
круг справа
1. CC X+65 Y+50

2. LP PR+25 PA+0 R0

3. CP IPA+360 DR+

4. END PGM ОКРУЖНОСТЬ, ММ

0. BEGIN PGM ОКРУЖНОСТЬ31ХУ ММ Программы описания кон-
туров: круг слева

1. CC X+Q1 Y+Q2

2. LP PR+Q3 PA+0 R0

3. CP IPA+360 DR+

4. END PGM ОКРУЖНОСТЬ31ХУ ММ

0. BEGIN PGM ТРЕУГОЛЬНИК ММ Программы описания кон-
туров: треугольник справа

1. L X+73 Y+42 R0

2. CC X+65 Y+58

3. L X+42 Y+42

4. L X+73

5. END PGM ТРЕУГОЛЬНИК ММ

0. BEGIN PGM КВАДРАТ ММ Программы описания кон-
туров: квадрат слева

1. L X+27 Y+58 R0

2. L X+43

3. L Y+42

4. L X+27

5. L Y+58

6. END PGM КВАДРАТ ММ Конец программы

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Опишите цикл 214 чистовой обработки круглого кармана.
2. Охарактеризуйте программируемые параметры цикла 214 чистовой обработки круглого кармана.
3. Составьте фрагмент управляющей программы, реализующей цикл 214 чистовой обработки круглого кармана.

4. Опишите цикл 215 чистовой обработки круглой цапфы.
5. Охарактеризуйте программируемые параметры цикла 215 чистовой обработки круглой цапфы.
6. Составьте фрагмент управляющей программы, реализующей цикл 215 чистовой обработки круглой цапфы.
7. Опишите цикл 3 фрезерования пазов.
8. Охарактеризуйте программируемые параметры цикла 215 чистовой обработки круглой цапфы.
9. Составьте фрагмент управляющей программы, реализующей цикл 215 чистовой обработки круглой цапфы.
10. Опишите цикл 210 фрезерования продольного паза с маятниковым движением врезания.
11. Охарактеризуйте программируемые параметры цикла 210 фрезерования продольного паза с маятниковым движением врезания.
12. Составьте фрагмент управляющей программы, реализующей цикл 210 фрезерования продольного паза с маятниковым движением врезания.
13. Опишите цикл 211 фрезерования круглого продольного паза с врезным маятниковым движением.
14. Охарактеризуйте программируемые параметры цикла 211 фрезерования круглого продольного паза с врезным маятниковым движением.
15. Составьте фрагмент управляющей программы, реализующей цикл 211 фрезерования круглого продольного паза с врезным маятниковым движением.
16. Какие SL-циклы вам известны?
17. Опишите цикл 14 «Обработка контура».
18. Опишите цикл 20 «Данные контура» и охарактеризуйте программируемые параметры цикла.
19. Составьте фрагмент управляющей программы обработки с использованием цикла 20.
20. Опишите цикл 21 предварительного сверления отверстия.

21. Составьте фрагмент управляющей программы обработки с использованием цикла 21.
22. Опишите цикл 22 протягивания контура.
23. Составьте фрагмент управляющей программы обработки с использованием цикла 22 протягивания контура.
24. Опишите цикл 23 чистовой обработки на глубине.
25. Составьте фрагмент управляющей программы обработки с использованием цикла 23 чистовой обработки на глубине.
26. Опишите цикл 24 чистовой обработки стороны.
27. Составьте фрагмент управляющей программы обработки с использованием цикла 24 чистовой обработки стороны.
28. Опишите цикл 25 «Линия контура».
29. Составьте фрагмент управляющей программы обработки с использованием цикла 25 «Линия контура».
30. Опишите цикл 27 «Оболочка цилиндра» (ПО-опция 1).
31. Составьте фрагмент управляющей программы обработки с использованием цикла 27 «Оболочка цилиндра» (ПО-опция 1).
32. Опишите цикл 28 «Оболочка цилиндра» (фрезерование канавок).
33. Составьте фрагмент управляющей программы обработки с использованием цикла 28 «Оболочка цилиндра (фрезерование канавок)».
34. Охарактеризуйте возможности SL-циклов с формулой контура.
35. Охарактеризуйте обработку накладывающихся контуров с помощью SL-циклов 20 – 24.

5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИКЛОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

УЧПУ предоставляет в распоряжение три цикла, с помощью которых можно обрабатывать следующие поверхности:

- генерированные системой САПР;
- ровные прямоугольные;
- ровные наклонные;
- наклонные под любым углом;
- винтовые.

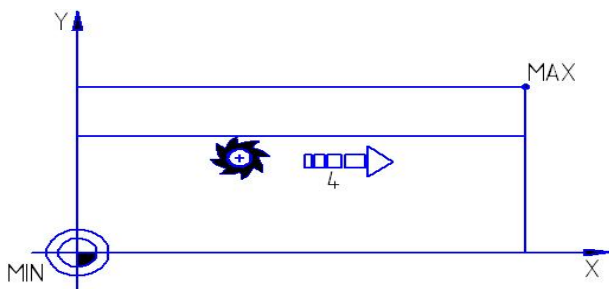


Рис. 5.1. Фрезерование ровных плоскостей

Цикл 30. 3D-ДАННЫЕ ОТРАБАТЫВАТЬ. Применяют для фрезерования плоскостей, используя 3D-данные.

230. ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ. Применяют для фрезерования ровных прямоугольных плоскостей (рис. 5.1).

231. ПЛОЩАДЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ. Применяют для фрезерования косоугольных, наклонных и винтовых поверхностей (рис. 5.2).

5.1. Цикл 30 «Обработка 3D-данных»

1. УЧПУ позиционирует инструмент на ускоренном ходу FMAX от актуальной позиции по оси шпинделя на безопасное расстояние над запрограммированной в цикле MAX-точкой.

2. УЧПУ перемещает инструмент с FMAX в плоскости обработки на запрограммированную в цикле MIN-точку.

3. Оттуда инструмент перемещается с подачей подвода на глубину в первую точку контура.

4. УЧПУ обрабатывает все сохраняемые в файле данных оцифровывания точки с подачей фрезерования, если требуется УЧПУ передвигает режущий инструмент на безопасное расстояние для перехода к фрезерованию необработанных участков.

5. В конце УЧПУ перемещает инструмент с FMAX обратно на безопасное расстояние.

Обратите внимание перед программированием: с помощью цикла 30 можно обрабатывать PNT-файлы программы в диалоге открытым текстом. Если обрабатывают PNT-файлы, в которых не содержится координата оси шпинделя, глубина фрезерования определяется на основании запрограммированной MIN- точки оси шпинделя.

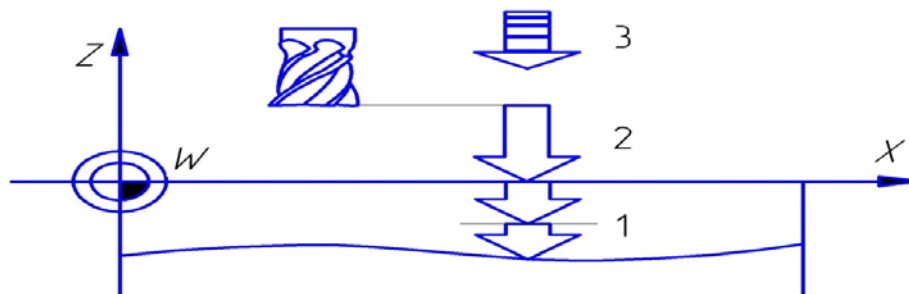


Рис. 5.2. Фрезерование наклонных поверхностей

- ▶ **Файл 3D-данных:** вводим имя файла, сохраняющего данные, если файл не находится в актуальном списке, надо ввести полный тракт.
- ▶ **MIN-точка диапазон:** указывают X, Y и Z координаты минимальной точки участка, который надо фрезеровать.
- ▶ **MAX-точка диапазон:** указывают X, Y и Z координаты максимальной точки участка, который надо фрезеровать.
- ▶ **Безопасное расстояние 2** - расстояние вершины инструмента в положении пуска от поверхности заготовки, программируют в инкрементальных размерах.
- ▶ **Глубина подвода 1** - размер, на который инструмент подводится перед каждым рабочим ходом, программируют в инкрементальных размерах.
- ▶ **Подача на глубину** - скорость перемещения инструмента при опускании фрезы в миллиметрах в минуту.
- ▶ **Подача фрезерования** - скорость перемещения инструмента при обработке в миллиметрах в минуту.
- ▶ **Дополнительная функция M:** ввод в качестве опции дополнительной функции, например M13.

Пример записи кадров управляющей программы:

- 64. CYCL DEF 30.0 3D-ДААННЫЕ ОТРАБАТЫВАТЬ
- 65. CYCL DEF 30.1 PGM DIGIT.: BSP.H
- 66. CYCL DEF 30.2 X+0 Y+0 Z-20

- 67. CYCL DEF 30.3 X+100 Y+100 Z+0
- 68. CYCL DEF 30,4 РАССТОЯНИЕ 2
- 69. CYCL DEF 30,5 ПОДВОД +5 F100
- 70. CYCL DEF 30.6 F350 M8

5.2. Цикл 230 «Фрезерование поверхностей»

1. УЧПУ позиционирует инструмент с FMAX от актуальной позиции на плоскости обработки в точку старта 1 (рис. 5.3); УЧПУ смещает инструмент на значение радиуса инструмента налево и вверх.

2. Инструмент перемещается с FMAX по оси шпинделя на безопасное расстояние и после этого с подачей подвода на глубину в запрограммированную позицию старта.

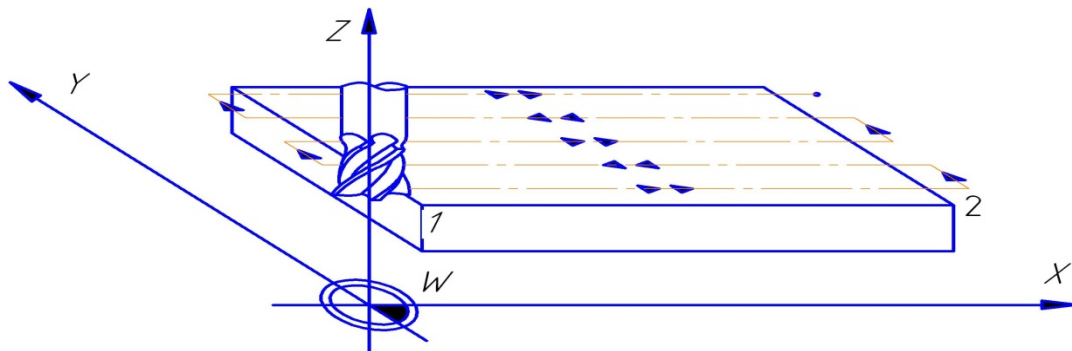


Рис. 5.3. Фрезерование плоскости в соответствии с циклом 230

3. Затем инструмент перемещается с запрограммированной рабочей подачей в конечную точку 2; УЧПУ рассчитывает координаты конечной точки исходя из запрограммированной точки старта, запрограммированной длины обрабатываемой поверхности и радиуса инструмента.

4. УЧПУ смещает инструмент с подачей фрезерования в поперечном направлении в точку старта следующей строки; УЧПУ рассчитывает смещение инструмента из запрограммированной ширины заготовки и количества проходов.

5. Потом инструмент перемещается в отрицательном направлении оси X.

6. Фрезерование таким способом повторяется до полной обработки заданной поверхности.

7. В конце УЧПУ перемещает инструмент с FMAX обратно на безопасное расстояние. Обратите внимание перед программированием: УЧПУ

позиционирует инструмент с актуальной позиции сначала в плоскости обработки, а затем по оси шпинделя в точке старта. Предварительное позиционирование инструмента следует выполнять так, чтобы не было столкновения с заготовкой или станочным приспособлением.

► **Точка старта 1-й оси** – координата минимальной точки фрезерованной поверхности по главной оси X плоскости обработки. Программируют параметром Q225 в абсолютных размерах (рис. 5.4).

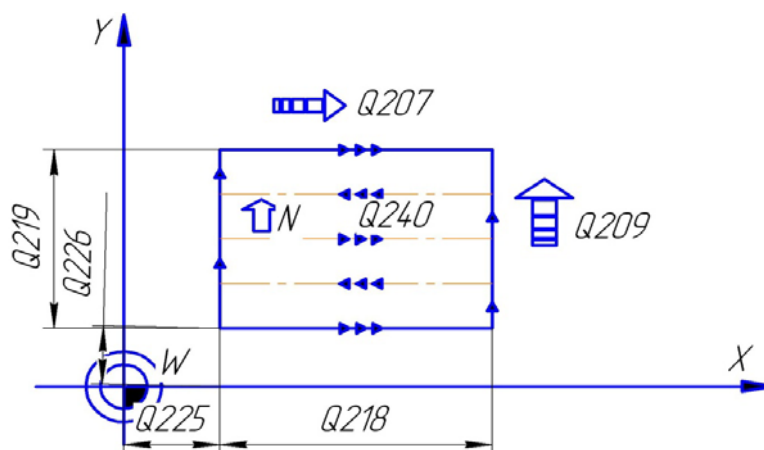


Рис. 5.4. Программируемые параметры в плоскости обработки

► **Точка старта 2-й оси** – координата минимальной точки фрезерованной поверхности по вспомогательной оси Y в плоскости обработки. Программируют параметром Q226 в абсолютных размерах.

► **Точка старта 3-й оси** – высота по оси шпинделя, на которой фрезеруется обрабатываемая поверхность. Программируют параметром Q227 в абсолютных размерах.

► **1-я длина бока** – длина фрезерованной плоскости по главной оси X плоскости обработки относительно точки старта 1-й оси. Программируют параметром Q218 в инкрементальных размерах.

► **2-я длина бока** – длина фрезерованной плоскости по вспомогательной оси Y в плоскости обработки относительно точки старта 2-й оси. Программируют параметром Q219 в инкрементальных размерах.

► **Количество проходов Q240** – количество строк, по которым УЧПУ должно перемещать инструмент на ширине.

► **Подача подвода на глубину Q206** (рис. 5.5) – скорость перемещения инструмента при перемещении с безопасного расстояния на глубину фрезерования в миллиметрах в минуту.

► **Подача фрезерования Q207** – скорость перемещения инструмента при обработке в миллиметрах в минуту.

► **Подача поперечно Q209** – скорость перемещения инструмента при

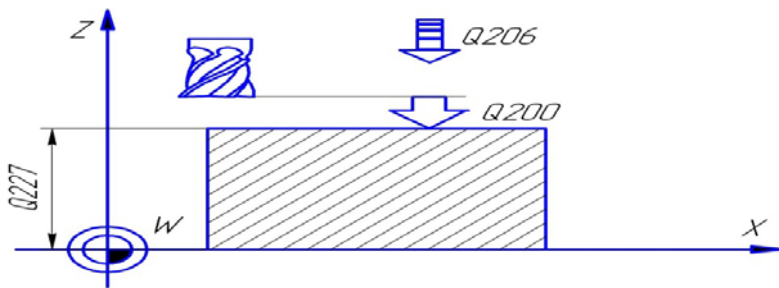


Рис. 5.5. Программируемые параметры в вертикальной плоскости

перемещении на следующую строку в миллиметрах в минуту; если при этом происходит фрезерование материала в поперечном направлении, то Q209 вводим меньше, чем Q207; если инст-

румент перемещается поперечно вне материала, то Q209 можно программировать больше, чем Q207.

► **Безопасное расстояние** – расстояние между вершиной инструмента и плоскостью заготовки. Программируют параметром Q200 в инкрементальных размерах.

Пример программирования параметров цикла 230:

71. CYCL DEF 230	ФРЕЗ. ПЛОСКОСТЕЙ
Q225=+10;	ТОЧКА СТАРТА 1-й ОСИ
Q226=+12;	ТОЧКА СТАРТА 2-й ОСИ
Q227=+2.5;	ТОЧКА СТАРТА 3-й ОСИ
Q218=150;	1-я ДЛИНА БОКА
Q219=75;	2-я ДЛИНА БОКА
Q240=25;	КОЛИЧЕСТВО ПРОХОДОВ
Q206=150;	ПОДАЧА НА ГЛУБИНУ
Q207=500;	ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
Q209=200;	ПОДАЧА ПОПЕРЕЧНО
Q200=2;	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ

5.3. Цикл 231 «Регулируемая площадь»

1. УЧПУ позиционирует инструмент из актуальной позиции с 3D-движением прямых в точку старта 1 (рис. 5.6).

2. Инструмент перемещается с запрограммированной подачей фрезерования в конечную точку 2.

3. УЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX в положительном направлении оси шпинделя на величину диаметра, а затем обратно к точке старта 1.

4. В точке старта 1 УЧПУ перемещает инструмент снова на Z -значение, установленное в последнюю очередь.

5. Затем УЧПУ смещает инструмент по всем трем осям от точки 1 в направлении к точке 4 на следующую строку.

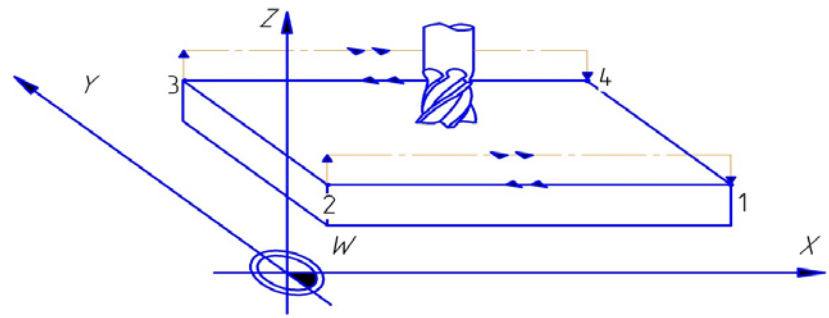


Рис. 5.6. Фрезерование поверхности в соответствии с циклом 231

6. УЧПУ перемещает инструмент в конечную точку этой строки. Координаты конечной точки УЧПУ рассчитывают исходя из известного положения точки 2 и смещения в направлении к точке 3.

7. Фрезерование таким способом повторяется до полной обработки заданной поверхности.

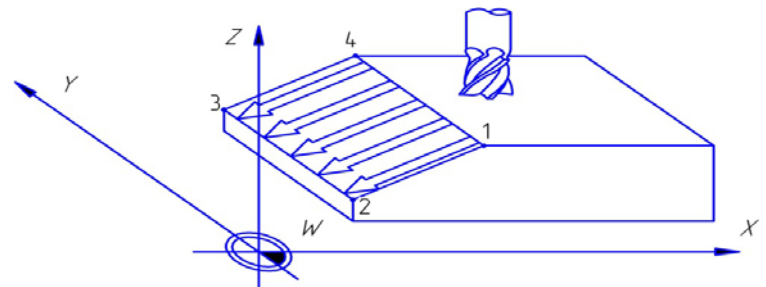


Рис. 5.7. Фрезерование поверхности заготовки, наклонной к оси X

8. Наконец, УЧПУ позиционирует инструмент на диаметр инструмента над наивысшей заданной точкой по оси шпинделя.

Выполнение процесса обработки

Вначале необходимо выбрать точку старта и тем самым направление фрезерования, так как УЧПУ выполняет отдельные проходы от точки 1 до точки 2. Режущий инструмент совершает общий проход от точки 1/2 до точки 3/4. Можно назначить точку в каждом углу обрабатываемой поверхности.

Построчным фрезерованием заготовки концевой фрезой с наклоном к оси X (рис. 5.7) и наклоном к оси Y (рис. 5.8) можно оптимизировать качество поверхности путем:

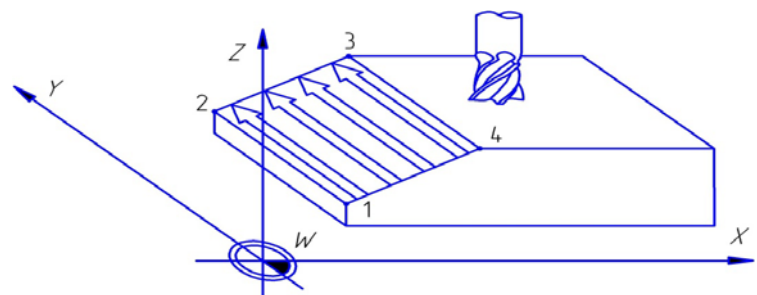


Рис. 5.8. Фрезерование поверхности заготовки, наклонной к оси Y

- применения толкающего резания, при котором координата оси шпинделя в точке 1 больше координаты оси шпинделя в точке 2 при наклоне поверхностей под небольшим углом;
- применения тянущего резания, когда координата точки 1 по оси шпинделя меньше аналогичной координаты точки 2 при значительном наклоне обрабатываемой поверхности;
- назначения направления главного движения от точки 1 к точке 2 в направлении большего наклона при перекошенных обрабатываемых поверхностях.

5.4. Функция PLANE – наклон плоскости обработки

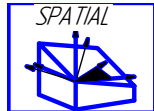
Функции для наклона плоскости обработки должны быть установлены производителем станков. С помощью функции PLANE (английское слово plane в переводе на русский язык означает плоскость) в распоряжении оператора находится эффективная функция, с помощью которой можно различным образом дефинировать наклонную плоскость обработки.

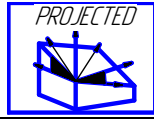
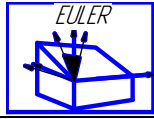
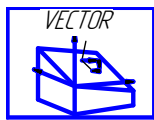
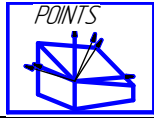
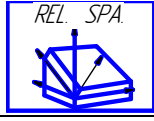
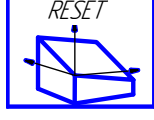
Все располагаемые в УЧПУ PLANE-функции описывают требуемую плоскость обработки независимо от осей поворота, действительно находящихся на станке. Чтобы уяснить различия между отдельными возможностями дефинирования еще перед выбором функции, оператор может программируемой клавишей запустить мультипликацию. С помощью PLANE-функции предоставляются следующие возможности (табл. 5.1).

Геометрическая дефиниция плоскости отличается для каждой располагаемой PLANE-функции. Поведение PLANE-функции при позиционировании инструмента независимо от дефиниции плоскости обработки для всех PLANE-функций идентично.

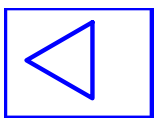
Таблица 5.1

PLANE-функции

Функция	Требуемые параметры	Программируемая клавиша (Softkey)
SPATIAL	Три пространственных угла SPA, SPB, SPC	

Функция	Требуемые параметры	Программируемая клавиша (Softkey)
PROJECTED	Два угла проецирования PROPR и PROMIN и угол вращения ROT	
ЭЙЛЕР	Три угла Эйлера прецессия (EULPR), нутация (EULNU) и ротор (EULROT)	
VECTOR	Вектор нормали для определения плоскости и базисный вектор для определения направления наклоненной оси X	
POINTS	Координаты трех произвольных точек наклоняемой плоскости	
RELATIV	Отдельный, инкрементально действующий пространственный угол	
RESET	Сброс функции PLANE	

Определение функции PLANE осуществляют:

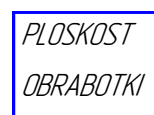


- переключением линейки программируемых клавиш;



- выбором специальных функций УЧПУ: Softkey

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ УЧПУ, нажать;



- выбором **PLANE**-функции: Softkey **НАКЛОН ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ**, нажать. УЧПУ указывает на линейке программируемых клавиш, находящиеся в распоряжении возможности дефиниции (рис. 5.9).

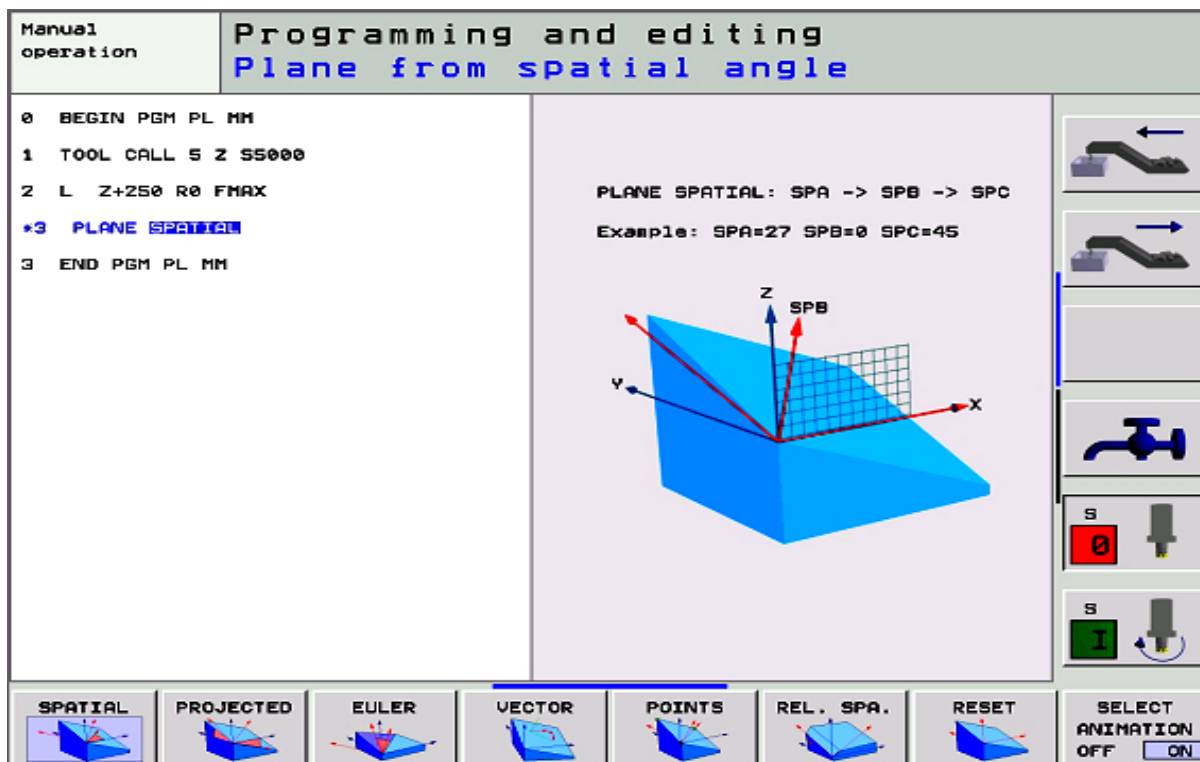


Рис. 5.9. Обработка наклонной плоскости

Выбор функции при активной мультипликации:

- включить мультипликацию нажатием клавиши Softkey ВЫБОР МУЛЬТИПЛИКАЦИИ ВКЛ/ВЫКЛ (установить на ВКЛ.);
- запустить мультипликацию для разных возможностей дефинирования путем нажатия одной из находящихся в распоряжении программируемых клавиш (см. рис. 5.8). УЧПУ подсвечивает нажатую клавишу другим цветом и запускает соответствующую мультипликацию;
- для приема активной в данный момент функции нажать клавишу ENT или повторно нажать программируемую клавишу активной функции, при этом УЧПУ продолжает диалог и запрашивает требуемые параметры.

Выбор функции при неактивной мультипликации:

- желаемую функцию надо выбирать непосредственно через программируемую клавишу, УЧПУ продолжает диалог и запрашивает требуемые параметры.

Индикация положения. Как только произвольная PLANE-функция окажется активной, УЧПУ указывает в дополнительной индикации положения рассчитанный УЧПУ пространственный угол (рис. 5.10).

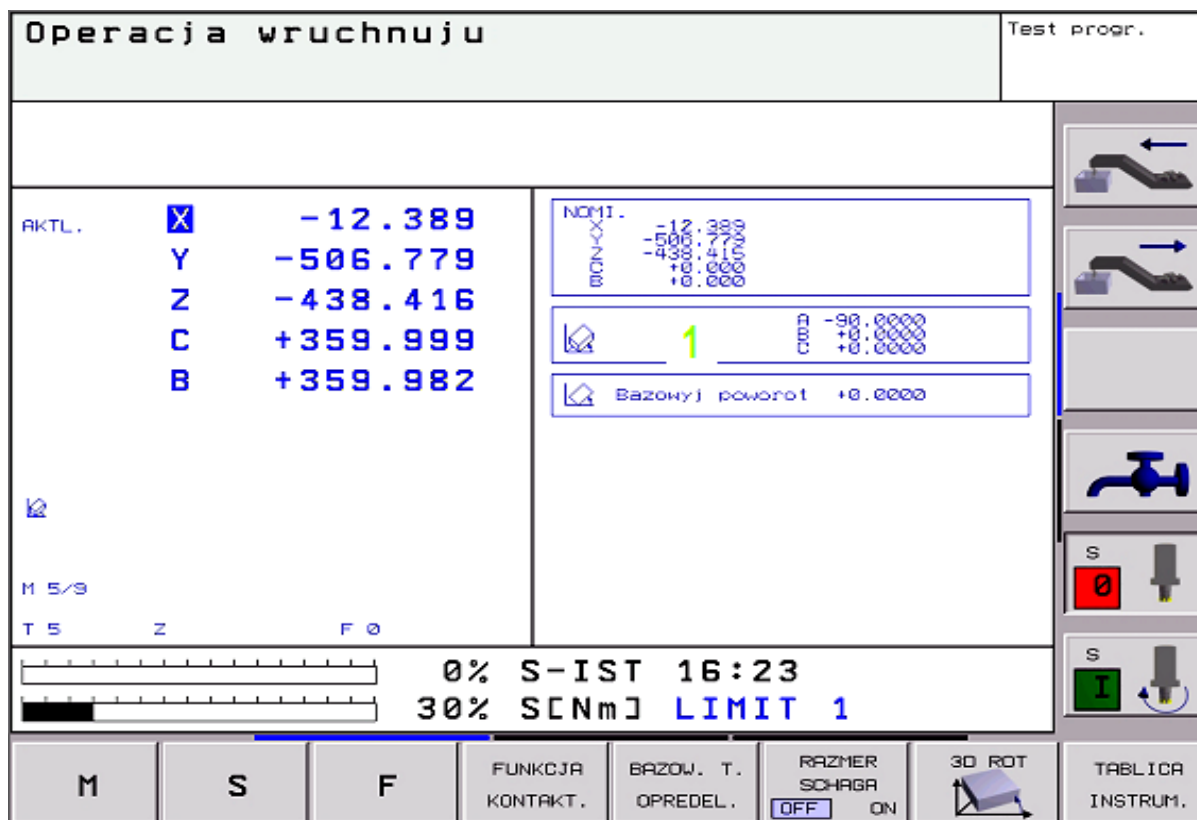
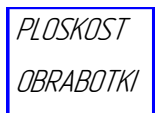


Рис. 5.10. Линейка клавиш ручных операций

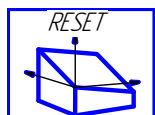
Сброс PLANE-функции:



- в данном случае переключение линейки программируемых клавиш; выбор специальных функций УЧПУ: Softkey СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ УЧПУ нажать;



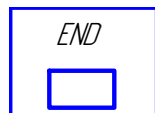
- выбор **PLANE**-функции: Softkey НАКЛОН ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ нажать, УЧПУ указывает на линейке программируемых клавиш находящиеся в распоряжении возможности дефиниции;



- выбор функции для сброса, таким образом **PLANE**-функция сброшена, актуальные положения осей не изменяются;



- определить, должно ли УЧПУ перемещать оси наклона на основное положение автоматически (**MOVE**) или нет (**STAY**);



- окончить ввод нажатием клавиши **END**.

Функция **PLANE RESET** устанавливает активную **PLANE**-функцию в исходное положение (угол = 0 и функция неактивная). Многократная дефиниция не требуется.

5.5. Определение плоскости обработки через пространственный угол **PLANE SPATIAL**

Пространственные углы определяют положение плоскости обработки с помощью трех **поворотов вокруг постоянной системы координат станка**. Последовательность поворотов строго установлена и осуществляется сначала вокруг оси А, потом вокруг оси В, дальше вокруг оси С (способ действия функции соответствует циклу 19, если данные цикла 19 были установлены на пространственный угол).

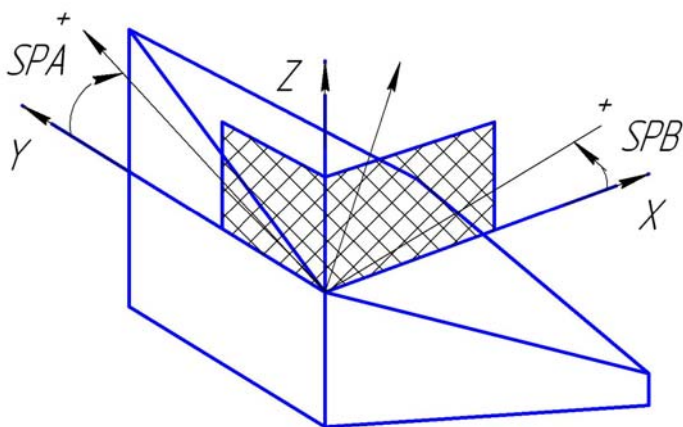


Рис. 5.11. Поворот плоскости обработки относительно осей X и Y

Обратите внимание перед программированием: оператор должен всегда определять все три пространственных угла **SPA**, **SPB** и **SPC** даже в том случае, если один из углов равен нулю. Описанная выше последовательность поворотов действует независимо от активной оси инструмента.

Параметры ввода:



- угол А – угол поворота **SPA** вокруг постоянной оси X станка (рис. 5.11);

- угол В – угол поворота **SPB** вокруг постоянной оси Y станка;

- угол С – угол поворота **SPC** вокруг постоянной оси станка С.

С помощью свойств позиционирования определяем поведение функции **PLANE** при позиционировании. Используемые сокращения:

Сокращение	Значение
SPATIAL	Англ. spatial = пространственно
SPA	spatial A: Вращение вокруг оси X

SPB	spatial B: Вращение во- круг оси Y
SPC	spatial C: Вращение во- круг оси Z

Пример записи УП:

5. PLANE SPATIAL SPA +27 SPB +0 SPC +45...

Определение плоскости обработки через проекционный угол PLANE PROJECTED

Проекционные углы определяют плоскость обработки путем ввода двух углов, определяемых оператором через проекцию:

- координатной плоскости XZ (при оси инструментов Z);
- координатной плоскости координат YZ (при оси инструментов Z)

на дефинируемую плоскость обработки.

Обратите внимание перед программированием: проекционные углы можно использовать только тогда, когда надо обрабатывать прямоугольный параллелепипед. В другом случае возникают искажения на обрабатываемой детали.

Параметры ввода

Проекционный угол 1 плоскости координат – это спроектированный угол наклоненной плоскости обработки на первую плоскость постоянной системы координат станка. Пределы ввода от -89.9999° до $+89.9999^\circ$. Ось - это главная ось активной плоскости обработки (X при оси инструментов Z, положительное направление указано на рис. 5.12, а).

Проекционный угол 2 плоскости координат - спроектированный угол плоскости обработки на вторую плоскость координат постоянной системы координат станка. Пределы ввода от -89.9999° до $+89.9999^\circ$. 0°-ось - это вспомогательная ось активной плоскости обработки (Y при оси инструментов Z).

ROT-угол наклонной плоскости (рис. 5.12, б) – поворот наклоненной системы координат вокруг наклоненной оси инструментов (соответствует по смыслу вращению с помощью цикла 10 «ПОВОРОТ»). С помощью угла вращения можно простым способом определить направление главной оси плоскости обработки (X при оси инструментов Z, Z при оси инструментов Y). Пределы ввода от 0° до $+360^\circ$.

Используемые сокращения:

Сокращение	Смысловое значение
PROJECTED	Англ. projected = проецированный
PROPR	principle plane: Главная плоскость
PROMIN	minor plane: Вспомогательная плоскость
PROROT	Англ. rotation: Вращение

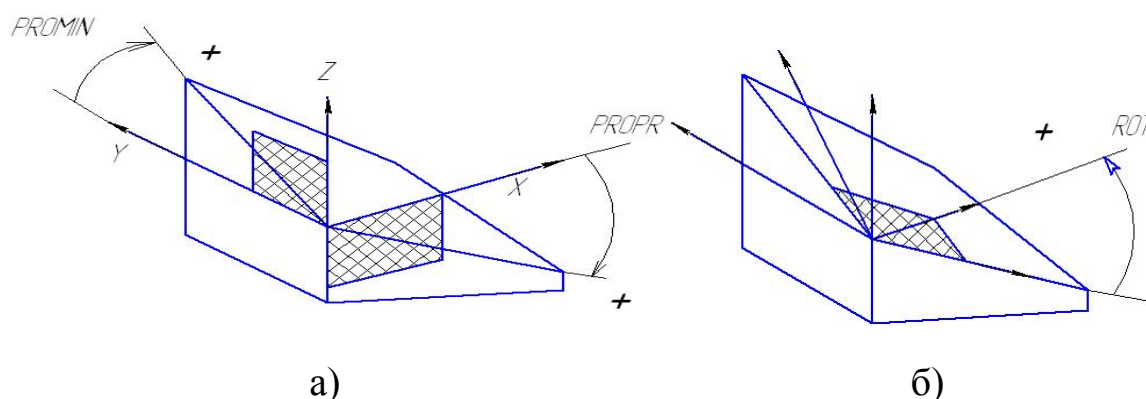


Рис. 5.12. Главная и вспомогательная плоскости (а) и положительное направление поворота (б)

Пример записи в программе:

5. PLANE PROJECTED PROPR+24 PROMIN+24 PROROT+30 ...

5.6. Определение плоскости обработки через угол Эйлера: PLANE EULER

Углы Эйлера определяют плоскость обработки через три угла поворота вокруг наклоненной системы координат станка. Три угла Эйлера были определены швейцарским математиком Эйлером. При применении в системе координат станка возникают следующие значения:

Угол прецессии EULPR	Поворот системы координат вокруг оси Z
Угол нутации EULNUT	Поворот системы координат вокруг смещенной на угол прецессии оси X
Угол вращения EULROT	Поворот наклоненной плоскости обработки вокруг наклоненной оси Z

Обратите внимание перед программированием: описанная выше последовательность поворотов действует независимо от активной оси инструмента.

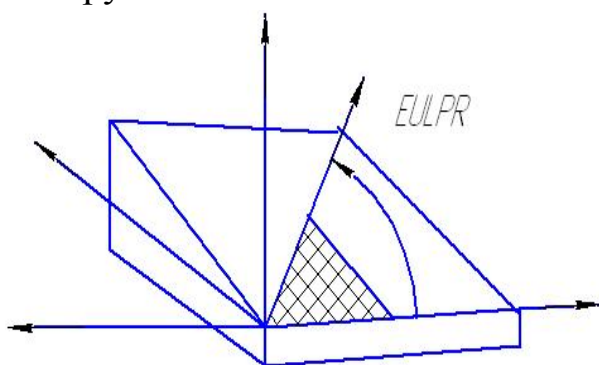


Рис. 5.13. Угол прецессии

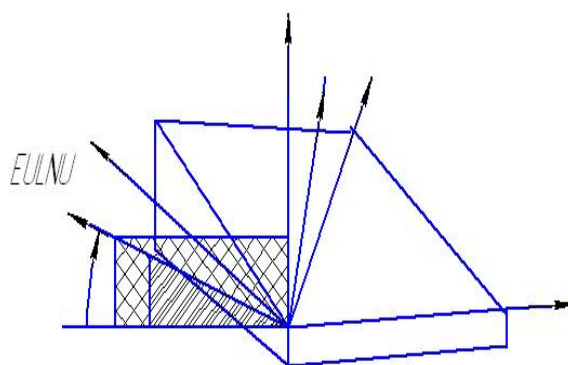


Рис. 5.14. Угол нутации

Параметры ввода



Угол поворота главной плоскости координат – угол поворота EULPR вокруг оси Z (рис. 5.13).

- Пределы ввода это 0° до 180° .
- 0° - ось - это ось X.

Угол наклона оси инструментов – угол наклона EULNUT системы координат вокруг смещенной на угол прецессии оси X (рис. 5.14).

Пределы ввода от 0° до 180° , 0° - ось это ось Z.

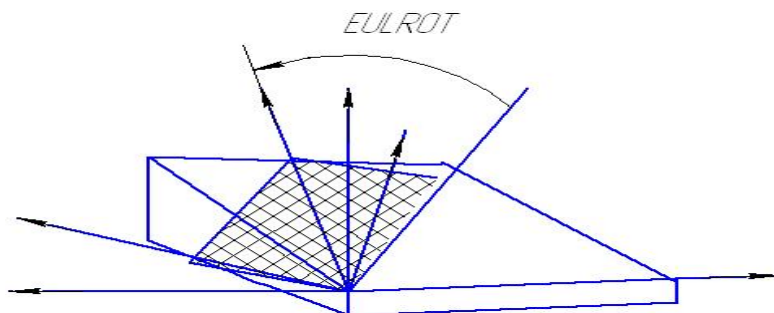


Рис. 5.15. Угол ротации

ROT-угол наклоненной плоскости – поворот EULROT наклоненной системы координат вокруг наклоненной оси Z (соответствует по смыслу вращению с помощью цикла 10 «ПОВОРОТ»). С помощью угла вращения можно простым способом определить направление оси X на наклоненной плоскости обработки (рис. 5.15). Пределы ввода от 0° до 360° , 0° - это ось X.

Используемые сокращения:

Сокращение	Значение
ЭЙЛЕР	Швейцарский математик, определивший так называемые углы Эйлера
EULPR	Угол прецессии – угол, описывающий поворот системы координат вокруг оси Z
EULNU	Угол нутации – угол, описывающий поворот системы координат вокруг смещенной на угол прецессии оси X
EULROT	Угол ротации – угол, описывающий поворот наклоненной системы координат вокруг наклоненной оси Z

Пример записи: 5 PLANE EULER EULPR45 EULNU20 EULROT22

5.7. Определение плоскости обработки через два вектора PLANE VECTOR

Дефиницию плоскости обработки через два нормированных вектора можно использовать тогда, когда наша САПР-система может рассчитать базисный вектор и вектор нормали наклонной плоскости обработки. Речь идет о нормированном векторе, если корень из суммы квадратов трех компонентов вектора составляет 1.

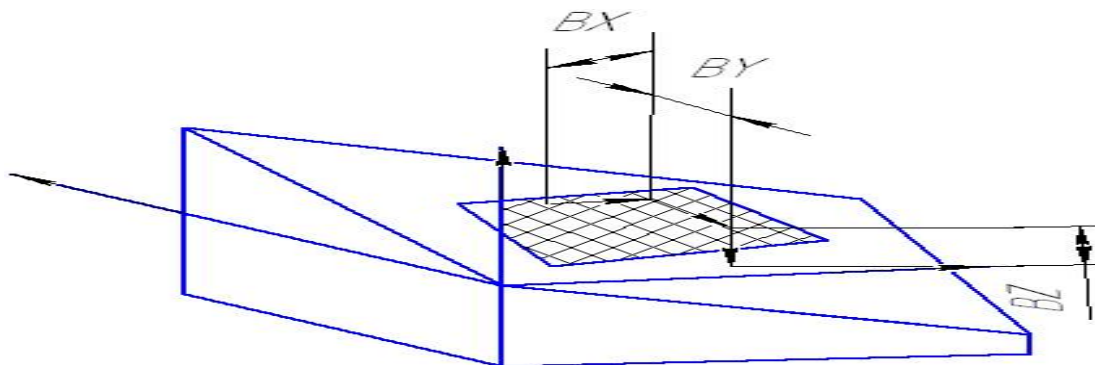


Рис. 5.16. Определение плоскости обработки тремя компонентами базисного вектора VX , VY и VZ

Базисный вектор находим с помощью трех компонентов VX , VY и VZ (рис. 5.16). Вектор нормали определяется компонентами NX , NY и NZ (рис. 5.17). Базисный вектор задает направление оси X на наклонной плоскости обработки, вектор нормали определяет направление плоскости обработки и лежит перпендикулярно к ней.

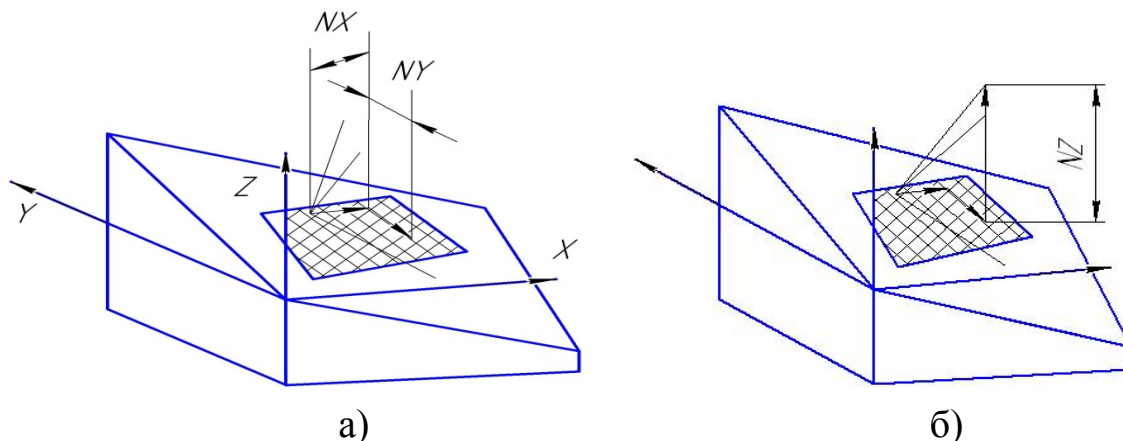


Рис. 5.17. Компоненты нормали NX , NY (а) и NZ (б) к наклонной плоскости обработки

Параметры ввода:



X - компонента базисного вектора - X-компонента BX базисного вектора B , пределы ввода: -1 до +1;

Y-компонента базисного вектора - X-компонента BY базисного вектора B , пределы ввода: от -1 до +1;

Z-компонента базисного вектора - X-компонента BZ базисного вектора B , пределы ввода: от -1 до +1;

X-компонента вектора нормали - X-компонента NX базисного вектора N (рис. 5.17, а), пределы ввода: от -1 до +1;

Y-компонента вектора нормали - X-компонента NY базисного вектора N , пределы ввода: от -1 до +1;

Z-компонента вектора нормали - X-компонента NZ базисного вектора N (рис. 5.17, б), пределы ввода: от -1 до +1.

Пример записи: 5 PLANE VECTOR $BX0.8$ $BY-0.4$ $BZ-0.4472$ $NX0.2$ $NY0.2$ $NZ0.9592$

Используемые сокращения:

Сокращение	Смысловое значение
VECTOR	В английском языке vector = вектор
BX , BY , BZ	Базисный вектор: X-, Y- и Z-компоненты
NX , NY , NZ	Вектор нормали: X-, Y- и Z-компоненты

5.8. Определение плоскости обработки с помощью трех точек PLANE POINTS

Плоскость обработки определяется однозначно указанием трех произвольных точек $P1$ - $P3$, лежащих в этой плоскости. Эта возможность

реализуется в функции PLANE POINTS. Направление от точки P1 до точки P2 определяет наклон главной оси X при оси инструментов Z (рис. 5.18).

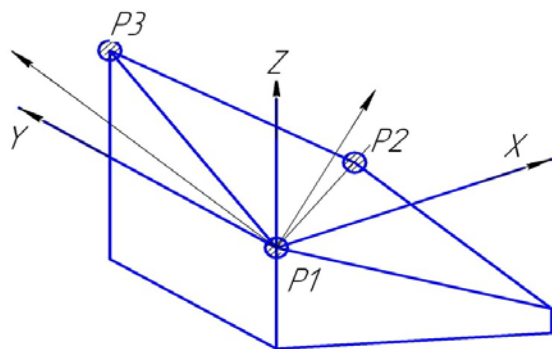


Рис. 5.18. Наклон оси X при оси инструментов Z

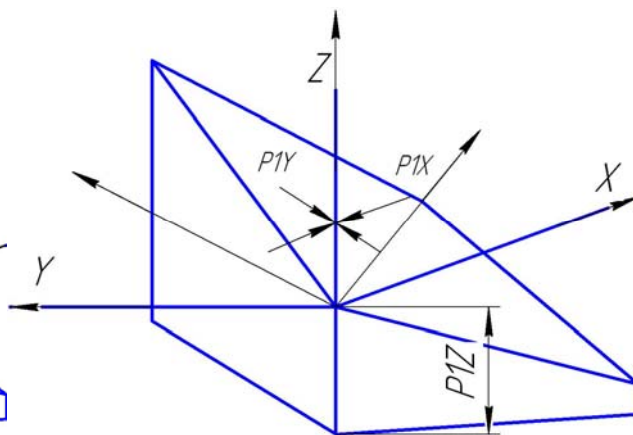


Рис. 5.19. Координаты первой точки на наклонной плоскости обработки

Направление наклоненной оси инструментов определяем через положение точки P3 в отношении к линии, соединяющей точки P1 и P2. Эти три точки определяют наклонное положение плоскости обработки. Положение активной нулевой точки УЧПУ не изменяется.

Параметры ввода



X-координата первой точки плоскости - X-координата P1X первой точки плоскости (рис. 5.19),

Y-координата первой точки плоскости - Y-координата P1Y первой точки плоскости,

Z-координата первой точки плоскости - Z-координата P1Z первой точки плоскости,

X-координата второй точки плоскости - X-координата P2X второй точки плоскости (рис. 5.20),

Y-координата второй точки плоскости - Y-координата P2Y второй точки плоскости,

Z-координата второй точки плоскости - Z-координата P2Z второй точки плоскости,

X-координата третьей точки плоскости - X-координата P3X третьей точки плоскости,

Y-координата третьей точки плоскости - Y-координата P3Y третьей точки плоскости,

Z-координата третьей точки плоскости - Z-координата P3Z третьей точки плоскости (рис. 5.21).

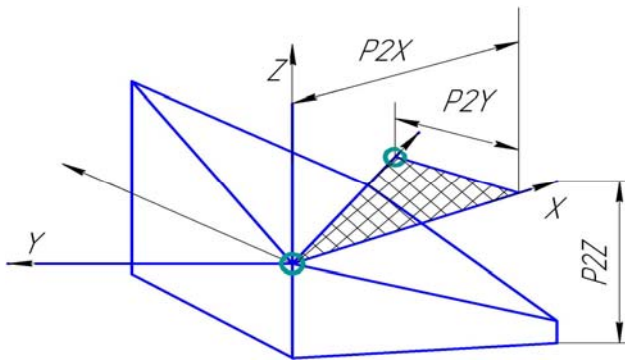


Рис. 5.20. Координаты второй точки на наклонной плоскости обработки

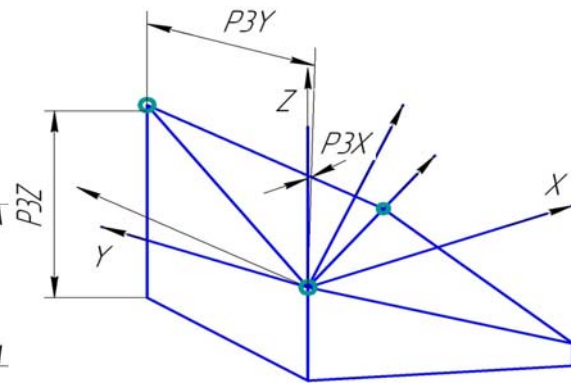


Рис. 5.21. Координаты третьей точки на наклонной плоскости обработки

Пример записи:

```
5 PLANE POINTS P1X+0 P1Y+0 P1Z+20 P2X+30 P2Y+31 P2Z+20
P3X+0 P3Y+41 P3Z+32.5 .....
```

Используемые сокращения:

Сокращение	Значение
POINTS	Из английского языка points = точки

5.9. Определение плоскости обработки через отдельный инкрементальный пространственный угол PLANE RELATIVE

Инкрементальный пространственный угол используем в том случае, если активная наклоненная плоскость обработки должна быть дополнительно наклонена. Пример: изготовление сорокапятиградусной фаски на наклоненной плоскости. Обратите внимание перед программированием на то, что инкрементальный угол действует всегда в отношении к активной плоскости обработки независимо от того, с помощью какой функции его активировали. Оператор может программировать произвольное количество PLANE RELATIVE-функций последовательно друг за другом. Если мы хотим перейти обратно на плоскость обработки, которая до PLANE RELATIVE-функции была активной, то следует дефинировать PLANE RELATIVE-функцию с тем же самым модулем угла, но с противоположным знаком перед модулем.

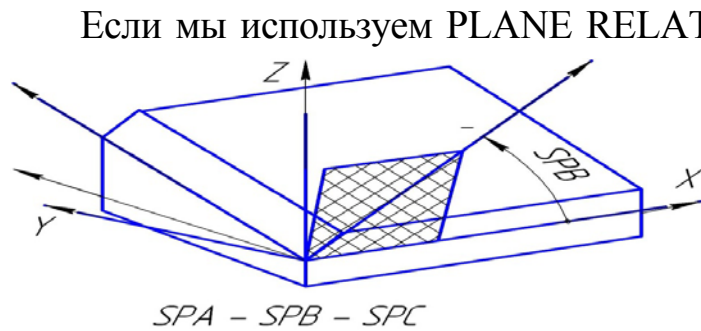


Рис. 5.22. Определение плоскости обработки с использованием инкрементального угла

плоскость обработки дополнительно должна быть наклонена, предварительно следует выбрать ось, вокруг которой следует наклонять плоскость обработки с помощью программируемой клавиши.

Параметры ввода

- угол А: угол поворота SPA вокруг постоянной оси X станка (рис. 5.22),
- угол В: угол поворота SPB вокруг постоянной оси Y станка,
- угол С: угол поворота SPC вокруг постоянной оси станка С.

С помощью свойств позиционирования определяем поведение функции PLANE при позиционировании. Используемые сокращения:

Сокращение	Значение
SPATIAL	Англ. spatial = пространственно
SPA	spatial A: Вращение вокруг оси X
SPB	spatial B: Вращение вокруг оси Y
SPC	spatial C: Вращение вокруг оси Z

Пример записи УП: 5 PLANE SPATIAL SPA +27 SPB +0 SPC +45...

Определение поведения при позиционировании функции PLANE

Независимо от того, какую функцию PLANE мы используем для определения наклонной плоскости обработки, используют следующие функции:

- автоматическая установка,
- выбор альтернативных возможностей наклона,
- выбор вида преобразования.

Автоматическая установка: MOVE/STAY (рис. 5.23) (требуется обязательный ввод). После ввода всех параметров для дефиниции плоскости необходимо определить, как оси вращения устанавливаются на расчетные значения. Функция PLANE должна автоматически устанавливать оси вращения на расчетные значения. Оператор устанавливает оси поворота в следующем отдельном блоке позиционирования.

Если оператор выбрал опцию **MOVE** (PLANE-функция должна устанавливаться автоматически), то следует определить еще инкрементальное расстояние точки поворота от вершины. УЧПУ позиционирует вершину инструмента при автоматической установке так, что ее позиция по отношению к обрабатываемой заготовке не изменяется.

Если устанавливать оси вращения в отдельном блоке позиционирования (выбрана опция **STAY**), то следует инструмент предварительно позиционировать так, чтобы не произошло столкновения инструмента и заготовки (зажимного приспособления). При отработке программы УЧПУ рассчитывает значения положения имеющихся на станке осей поворота и записывает их в системных параметрах Q120 (А-ось), Q121 (В-ось) и Q122 (С-ось).

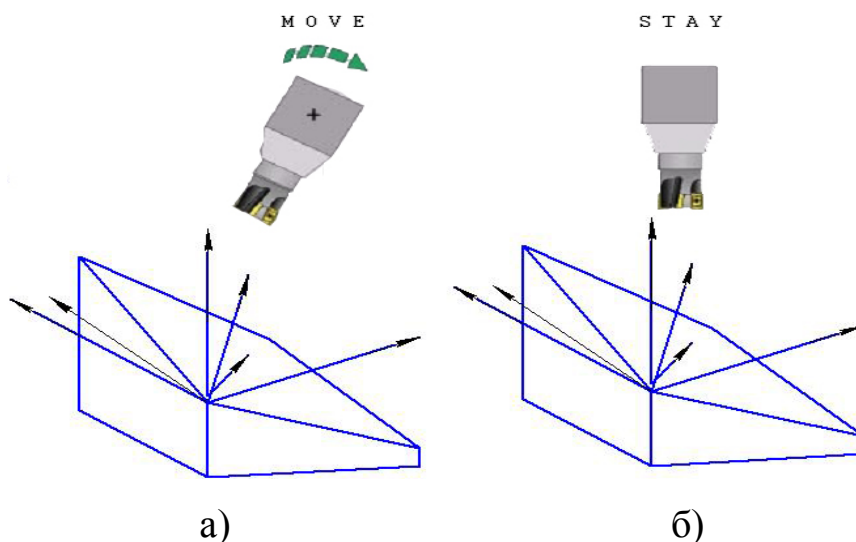


Рис. 5.23. Установка инструмента в различные положения относительно заготовки: а – с поворотом; б – без поворота

Подача $F=?$ Скорость по траектории, с которой инструмент должен двигаться. При повороте оси инструмента относительно точки, лежащей на заготовке (рис. 5.24), расстояния l должны быть равны.

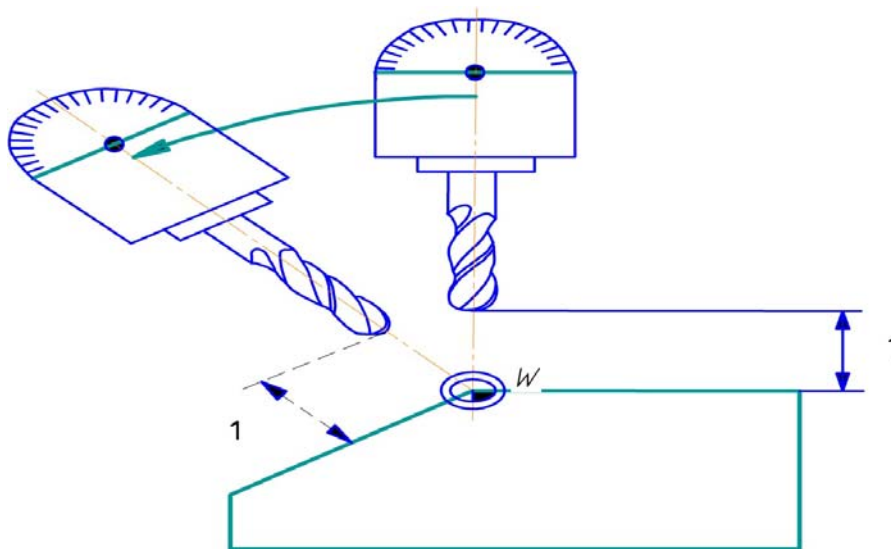


Рис. 5.24. Поворот инструмента относительно центра, лежащего на плоскости заготовки

В качестве примера ниже приведена запись фрагмента программы установки С-поворотного стола и А-наклонного стола на пространственный угол $B+45^\circ$.

...	
12 LZ+250 R0 FMAX	Позиционировать на безопасную высоту
13 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+45 SPC+0 STAY	Определить и активировать функцию PLANE
14 LA+Q120 C+Q122 F2000	Позиционировать ось поворота с помощью рассчитанных УЧПУ значений
...	Определить обработку на наклоненной плоскости

Выбор альтернативных возможностей наклона: SEQ +/- (ввод опционально). На основании определенного оператором положения плоскости обработки УЧПУ должно рассчитать положение имеющихся на станке осей поворота. Как правило, появляются всегда два решения.

Через переключатель SEQ устанавливаем то решение, которое УЧПУ должно использовать:

- SEQ+ главную ось позиционирует так, что она принимает положительный угол. Главная ось - это вторая ось вращения для стола или первая

ось вращения для инструмента (в зависимости от конфигурации станка, рис. 5.25),
 - SEQ+ так позиционирует главную ось, что она принимает отрицательный угол.

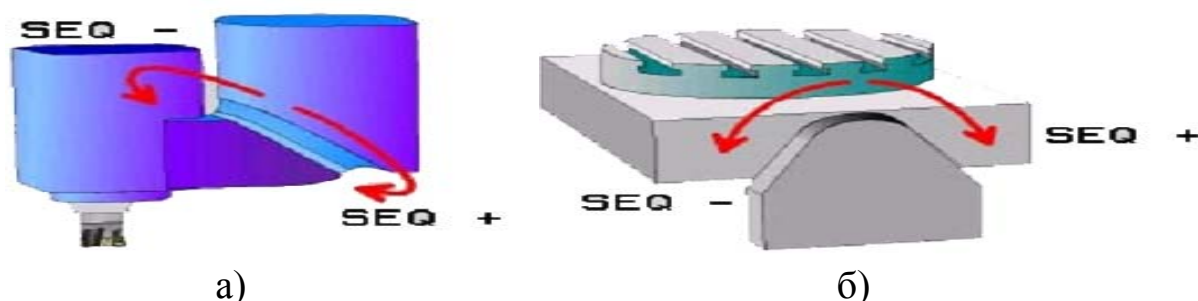


Рис. 5.25. Поворот инструмента (а) и стола (б) переключателем SEQ

Если избранное нами SEQ решение не лежит в диапазоне перемещения станка, то УЧПУ выдает сообщение об ошибках «Угол не разрешается».

Если оператор не определяет SEQ, то УЧПУ рассчитывает решение следующим образом:

1. УЧПУ проверяет сначала, лежат ли возможности решения в диапазоне перемещения осей поворота,
2. Если это имеет место, УЧПУ выбирает решение, достигаемое по кратчайшему пути.
3. Если только одно решение лежит в диапазоне перемещения, то УЧПУ использует это решение.
4. Если в диапазоне перемещения нет решения, то УЧПУ выдает сообщение об ошибках «Угол не разрешается».

Примеры для станка с С-поворотным столом и А-наклонным столом. Программируемая функция: PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+45 SPC+0

Конечный выключатель	Позиция старта	SEQ	Результат установления осей
Без выключателя	A+0, C+0	Не прогр.	A+45, C+90
Без -//-	A+0, C+0	+	A+45, C+90
Без -//-	A+0, C+0	-	A-45, C-90
Без -//-	A+0, C-105	Не прогр.	A-45, C-90
Без -//-	A+0, C-105	+	A+45, C+90
Без -//-	A+0, C-105	-	A-45, C-90

Конечный выключатель	Позиция старта	SEQ	Результат установления осей
$-90 < A < +10$	A+0, C+0	Не прогр.	A-45, C-90
$-90 < A < +10$	A+0, C+0	+	Сообщение об ошибках
Без выключателя	A+0, C-135	+	A+45, C+90

Выбор вида трансформации (ввод опционально). Для станков с поворотным столом находится в распоряжении функция, с помощью которой можно определить вид трансформации. Выбор вида трансформации действует только при поворотных столах и только тогда, когда дефиниция плоскости так избрана, что преобразование может выполняться на одной отдельной оси. COORD ROT определяет, что функция PLANE должна поворачивать систему координат на дефинированный угол (рис. 5.26). Поворотный стол не перемещается, компенсация вращения выполняется арифметически.

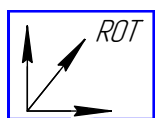


TABLE ROT определяет, что функция PLANE должна поворачивать стол на дефинированный угол наклона.

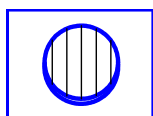


TABLE ROT определяет, что функция PLANE должна поворачивать стол на дефинированный угол наклона.

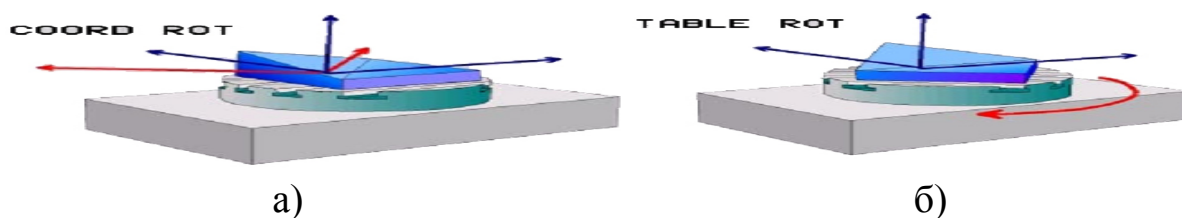


Рис. 5.26. Выбор вида трансформации осей: а – поворотом системы координат; б – поворотом стола

Компенсация выполняется путем поворота обрабатываемой заготовки.

5.10. Фрезерование на наклоненной плоскости

С помощью новой PLANE-функции и команды M128 можно фрезеровать плоскость наклонным инструментом. Для этого в вашем распоряжении находятся две возможности дефиниции:

- фрезерование под наклоном путем инкрементного перемещения оси вращения,

- фрезерование под наклоном через векторы нормали.

Фрезерование с помощью наклоненного инструмента при наклоненной плоскости обработки осуществляется только с помощью радиусных фрез (рис. 5.27).

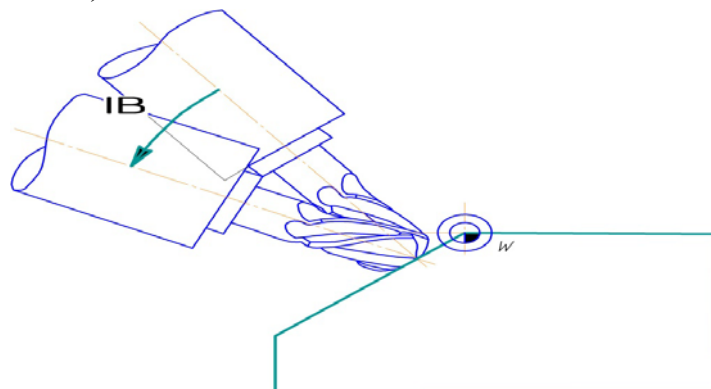


Рис. 5.27. Фрезерование наклоненным радиусным инструментом

Угол наклона может дефинироваться только на этих осях, которые действительно имеются на станке.

Фрезерование под наклоном путем инкрементального перемещения оси вращения:

- свободный ход инструмента,
- активировать M128,
- определить произвольную PLANE-функцию, учитывать поведение при позиционировании,
- через L-блок инкрементально переместить желаемый угол наклона на соответствующей оси.

Запись фрагмента УП в качестве примера:

...	
12 L Z+50 R0 FMAX M128	Позиционировать на безопасную высоту, активировать M128
13 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB-45 SPC+0 MOVE ABST50 F1000	Определить и активировать функцию PLANE
14 LIB-17 F1000	Настройка угла наклона
...	Определить обработку на наклоненной плоскости

Фрезерование под наклоном через векторы нормали

В LN-блоке может дефинироваться только один вектор направления, через который определяется угол наклона (вектор нормали **NX**, **NY**, **NZ** или вектор направления инструмента **TX**, **TY**, **TZ**):

- свободный ход инструмента,
- активировать M128,
- определить произвольную PLANE-функцию, учитывать поведение при позиционировании,
- отработка программы с LN-блоками, в которых направление инструмента определено через вектор.

Записи фрагмента УП в качестве примера:

...	
12 L Z+50 R0 FMAX M128	Позиционировать на безопасную высоту, активировать M128
13 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+45 SPC+0 MOVE ABST50 F1000	Определить и активировать функцию PLANE
14 LNX+31.737 Y+21,954 Z+33,165 NX+0,3 NY+0 NZ+0,9539 F1000 M3	Настройка угла наклона через вектор нормали
...	Определить обработку на наклоненной плоскости

5.11. Обозначение подпрограмм и повторений части программы

Один раз запрограммированные шаги обработки можно выполнять повторно с помощью подпрограмм и повторений части программы.

Label/метка

Подпрограммы и повторения части программы начинаются в программе обработки меткой LBL (сокращение слова LABEL в переводе с английского на русский язык означает метка, обозначение). LABEL содержат номер в пределах от 1 до 254. Каждый LABEL-номер можно только однократно использовать в программе с LABEL SET. Если использовать многократно один и тот же LABEL-номер, то УЧПУ выдаёт при окончании LBL SET-предложения сообщение об ошибках. В случае очень длинных программ можно через MP7229 ограничить проверку на вводимое количество предложений.

LABEL 0 (LBL 0) обозначает конец подпрограммы и может использоваться довольно часто.

Подпрограммы

Способ работы:

1. УЧПУ выполняет программу обработки до вызова подпрограммы CALL LBL,
2. С этого места УЧПУ отрабатывает вызванную подпрограмму до конца подпрограммы LBL 0,
3. Затем УЧПУ продолжает программу обработки с того предложения, которое последует вызову подпрограммы CALL LBL.

Подсказки для программирования:

- главная программа может содержать вплоть до 254 подпрограмм,
- можно довольно часто вызывать подпрограммы в любой последовательности,
- подпрограмма не может вызываться сама,
- программировать подпрограммы к концу главной программы (за предложением с M2 или M30),
- если подпрограммы стоят в программе обработки перед предложением с M02 или M30, то они отрабатываются без вызова как минимум один раз.

Программирование подпрограммы:

- | | |
|------------|---|
| <i>LBL</i> | - обозначение начала подпрограммы: нажать клавишу LBL |
| <i>SET</i> | - ввести номер подпрограммы, |
- обозначение конца подпрограммы: нажать клавишу LBL SET и ввести номер метки "0".

Вызов подпрограммы (рис. 5.28):

- | | |
|-------------|---|
| <i>LBL</i> | - вызов подпрограммы: нажать клавишу LBL CALL, |
| <i>CALL</i> | - номер метки: ввод номера метки вызываемой подпрограммы, |
- повторения REP: клавишей NO ENT перейти к использованию повторения REP (только при повторениях части программы).

CALL LBL 0 не допускается, так как оно соответствует окончанию подпрограммы.

Повторения части программы

Label LBL (метка).

Повторения части программы начинаются с метки LBL (LABEL). Повторение части программы оканчивается с CALL LBL /REP.

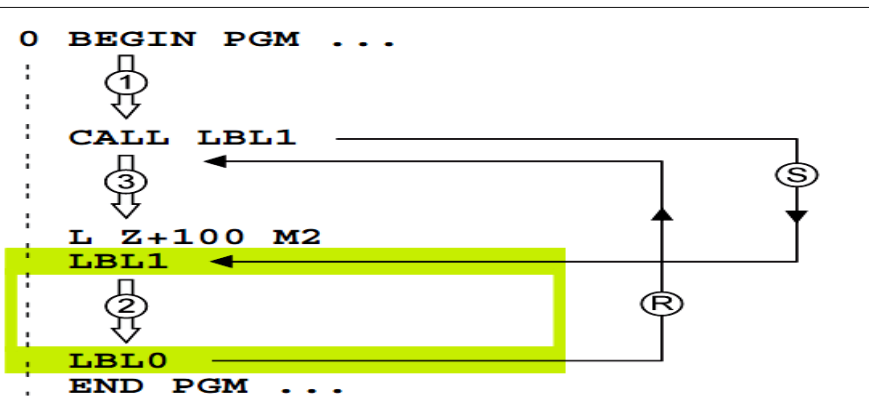


Рис. 5.28. Схема вызова подпрограммы

Способ работы:

- УЧПУ выполняет программу обработки до конца части программы (CALL LBL /REP),
- УЧПУ повторяет часть программы между вызванным LABEL и вызовом метки CALL LBL/REP столько раз, сколько мы занесли под REP,
- УЧПУ продолжает обрабатывать программу обработки заготовки дальше.

Программирование повторений части программы:

- можно повторять часть программы друг за другом вплоть до 65 534 раз,
- УЧПУ ведёт счёт числа повторений части программы, которые следует ещё выполнить,
- части программы выполняются УЧПУ на один раз больше, чем запрограммировано повторений.

Вызов повторения части программы:

LBL
CALL

Нажать клавишу LBL CALL, ввести номер метки повторяемой части программы и количество повторений REP (рис. 5.29).

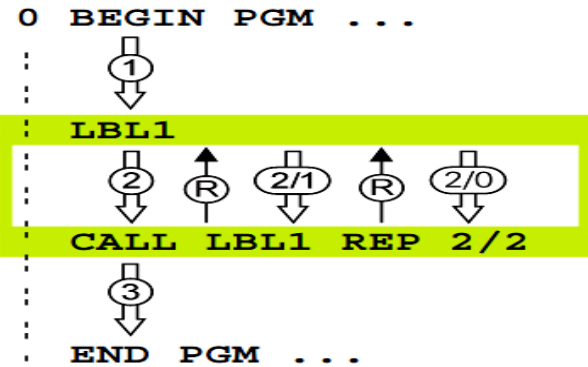


Рис. 5.29. Схема повторения подпрограммы

Любая программа как подпрограмма

Способ работы:

1. УЧПУ выполняет программу обработки, пока не будет вызвана другая программа с CALL PGM (рис. 5.30).
2. УЧПУ обрабатывает вызванную программу до её конца.
3. УЧПУ обрабатывает дальше вызываемую программу обработки, начиная со следующего предложения программы.

Подсказки для программирования:

Для использования любой программы в качестве подпрограммы УЧПУ не требует LABELs.

Вызванная программа не может содержать дополнительных функций M2 или M30.

Вызванная программа не может содержать вызова CALL PGM в вызываемую программу (бесконечная петля).

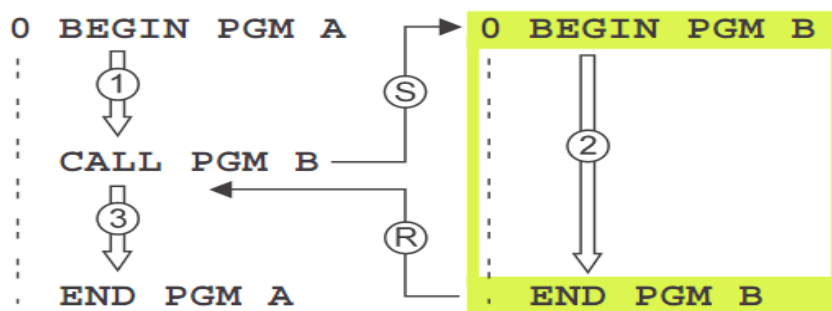


Рис. 5.30. Структура использования программы в качестве подпрограммы

Вызов любой программы как подпрограммы

PGM
CALL

Выбор функций для вызова программы: нажать клавишу PGM MGT.

PROGRAMMA

Нажать Softkey ПРОГРАММА.

Ввести полное название тракта вызываемой программы, подтвердить нажатием клавиши END. Вызываемая программа должна сохраняться на жёстком диске УЧПУ. Если вводим только одно имя программы, то вызываемая программа должна стоять в том же списке что и вызывающая программа. Если вызываемая программа не стоит в том

же списке что и вызывающая программа, то следует ввести полное название тракта, например:

TNC:\ZW35\SCHRUPP\PGM1.H,

TNC:\ZW35\SCHRUPP\PGM1.H.

Если мы хотим вызвать ДИН/ИСО-программу, то следует ввести тип файла.I после имени программы. Можно вызвать любую программу также через цикл 12 PGM CALL. Q-параметры действуют при PGM CALL глобально. Учтите поэтому, что изменения Q-параметров в вызываемой программе воздействуют в данном случае также на вызываемую программу.

Виды вложений

- Подпрограммы в подпрограммах.
- Повторения части программы в повторении части программы.
- Повторение подпрограмм.
- Повторение части программы в подпрограмме.

Глубина вложения. Глубина вложения определяет, как часто части программы или подпрограммы могут содержать дальше подпрограммы или повторения части программы.

- Максимальная вложенность для подпрограмм: 88.
- Максимальная вложенность для вызовов главной программы: 6, причем CYCL CALL действует как вызов главной программы.
- Повторения части программы можно довольно часто подвергать вложению.

Подпрограмма в подпрограмме. Записи в УП в качестве примера:

0 BEGIN PGM UPGMS MM	
...	
17 CALL LBL 1	Вызов подпрограммы при LBL 1
...	
35 L Z+100 R0 FMAX M2	Последнее предложение главной программы (с M2)
36 LBL 1	Начало подпрограммы 1
...	
39 CALL LBL 2	Вызывается подпрограмма при LBL2
...	

45 LBL 0	Конец подпрограммы 1
46 LBL 2	Начало подпрограммы 2
...	
62 LBL 0	Конец подпрограммы 2
63 END PGM UPGMS MM	

Выполнение программы:

1. Главная программа UPGMS выполняется до предложения 17.
2. Подпрограмма 1 вызывается и выполняется до предложения 39.
3. Подпрограмма 2 вызывается и выполняется до предложения 62. Конец подпрограммы 2 и возврат к подпрограмме, из которой она была вызвана.
4. Подпрограмма 1 выполняется от предложения 40 до предложения 45. Конец подпрограммы 1 и возврат к главной программе UPGMS.
5. Подпрограмма UPGMS выполняется от предложения 18 до предложения 35. Возврат к предложению 1 и конец программы.

Повторение повторений части программы.

Записи в УП в качестве примера:

0 BEGIN PGM REPS MM	
...	
15 LBL 1	Начало повторения части программы 1
...	
20 LBL 2	Начало повторения части программы 2
...	
27 CALL LBL 2 REP 2/2	Часть программы между тем предложением и LBL 2
...	повторяется 2 раза (предложение 20)
35 CALL LBL 1 REP 1/1	Часть программы между тем предложением и LBL 1
...	повторяется 1 раза (предложение 15)
50 END PGM REPS MM	

Выполнение программы:

1. Главная программа REPS выполняется до предложения 27.
2. Часть программы между предложением 27 и предложением 20 повторяется 2 раза.

3. Подпрограмма REPS выполняется от предложения 28 до предложения 35.

4. Часть программы между предложением 35 и предложением 15 повторяется 1 раз (содержит повторение части программы между предложением 20 и предложением 27).

5. Главная программа REPS выполняется от предложения 36 до предложения 50 (конец программы).

Повторение подпрограммы.

Записи в УП в качестве примера:

0 BEGIN PGM EPGREP MM	
...	
10 LBL 1	Начало повторения части программы 1
11 CALL LBL 2	Вызов подпрограммы
12 CALL LBL 1 REP 2/2	Часть программы между этим предложением и LBL1 повторяется 2 раза (предложение 10)
...	
19LZ+100 R0 FMAX M2	Последнее предложение главной программы с M2
20 LBL 2	Начало подпрограммы
...	
28 LBL 0	Конец подпрограммы
29 END PGM UPGREP MM	

Выполнение программы:

1. Главная программа UPGREP выполняется до предложения 11.
2. Подпрограмма 2 вызывается и выполняется.
3. Часть программы между предложением 12 и предложением 10 повторяется 2 раза. Подпрограмма 2 повторяется 2 раза.
4. Главная программа UPGREP выполняется от предложения 13 до предложения 19, конец программы.

Пример: фрезерование контура с несколькими подводами.

Прогон программы:

- предпозиционировать инструмент на верхнюю грань заготовки;
- ввести подвод с приращением;

- фрезерование контура;
- повторение подвода и фрезерования контура;

0 BEGIN PGM PGMWDH MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10	Определение инструмента
4 TOOL CALL 1 ZS500	Вызов инструмента
5 LZ+250 R0 FMAX	Свободный ход инструмента
6 LX-20 Y+30 R0 FMAX	Предпозиционирование, плоскость обработки
7 LZ+0 R0 FMAX M3	Предпозиционировать на верхнюю грань заготовки
8 LBL 1	Метка для повторения части программы
9 L IZ-4 R0 FMAX	Инкрементный подвод на глубину (вне материала)
10 APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5 RL F250	Наезд контура
11 FC DR- R18 CLSD+ CCX+20 CCY+30	Контур
12 FLT	
13 FCT DR- R15 CCX+50 CCY+75	
14 FLT	
15 FCT DR- R15 CCX+75 CCY+20	
16 FLT	
17 FCT DR- R18 CLSD- CCX+20 CCY+30	
18 DEP CT CCA90 R+5 F1000	Отвод от контура
19 LX-20 Y+0 R0 FMAX	Свободный ход
20 CALL LBL1 REP 4/4	Возврат к LBL 1; в общем четыре раза
21 LZ+250R0FMAXM2	Свободный ход инструмента, конец программы
22 END PGM PGMWDH MM	

5.12. Примеры программирования

5.12.1. Пример программирования обработки группы отверстий

Прогон программы:

- наезд групп отверстий в главной программе;
- вызов группы отверстий (подпрограмма 1);
- программировать группу отверстий только один раз в подпрограмме.

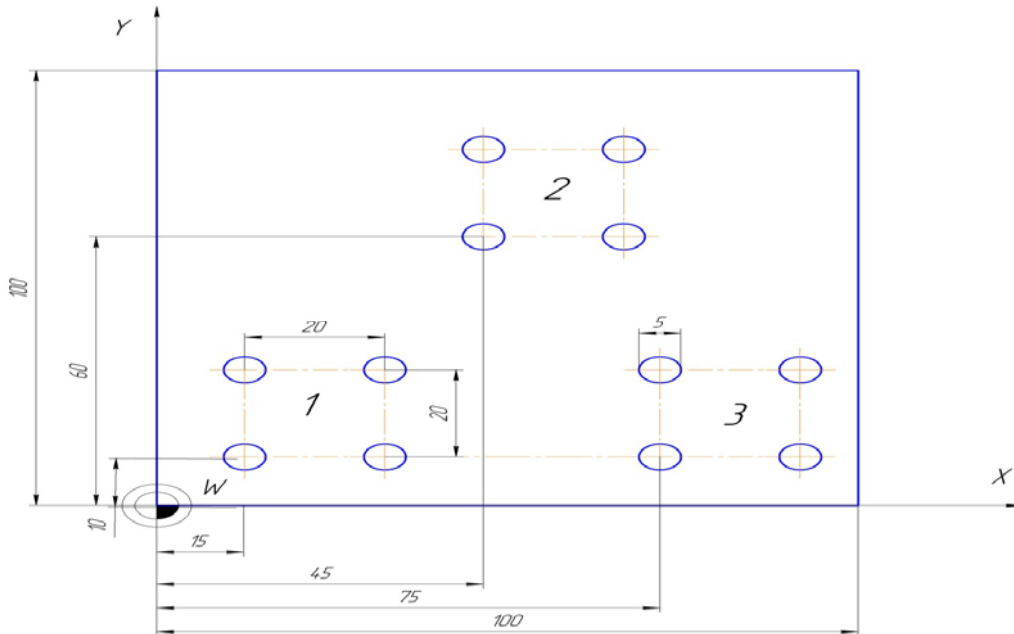


Рис. 5.31. Три группы отверстий одинакового диаметра

Текст управляющей программы для обработки групп отверстий (рис. 5.31) одним инструментом:

0. BEGIN PGM UP1 MM		
1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20		
2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0		
3. TOOL DEF 1 L+0 R+2.5		Определение инструмента
4. TOOL CALL 1 Z S5000		Вызов инструмента
5. L Z+250 R0 FMAX		Свободный ход инструмента
6. CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ		Дефиниция цикла «Сверление»
Q200=2	безопасное расстояние	
Q201=10	глубина	
Q206=250	F подача на глубину	

Q202=5	глубина подвода	
Q210=0	время пребывания на- верху	
Q203=+0	коорд.поверхн.	
Q204=10	2. без.расстояние	
Q211=0.25	время пребывания вни- зу	
7. L X+15 Y+10 R0 FMAX M3		Наезд точки старта группы от- верстий 1
8. CALL LBL 1		Вызов программы для группы от- верстий
9. L X+45 Y+60 R0 FMAX		Наезд точки старта группы отвер- стий 2
10. CALL LBL 1		Вызов программы для группы от- верстий
11. L X+75 Y+10 R0 FMAX		Наезд точки старта группы от- верстий 3
12. CALL LBL 1		Вызов подпрограммы для груп- пы отверстий
13. L Z+250 R0 FMAX M2		Конец главной программы
14. LBL 1		Начало подпрограммы 1: Группа отверстий
15. CYCL CALL		Отверстие 1
16. L IX.20 R0 FMAX M99		Наезд 2 отверстия, вызов цикла
17. L IY+20 R0 FMAX M99		Наезд 3 отверстия, вызов цикла
18. L IX-20 R0 FMAX M99		Наезд 4 отверстия, вызов цикла
19. LBL 0		Конец подпрограммы 1
20. END PGM UP1 MM		

5.12.2.Пример программирования обработки группы отверстий с помощью нескольких инструментов

Прогон программы:

- программирование циклов обработки в главной программе;
- вызов полного рисунка сверления (подпрограмма 1);

- наезд группы отверстий в подпрограмме 1, вызов группы отверстий (подпрограмма 2);
- запрограммировать группу отверстий только один раз в подпрограмме 2.

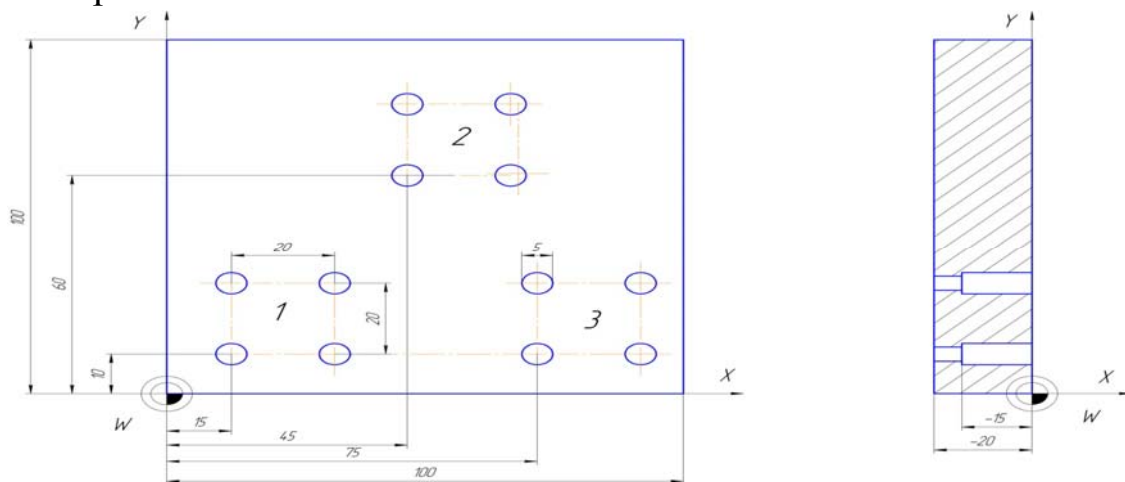


Рис. 5.32. Группы отверстий, обрабатываемых разными инструментами

Текст управляющей программы для обработки групп отверстий (рис. 5.32) несколькими инструментами:

0. BEGIN PGM UP1 MM		
1. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20		
2. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0		
3. TOOL DEF 1 L+0 R+4		Определение инструмента центровое сверло
4. TOOL DEF 2 L+0 R+3		Определение инструмента сверло
5. TOOL DEF 2 L+0 R+3.5		Определение инструмента развертка
6. TOOL CALL 1 Z S5000		Вызов инструмента центровое сверло
7. L Z+250 R0 FMAX		Свободный ход инструмента
8. CYCL DEF 200 СВЕРЛЕНИЕ		Определение цикла «Центрирование»
Q200=2	безопасное расстояние	
Q201=-3	глубина	
Q206=250	F подача на глубину	
Q202=3	глубина подвода	
Q210=0	время преб.на верху	
Q203=+0	коорд.поверхн.	
Q204=10	2. без.расстояние	
Q211=0.25	время пребывания внизу	

9. CALL LBL 1	Вызов программы 1 для полного рисунка сверления
10. L Z+250 R0 FMAX M6	Смена инструмента
11. TOOL CALL 2 Z S4000	Вызов инструмента сверло
12. FN 0: Q201=-25	Новая глубина для сверления
13. FN 0: Q201=+5	Новый подвод для сверления
14. CALL LBL 1	Вызов подпрограммы 1 для полного рисунка сверления
15. L Z+250 R0 FMAX M6	Смена инструмента
16. TOOL CALL 3 Z S500	Вызов инструмента развёртка
17. CYCL DEF 201 развертывание	Определение цикла «Развёртывание»
Q200=2	безопасное расстояние
Q201=-15	глубина
Q206=250	F подача на глубину
Q211=0.5	время преб.внизу
Q208=400	F возврат
Q203=+0	коорд.поверхн.
Q204=10	2. без.расстояние
18. CALL LBL 1	Вызов подпрограммы 1 для полного рисунка сверления
19. L Z+250 R0 FMAX M2	Конец главной программы
20. LBL 1	Начало подпрограммы 1: Полный рисунок отверстий
21. L X+15 Y+10 R0 FMAX M3	Наезд точки старта группы отверстий 1
22. CALL LBL 2	Вызов подпрограммы 2 для группы отверстий
23. L X+45 Y+60 R0 FMAX	Наезд точки старта группы отверстий 2
24. CALL LBL 2	Вызов подпрограммы 2 для группы отверстий
25. L X+75 Y+10 R0 FMAX	Наезд точки старта группы отверстий 3
26. CALL LBL 2	Вызов подпрограммы 2 для группы отверстий

27. LBL 0	Конец подпрограммы 1
28. LBL 2	Начало подпрограммы 2: группа отверстий
29. CYCL CALL	1-е отверстие-подвод с активным циклом обработки
30. L 9X+20 R0 FMAX M99	Наезд 2 отверстия, вызов цикла
31. L IY+20 R0 FMAX M99	Наезд 3 отверстия, вызов цикла
32. L IX-20 R0 FMAX M99	Наезд 4 отверстия, вызов цикла
33. LBL 0	Конец подпрограммы 2
34. END PGM UP2 MM	

5.13. Принцип и обзор функций

С помощью Q-параметра можно в одной программе обработки определить целое семейство деталей. Для этого введите вместо числовых значений Q-параметры, которые могут выражать собой значения координат, подачу, числа оборотов, данные циклов. Кроме того, с помощью Q-параметров можно программировать контуры, которые определяются математическими функциями или которые ставят в зависимость выполнение отдельных шагов обработки от логических условий. В сопряжении с ФК-программированием с Q-параметрами можно комбинировать контуры, не соответствующие числовому управлению размерам. Q-параметр обозначен буквой Q и номером от 0 до 399. Q-параметры разделены на три области, указанные ниже:

Значение	Диапазон
Свободно применяемые параметры, действующие глобально для всех находящихся в памяти ЧПУ программ	от Q0 до Q99
Параметры для специальных функций ЧПУ	от Q100 до Q199
Параметры, применяемые главным образом для циклов, действуют глобально для всех находящихся в ЧПУ-памяти программ	от Q200 до Q399

Подсказки для программирования

Q-параметры и числовые значения могут вводиться в программу в смешанной форме. Можно присваивать Q-параметрам числовые значения от -99 999,9999 до +99 999,9999. ЧПУ самостоятельно придаёт некоторым Q-параметрам всегда те же данные, например, Q-параметру Q108 актуальный радиус инструмента.

Если применяем параметры от Q60 до Q99 в циклах производителя, то через параметр станка MP7251 определяется воздействие этого параметра либо локально в цикле производителя либо глобально для всех программ.

Вызов функции Q-параметров

Вводя программу обработки, нажмите клавишу «Q» (после ввода чисел и выбора оси под -/+ клавишей). Тогда УЧПУ указывает следующие Softkeys:

Группа функций	Программируемая клавиша
Основные математические функции	OSNOVNY JE FUNK.
Тригонометрические функции	TRIGON. FUNK.
Функция для расчета круга	RASCHIOT KRUGA
Если/то решения, прыжки	PRYSHKI
Другие функции	RAZNYJE FUNK.
Непосредственный ввод формулы	FORMULA
Функция для обработки комплексных контуров	FORMULA KONTURA

Семейства деталей – Q-параметры вместо числовых значений. С помощью функции Q-параметров FN0: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ можете придавать Q-параметрам числовые значения. В таком случае употребляется в программе обработки вместо числового значения определенный Q-параметр.

Запись в качестве примера:

15 FNO: Q10=25	Назначение
...	Q10 получает значение 25
25 L X+Q10	соответствует L X+25

Для семейств деталей мы программируем, например, характерные размеры детали в виде Q-параметров. Потом для обработки отдельных деталей каждому параметру присваиваем соответствующее числовое значение.

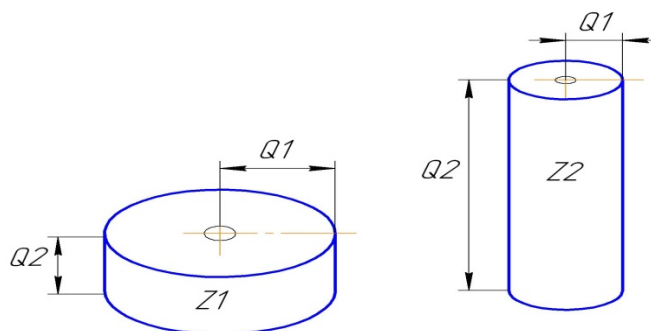


Рис. 5.33. Цилиндры, размеры которых заданы с применением Q-параметров

Пример задания размеров цилиндров с применением Q-параметров (рис. 5.33):

Радиус цилиндра	R=Q1
Высота цилиндра	H=Q2
Цилиндр Z1	Q1=+30 Q2=+10
Цилиндр Z2	Q1=+10 Q2=+50

5.14. Пример программирования обработки вогнутого цилиндра с помощью радиусной фрезы

Прохождение программы:

- программа функционирует только с применением радиусной фрезы, длина инструмента относится к центру головки;
- контур цилиндра состоит из многих небольших отрезков прямой (определяемый через Q13). Чем больше установленных шагов, тем более гладким будет контур;

- цилиндр фрезеруется продольно, то есть в соответствии с рис. 5.34 параллельно оси Y;

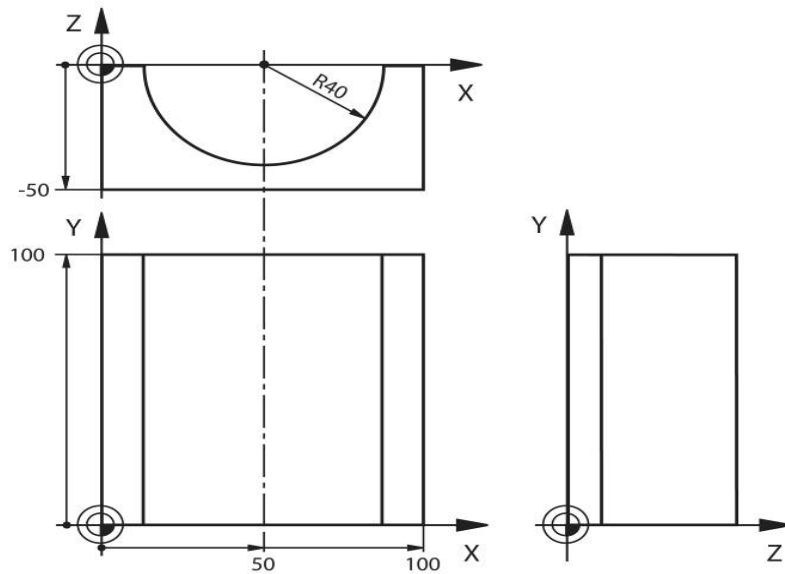


Рис. 5.34. Вогнутый цилиндр, подлежащий обработке

- направление фрезерования определяется через угол старта и конечный угол в пространстве. Направление обработки - по часовой стрелке, угол старта больше конечного угла. Затем направление обработки по часовой стрелке, угол старта меньше конечного угла;
- радиус инструмента корригируется автоматически.

Ниже приведена управляющая программа для обработки вогнутого цилиндра радиусной фрезой:

0. BEGIN PGM ZYLIN MM

- | | |
|---------------------|---|
| 1. FN 0: Q1 =+50 | Центр X-оси |
| 2. FN 0: Q2 =+0 | Центр Y-оси |
| 3. FN 0: Q3 =+0 | Центр Z-оси |
| 4. FN 0: Q4 =+90 | Угол старта (плоскость Z/X) |
| 5. FN +270: Q5 = +0 | Конечный угол пространство
(плоскость Z/X) |
| 6. FN 0: Q6 =+40 | Радиус цилиндра |
| 7. FN 0: Q7 =+100 | Длина цилиндра |
| 8. FN 0: Q8 = +0 | Угловое положение на плоскости X/Y |
| 9. FN 0: Q10 =+5 | Припуск на радиус цилиндра |

10. FN 0: Q11 =+250	Подача на глубину врезания
11. FN 0: Q12 =+400	Подача фрезерования
12. FN 0: Q13 =+90	Количество резаний
13. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50	Дефиниция заготовки
14. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15. TOOL DEF 1 L+0 R+3	Определение инструмента
16. TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента
17. L Z+250 R0 FMAX	
18. CALL LBL 10	Вызов обработки
19. FN 0: Q10 =+0	Возврат припуска
20. CALL LBL 10	Свободный ход инструмента, конец программы
21. L Z+100 R0 FMAX M2	Вызов обработки
22. LBL 10	Подпрограмма 1 0: Обработка
23. Q16 = Q6 - Q10 - Q108	Расчёт припуска и инстру- мента относительно радиуса цилиндра
24. FN 0: Q20 = +1	Установить счётчик проходов
25. FN 0: Q24 = +Q4	Угол старта (плоскость Z/X) копировать
26. Q25 = (Q5 - Q4) / Q13	Рассчитать шаг угла
27. CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Переместить нулевую точку в центр цилиндра (X-ось)
28. CYCL DEF 7.1 X+Q1	
29. CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
30. CYCL DEF 7.3 Z+Q3	
31. CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Угловое положение на по- верхности пересчитать
32. CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
33. L X+0 Y+0 R0 FMAX	Предпозиционирование на плоскости в центр цилиндра
34. LBL 1	Предпозиционировать на оси шпинделя
35. L Z+5 R0 F1000 M3	

36. CC Z+0 X+0	Установить полюс на Z/X-плоскости
37. LP PR+Q16 PA+Q24 FQ11	Наезд на позицию старта цилиндра, врезая в материал под углом
38. L Y+Q7 R0 FQ12	Продольное резание в направлении Y+
39. FN 1: Q20 = +Q20 + +1	Актуализовать счётчик проходов
40. FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25	Актуализовать пространственный угол
41. FN 11: IF +Q20 GT +Q13 GOTO LBL 99	Запрос на готово, если да, то прыжок к концу
42. LP PR+Q16 PA+Q24 FQ11	Проезд по приближённой "дуге" для следующего продольного резания
43. L Q+0 F0 FQ12	Продольное резание в направлении Y
44. FN 1: Q20 = +Q20 + +1	Актуализовать счётчик проходов
45. FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25	Актуализовать пространственный угол
46. FN 12: IF +Q20 LT +Q13 GOTO LBL 1	Запрос на "не готово", если да, то возврат к LBL 1
47. LBL 99	
48. CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ	Сброс поворота
49. CYCL DEF 10.1 ROT+0	
50. CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Сброс перемещения нулевой точки
51. CYCL DEF 7.1 X+0	
52. CYCL DEF 7.2 Y+0	
53. CYCL DEF 7.3 Z+0	
54. LBL 0	Конец подпрограммы
55. END PGM ZYLIN	

5.15. Пример программирования обработки выпуклого шара с помощью концевой фрезы

Программа работает только с применением концевой фрезы. Контур шара создаётся с помощью многих небольших отрезков прямой (Z/X-плоскость, определяемая через Q14).

Чем меньше установлен шаг угла, тем более гладким будет контур. Количество резаний по контуру определяется с помощью шага угла на плоскости (через Q18). Шар фрезеруется 3D-резанием снизу вверх. Радиус инструмента корригируется автоматически.

Ниже приведена управляющая программа для обработки выпуклого шара (рис. 5.35) концевой фрезой.

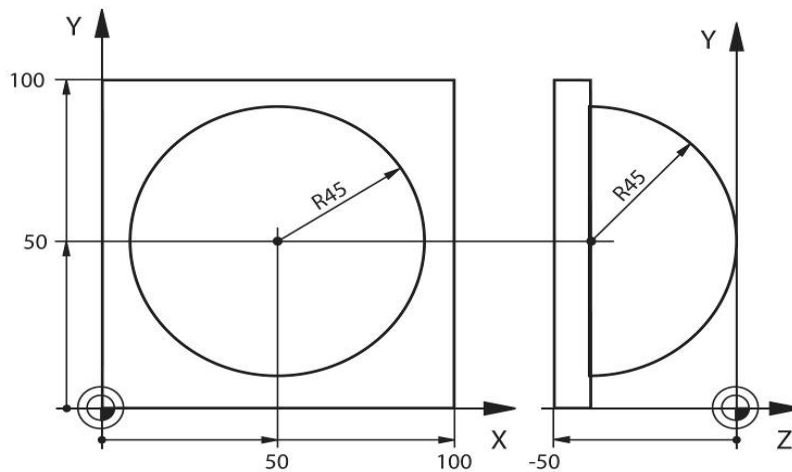


Рис. 5.35. Выпуклый шар, подлежащий обработке

- | | |
|---------------------|---|
| 1. BEGIN PGM ШАР MM | |
| 2. FN 0: Q1 =+50 | Центр X-оси |
| 3. FN 0: Q2 =+50 | Центр Y-оси |
| 4. FN 0: Q4 =+90 | Угол старта (плоскость Z/X) |
| 5. FN 0: Q5 = +0 | Конечный угол (плоскость Z/X) |
| 6. FN 0: Q14 =+5 | Шаг угла в пространстве |
| 7. FN 0: Q6 =+45 | Радиус шара |
| 8. FN 0: Q8 = +0 | Угол старта углового положения на плоскости X/Y |
| 9. FN 0: Q9 =+360 | Конечный угол углового положения на плоскости X/Y |
| 10. FN 0: Q18 =+10 | Шаг угла на плоскости X/Y для черновой обработки |

11. FN 0: Q10 =+5	Припуск радиуса шара для черновой обработки
12. FN 0: Q11 =+2	Безопасное расстояние для позиционирования на оси шпинделя
13. FN 0: Q12 =+350	Подача фрезерования. Дефиниция заготовки
14. BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50	
15. BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
16. TOOL DEF 1 L+0 R+3.5	Определение инструмента
17. TOOL CALL 1 Z S4000	Вызов инструмента
18. L Z+250 R0 FMAX	Свободный ход инструмента
19. CALL LBL 10	Вызов обработки
20. FN 0: Q10 =+0	Возврат припуска
21. FN 0: Q18 =+5	Шаг угла на плоскости X/Y для чистовой обработки
22. CALL LBL 10	Вызов обработки
23. L Z+100 R0 FMAX M2	Свободный ход инструмента, конец программы
24. LBL 10	Подпрограмма 10: Обработка
25. FN 1: Q23 = +Q11 + +Q6	Расчёт Z-координаты для предварительного позиционирования
26. FN 0: Q24 = +Q4	Угол старта (плоскость Z/X) копировать
27. FN 1: Q26 = +Q6 + +Q108	Радиус шара корректировать для предварительного позиционирования
28. FN 0: Q28 = +Q8	Угловое положение на плоскости копировать
29. FN 1: Q16 = +Q6 + +Q10	Учитывать припуск для радиуса шара
30. CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА	Перенести нулевую точку в центр шара
31. CYCL DEF 7.1 X+Q1	
32. CYCL DEF 7.2 Y+Q2	

33. CYCL DEF 7.3 Z-Q16
34. CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ Угол старта углового положения на плоскости пересчитать
35. CYCL DEF 10.1 ROT+Q8
36. LBL 1 Предварительно позиционировать на оси шпинделя
37. CC X+0 Y+0 Установить полюс на X/Y-плоскости для предварительного позиционирования
38. LP PR+Q26 PA+Q8 R0 FQ12 Предварительно позиционировать на плоскости
39. CC Z+0 X+Q108 Установить полюс на Z/X-плоскости со смещением на величину радиуса инструмента
40. L Y+0 Z+0 FQ12 Проезд на глубину
41. LBL 2
42. LP PR+Q6 PA+Q24 R9 FQ12 Проезд приближённой "дугой" наверх
43. FN 2: Q24 = +Q24 - +Q14 Актуализовать пространственный угол
44. FN 11: IF +Q24 GT +Q5 GOTO LBL 2 Запрос готова ли дуга, если нет, то возврат к LBL 2
45. LP PR+Q6 PA+Q5
46. L Z+Q23 R0 F1000 Свободный ход на оси шпинделя
47. L X+Q26 R0 FMAX Предварительно позиционировать для следующей дуги
48. FN 1: Q28 = +Q28 + +Q18 Угловое положение на плоскости актуализовать
49. FN 0: Q24 = +Q4 Возврат пространственного угла
50. CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ Активировать новое угловое положение
51. CYCL DEF 10,0 ROT+Q28
52. FN 12: IF +Q28 LT +Q9 GOTO LBL 1
53. FN 9: IF +Q28 EQU +Q9 Запрос на "не готово", если да, то возврат к LBL 1
GOTO LBL 1

- 54. CYCL DEF 10.0 ПОВОРОТ Сброс поворота
- 55. CYCL DEF 10.1 ROT+0
- 56. CYCL DEF 7.0 НУЛЕВАЯ ТОЧКА Сброс перемещения нулевой точки
- 57. CYCL DEF 7.1 X+0
- 58. CYCL DEF 7.2 Y+0
- 59. CYCL DEF 7.3 Z+0
- 60. LBL 0 Конец подпрограммы
- 61. END PGM ШАР ММ

5.16. Графика

В режимах работы прогона программы и в режиме работы. Тест программы УЧПУ моделирует обработку графически. С использованием программируемых клавиш Softkeys выбираем вид имитирования:

- вид сверху;
- представление в трех плоскостях;
- 3D-представление.

Графика ЧПУ соответствует изображению заготовки, обрабатываемой с помощью цилиндрического инструмента. В случае активной таблицы инструментов можно изображать обработку с помощью радиусной фрезы. Для этого надо занести $R2 = R$ в таблицы инструментов. ЧПУ не указывает графики, если:

- актуальная программа не содержит действительного определения обрабатываемой детали;
- не избрана программа.

С помощью параметров станка от 7315 до 7317 можно установить, чтобы ЧПУ не представляло графику также в случаях, если не определена ось шпинделя.

Графическим моделированием нельзя пользоваться в случае части программ или программ с движениями осей вращения или при наклоненной плоскости обработки. В этих случаях УЧПУ выдает сообщение об ошибках. ЧПУ не выдает в графике запрограммированного в TOOL CALL-записи припуска радиуса DR. В режимах работы «Прогон программы» и «Тест программы» ЧПУ указывает следующие программируемые клавиши Softkeys: вид сверху, представление в трех плоскостях и 3D-представление.

Ограничение во время прогона программы. Обработку невозможно одновременно представить графически, если ВМ УЧПУ уже загружена сложными задачами обработки или операциями обработки больших поверхностей. Пример: строчное фрезерование по всей детали с помощью большого инструмента, в этом случае УЧПУ не продолжает графики и показывает текст ERROR (ОШИБКА) в окне графики. Обработка заготовки, однако, выполняется дальше.

Вид сверху: такой вид графического моделирования происходит быстрее всех. Выбор вида сверху с помощью программируемой клавиши (Softkey). Для лучшего представления графического материала по глубине действует принцип: «Чем глубже, тем темнее».

В случае изображения в трех плоскостях в распоряжении находятся функции для увеличения разрезов. Дополнительно можно переместить плоскость разреза через программируемые клавиши: выберите Sofkey для представления заготовки в трех плоскостях. Переключите линейку Softkey и выберите Softkey для выбора плоскостей разреза. УЧПУ указывает следующие программируемые клавиши: вертикальную плоскость разреза передвинуть вправо или влево, вертикальную плоскость разреза передвинуть вперед или назад, горизонтальную плоскость разреза передвинуть вверх или вниз.

Положение плоскости разреза видно во время перемещения на экране. УЧПУ указывает координаты линии разреза относительно нулевой точки обрабатываемой детали в окне графики. Изображаются только координаты на плоскости обработки. Эту функцию активируем с помощью параметра станка 7310.

3D-представление: УЧПУ показывает обрабатываемую деталь в пространстве. 3D-изображение можно поворачивать вокруг вертикальной оси или опрокидывать вокруг горизонтальной оси. Очертания заготовки в начале графического моделирования можно представить в виде рамок.

В режиме работы «Тест программы» в распоряжении находятся функции для увеличения разреза. Выбор 3D-представления осуществляют с помощью программируемой клавиши «3D-представление поворачивать увеличивать/уменьшать». Переключаем линейку программируемых клавиш до тех пор, пока не появится клавиша для выбора функции поворота и увеличения/уменьшения.

Выбор функции для поворота и увеличения/ уменьшения: представление пятиградусными шагами вертикального поворота; изображение пятиградусными шагами горизонтального поворота; изображение шагами увеличивать; изображение шагами уменьшать. Если изображение увеличено или уменьшено, то УЧПУ указывает в линейке сноски окна букву Z. Тест программы или прогон программы можно запускать заново с помощью программируемой клавиши START (RESET + START восстанавливает начальную форму и размеры обрабатываемой детали).

Повторение графического моделирования. Программу обработки вы можете довольно часто графически моделировать. Для этого вы можете восстановить прежнее состояние графики на обрабатываемой детали или на увеличенном вырезе детали.

Определение времени обработки заключается в определении времени с момента пуска программы до ее конца. В случае перерывов время останавливается.

Индикация приблизительного времени, которое вычисляет ЧПУ для продолжительности движений инструмента, выполняющихся с подачей, не пригодна для калькуляции времени изготовления, так как ЧПУ не учитывает времени выполнения станком вспомогательных операций (например смены инструмента).

Выбор функции секундомера. Переключать линейку программируемых клавиш до тех пор, пока УЧПУ не укажет клавиши, оснащенные функциями секундомера. Функции секундомера:

- указанное время ввести в память;
- указать сумму сохраняемого и показываемого времени;
- сброс указываемого времени.

Программируемые клавиши налево от функции секундомера зависят от выбранного деления (сегментации) дисплея. Время возвращается в прежнее состояние с вводом новой ВЛК-формы.

5.17. Функции для индикации программы

В режимах работы «Прогон программы» и «Тест программы» УЧПУ показывает программируемые клавиши, с помощью которых можно проводить «листинг» программы обработки на экране отдельными страницами.

Функции:

- листинг в программе на одну страницу экрана в обратном направлении;
- листинг в программе на одну страницу экрана вперёд;
- выбор начала программы;
- выбор конца программы.

Тест программы. В режиме работы «Тест программы» мы имитируем прогон программ и частей программ, чтобы исключить ошибки. УЧПУ позволяет обнаружить:

- геометрические несовместимости;
- отсутствующие данные;
- невозможные для выполнения прыжки;
- нарушения рабочего пространства.

Дополнительно можно пользоваться следующими функциями:

- проведение теста программы отдельными предложениями;
- прекращение теста в любом предложении;
- пропуск предложений;
- функции для графического представления;
- установление времени обработки;
- дополнительная индикация статуса.

Выполнить тест программы.

В случае активного центрального магазина инструментов следует заранее активировать таблицу инструментов для теста программы (статус S). Выберите для этого в режиме работы «Тест программы» таблицу инструментов через управление файлами (PGM MGT). С помощью MOD-функции ДЕТАЛЬ В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ следует активировать надзор рабочего пространства для теста программы.

Выбор режима работы «Тест программы»

- ▶ Указать с помощью клавиши PGM MGT управление файлами и выбрать файл, который должен подвергаться тесту.
- ▶ Выбрать начало программы: с помощью клавиши GOTO (ИДИ К) выбрать «0» и подтвердить ввод клавишей ENT.

ЧПУ показывает следующие программируемые клавиши:

- тестирование всей программы;
- тестирование каждого отдельного предложения программы;

- отображение заготовки и тестирование целой программы;
- приостановить тест программы.

Выполнить тест программы вплоть до определённого предложения.

С СТОП ПРИ N ЧПУ выполняет тест программы только до этого предложения с номером N.

- ▶ Выбор начала программы в режиме работы «Тест программы».
- ▶ Выбор теста программы вплоть до определённого предложения: нажать программируемую клавишу СТОП ПРИ N.
- ▶ Стоп при N: Ввести номер предложения, на котором надо остановить тест программы.
- ▶ Программа: Ввести название программы, содержащей предложение с избранным номером; ЧПУ указывает название выбранной программы; если стоп программы должен наступить в программе, вызванной с помощью PGM CALL, то следует занести это название.
- ▶ Повторения: Ввести количество повторений, которые должны осуществляться, если N находится в повторении части программы.

Тест сегмента программы: нажать программируемую клавишу СТАРТ; ЧПУ тестирует программу до занесенного предложения «Прогон программы».

Прогон программы. В режиме работы «Прогон программы» УЧПУ выполняет программу в последовательности обработки до конца программы или до запрограммированного перерыва.

В этом режиме работы УЧПУ отрабатывает каждое предложение отдельно после нажатия внешней клавиши СТАРТ.

Следующие ЧПУ-функции можно использовать в режимах работы прогона программы:

- прерывание прогона программы;
- прогон программы до определённого предложения;
- пропуск предложений записи;
- редактирование таблицы инструментов TOOL.T;
- Q-параметры контролировать и изменять;
- совмещение позиционирования маховичком;
- функции для графического представления;
- дополнительная индикация статуса.

Выполнение программы обработки

Подготовка:

1. Закрепить заготовку на столе станка.
2. Установить точки отнесения (опорные точки).
3. Выбрать требуемые таблицы и палеты-файлы (статус M).
4. Выбрать программу обработки (статус M).

Подачу и частоту вращения шпинделя можно изменять с помощью вращающихся ручек регулирования (Override). Через программируемую клавишу FMAX можно уменьшить скорость холостого хода, по желанию провести отладку программы. Введённое значение остаётся активным также после выключения/ включения станка. Чтобы восстановить начальную скорость ускоренного хода, следует снова ввести соответствующее числовое значение.

Программа обработки запускается с помощью внешней клавиши СТАРТ. Прогон программы осуществляется отдельными предложениями, каждое предложение программы обработки следует запускать отдельно с помощью внешней клавиши СТАРТ.

Прерывание обработки

Есть разные возможности прерывания прогона программы:

- программированные перерывы;
- внешняя клавиша СТОП;
- переключение на прогон программы отдельными предложениями.

Если УЧПУ регистрирует ошибку во время прогона программы, то оно автоматически прерывает обработку.

Программированные перерывы. Перерывы можно устанавливать непосредственно в программе обработки. ЧПУ задерживает прогон программы, как только программа обработки выполнена до предложения, содержащего следующие данные:

- СТОП (с или без дополнительной функции);
- дополнительная функция M0, M2 или M30;
- дополнительная функция M6 (устанавливается производителем станков).

Перерыв с помощью внешней клавиши СТОП. При нажатии внешней клавиши СТОП предложение, обрабатываемое УЧПУ в момент нажатия клавиши, не выполняется полностью; в индикации статуса мерцает

символ «*». Если мы не хотим продолжать обработку, то УЧПУ возвращаем в прежнее состояние с помощью клавиши Softkey ВНУТРЕННИЙ СТОП: «*»-символ в индикации состояния гаснет. Провести в этом случае повторный пуск программы следует с самого начала. Прерывание обработки возможно переключением на режим работы «Прогон программы» отдельными блоками. УЧПУ прерывает обработку после того, как был отработан актуальный шаг обработки. Перемещение осей станка возможно во время перерыва, а также в режиме работы «Вручную».

Опасность столкновения!

Если прерываем прогон программы при наклонённой плоскости обработки, то с помощью программируемой клавиши 3D ON/OFF возможно переключить систему координат между наклонённой и ненаклонённой плоскостями. Функция клавишей направления осей, маховичка и модуля логики повторного наезда обрабатываются соответственно УЧПУ. Обратите внимание на то, чтобы была активной соответствующая система координат, а значения углов осей вращения были введены в 3D-ROT-меню.

Пример. Свободное перемещение шпинделя после поломки инструмента:

- прерывание обработки;
- деблокирование внешних клавишей направления: нажать Softkey РУЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ;
- перемещение осей станка с помощью внешних клавишей.

Для некоторых станков следует после нажатия программируемой клавиши ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВРУЧНУЮ нажать внешнюю клавишу START (СТАРТ) для освобождения внешних клавишей направления. Обратите внимание на информацию в инструкции по обслуживанию станка.

Продолжение прогона программы после перерыва. Если мы прерываем прогон программы во время цикла обработки, то при повторном входе в программу следует продолжать с начала цикла. Уже выполненные шаги обработки ЧПУ вынуждено пройти повторно.

Если прерывается прогон программы при отработке повторения части программы или при выполнении подпрограммы, то надо с по-

мощью функции ПРОБЕГ К БЛОКУ N повторно выйти к месту прерывания.

ЧПУ сохраняет в случае прерывания прогона программы:

- данные инструмента, вызванного в последнюю очередь;
- активные пересчёты координат (например перемещение нулевой точки, поворот, зеркальное отображение);
- координаты определённого в последнюю очередь центра круга.

Обратите внимание, чтобы сохраняемые данные оставались активными до момента их сброса (например до момента выбора новой программы). Сохраняемые данные используются для повторного подвода инструмента к контуру после ручного перемещения осей станка во время перерыва (Softkey НАЕЗД ПОЗИЦИИ).

Продолжить прогон программы с помощью клавиши СТАРТ. После перерыва можно продолжать прогон программы с помощью внешней клавиши СТАРТ, если мы приостановили программу следующим способом:

- нажатая внешняя клавиша СТОП;
- программированный перерыв.

Продолжение прогона программы после обнаружения ошибки. В случае немигающего сообщения об ошибках:

- устранить причину ошибки;
- стереть сообщение об ошибках на экране дисплея: нажать клавишу СЕ;
- новый пуск программы или продолжение прогона программы выполнить с этого места, в котором начался перерыв.

При мигающем сообщении об ошибках:

- держать две секунды нажатой клавишу END, ЧПУ выполняет старт в горячем состоянии;
- устранить причину ошибки;
- новый пуск.

При повторном появлении ошибки запишите текст сообщения и проинформируйте сервис.

Произвольный вход в программу (прогон записи). С помощью функции ПРОБЕГ К ЗАПИСИ (пробег вперед) можно отрабатывать программы со свободно выбираемого предложения N. Обработка заго-

товки до этого предложения учитывается УЧПУ в расчетах. Она может представляться ЧПУ графически.

Если мы прервали программу с помощью ВНУТРЕННИЙ СТОП, то УЧПУ предлагает автоматически записать N для входа, при котором мы прервали программу.

Начало предварительного прогона записи в подпрограмме не разрешается. Все необходимые программы, таблицы и файлы палет должны быть выбраны в режиме работы прогона программы (статус M).

Если программа содержит программированное прерывание до конца предварительного прогона записи, то в этом месте осуществляется прерывание предварительного прогона записи. Чтобы продолжить предварительный прогон записи, следует нажать внешнюю клавишу START (СТАРТ).

После предварительного прогона записи инструмент перемещается с помощью функции НАЕЗД ПОЗИЦИИ на установленную позицию. С помощью параметра станка 7680 определяем, начинается ли предварительный прогон записи в случае взаимосвязанных программ в предложении главной программы или в предложении *i*-й программы, в которой прогон программы был последний раз прерван. Программируемой клавишей (Softkey) 3D ОМОПР определяется, должно УЧПУ при наклонённой плоскости обработки наехать под наклоном или нет.

Функция M128 не разрешается в случае предварительного прогона записи. Если мы хотим использовать предварительный прогон записи в таблицы палет, то следует сначала выбрать с помощью клавишей со стрелкой в таблице палет ту программу, в которую мы хотим войти, и выбрать непосредственно программируемую клавишу (Softkey) ПРОГОН ДО ЗАПИСИ N.

Все циклы импульсного зонда и цикл 247 УЧПУ игнорируются при предварительном прогоне записи. Параметры результатов, описываемые этими циклами, не содержат в данном случае никаких значений. Для выбора первого предложения актуальной программы в качестве начала для пробега следует ввести GOTO «0». Для выбора пробега вперед надо нажать программируемую клавишу ПРОБЕГ ДО N.

► Пробег до N: ввести номер N предложения, при котором должен заканчиваться пробег.

- ▶ Программа: ввести название программы, содержащей предложение N.
- ▶ Повторения: ввести количество повторений, которые должны учитываться в прогоне записи в случае, если предложение N находится в повторении части программы. Пуск пробега записи вперед: нажать внешнюю клавишу СТАРТ.

Повторный наезд контура. С помощью функции НАЕЗД ПОЗИЦИИ УЧПУ перемещает инструмент к контуру детали в следующих случаях:

- повторный наезд после перемещения осей станка в перерыв, который произошёл без включения ВНУТРЕННИЙ СТОП;
- повторный наезд после прогона записи с ПРОБЕГ К БЛОКУ N, например, после перерыва с ВНУТРЕННИЙ СТОП;
- если изменилась позиция оси после открытия контура регулирования во время перерыва (зависит от станка);
- повторный наезд контура: выбор Softkey НАЕЗД ПОЗИЦИИ. В данном случае возобновить статус станка;
- переместить оси в такой последовательности, как это предлагает УЧПУ на экране: нажать внешнюю клавишу СТАРТ;
- переместить оси с любой последовательностью: нажать программируемые клавиши НАЕЗД X, НАЕЗД Z и т.д. и с помощью внешней клавиши СТАРТ активировать. Продолжать обработку: нажать внешнюю клавишу СТАРТ.

5.18. Автоматический пуск программы

Чтобы провести автоматический пуск программы, УЧПУ должно быть подготовлено производителем станков, изучите инструкцию по обслуживанию станка.

Через программируемую клавишу АВТОСТАРТ можно в режиме работы прогона программы провести пуск активной в данном режиме работы программы. Высветить окно для установления момента времени пуска.

Время (ч, мин, с): час дня, когда программа должна запускаться.

Дата (ДД.ММ.ГГГГ): дата, когда программа должна запускаться.

Для активирования старта: установка Softkey АВТОСТАРТ на ON.

Пропуск предложений. Предложения, обозначённые нами при программировании знаком «/», можно пропустить при отладке или прого-

не программы. Предложения программы со знаком «/» не выполнять или тестировать: установка Softkey на ON. Предложения программы со знаком «/» выполнять или тестировать: установка Softkey на OFF. Эта функция не действительна для TOOL DEF-предложений. В последнюю очередь избранная настройка сохраняется даже после прерыва в электроснабжении.

Стирание «/»-знака. В режиме работы программу ввести в память/редактировать, избрать блок, в котором должен стираться знак выделения.

Задержание прогона программы на выбор. УЧПУ прерывает либо прогон, либо тест программы в предложениях с запрограммированной командой M01. Если используем M01 в режиме работы «Прогон программы», то УЧПУ не выключает вращение шпинделя и охладителя. Чтобы не прерывать прогона или теста программы в предложениях с M01, следует установить Softkey на OFF/ ON.

5.18.1. Выбор MOD-функции

Через MOD-функции можно выбирать дополнительные индикации и возможности ввода. Какие MOD-функции стоят в распоряжении, зависит от избранного режима работы. Для выбора MOD-функции следует нажать клавишу MOD. УЧПУ показывает типичные меню экрана: программу ввести в память/ редактировать, тест программы и режим работы станка.

Изменение настройки. Выбор MOD-функции в указанном меню выполняют с помощью клавишей со стрелкой. Чтобы изменить настройку, в распоряжении имеются три возможности в зависимости от выбранной функции:

– непосредственный ввод числовых значений, например, при определении ограничения диапазона перемещения;

– изменение настройки нажатием клавиши ENT, например, при определении ввода программы;

– изменение настройки в окне выбора. Нажатием клавиши GOTO можно высветить окно, в котором указаны все возможности настройки. Выбираем желаемую настройку непосредственным нажатием соответствующей цифровой клавиши или клавиши со стрелкой и подтверждаем клавишей ENT. Если мы не хотим изменять настройки, то закрываем окно клавишей END.

Выход из MOD-функции. Чтобы закончить действие MOD-функции нажимаем клавишу Softkey КОНЕЦ или клавишу END.

Обзор MOD-функций. В зависимости от избранного режима работы, можно провести следующие изменения:

- программу ввести в память/редактировать;
- указать разные номера программного обеспечения;
- ввод числа-ключа;
- наладка интерфейса;
- при необходимости ввести специфические для станка параметры пользователя;
- при необходимости указать файлы ПОМОЩЬ (HELP).

Тест программы:

- указать разные номера программного обеспечения;
- ввод числа-ключа;
- наладка интерфейса данных;
- представление обрабатываемой детали в рабочем пространстве;
- при необходимости ввести специфические для станка параметры пользователя;
- при необходимости указать файлы ПОМОЩЬ (HELP).

Все остальные режимы работы:

- указать разные номера программного обеспечения;
- указать показатели имеющихся в распоряжении опций;
- выбор индикаций положения;
- определить единицу измерения (мм/дюймы);
- определить язык программирования для MDI;
- определить оси для переноса фактического положения;
- установить ограничение диапазона перемещения;
- указать базовые точки;
- индикация рабочего времени;
- при необходимости указать файлы ПОМОЩЬ (HELP).

5.18.2. Номера программного обеспечения и опций

После выбора MOD-функции на экране УЧПУ находятся следующие номера ПО:

NC: Номер программного обеспечения числового управления (ЧУ, управляется фирмой HEIDENHAIN).

- PLC: Номер или имя программного обеспечения PLC (управляется производителем станков).
- DSP1: Номер программного обеспечения регулятора скорости вращения (управляется фирмой HEIDENHAIN).
- ICTL1: Номер программного обеспечения регулятора тока (управляется фирмой HEIDENHAIN).

5.18.3. Ввод числа-ключа

ЧПУ требует для следующих функций ввода числа-ключа:

Функция	Число-ключ
Выбор параметров пользователя	1 23
Ethernet-плату конфигурировать (нет iTNC 530 с Windows 2000)	NET123
Освободить специальные функции при программировании Q- параметров	555343

Дополнительно можно через слово-ключ `version` генерировать файл, содержащий актуальные номера ПО устройства управления:

- слово-ключ `version` ввести, клавишей ENT подтвердить;
- УЧПУ указывает на экране все актуальные номера ПО;
- закрыть обзор версий: нажать клавишу END;
- следите за предписаниями Setup-программы.

Специфические параметры станка для пользователя. Чтобы дать возможность пользователю провести наладку специфических для станка функций, производитель станков может определить вплоть до 16 параметров станка как параметры пользователя. Эта функция не находится на всех ЧПУ в распоряжении. Обратите внимание на информацию в инструкции по обслуживанию станка.

5.18.4. Представление обрабатываемой детали в рабочем пространстве

В режиме работы «Тест программы» можно проверить положение заготовки в рабочем пространстве (рис. 5.36) станка и активировать контроль рабочего пространства в режиме работы «Тест программы». Нажмите для этого Softkey ЗАГОТОВКА В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ.

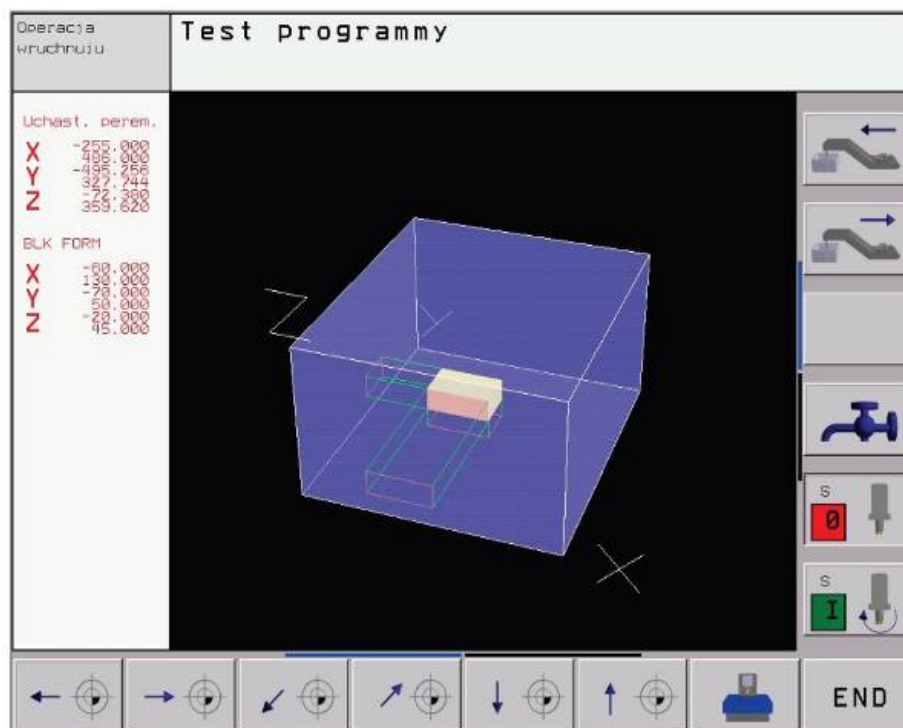


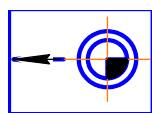
Рис. 5.36. Положение заготовки в рабочем пространстве станка

ЧПУ изображает прямоугольный параллелепипед для указания рабочего пространства, размеры которого стоят в окне «Диапазон перемещения». Замеры для рабочего пространства ЧПУ берёт из параметров станка для активного диапазона перемещения. Так как диапазон перемещения определён в эталонной системе станка, то нулевая (отсчётная) точка параллелепипеда соответствует нулевой точке станка. Положение нулевой точки станка в параллелепипеде можете высветить нажатием программируемой клавиши M91 (вторая линейка программируемых клавишей).

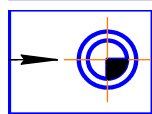
Функция

Softkeys (программированные клавиши)

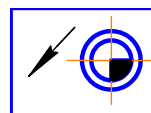
Заготовку переместить налево



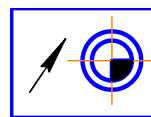
Заготовку переместить направо



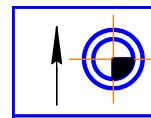
Заготовку переместить вперёд



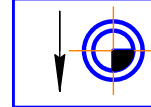
Заготовку переместить назад



Заготовку переместить вверх



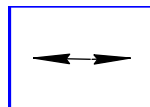
Заготовку переместить вниз



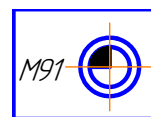
Указать заготовку относительно установленной опорной точки



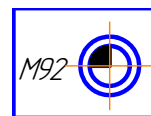
Указать целый диапазон перемещения в отнесении к представленной заготовке



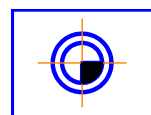
Указать точку отсчёта станка (нулевую точку) в рабочем пространстве



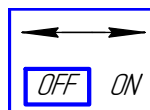
Указать установленную производителем станков позицию (например, пункт смены инструмента) в рабочем пространстве



Указать точку отсчёта обрабатываемой детали в рабочем пространстве



Включить контроль рабочего пространства для теста программы (ON)/ выключить (OFF)



Другой параллелепипед изображает обрабатываемую деталь, размеры которой УЧПУ берёт из дефиниции обрабатываемой детали избранной программы. Параллелепипед детали определяет систему координат ввода, нулевая точка которой лежит внутри параллелепипеда. Положение нулевой точки в параллелепипеде можете высветить, нажимая программируемую клавишу «Указать нулевую точку детали» (вторая линейка программируемых клавишей). На текст программы не влияет местонахождение обрабатываемой детали в рабочем про-

странстве. Если, однако, проводятся тесты программ, содержащих движения перемещения с M91 или M92, то мы должны «графически» так переместить заготовку, чтобы не повредить контура. Для этой цели следует использовать приведённые в таблице программируемые клавиши.

Кроме того, можно также активировать контроль рабочего пространства для режима работы «Тест программы», чтобы провести тест программы с актуальной точкой отнесения (опорной точкой) и активным диапазоном перемещения.

5.18.5. Выбор индикаций положения

При режимах работы «Вручную» и «Прогон программы» можно повлиять на индикацию координат, то есть показывать:

- разные положения инструмента;

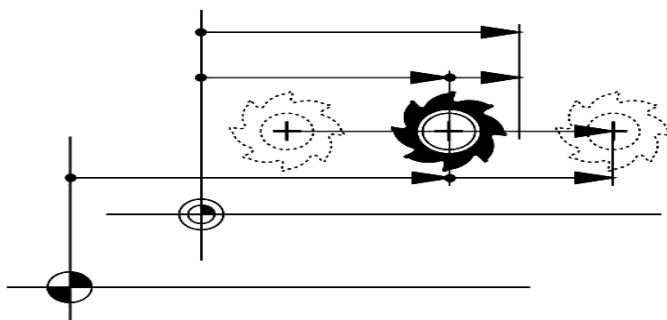


Рис. 5.37. Индикация положения режущего инструмента

- исходное положение;
- конечное положение инструмента;
- нулевую точку заготовки;
- нулевую точку станка;
- нулевую точку станка.

Для индикаций положения (рис. 5.37) можно выбирать следующие координаты:

наты:

заданное УЧПУ положение (актуальное фактическое положение инструмента в данный момент времени

SOLL значение);

исходное фактическое положение инструмента относительно точки отсчёта (нулевой точки) станка

1ST (ФАКТ);

остаточный промежуток к запрограммированному положению инструмента: разница между фактическим и целевым положением

REF;

RESTW;

ошибка запаздывания – разница между заданным и фактическим положением SCHPF;
отклонение измеряющей импульсной системы AUSL;
пути перемещения, которые выполнялись с помощью функции «Суперпозиция маховичка» (M118) (только индикация положения 2) M118.

С помощью MOD-функции «Индикация положения 1» выбираем индикацию положения статуса. С помощью MOD-функции «Индикация положения 2» выбираем индикацию положения дополнительного статуса.

5.19. Выбор системы мер

С помощью MOD-функции устанавливаем, должна ли ЧПУ указывать координаты в миллиметрах или в дюймах (дюймовая система).

Метрическая система мер: например, $X = 15,789$ (мм), смена MOD-функции мм/дюймы = мм. Индикация с тремя знаками после запятой.

Дюймовая система: например, $X = 0,6216$ (inch), смена MOD-функции мм/дюйм = дюйм. Индикация с четырьмя знаками после запятой.

Если дюйм-индикация активная, то ЧПУ указывает подачу в дюйм/мин. В дюйм-программе мы должны вводить подачу с коэффициентом в 10 раз больше.

Ввод ограничений диапазона перемещения, индикация нулевой точки

Внутри максимального диапазона перемещения можно ограничить действительно полезный путь перемещения режущего инструмента по осям координат.

Пример применения: защита от столкновений.

Максимальный диапазон перемещения ограничен конечным выключателем программного обеспечения (рис. 5.38). Действительно полезный путь перемещения ограничивается с помощью MOD-функции «ОБЛАСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ».

Для этого введите максимальное значение в положительном и отрицательном направлении осей относительно нулевой точки станка. Если наш станок располагает несколькими диапазонами перемеще-

ния, можете установить ограничение для каждого диапазона перемещения

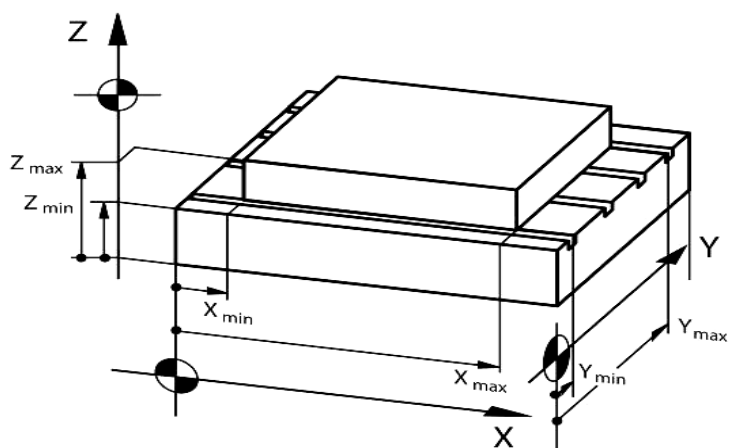


Рис. 5.38. Ограничения перемещений инструмента по осям координат

отдельно (программируемая клавиша ДИАПАЗОН ПЕРЕМЕЩЕНИЯ (1) до ДИАПАЗОН ПЕРЕМЕЩЕНИЯ (3)).

Работа без ограничения диапазона перемещения. Для осей координат, которые должны быть перемещены без ограни-

чения диапазона перемещения, введите максимальный путь перемещения ЧПУ (± 99999 mm) как ДИАПАЗОН ПЕРЕМЕЩЕНИЯ.

Установление максимального диапазона перемещения и его ввод:

- выбрать индикацию положения REF;
- подвести инструмент на положительные и отрицательные конечные положения по осям X, Y и Z;
- нотировать значения со знаком;
- выбрать MOD-функцию, нажав клавишу MOD. Ввести ограничение диапазона перемещения, нажать Softkey ДИАПАЗОН ПЕРЕМЕЩЕНИЯ;
- ввести записанные значения для осей как ограничения;
- выйти из MOD-функции: нажать Softkey КОНЕЦ.

Операции коррекции радиуса инструмента не учитываются в случае ограничений диапазона перемещения. Ограничения диапазона перемещения и конечный выключатель ПО учитываются после пересечения базовых точек.

Индикация базовых точек. Указываемые на экране значения определяют активную в данный момент базовую точку. Базовая точка может устанавливаться вручную или из таблицы Preset. Значения не могут быть изменены в меню экрана. Указанные значения зависят от конфигурации станка.

5.19.1. Указать файлы (HELP/ПОМОЩЬ)

Файлы помощи должны информировать пользователя о ситуациях, когда необходимы определённые способы действия, например, свободный ход станка после перерыва в электроснабжении. Дополнительные функции также можно документировать в файле HILFE (ПОМОЩЬ).

Файлы HILFE (HELP) не находятся в распоряжении каждого станка. Подробную информацию даёт производитель станков.

Выбор файлов ПОМОЩЬ (HILFE):

выбор MOD-функции: нажать клавишу MOD;

выбор активного файла ПОМОЩЬ: нажать Softkey FAUTO;

вызвать, если требуется, управление файлами (клавиша PGM MGT) и выбрать другой файл ПОМОЩЬ.

5.19.2. Индикация рабочего времени

Производитель станков может давать опцию высвечивания дополнительного времени. Через программируемую клавишу ВРЕМЯ СТАНКА можно указывать разные виды рабочего времени:

<i>Рабочее время</i>	<i>Значение</i>
Управление включено	Рабочее время управления с момента ввода в эксплуатацию
Станок включён	Рабочее время станка с момента ввода в эксплуатацию
Прогон программы	Рабочее время для управляемой работы с момента ввода в эксплуатацию

5.19.3. Телесервис

Функции для телесервиса освобождаются и устанавливаются производителем станков. Обратите внимание на инструкцию обслуживания станка. УЧПУ отдаёт две программируемые клавиши для телесервиса в распоряжение, чтобы создать возможность приспособления двух разных точек сервиса.

УЧПУ располагает возможностью проведения телесервиса. Для этого ЧПУ должно быть оснащено платой сети «Эзернет», с помощью которой достигается более высокая скорость передачи данных, чем через последовательный интерфейс RS-232-C. С помощью программ-

ного обеспечения для телесервиса фирмы HEIDENHAIN производитель станков может в целях диагностики установить связь с ЧПУ через ISDN-модем. В распоряжении находятся следующие функции:

- передача на экране в режиме «онлайн». Запрос состояния станка;
- передача файлов.
- дистанционное управление ЧПУ.

Вызов телесервиса/окончание:

- выбрать режим работы станка. Выбор MOD-функции: нажать клавишу MOD;
- установить соединение с сервисом: Softkey СЕРВИС или SUPPORT на ON. ЧПУ прекращает связь автоматически, если не в установленном производителем станка времени (стандарт: 15 мин), осуществляется передача данных;
- установить соединение с сервисом: Softkey СЕРВИС или SUPPORT на OFF. ЧПУ прерывает связь после истечения времени около одной минуты.

5.19.4. Внешний доступ

Производитель станков может конфигурировать внешние возможности доступа через LSV-2 интерфейс. С помощью программируемой клавиши ВНЕШНИЙ ДОСТУП можно освободить или блокировать доступ через LSV-2- интерфейс.

С помощью соответствующей записи в файле конфигурации TNC.SYS можно защищать каталоги, включая существующие подкаталоги. В случае доступа через LSV-2 интерфейс к данным из каталога запрашивается пароль. Назначьте в файле конфигурации TNC.SYS тракт и пароль для внешнего доступа. Файл TNC.SYS должен сохраняться в Root-списке TNC:\. Если ввести только одно занесение для пароля, то защищается таким образом целый дисковод TNC:\.

Используйте для передачи данных актуализированные версии программного обеспечения фирмы HEIDENHAIN: TNCremo или TNCremoNT.

Внешний доступ разрешить/блокировать:

- выбрать нужный режим работы станка;
- выбрать MOD-функцию нажатием клавиши MOD;
- разрешить соединение с УЧПУ: установить Softkey ВНЕШНИЙ ДОСТУП на ON. ЧПУ разрешает доступ к данным через LSV-2

интерфейс. В случае доступа к каталогу, находящемуся в файле конфигурации TNC.SYS, запрашивается пароль.
разрешить соединение с ЧПУ: установить Softkey ВНЕШНИЙ ДОСТУП на OFF. Тогда ЧПУ блокирует доступ через LSV-2 интерфейс.

5.20. Общие параметры пользователя

Общие параметры пользователя – это параметры станка, которые влияют на поведение ЧПУ. Типичные параметры пользователя:

- язык диалога;
- поведение интерфейсов;
- скорость перемещения;
- ходы выполнения обработки;
- воздействие перерегулирования (Override).

3D- импульсные системы

Выбор вида передачи данных MP6010:

- импульсная система с передачей по кабелю: 0;
- импульсная система с передачей по инфракрасным лучам: 1.

Подача контактирования для переключающей импульсной системы MP6120 1 до 3 000, мм/мин:

- максимальный путь перемещения к точке контактирования (проведение измерения) MP6130 0,001 до 99 999,9999 мм;
- безопасное расстояние к точке контактирования при автоматическом измерении MP6140 0,001 до 99 999,9999 мм;
- скорый ход для контактирования для переключающей импульсной системы MP6150 1 до 300000 мм/мин;
- измерение смещения центра импульсной системы при калибровке переключающей импульсной системы MP6160:
- без ставосьмидесятиградусного поворота 3D -импульсной системы при калибровке: 0;
- М-функция для ставосьмидесятиградусного поворота импульсной системы при калибровке: 1 до 999.

М-функция для ориентации инфракрасного зонда перед каждой операцией измерения MP6161:

- функция неактивная: 0;
 - ориентация непосредственно через ЧУ: -1;
- М-функция для ориентации импульсной системы от 1 до 999:
- угол ориентации для инфракрасного зонда MP6162 от 0 до 359,9999°;
 - разница между актуальным углом ориентации и углом ориентации из MP 6162, начиная с которого следует провести ориентацию шпинделя MP6163 от 0 до 3,0000°;

Инфракрасный щуп перед измерением автоматически на программированное направление ориентировать MP6165:

- функция неактивная – 0;
- ориентация инфракрасного щупа – 1.

Многократное измерение для программируемой функции контактирования MP6170 1 доз. Доверительный диапазон для многократного измерения MP6171 от 0,001 до 0,999 мм. Середина калибровочного кольца на X-оси в отнесении к нулевой точке станка MP6180.0 (диапазон перемещения 1) до MP6180.2 (диапазон перемещения 3) от 0 до 99 999,9999 мм. Середина калибровочного кольца на Y-оси в отнесении к нулевой точке станка MP6181.X (диапазон перемещения 1) до MP6181.2 (диапазон перемещения 3) от 0 до 99 999,9999 мм. Середина калибровочного кольца на Z-оси в отнесении к нулевой точке станка MP6182.X (диапазон перемещения 1) до MP6182.2 (диапазон перемещения 3) от 0 до 99 999,9999 мм. Расстояние ниже верхней грани кольца, на котором ЧПУ проводит измерение MP6185.X (диапазон перемещения 1) до MP6185.2 (диапазон перемещения 3) от 0,1 до 99 999,9999 мм.

Измерение радиуса с помощью ТТ 130. Направление контактирования MP6505.0 (диапазон перемещения 1) до 6505.2 (диапазон перемещения 3):

- положительное направление контактирования на базовой оси угла (0°-ось) – 0;
- положительное направление контактирования на +90°-оси – 1;
- положительное направление контактирования на базовой оси угла (0°-ось) – 2;
- положительное направление контактирования на +90°-оси – 3.

Подача контактирования для второго измерения с помощью ТТ 120, форма пальца, коррекции в TOOL.T MP6507:

- рассчитать подачу контактирования для второго измерения с постоянным допуском – 0;
- рассчитать подачу контактирования для второго измерения с постоянным допуском – 1;
- постоянная подача контактирования для второго измерения с помощью ТТ 130 –2.

Максимально допускаемая ошибка измерения с помощью ТТ 130 в случае измерения с вращающимся инструментом. Необходимое для расчёта подачи контактирования в связи с MP6570 MP6510 от 0,001 до 0,999 мм рекомендуется максимально допускаемая ошибка измерения 0,005 мм; MP6510.1 – от 0,001 до 0,999 мм (рекомендуется - 0,01 мм). Подача контактирования для ТТ 130 при невращающемся инструменте MP6520 – от 1 до 3 000 мм/мин. Измерение радиуса с помощью ТТ 130. Расстояние нижней грани инструмента от верхней грани щупа MP6530.0 (диапазон перемещения 1) до MP6530.2 (диапазон перемещения 3) – от 0,001 до 99,9999 мм. Безопасное расстояние на оси шпинделя над элементом контактирования ТТ 130 при предварительном позиционировании MP6540.0 – от 0,001 до 30 000,000 мм.

Безопасная зона на поверхности обработки вокруг элемента контактирования ТТ 130 при предварительном позиционировании MP6540.1 от 0,001 до 30 000,000 мм. Скорый ход в цикле контактирования для ТТ 130 MP6550 10 до 10 000 мм/мин. М-функция для ориентации шпинделя при измерении отдельных режущих кромок MP6560 от 0 до 999.

Измерение с вращающимся инструментом. Допускаемая скорость циркуляции по окружности фрезы. Необходимые для расчёта частоты вращения и подачи оцифровывания MP6570 от 1,000 до 120,000 м/мин.

Измерение с вращающимся инструментом. Максимально допускаемая частота вращения MP6572 от 0,000 до 1 000,000 мин⁻¹. При вводе 0 частота вращения ограничивается до уровня 1000 мин⁻¹.

Конфигурация таблицы места инструмента:

MP7261.0 (магазин 1);

MP7261.1 (магазин 2);

MP7261.2 (магазин 3);

MP7261.3 (магазин 4);

не активная – 0.

Количество мест в магазине инструментов от 1 до 254. Если в *MP7261.1* до *MP7261.3* будет введено значение 0, то используется только один магазин инструментов.

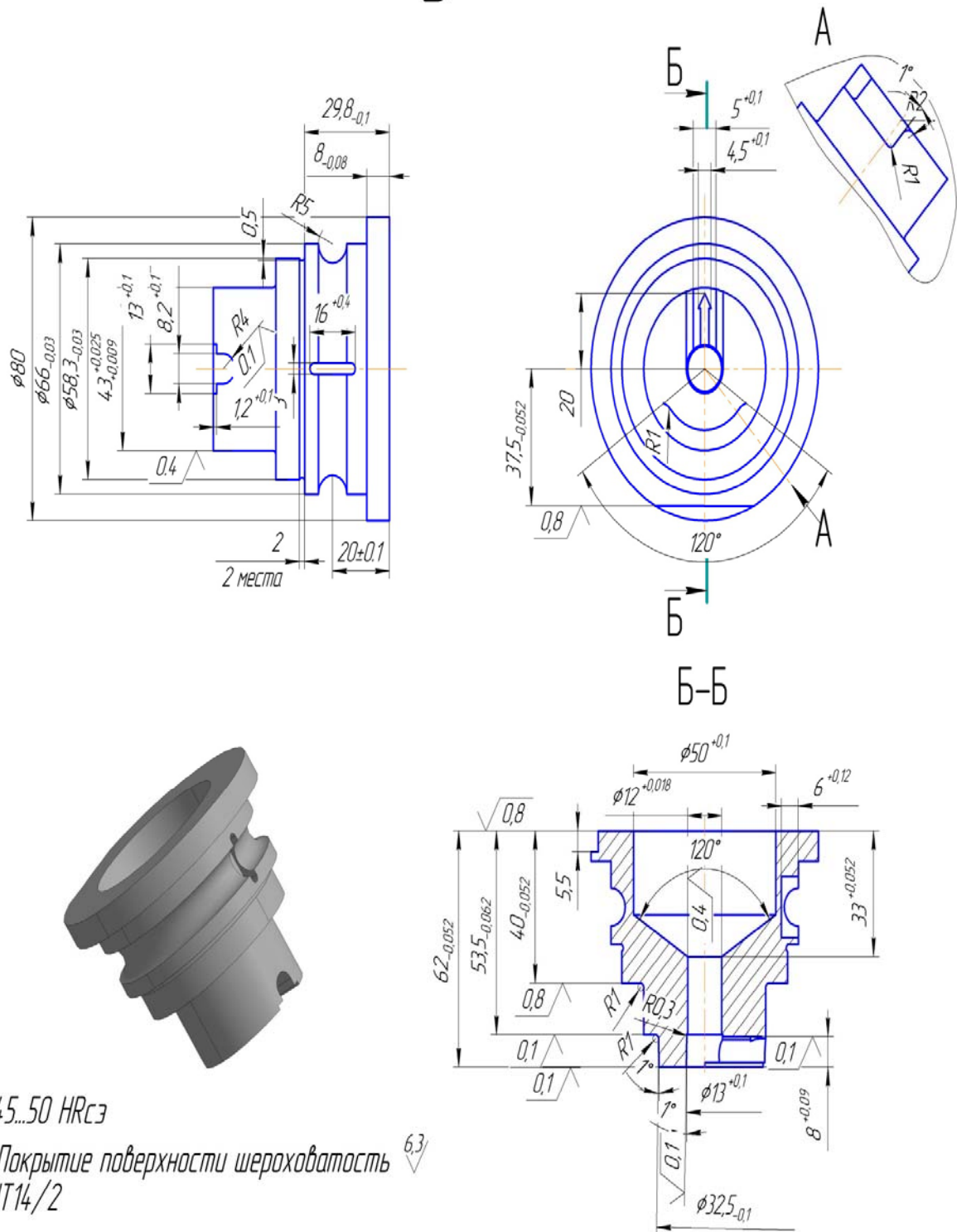
Индексирование номеров инструментов для собрания нескольких данных коррекции под одним номером инструмента *MP7262*: неактивная – 0; количество допускаемой индексации от 1 до 9.

5.21. Пример управляющей программы для обработки детали «Пуансон»

Деталь «Пуансон» (рис. 5.39) представляет собой тело вращения с различными пазами, смещенными по углу друг относительно друга. Точность некоторых размеров измеряется единицами и десятками микрометров, а среднее арифметическое отклонение профиля обработанных поверхностей составляет $R_a \leq 0,1$ мкм. Ниже приведена управляющая программа для обработки детали «Пуансон» на обрабатывающем центре QWAZER, которая получена путем создания твердотельной модели пуансона и постпроцессора. Программа содержит около 8000 кадров, в тексте приведены характерные её фрагменты:

```
%PROGRAMMA_PUANSON G71  
N5 M128  
N6 G17 S2600 T5 M6  
N7 G90 G40  
N8 G0 G80 A0. C0.  
N9 G0 G80  
N10 M91 Z+0 F5000  
N11 M91 X+0 Y+0 F5000  
N12 M126  
N13 ;G62 T0.02 P01 0 P02 5  
N14 M3
```

Пуансон



1. 45...50 HRC±

2. Покрытие поверхности шероховатость $\sqrt{6,3}$

3. IT14/2

Рис. 5.39. Рабочий чертеж и 3D-модель детали «Пуансон»

N15 G1 X.201 Y-.8 Z-.535 A.824 C0. F5000

N16 X.402 Y-1.6 Z-1.07 A1.646

N17 X.603 Y-2.398 Z-1.604 A2.467
N18 X.805 Y-3.2 Z-2.139 A3.291
N19 X1.004 Y-3.993 Z-2.67 A4.107
...
N119 X21.826 Y-86.81 Z-58.039 A89.29
N120 X22. Y-87.5 Z-58.5 A90.
N121 Y-41.5
N122 Y-40.2 F400
N123 X-18.
...
N172 Y-61. Z87.5 F5000
N173 M5
N174 M128
N175 G17 S4500 T5 M6
N176 G90 G40
N177 G0 G80 A0. C0.
N178 G0 G80
N179 M91 Z+0 F5000
N180 M91 X+0 Y+0 F5000
N181 M126
N182 M3
;A-AXIS IN AUTO RE-POSITION DUE TO LIMIT
N183 G1 X22. Y-187.5 Z-61. F500
N184 A-90. C180.
N185 G1 Y-87.5 F5000
N186 X21.899 Y-86.724 Z-60.923 C179.181
N187 X21.797 Y-85.949 Z-60.846 C178.363
N188 X21.695 Y-85.166 Z-60.768 C177.536
N189 X21.592 Y-84.382 Z-60.691 C176.709
N190 X21.49 Y-83.598 Z-60.613 C175.881
N191 X21.387 Y-82.815 Z-60.535 C175.055
N192 X21.285 Y-82.036 Z-60.458 C174.233
N193 X21.183 Y-81.257 Z-60.38 C173.41
N194 X21.082 Y-80.478 Z-60.303 C172.588
N195 X20.979 Y-79.694 Z-60.225 C171.76
N196 X20.876 Y-78.908 Z-60.147 C170.93
N197 X20.775 Y-78.13 Z-60.07 C170.109
N198 X20.672 Y-77.35 Z-59.993 C169.285
N199 X20.569 Y-76.559 Z-59.914 C168.45
N200 X20.467 Y-75.777 Z-59.837 C167.625
N201 X20.364 Y-74.99 Z-59.759 C166.794

N202 X20.262 Y-74.208 Z-59.681 C165.968
N203 X20.158 Y-73.419 Z-59.603 C165.135
N204 X20.056 Y-72.634 Z-59.525 C164.306
N205 X19.953 Y-71.848 Z-59.447 C163.476
N206 X19.85 Y-71.065 Z-59.369 C162.649
N207 X19.748 Y-70.282 Z-59.291 C161.823
N208 X19.644 Y-69.485 Z-59.212 C160.982

...

N209 X19.541 Y-68.698 Z-59.134 C160.151
N210 X19.438 Y-67.909 Z-59.056 C159.318
N211 X19.334 Y-67.119 Z-58.977 C158.484
N212 X19.23 Y-66.323 Z-58.898 C157.644
N213 X19.127 Y-65.534 Z-58.82 C156.811

...

N389 X-.065 Y81.206 Z-44.257 C1.895
N390 X-.183 Y82.103 Z-44.168 C.947
N391 X-.3 Y83. Z-44.079 C0.
N392 Y34.3
N393 Y34.223 Z-48.5 F150
N394 X-.273 Y34.221 Z-48.619
N395 X-.216 Y34.219 Z-48.709

...

N2683 X.029 Z-35.202
N2684 X.131 Z-35.233
N2685 X.216 Z-35.291
N2686 X.273 Z-35.381
N2687 X.3 Z-35.5
N2688 Z-48.5
N2689 X.289 Z-48.569
N2690 X.245 Z-48.672
N2691 X.175 Z-48.743
N2692 X.07 Z-48.79

...

N3206 M5
N3207 G17 S2600 T5 M6
N3208 G90 G40
N3209 G0 G80 A0. C0.
N3210 G0 G80
N3211 M91 Z+0 F5000
N3212 M91 X+0 Y+0 F5000
N3213 M126

N3214 M129
N3215 M3
N3216 G1 X-.3 Y48.502 Z82.994 A-89.997 C0. F5000
N3217 X-.298 Y48.912 Z81.455 A-89.257
N3218 X-.295 Y49.287 Z79.938 A-88.526
...
N3340 G2 X-13.62 Y-15.254 R20.45
N3341 G1 X-14.558 Y-16.041
N3342 X-14.829 Y-16.251
N3343 G3 X0. Y-22. R22.
N3344 G1 Y-24.
N3345 G3 X18.549 Y-15.229 R24.
N3346 G1 X18.102 Y-14.855
N3347 G2 X15.843 Y-14.509 R2.201
N3348 G1 X13.517 Y-12.557
N3349 G2 X-13.517 Y-12.557 R18.45
N3350 G1 X-15.843 Y-14.509
N3351 G2 X-18.103 Y-14.854 R2.2
N3352 G1 X-18.547 Y-15.227
N3353 X-18.549 Y-15.229
N3354 G3 X0. Y-24. R24.
N3355 G1 Y-28.2
N3356 Z-.6
N3357 Y-22.
N3358 G3 X14.495 Y-16.55 R22.
N3359 G1 X14.293 Y-16.39
N3360 X13.287 Y-15.546
N3361 G2 X-13.287 Y-15.546 R20.45
N3362 G1 X-14.293 Y-16.39
N3363 X-14.495 Y-16.55
N3364 G3 X0. Y-22. R22.
N3365 G1 Y-24.
N3366 G3 X18.549 Y-15.229 R24.
N3367 G1 X18.249 Y-14.978
N3368 G2 X15.578 Y-14.858 R2.2
N3369 G1 X13.215 Y-12.875
N3370 G2 X-13.215 Y-12.875 R18.45
N3371 G1 X-15.578 Y-14.858
N3372 G2 X-18.249 Y-14.978 R2.2
N3373 G1 X-18.547 Y-15.227
N3374 X-18.549 Y-15.229

N3375 G3 X0. Y-24. R24.
...
N4362 G17 S4500 T5 M6
N4363 G90 G40
N4364 G0 G80 A0. C0.
N4365 G0 G80
N4366 M91 Z+0 F5000
N4367 M91 X+0 Y+0 F5000
N4368 M126
N4369 M129
N4370 M3
N4371 G1 X2.547 Y-1.452 Z30. A0. C0. F5000
N4372 Z1.
N4373 Z-.05 F250
N4374 G3 X4.019 Y.076 R1.5
N4375 G3 X-4.019 Y-.076 R4.02
N4376 G3 X4.019 Y.076 R4.02
N4377 G3 X2.49 Y1.548 R1.5
N4378 G1 X2.546 Y-1.453
N4379 Z-.1
N4380 G3 X4.018 Y.075 R1.5
N4381 G3 X-4.018 Y-.075 R4.019
N4382 G3 X4.018 Y.075 R4.019
N4383 G3 X2.49 Y1.547 R1.5
N4384 G1 X2.545 Y-1.453
N4385 Z-.15
...
N5320 G1 X2.368 Y-1.52
N5321 Z-7.95
N5322 G3 X3.881 Y-.033 R1.5
N5323 G3 X-3.881 Y.033 R3.881
N5324 G3 X3.881 Y-.033 R3.881
N5325 G3 X2.394 Y1.48 R1.5
N5326 G1 X2.367 Y-1.521
N5327 Z-8.
...
N6261 G2 X-13.107 Y-10.985 R1.815
N6262 G3 X13.107 Y-10.985 R17.102
N6263 G2 X13.407 Y-10.714 R1.673
N6264 G2 X14.135 Y-10.309 R3.901
N6265 G1 X18.68 Y-14.124

N6266 X18.617 Y-14.216
 ...
 N7366 G1 X-13.777 Y-17.011
 N7367 G2 X-14.317 Y-17.383 R3.48
 N7368 G3 X-12.312 Y-18.856 R22.52
 N7369 G1 Z30. F5000
 N7370 X17.482 Y-22.483
 N7371 Z-8.3
 N7372 Z-8.5 F200
 N7373 X13.483 Y-17.333 F111
 ...
 N7384 G0 G80 A0. C0.
 N7385 G0 G80
 N7386 G1 A0 F5000
 N7387 C0
 N7388 M129
 N7389 M30
 ;
 ;
 ;
 N99999999 %PROGRAMMA_PUANSON G71

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Назовите три цикла, с помощью которых можно обрабатывать следующие поверхности: генерированные системой САПР; ровные прямоугольные; ровные наклонные; наклонные под любым углом; винтовые.
2. Опишите цикл 30. 3D-ДААННЫЕ ОТРАБАТЫВАТЬ.
3. Приведите пример записи кадров управляющей программы, содержащей цикл 30.
4. Опишите цикл 230 фрезерования поверхностей.
5. Назовите программируемые параметры в плоскости обработки, используемые в цикле 230 фрезерования поверхностей.
6. Составьте фрагмент управляющей программы, реализующей цикл 230 фрезерования поверхностей.
7. Опишите цикл 231 регулируемая площадь.
8. Как выполнить процесс обработки плоскости в соответствии с циклом 231?
9. Опишите возможности функции PLANE – наклон плоскости обработки.

10. Изложите методику определения плоскости обработки через пространственный угол PLANE SPATIAL.
11. Изложите методику определения плоскости обработки через проекционный угол PLANE PROJECTED.
12. Изложите методику определения плоскости обработки через угол Эйлера: PLANE EULER.
13. Изложите методику определения плоскости обработки через два вектора PLANE VECTOR.
14. Изложите методику определения плоскости обработки с помощью трех точек PLANE POINTS.
15. Как определить плоскость обработки через отдельный инкрементальный пространственный угол PLANE RELATIVE?
16. Охарактеризуйте процедуру фрезерования наклонной плоскости.
17. Охарактеризуйте процедуру фрезерования под наклоном путем инкрементального перемещения оси вращения инструмента.
18. Какой меткой начинаются в программе обработки «Подпрограммы и повторения» части программы?
19. Опишите процедуру программирования подпрограммы.
20. Нарисуйте и объясните схему вызова подпрограммы.
21. Опишите процедуру программирования повторений части программы.
22. Приведите и объясните текст управляющей программы для обработки групп отверстий одним инструментом.
23. Приведите и объясните текст управляющей программы для обработки групп отверстий несколькими инструментами.
24. Изложите возможности программирования с помощью Q-параметра.
25. Приведите пример задания размеров цилиндров с применением Q-параметров.
26. Приведите и объясните текст управляющей программы для обработки вогнутого цилиндра радиусной фрезой.
27. Приведите и объясните текст управляющей программы для обработки выпуклого шара с помощью концевой фрезы.
28. Изложите процедуру графического моделирования обработки деталей.
29. Опишите функции индикации программы.
30. С какой целью следует тестировать управляющие программы?

31. Изложите выполнение процедуры тестирования управляющей программы на многооперационном станке Qwazer.
32. Изложите выполнение процедуры прогона управляющей программы.
33. Как выполнить программу обработки на обрабатывающем центре Qwazer?
34. Как осуществить перерыв в отработке управляющей программы с помощью внешней клавиши СТОП?
35. Как осуществить произвольный вход в программу?
36. Какие возможности открывает MOD-функция? Изложите методику выбора MOD-функции.
37. Как проверить положение заготовки в рабочем пространстве станка Qwazer?
38. При каких режимах работы станка осуществляют выбор индикаций положения режущего инструмента?
39. Как осуществляется выбор системы мер при обработке на многооперационном станке Qwazer?
40. Как установить максимальный диапазон перемещения режущего инструмента и как осуществляется его ввод?
41. Как осуществляется индикация рабочего времени на обрабатывающем центре Qwazer?
42. Назовите типовые параметры пользователя для обрабатывающего центра Qwazer.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разнообразие операций, выполняемых на обрабатывающих центрах с ЧПУ, определяет сложность программирования обработки деталей на этих станках. При обработке одной достаточно сложной детали здесь могут быть фрезерные, сверлильные, расточные, резьбонарезные, токарные и другие операции, осуществляемые в разных активных плоскостях и различными инструментами. При этом программированию подлежат вспомогательные переходы, связанные со сменой инструмента, смещениями и поворотами обрабатываемой заготовки в одной или одновременно двух плоскостях, заменой столов-спутников, выводом рабочих органов станка в заданные позиции и др.

Поэтому управляющая программа для обработки одной детали на обрабатывающем центре может включать большое количество блоков. Блочное составление управляющей программы – трудоемкий и достаточно сложный процесс, при этом в каждом блоке может содержаться по несколько одинаковых адресов.

Современные УЧПУ, обеспечивающие функционирование обрабатывающих центров, как правило, имеют высокий класс и оснащены микропроцессорными устройствами. Это позволяет программировать обработку деталей с широким использованием различных постоянных циклов, стандартных, типовых и разрабатываемых в процессе программирования подпрограмм. Ряд современных УЧПУ допускают одновременное хранение и использование большого количества подпрограмм. Большая часть этих подпрограмм может быть реализована по команде одного-двух кадров основной управляющей программы. Программирование обрабатывающих центров упрощается при использовании так называемых запрограммированных повторений, которые могут быть реализованы как числом прогонов вызванной подпрограммы в данном блоке, так и путем повторения ранее запрограммированных блоков основной управляющей программы. Во втором случае достаточно указать в управляющей программе номера кадров и число их повторений.

Усвоение основополагающих принципов программирования современных обрабатывающих центров, разработанных ведущей компанией HEIDENHAIN (Германия), позволит повысить экономическую эффективность механической обработки сложных и высокоточных деталей в различных типах машиностроительного производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозов, В. В. Программирование обработки деталей на современных многофункциональных токарных станках с ЧПУ: учеб. пособие / В.В.Морозов, В.Г. Гусев. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 236 с. – ISBN 978-5-89368-979-2.
2. Морозов, В. В. Программирование обработки деталей на современных фрезерных станках с ЧПУ: учеб. пособие / В.В.Морозов, В.Г. Гусев. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 246 с. – ISBN 978-5-9984-0025-4.

3. Гжиров, Р. И. Программирование обработки на станках с ЧПУ: справочник / Р. И. Гжиров, П. П. Серебrenицкий. – Л.: Машиностроение. Ленинград. отд-ние, 1990. – 588 с. – ISBN 5-217-00909-8.

4. Ловыгин, А. А. Современные станки с ЧПУ и CAD/CAM системы / А. А. Ловыгин, А. В. Васильев, С. Ю. Кривцов. – М.: Эльф ИПР, 2006. – 286 с. – ISBN 5-900891-60-7.

5. Серебrenицкий, П. П. Программирование автоматизированного оборудования / П. П. Серебrenицкий, А. Г. Схиртладзе / под ред. Ю.С. Соломенцева. – М.: Высш. шк., 2003. – 592 с. – ISBN 5-06-004081-X.

Учебное издание

МОРОЗОВ Валентин Васильевич
ГУСЕВ Владимир Григорьевич

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ
НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

Учебное пособие

Подписано в печать 22.12.11

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 21,39. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
600000, Владимир, ул. Горького, 87.