

Владимирский государственный университет



ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА



Проект 2: индивидуальная траектория обучения
и качество образования

Цель: ориентированное на требования рынка
образовательных услуг улучшение качества
подготовки и переподготовки специалистов

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Владимирский государственный университет

Кафедра технологии машиностроения

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ
НА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ»**

Составитель
В. Г. ГУСЕВ

Владимир 2009

ББК 34.637.3
УДК 621.923
М54

Рецензент
Доктор технических наук, профессор
проректор по научной работе
Ковровской государственной технологической
академии им. В.А. Дегтярева
Ю. А. Микипорис

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Программирование обработки деталей на многофункциональных станках с ЧПУ» / Владим. гос. ун-т; сост. В. Г. Гусев. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 224 с.

Рассмотрены компоновка, устройство и принцип действия технологического оборудования с числовым программным управлением и методология программирования сложных высокоточных деталей машиностроения и приборостроения. Особое внимание уделено разработке управляющих программ на автоматизированном РС – рабочем месте, имитации обработки и проверке программ на холостом ходу исполнительных органов станка.

Предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: 151001 – «Технология машиностроения» и 150206 – «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов».

Табл. 8. Ил. 149. Библиогр.: 4 назв.

ББК 34.637.3
УДК 621.923

ВВЕДЕНИЕ

Станки с ЧПУ стремительно развиваются не только в плане конструктивного совершенствования, позволяющего существенно повысить их статическую, динамическую жесткость, виброустойчивость, точность функционирования, производительность и др., но и в направлении создания эффективного программного обеспечения.

Ведущие мировые станкостроительные компании выпускают современное многофункциональное металлорежущее оборудование с числовым программным управлением, позволяющее с высокой производительностью и точностью выполнять на одном станке большое количество самых разнообразных технологических переходов. Так, многофункциональные токарные станки с ЧПУ позволяют выполнять не только точение, растачивание сложных поверхностей, сверление осевых отверстий, но и фрезерование самых разнообразных по форме и размерам поверхностей, сверление и нарезание различных видов резьб и их комбинаций как параллельно, так и перпендикулярно к оси детали.

В современных многофункциональных станках с ЧПУ реализован один из основных научных принципов теории базирования, обеспечивающих минимальные погрешности механической обработки, когда деталь полностью обрабатывается за одну установку и закрепление. Для этой цели в последних моделях многофункциональных токарных станков применяют два шпинделя: главный шпиндель и противошпиндель, а кроме этого режущий инструмент обеспечивают главным движением резания, а главный шпиндель – движением круговой подачи. Современные многофункциональные токарные станки – это новый высокоэффективный вид оборудования, на котором выпускаются самые сложные и высокоточные изделия.

Для обслуживания этого оборудования требуются технологи-программисты, способные с использованием компьютерных технологий разрабатывать управляющие программы для обработки

самых различных по форме и размерам деталей. Наилучший результат может быть достигнут при грамотной эксплуатации этого вида оборудования, а для этого необходимы квалифицированные наладчики, операторы и технологи-программисты. Последние призваны решать вопросы технологической подготовки применительно к этому типу оборудования.

Настоящие методические указания будут способствовать практической подготовке процедур программирования обработки высокоточных деталей, используемых известными мировыми станкостроительными компаниями.

Лабораторная работа № 1

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ МОДЕЛИ TURN 155

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение глоссария механической обработки деталей на металлорежущих станках с числовым программным управлением (ЧПУ), методики выбора осей координат станка, детали и инструмента, а также приобретение практического опыта по переносу станочного нуля.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить достоинства станков с ЧПУ.
2. Уяснить, каким образом достигаются преимущества станков с ЧПУ.
3. Изучить основные определения, касающиеся обработки заготовок на станках с ЧПУ, и усвоить их физический смысл.
4. Изучить методику выбора систем координат многофункционального токарного станка с ЧПУ TURN 155.
5. Практически усвоить методику переноса станочного нуля.

3. ПРЕИМУЩЕСТВА СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Станок с числовым программным управлением (ЧПУ) – это станок, который автоматически управляется при помощи компьютера и управляющей программы, разработанной на основе рабочего чертежа детали. До изобретения ЧПУ управление станком осуществлялось вручную или механически. Станки с ЧПУ способны выполнять самые разнообразные технологические операции механической, электрофизической и других видов обработки и не уступают по этому признаку универсальным, широкоуниверсальным станкам с ручным управлением. При выполнении технологических операций исполнительные (рабочие) органы этих станков управляются электроникой, а не рабочим-станочником.

Очевидным преимуществом станков с ЧПУ является возможность автоматизации производства. Функция рабочего (оператора), обслуживающего станок с ЧПУ, сведена к загрузке-выгрузке заготовки и нажатию кнопки для выполнения следующего автоматического цикла обработки.

Один оператор может обслуживать одновременно несколько станков с ЧПУ (до пяти), то есть возникает реальная возможность применения многостаночного обслуживания.

Станки с ЧПУ характеризуются высоким уровнем автоматизации и позволяют производить продукцию круглосуточно, обеспечивая с другими автоматическими техническими и технологическими средствами функционирование автоматических цехов и заводов и реализуя таким образом безлюдную технологию.

Станки с ЧПУ характеризуются производственной гибкостью, то есть способностью быстро перенастраиваться на обработку различных заготовок. Для обработки разных деталей нужно лишь заменить управляющую программу. Проверенная и отработанная программа может быть использована многократно.

Станки с ЧПУ обеспечивают более высокую геометрическую точность обработанных деталей, что объясняется их более высокой статической и динамической жесткостью, а также более высокой точностью позиционирования и повторяемости траектории движения инструмента относительно обрабатываемой заготовки. По одной и той же программе можно изготовить с требуемым качеством большое число одинаковых деталей.

На станках с ЧПУ обеспечивается более высокая производительность технологических операций путем применения максимальных скоростей при выполнении холостых установочных перемещений исполнительных органов, а также назначения оптимальных режимов резания, которые не может изменить оператор, обслуживающий станок. Металлорежущее оборудование с числовым программным управлением позволяет обрабатывать такие детали, которые невозможно изготовить на обычном универсальном оборудовании. Это детали со сложными пространственными рабочими полостями, которые должны быть изготовлены не только с высокой точностью геометрической формы и размеров, но и с низкой шероховатостью, например, штампы, пресс-формы и др.

Вместе с этим станки с ЧПУ дороги и требуют больших затрат на установку и обслуживание, чем обычные станки. Тем не менее высокая производительность, точность обработки, многостаночное обслуживание и др. позволяют окупать все затраты при их грамотном использовании. Грамотное и эффективное использование станков с ЧПУ является основной задачей технологов, наладчиков и операторов, связанных с обслуживанием этого вида оборудования.

Перемещениями исполнительных органов станка с ЧПУ в направлении координатных осей руководит компьютер, который считывает управляющую программу (УП) и выдает команды соответствующим двигателям. Двигатели заставляют перемещаться исполнительные органы станка: рабочий стол с заготовкой или колонну со шпинделем, в который установлен режущий инструмент, и т.д. В результате таких перемещений производится механическая обработка заготовки.

Датчики, установленные на направляющих, посылают информацию о фактическом положении (позиции) исполнительного органа обратно в компьютер. Эта информация называется обратной связью. Как только компьютер получит электрический сигнал о том, что исполнительный орган станка переместился в требуемую позицию, он подает команду на выполнение следующего перемещения. Такой процесс продолжается до тех пор, пока чтение управляющей программы не подойдет к концу.

По своей конструкции и внешнему виду станки с ЧПУ похожи на обычные универсальные станки. Внешнее отличие этих двух ти-

пов станков заключается в наличии у станка с ЧПУ устройства числового программного управления (УЧПУ), которое часто называют стойкой ЧПУ.

Точность размеров и формы обрабатываемых на станках с ЧПУ деталей, а также шероховатость их поверхностей обеспечиваются жесткостью, виброустойчивостью станка, стабильностью точности позиционирования и качеством устройства ЧПУ.

Отверстия на этих станках обрабатывают без направляющих кондукторных втулок и плит. Автоматическая обработка на станках с ЧПУ обеспечивает стабильность качества обработанных деталей в результате исключения субъективного фактора, имеющего место при обработке на станках с ручным управлением. Вместе с этим сохраняется влияние на геометрию деталей точности наладки станка с ЧПУ.

Погрешности обработки уменьшаются вследствие сокращения числа переустановок заготовки во время обработки. Современные станки с ЧПУ в отличие от станков с ручным управлением позволяют проводить обработку деталей за одну или две установки.

Устройство ЧПУ, его структура, способ считывания и ввода управляющей информации также оказывают влияние на качество и производительность обработки деталей.

Применение станков с ЧПУ вместо универсального оборудования позволяет сократить сроки технологической подготовки производства на 50 – 75 %, продолжительность цикла изготовления продукции на 50 – 60 %, снизить затраты на проектирование и изготовление технологической оснастки на 30 – 85 %, повысить производительность технологических операций в среднем на 15 – 20 %.

4. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Управляющая программа (УП) – совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка для обработки конкретной заготовки.

Ручная подготовка УП – подготовка и контроль УП в основном без применения ЭВМ.

Автоматизированная подготовка УП – подготовка и контроль УП с применением ЭВМ.

Программоноситель – носитель данных, на котором записана УП. В качестве носителя данных могут применяться перфолента, магнитная лента, магнитный диск и запоминающие устройства различного типа.

Программное обеспечение системы ЧПУ (программное обеспечение) – совокупность программ и документации для реализации целей и задач системы ЧПУ.

Устройство числового программного управления (УЧПУ) – устройство, выдающее управляющие воздействия на исполнительные органы станка в соответствии с УП и информацией о состоянии управляемого объекта.

Система числового программного управления (СЧПУ) – совокупность функционально взаимосвязанных и взаимодействующих технических и программных средств, обеспечивающих ЧПУ станком.

Работа системы (устройства) ЧПУ с ручным вводом данных – ручной ввод происходит с пульта оператора.

Вывод УП (вывод) – функционирование УЧПУ, при котором происходит вывод хранимой в памяти УЧПУ управляющей программы на носитель данных. При выводе УП могут выводиться дополнительные данные, используемые при обработке УП и хранящиеся в памяти УЧПУ, например, константы и т. п.

Редактирование УП (редактирование) – функционирование УЧПУ, при котором управляющую программу изменяет оператор непосредственно у станка.

Нулевая точка станка (нуль станка) – точка, принятая за начало координат станка и используемая для определения положения рабочего органа станка.

Точка начала обработки – точка, определяющая начало обработки конкретной заготовки.

Нулевая точка детали (нуль детали) – точка на детали, относительно которой заданы ее размеры.

Плавающий нуль – свойство СЧПУ (УЧПУ) помещать начало отсчета перемещения рабочего органа в любое положение относительно нулевой точки станка.

Коррекция инструмента – изменение с пульта управления запрограммированных координат (координаты) рабочего органа станка.

Коррекция скорости подачи – изменение с пульта оператора запрограммированного значения скорости подачи.

Коррекция скорости главного движения – изменение с пульта оператора запрограммированного значения скорости главного движения станка.

Значение коррекции положения инструмента (коррекция на положение инструмента) – расстояние по оси координат станка, на которое следует дополнительно сместить инструмент.

Значение коррекции длины инструмента (коррекция на длину инструмента) – расстояние вдоль оси вращающегося инструмента, на которое следует дополнительно сместить инструмент.

Значение коррекции диаметра фрезы (коррекция на фрезу) – расстояние по нормали к заданному контуру перемещения фрезы, на которое следует дополнительно переместить центр фрезы.

Исходная точка станка (исходная точка) – точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП.

Геометрическая информация – информация, описывающая форму, размеры элементов детали и инструмента и взаимное положение в пространстве.

Технологическая информация – информация, описывающая технологические характеристики детали и условия ее изготовления.

Интерполяция – получение (расчет) координат промежуточных точек траекторий движения центра инструмента в плоскости или пространстве.

Код – ряд правил, посредством которых выполняется преобразование данных из одного вида в другой. Применение кода (кодирование) сводится к записи информации в виде комбинации символов.

Опорная точка – точка расчетной траектории, в которой происходит изменение либо закона, описывающего траекторию, либо условий протекания технологического процесса.

Опорная технологическая точка – точка расчетной траектории, в которой происходит изменение условий протекания технологического процесса.

Точность позиционирования – величина поля рассеивания отклонений положений центра инструмента от заданных при отработке геометрического перехода без резания, рассчитанная для всего диапазона задаваемых размеров.

Управляемая координата – ось системы координат, относительное перемещение вдоль которой центра инструмента осуществляется с помощью одного исполнительного органа системы управления.

Эквидистанта – линия, равноотстоящая от линии контура детали (заготовки).

5. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И БАЗОВЫЕ ТОЧКИ В ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Процесс механической обработки заготовок на станках с числовым программным управлением осуществляется в результате рабочих движений заготовки и инструмента, а точность получаемых при этом размеров определяется точностью расположения вершины резца относительно оси вращающейся заготовки. Чтобы обеспечить требуемую точность размеров детали, инструмент и заготовки должны занимать строго определенные положения друг относительно друга при обработке той или иной поверхности. Выполнить эти условия в автоматическом режиме (без участия человека) можно лишь в том случае, если исполнительные органы станка перемещать в выбранной системе координат. Задавая координаты исполнительных органов в управляющей программе, можно обеспечить обработку заготовки по определенному контуру.

Системы координат в станке можно выбрать различным образом, но для сокращения трудозатрат при составлении управляющей программы, упрощения наладки станка и уменьшения объема необходимых вычислений выбор систем координат и направления осей, по которым перемещаются исполнительные органы станка, стандартизованы. В стандартной системе координат станка положительные направления осей X , Y , Z определяются **по правилу правой руки**. Большой палец (рис. 1, a) указывает положительное направление оси абсцисс (X), указательный – оси ординат (Y), средний – оси аппликат (Z).

Положительные направления вращения вокруг осей X , Y , Z определяются вторым правилом правой руки, согласно которому большой палец располагают поочередно по направлению осей X , Y , Z , тогда остальные согнутые пальцы укажут положительное направле-

ние вращения относительно рассматриваемой оси (рис. 1, б). Пользуясь этими правилами, можно без затруднений определить не только положительные направления осей X , Y , Z , но и положительные направления вращения исполнительных органов для станка с ЧПУ.

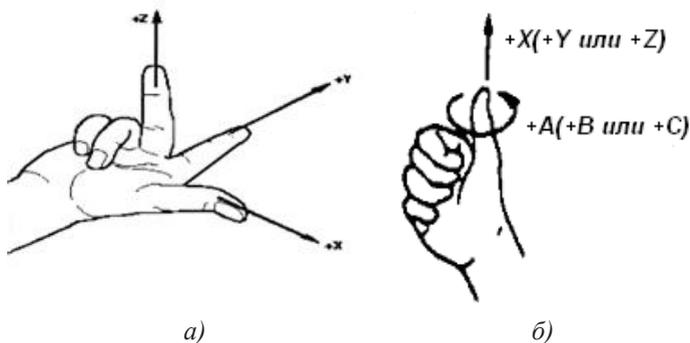


Рис. 1. Выбор направления осей X , Y , Z станка с ЧПУ (а) и направления вращения относительно этих осей (б) по правилам правой руки

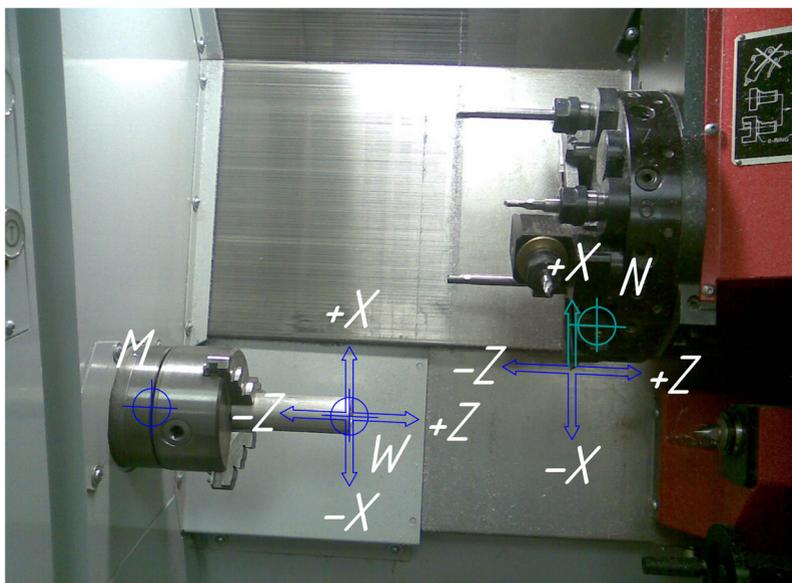


Рис. 2. Направления осей X и Z систем координат многофункционального токарного станка с ЧПУ TURN 155

Для токарных станков с ЧПУ достаточно выбрать две оси X и Z (рис. 2). Ось Z совпадает с осью вращения главного шпинделя станка, а ось X направлена перпендикулярно к оси Z и может располагаться в вертикальной либо горизонтальной плоскости в зависимости от компоновочной схемы токарного станка.

Воспользовавшись правилом правой руки, получим положительные направления осей координат X , Z . Отрицательные направления упомянутых осей противоположны их положительному направлению.

Направление координатных поворотов вокруг осей X , Y и Z задается в управляющей программе адресами A , B и C соответственно. Направление координатных поворотов главного шпинделя с заготовкой вокруг оси Z для токарного станка TURN 155 изображается стрелкой C .

При обработке заготовки на токарном станке с ЧПУ используют три координатные системы. Первая система координат станка имеет начало отсчета в точке M , которая называется нулем станка. Нуль станка (точка M) образуется от первой буквы английского слова *Machine*, которое в переводе на русский язык означает «станок».

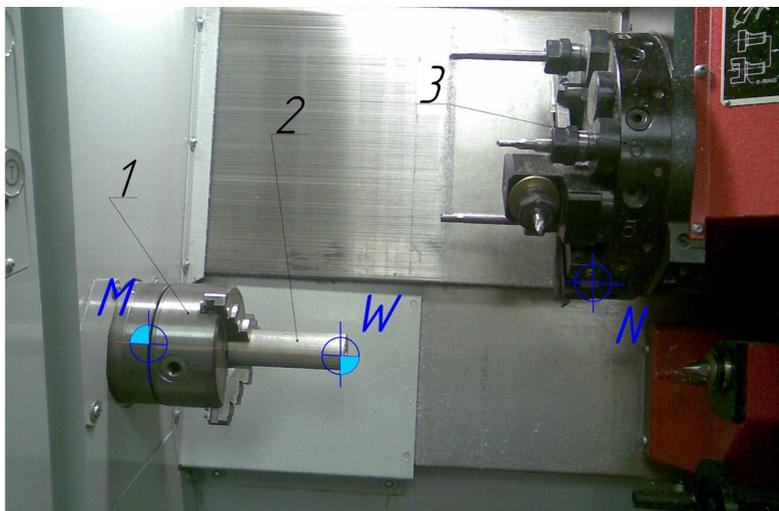


Рис. 3. Базовые точки токарного станка с ЧПУ TURN 155 (нуль станка, точка M), начало системы координат детали (нуль детали, точка W) и начало системы координат инструмента (точка N):

1 – главный шпиндель, 2 – заготовка, 3 – револьверная головка

В этой системе координат определяются положения отдельных узлов станка, причем численные значения координат тех или иных точек выводятся на монитор станка. Координата X выбирается в направлении движения поперечного суппорта станка, а координата Z – в направлении движения продольного суппорта. Координатное перемещение в отрицательном направлении описывает движение инструмента к детали, а в положительном направлении – от детали.

В токарных многофункциональных станках с ЧПУ TURN 155 фирмы EMCO нуль станка находится на оси вращения шпинделя и лежит на торце фланца шпинделя. Базовая точка M не изменяет своего пространственного положения и устанавливается производителем станка. Относительно данной точки выполняются все размерные функции станка.

Вторая система координат представляет собой систему координат детали (программы обработки), а базовая точка W является началом отсчета этой системы. Нуль детали W образуется от первой буквы английского слова *Workpiece*, которое означает в переводе на русский язык «заготовка». Третья система координат – это система координат инструмента с началом отсчета в точке N элемента станка, несущего инструмент, то есть точка, относительно которой определено положение вершины резца. Таким образом, точка N – это базовая точка установки инструмента и исходная точка для выполнения размерной привязки инструмента.

При токарной обработке чаще всего за начало системы координат программы (за нуль детали) принимают точку, лежащую на оси Z и одновременно расположенную в плоскости, совпадающей с базовым торцом детали. В принципе нуль программы можно выбрать по оси Z на произвольном расстоянии от нуля станка, однако расположение нуля детали на левом или правом ее торце, являющемся конструкторской базой детали, обеспечивает наиболее простое составление управляющей программы.

Система координат детали является главной системой при составлении управляющей программы обработки. В ней определены все размеры данной детали и даны координаты всех опорных точек ее контура. Система координат детали переходит в систему координат программы, в которой даны координаты всех точек и определены все элементы, в том числе и размещение вспомогательных траекторий, необходимых для составления УП.

Системы координат детали (программы) обычно совмещены и представляются единой системой, в которой производится программирование и выполняется обработка детали. Система координат детали назначается технологом-программистом и при обработке различных деталей может изменять свое начало отсчета. Все точки обрабатываемой детали описываются относительно начала системы координат детали (нуля детали или нуля программы) указанием соответствующих расстояний по осям X и Z .

Размеры X программируются как диаметр (аналогично размерам на чертеже детали), что упрощает составление управляющей программы.

6. СДВИГ НУЛЯ СТАНКА

При помощи так называемого сдвига нуля систему координат станка можно сместить на какое-либо расстояние L от точки M до конструкторской базы детали (рис. 4). После ввода значения сдвига в регистр это значение учитывается при вызове команды (G54 – G57), а начало системы координат смещено из нуля станка M в нуль детали W . В свою очередь нуль детали может быть смещен в пределах программы на определенную величину.

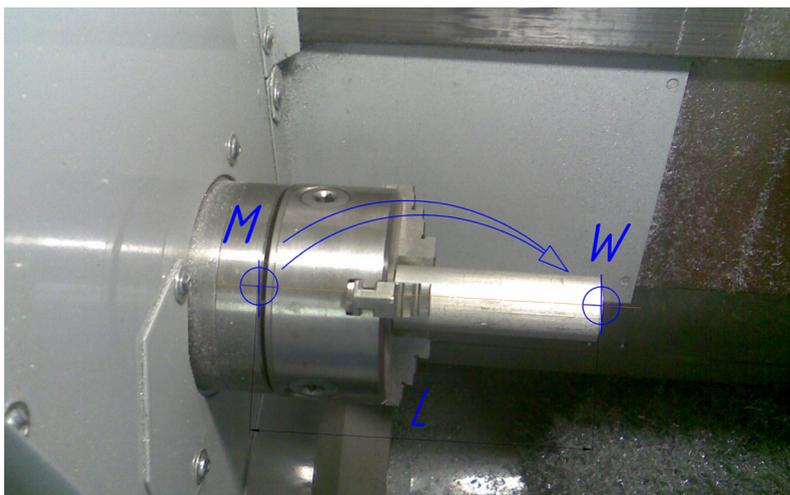


Рис. 4. Сдвиг нуля станка (из точки M) в нуль детали (точку W)

Для отображения на мониторе автоматизированного РС – рабочего места операционной зоны «Parameter» (параметр) необходимо нажать клавишу F2, которая расположена в главном меню в горизонтальном ряду экранных клавиш. В этой операционной зоне имеются команды G54 – G57, что позволяет назначать четыре настраиваемые и независимые друг от друга команды на сдвиг нуля. После нажатия клавиши F2 высветится окно (рис. 5), где можно ввести численное значение координаты Z, на которую мы хотим сместить нуль станка (в нашем случае координата Z равна расстоянию L).

У большинства станков с ЧПУ численное значение грубого сдвига защищено от несанкционированного изменения при помощи переключателя с ключом. Точный сдвиг используется для точной коррекции грубого сдвига, и он не защищен от внесения изменений. Численное значение сдвига, вводимое при точной его коррекции, ограничено пределом, равным ± 1 мм. Эффективный настраиваемый сдвиг нуля является суммой грубого и точного сдвигов. Выбор команды G54, G55, G56 или G57 осуществляют нажатием экранных клавиш (СНТ– и СНТ+) (рис. 5), при этом знак плюс означает увеличение числа, стоящего после адреса G, на единицу, а знак минус – уменьшение на единицу.

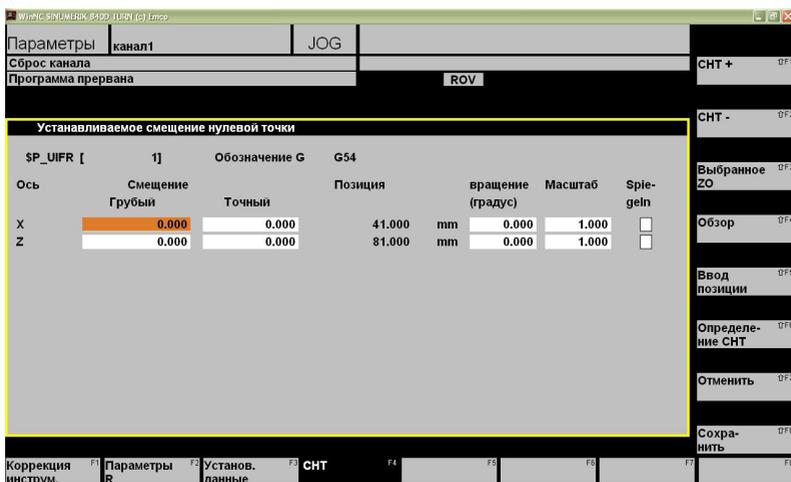


Рис. 5. Операционная зона «Параметры» и ввод сдвига нуля станка

Для ввода в СЧПУ численного значения L сдвига нуля необходимо переместить курсор в поле напротив координаты Z при помощи клавиш перемещения курсора, напечатать значение L и нажать на клавишу F5 «Ввод позиции», расположенную в вертикальном ряду экранных клавиш (см. рис. 5).

Далее нажатием клавиши F8 «Сохранить» сохраняем введенное значение расстояния L . Чтобы отменить введенное расстояние L и перейти к предшествующему его значению, нажимаем клавишу F7 «Отменить».

7. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить современные тенденции развития современных металлорежущих станков с ЧПУ.

2. Освоить глоссарий обработки материалов на станках с ЧПУ и уяснить их физический смысл.

3. Практически освоить методику выбора систем координат станка, детали и режущего инструмента, пользуясь правилом правой руки.

4. Практически освоить методику переноса станочного нуля на станке с ЧПУ.

5. На основании рабочего чертежа детали выбрать нуль программы и перенести станочный нуль в нуль программы при обработке одной стороны детали.

6. Выполнить пункт 5 для случая обработки другой стороны детали.

Рабочие чертежи деталей, подлежащих обработке на многофункциональном токарном станке с ЧПУ TURN 155, выдает преподаватель. Обучающийся анализирует рабочий чертеж и выбирает схему базирования и закрепления заготовки на станке, изображает ее на бумажном носителе, наносит базовые технологические точки. Выбирает нуль станка, а затем и положение плавающего нуля (нуля детали, нуля программы). В случае необходимости выполнения двухсторонней обработки детали и в зависимости от расположения конструкторских ее баз возможен выбор положения плавающего нуля для случая обработки заготовки с каждой стороны.

После выбора точек станочного и плавающего нулей рассчитывают координаты переноса станочного нуля в нуль детали и записывают команду для выполнения такого переноса. При задании значения в регистре сдвига нуля станка это значение будет учитываться при вызове команды в управляющей программе (G54 – G57), а точка нуля системы координат будет смещена из нуля станка M в нуль детали W .

На схеме установки заготовки в приспособление станка TURN 155 наносят условные обозначения плавающего и станочного нуля, проставляют размеры будущей детали от конструкторских ее баз, проводят оси координат X и Z с началом в точке плавающего нуля. Аналогичную схему изображают для обработки каждой стороны заготовки.

Разработку любой УП можно условно разбить на два этапа. На первом этапе технолог-программист анализирует информацию, полученную из конструкторской (чертежи, эскизы) и технологической (маршрутные карты, операционные карты) документации, и, учитывая технические возможности станка с ЧПУ, окончательно определяет технологические операции и маршрут обработки, назначает режущий и вспомогательный инструмент, выявляет комплекты конструкторских и технологических баз. На втором этапе производится окончательный расчет траектории движения инструмента по опорным точкам и создание УП.

При выборе нуля программы используют несколько правил. Первое, но не основное правило – удобство программирования. Например, если расположить деталь в первом квадранте прямоугольной системы координат, то это незначительно упростит расчет траектории инструмента из-за того, что все опорные точки этой детали будут описываться положительными координатами. Второе правило, более важное – нулевая точка программы должна совпадать с конструкторской базой. Сказанное справедливо для каждого из инструментов, задействованных в управляющей программе. Перед началом обработки полюс каждого инструмента (вершина резца или ось фрезы) должен быть выведен в исходную точку O , из которой инструмент начинает и в которой заканчивает свое движение при обработке тех или иных поверхностей.

8. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Методические указания к выполнению лабораторной работы.
2. Рабочие чертежи деталей, обрабатываемых на токарном станке с ЧПУ.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ фирмы EMCO TURN 155.
4. Автоматизированное РС – рабочее место, соединенное со станком TURN 155.

9. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, рабочий чертеж детали, подлежащей обработке на токарном многофункциональном станке TURN 155 и закрепленной в приспособлении станка. Изображают системы координат станка, детали и инструменты, переносят ноль станка в выбранную точку, для этого вычисляют координату переноса нуля станка по оси Z .

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться как теоретических аспектов темы, методики выполнения работы, демонстрации приобретенного навыка выбора систем координат, нуля программы и переноса станочного нуля, так и объяснения физической сущности терминов и определений.

Лабораторная работа № 2

ЭКВИДИСТАНТА ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА, ПРОГРАММИРОВАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ И ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение методики и приобретение практических знаний по разработке эквидистанты движения режущего инструмента, выбору опорных точек и расчету их координат, а также программированию абсолютных и инкрементальных размеров детали.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить рабочий чертеж детали, подлежащей обработке на многофункциональном токарном станке с ЧПУ модели TURN 155.
2. Разработать схему установки детали на станке.
3. Выбрать нуль программы для заданного чертежа детали.
4. Выбрать исходную точку, из которой режущий инструмент начинает свое движение с целью обработки заготовки.
5. В зависимости от рабочего чертежа детали изобразить эквидистанты движения резца и других инструментов для обработки всех поверхностей заданной детали.
6. Выбрать опорные точки эквидистанты.
7. Рассчитать координаты опорных точек эквидистанты.
8. Составить фрагмент программы для отработки разработанной наиболее сложной эквидистанты движения режущего инструмента.

3. ЭКВИДИСТАНТА ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА И ЕЕ ОПОРНЫЕ ТОЧКИ

В процессе механической обработки деталей на станках с ЧПУ режущий инструмент (например, вершина резца или ось фрезы) должен перемещаться по строго определенной траектории относительно детали, причем точность перемещения и повторения этой траектории должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить точность размеров и контура всей партии обработанных деталей. В процессе ручного программирования технолог-программист на проекции чертежа детали изображает траекторию движения режущего инструмента, то есть наносит эквидистанту. Эквидистанта – линия, равноотстоящая от линии контура детали (заготовки). При обработке на токарных станках с ЧПУ эквидистанта движения вершины резца совпадает с контуром обрабатываемой детали. Но эквидистанта кроме точек обрабатываемого контура содержит также и другие точки: исходную точку, точку начала обработки и др. **Исходная точка** – это точка, из которой инструмент начинает свое движение и приближается к заготовке с целью ее последующей обработки. **Точка начала обработки** – это точка, определяющая начало обработки конкретной заготовки. После обработки одной заготовки резец возвращается в исходную точку, из

которой он начинает свое движение для обработки следующей заготовки. Таким образом, эквидистанта состоит из ряда точек, соединенных прямыми либо кривыми линиями в зависимости от того, какой контур детали следует обработать. Все точки эквидистанты называются ее базовыми, или опорными, точками.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ОПОРНЫХ ТОЧЕК ЭКВИДИСТАНТЫ

Изобразив траекторию движения инструмента, необходимо нанести на эквидистанту опорные точки, при этом произвольно их наносить нельзя. Для выбора местоположения опорных точек следует соблюдать определенные рекомендации.

Исходную точку следует выбрать в зоне обработки так, чтобы инструмент, находящийся в этой точке, не вызывал затруднений при снятии обработанной детали и установке новой заготовки на станок. При обработке на токарных станках с ЧПУ исходную точку выбирают справа от заготовки на расстоянии, исключающем случайный контакт резца с заготовкой при ее установке на станок.

Координаты исходной точки могут быть рассчитаны по известной методике в зависимости от размеров заготовки и величины припусков на торцы и цилиндрические шейки детали. Исходная точка выбирается при токарной обработке каждой поверхности, то есть при обработке детали исходных точек несколько, каждая из них соответствует обработке конкретным инструментом.

Выбор места расположения исходной точки влияет на удобство установки и снятия детали (чем ближе расположена исходная точка к обрабатываемой детали, тем больше вероятность недопустимого контакта детали с резцом, чреватого сколом вершины резца). С другой стороны, чрезмерное удаление исходной точки эквидистанты от обрабатываемой заготовки приводит к увеличению пути холостого хода инструмента, а следовательно, к увеличению вспомогательного времени на выполнение технологической операции, то есть к снижению производительности обработки.

Из исходной точки режущий инструмент движется к заготовке на скорости холостого хода, которая является самой большой скоростью перемещения инструмента, допускаемой станком. Перемещение на скорости холостого хода программируется командой G00.

Непосредственно перед заготовкой скорость режущего инструмента должна быть снижена до рабочей скорости подачи, для этого на расстоянии примерно 1,5 – 2,0 мм до контакта с заготовкой скорость движения инструмента переключается на рабочую. Мгновенное уменьшение скорости холостого хода до скорости рабочей подачи, ввиду инерционности технологической системы, произойти не может. Расстояние 1,5 – 2,0 мм необходимо для того, чтобы инструмент снизил свою скорость до рабочей, плавно вошел в контакт с заготовкой и начал процесс резания.

В связи с изложенным после исходной точки на эквидистанту следует нанести вторую точку, расположенную на расстоянии 1,5 – 2,0 мм от обрабатываемого контура детали. Третья, четвертая и т. д. точки эквидистанты совпадают с точками обрабатываемого контура детали, но чтобы не затемнять чертеж детали, участок эквидистанты изображают параллельно контуру, а не по самому контуру. После окончания обработки контура резец следует отвести от детали и вернуть его на холостом ходу в исходную точку.

Каждый кадр УП содержит геометрические и технологические данные, необходимые для обработки одного элементарного участка детали, чаще всего между двумя соседними опорными точками. Опорные точки обрабатываемого контура заготовки выбирают в местах, где инструмент изменяет свою скорость и направление движения (изменяет черновую на чистовую подачу), при переходе от обработки прямолинейного контура к криволинейному контуру и наоборот.

Опорные точки эквидистанты выбирает технолог-программист, который также рассчитывает их координаты (при ручном программировании). В дальнейшем координаты вписывают в кадры УП, которые содержат информацию о работе исполнительных органов станка: величины перемещения по координатам X , Z , скорость подачи, частоту вращения шпинделя, работу механизмов смены инструмента и др.

5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ И ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ

В зависимости от простановки размеров на рабочем чертеже детали встречаются абсолютные и инкрементальные размеры, которые программируются различными командами. В процессе обра-

ботки инструмент перемещается по определенной траектории, обрабатывая один участок контура за другим. Точки обрабатываемого контура детали имеют координаты, которые зависят от размеров детали. Эти размеры могут быть проставлены от начала системы координат детали (нуля программы) либо в приращениях к координатам предшествующей точки контура.

В первом случае размеры называются **абсолютными**, а во втором – **инкрементальными** (рис. 1, а, б). Программирование абсолютных размеров осуществляется в системе координат станка (от нуля станка M), а при использовании сдвига нуля – в системе координат детали (от нуля детали W). При программировании абсолютных размеров используют адреса X и Z , а при программировании инкрементальных размеров – адреса U и W . Абсолютные размеры по оси X программируются как диаметр аналогично размерам на чертеже детали, что облегчает составление управляющей программы.

Все узловые точки обрабатываемого контура детали описываются относительно начала системы координат программы (нуля программы). Ноль программы и ноль детали совпадают.

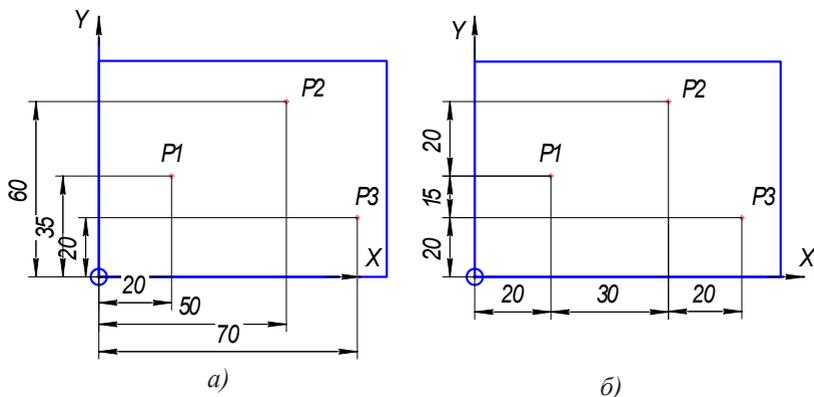


Рис. 1. Пример абсолютных (а) и инкрементальных (б) размеров

Абсолютные размеры программируются командой G90, а инкрементальные размеры – G91. Команды G90 и G91 применяются для всех осей станка в соответствующих блоках управляющей программы. Обе команды G90 и G91 модальны, то есть они действуют

до тех пор, пока не будет введено новое значение под тем же адресом или другой адрес из одной и той же группы адресов, что приводит к отмене их действия.

При программировании инкрементальных размеров описываются фактические траектории движения резца от точки к точке, при этом **размер по оси X программируется как радиус с использованием адреса U** . Программирование инкрементальных размеров **по оси Z осуществляется с использованием адреса W** .

Программирование инкрементальных размеров осуществляется также и в системе координат инструмента (от базовой точки N установки инструмента) или от вершины резца после вызова режущего инструмента.

6. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить рабочий чертеж детали, выданный преподавателем.
2. Найти конструкторские базы на чертеже детали.
3. Выбрать систему координат детали.
4. Перенести станочный ноль в ноль программы.
5. Выбрать исходную точку режущего инструмента.
6. Нанести на чертеж детали эквидистанту движения режущего инструмента.
7. Выбрать опорные точки эквидистанты.
8. Рассчитать координаты опорных точек эквидистанты движения инструмента.
9. Найти на рабочем чертеже детали абсолютные и инкрементальные размеры в направлении осей X и Z .
10. Написать команды для выполнения перемещений режущего инструмента по осям X и Z для абсолютных и инкрементальных размеров детали.
11. Проверить на станке с ЧПУ модели TURN 155 запрограммированные движения рабочих органов при отработке абсолютных и инкрементальных размеров детали.

Расчет координат X и Z опорных точек эквидистанты выполняем на основании известных размеров детали, которые берем из чертежа детали.

Методика **программирования абсолютных размеров** заключается в следующем. Точка отсчета системы координат находится в нуле станка M или в нуле детали W , в соответствии с запрограммированным смещением нуля. Все точки обрабатываемого контура детали описываются путем указания расстояний X и Z . Расстояния вершины резца от оси вращения шпинделя, измеренное в направлении оси X , указываются как диаметр (как указано на чертеже детали), что позволяет в процессе составления управляющей программы вводить диаметры ступеней обрабатываемой детали и избежать вычисления радиусов ступеней.

Методика **программирования инкрементальных размеров** заключается в следующем. Точка отсчета находится в базовой точке резцедержателя N или в точке резания после вызова инструмента. Программирование инкрементальных размеров в направлении оси X выполняется с использованием оси U , а в направлении оси Z – с использованием оси W . Координата U отсчитывается по оси X , а координата W – по оси Z . Положительное и отрицательное направления аналогичны направлениям при программировании абсолютных размеров. При программировании инкрементальных размеров описывается фактическая траектория инструмента от точки к точке.

Для программирования абсолютных размеров назначаем команду $G90$, указываем ось X или Z , в направлении которой будем перемещать инструмент, а рядом с адресом оси пишем координату точки, в которую надо переместить режущий инструмент для обработки рассматриваемого отрезка контура. При программировании инкрементальных размеров назначаем команду $G91$, указываем ось U или W , в направлении которой будем перемещать инструмент, а рядом с адресом пишем длину рассматриваемого обрабатываемого участка контура.

При программировании абсолютных размеров необходимо помнить, что рядом с адресом X следует указывать число, равное диаметру детали, а при программировании инкрементальных размеров рядом с адресом U следует указать число, равное радиусу детали. Кроме этого следует учитывать направление перемещения инструмента по каждой из осей.

7. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали, подлежащей обработке.
2. Многофункциональный станок с ЧПУ модели TURN 155.
3. Методические указания для выполнения лабораторной работы.

8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы следует оформить отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, рабочий чертеж детали, подлежащей обработке на токарном многофункциональном станке TURN 155 и закрепленной в приспособлении станка. Выбирают системы координат станка и детали, переносят ноль станка в выбранную точку, для этого вычисляют координату переноса нуля станка по оси Z . Изображают эквидистанту движения инструмента для обработки заданного контура детали, приводят расчет координат опорных точек. Указывают, какие из размеров являются абсолютными и инкрементальными. Формулируют команды, заносимые в управляющую программу обработки контура для выполнения абсолютных и инкрементальных размеров.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов темы, методики выполнения работы, демонстрации приобретенного опыта расчета координат опорных точек эквидистанты и методики программирования абсолютных и инкрементальных размеров детали. В конце отчета приводятся результаты отработки абсолютных и инкрементальных размеров детали на многофункциональном токарном станке с ЧПУ модели TURN 155.

Лабораторная работа № 3

КОРРЕКЦИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ЕГО РАЗМЕРНАЯ ПРИВЯЗКА К СИСТЕМЕ КООРДИНАТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ CONCEPT TURN 155

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение методики измерения данных инструмента, коррекции его размеров и методики привязки к системе координат многофункционального токарного станка с ЧПУ модели Concept TURN 155.

2. ЗАДАНИЕ

1. Уяснить смысл и причины проведения коррекции длины и радиуса режущего инструмента.
2. Изучить методику измерения данных режущего инструмента.
3. Изучить методику проведения коррекции режущего инструмента.
4. Изучить методику привязки вершины резца к системе координат токарного станка модели Concept TURN 155.
5. Выполнить привязку вершины резца к системе координат программы, используя станок модели Concept TURN 155.

3. ИЗМЕРЕНИЕ ДАННЫХ РЕЗЦА

Цель измерений данных резца: СЧПУ должна использовать для позиционирования вершину резца, а не базовую точку резцедержателя. Каждый инструмент, используемый для обработки, должен быть измерен. Необходимо измерить расстояния в направлениях обеих осей X и Z между вершиной резца и базовой точкой N резцедержателя (рис. 1, *a*). В регистре инструментов сохраняются измеренные коррекции на радиус (рис. 1, *б*) и позиция резца (рис. 1, *в*). Номер коррекции может быть любым номером регистра и определяется вызовом инструмента в программе.

Пример. Коррекция на длину инструмента в позиции 4 револьверной головки сохранена как коррекция номер 4. Вызов инструмента в программе осуществляем функцией T0404. Адрес T означает функцию инструмента, он образован от первой буквы английского слова *Tool*, которое переводится на русский язык как «инструмент». Первые две цифры после адреса T определяют позицию инструмента в револьверной головке, последние две цифры определяют номер коррекции, относящийся к этой позиции. Коррекция на длину инструмента может осуществляться автоматически, а радиус резца и позицию резца устанавливают вручную. Ввод радиуса и позиции резца требуется только при использовании коррекции на радиус. Позиция режущего инструмента должна быть введена обязательно.

Измеряют следующие размеры инструмента: $L1$ в направлении оси X в абсолютных значениях от точки N (рис. 1, *a*), $L2$ в направлении оси Z в абсолютных значениях от точки N и R – радиус верши-

ны резца (рис. 1, б). Должна быть известна позиция резца в револьверной головке. В поле «offset wear» устанавливается коррекция на износ инструмента после нескольких рабочих циклов. Введенные коррекции на длину добавляются или вычитаются из геометрических данных инструмента с приращением.

X+/-... приращение в диаметре к геометрическому значению.

Z+/- ... приращение к геометрическому значению по оси Z.

R+/- ... приращение к геометрическому значению радиуса.

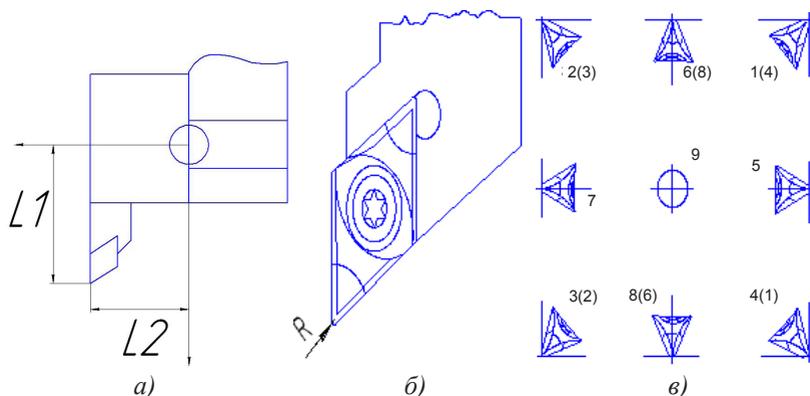


Рис. 1. Измерение координат вершины резца (а), режущая часть с закруглением по радиусу R (б) и позиции вершины резца (в)

Для определения позиции вершины резца следует посмотреть на инструмент с точки его закрепления на станке (рис. 1, в). Для станков, в которых инструмент находится под (перед) вращающейся заготовкой (например, станок TURN 50/55), необходимо использовать значения в скобках, так как для указанного станка положительное направление оси X направлено в противоположную сторону. Данные инструмента измеряют с помощью оптического задающего устройства. Для измерений необходимо:

- Установить оптическое приспособление на станок, закрепить калибр инструментальной оправкой в диске револьверной головки.

В режиме MANUAL переместить калибр в сетку оптического устройства (при открытой двери в режиме наладки при помощи клавиши подтверждения).

- Нажать клавишу  и экранную клавишу REL.

- Нажать клавишу  и экранную клавишу PRESET (удаляется значение X).

- Нажать клавишу  и экранную клавишу PRESET (удаляется значение Z).

- Установить селектор режимов в положение INC10000 и выполнить перемещение по оси Z на длину калибра (-Z) (Concept Turn 50/55/155: -30, Concept Turn 105: -22).

- Нажать клавишу  и экранную клавишу PRESET (удаляется значение Z).

- Повернуть внутрь инструмент и переместить его в сетку.

- Нажать клавишу .

- Нажать экранную клавишу OPRT.

- Выбрать номер позиции для соответствующего инструмента при помощи клавиш курсора  .

Коррекция X

Нажать клавишу  и экранную клавишу INP C.

Значение X вводится в память данных инструмента.

Коррекция Z

Нажать клавишу  и экранную клавишу INP C.

Значение Z вводится в память данных инструмента.

4. КОРРЕКЦИЯ ИНСТРУМЕНТА НА РАДИУС

Вначале вызываем режущий инструмент: T... – его номер в револьверной головке, D... – номер коррекции. Коррекция инструмента на радиус выполняется командой G40-G42. Система числового программного управления SINUMERIC 810D/840D описывает данные коррекций D как кромку режущего инструмента. Для каждого номера инструмента T могут быть введены до 9 номеров коррекции

D. Кодовое обозначение режущего инструмента состоит из адресов T и D с рядом стоящими цифрами, например, T1 D1 или T1 D2. Команда T...D... активирует коррекцию D на инструмент. Данные коррекции на инструмент (длина инструмента, радиус инструмента, ...) считываются из регистра данных инструментов. Возможные номера инструментов: T1...32000, D1...9.

4.1. Описание рабочего окна коррекции инструмента

На рис. 2 изображено окно операционной зоны «Параметры – коррекция инструмента», которое содержит следующие данные:

- Номер T – при помощи данного номера выполняется вызов инструмента (номер гнезда в револьверной головке).
- Номер D – номер коррекции на инструмент. Инструмент может иметь несколько номеров коррекции (например, левый и правый угол резца).
- Число кромок – количество номеров D для инструмента.
- Тип инструмента – данный номер определяет тип инструмента.
- Положение резца – позиция вершины резца по рис. 1, в.
- Геометрия – размеры инструмента.
- Износ – отклонение от геометрического значения.
- База – размеры инструментальной оправки, в которой зажат инструмент.



Рис. 2. Операционная зона «Параметры – коррекция инструмента»

Назначение экранных клавиш, изображенных в окне «Параметры – коррекция инструмента» (см. рис. 2):

- T+, T- – переход к следующему или предыдущему номеру инструмента.

- D+, D- – переключение на следующий или предшествующий номер коррекции на инструмент.

- Удалить – удаление инструмента из списка или удаление коррекции для текущего инструмента, для выполнения команды нажать клавишу «Удалить».

- Переход к – прямой выбор инструмента.

- Обзор – отображение списка инструментов. Расположить курсор на требуемом инструменте и подтвердить выбор клавишей «ОК».

- Создать – установка нового инструмента или новой коррекции (режущей кромки).

- Определение коррекции – введенные данные коррекции будут добавлены к имеющемуся инструменту.

Вертикальный ряд экранных клавиш окна (рис. 3) означает:

- Удалить кромку – удаление текущего инструмента и его режущих кромок (коррекции D).

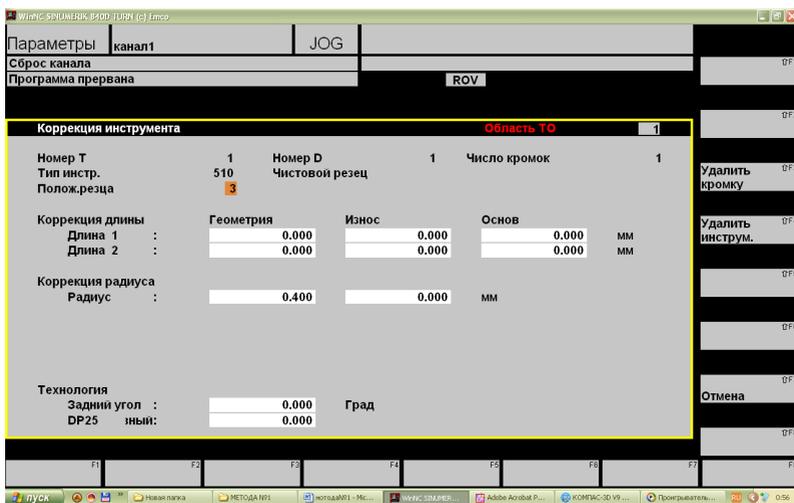


Рис. 3. Вертикальный ряд экранных клавиш

- Удалить инструмент – всегда удаляется режущая кромка с высшим номером D. Номера D должны быть последовательными, без пропусков, например, инструмент с четырьмя режущими кромками должен иметь коррекции D1, D2, D3, D4 и при нажатии клавиши «Удалить инструмент» только D4 может быть удален. D1 не может быть удален, поскольку для этого следует удалить весь инструмент (инструмент имеет как минимум одну режущую кромку). Отмена – выход без удаления.

Размерную привязку инструмента можно выполнить двумя методами: методом царапания и с использованием оптического устройства.

Для реализации метода царапания необходимо:

1. Остановить обработанную деталь и точно измерить ее диаметр.
2. Подвести револьверную головку к детали, уменьшив подачу до 1 %.

Удерживая лист бумаги между деталью и диском револьверной головки, переместить диск револьверной головки к детали настолько, чтобы бумага была зажата. Переместить инструмент, закрепленный в револьверной головке, на безопасное расстояние к детали (примерно 3 – 4 мм), пользуясь клавишами «-X», «+X», «-Z», «+Z» (рис. 4).

Поместив между инструментом и деталью лист бумаги, подведите инструмент как можно ближе к детали, не зажимая при этом бумагу. Это следует делать аккуратно, используя ручное перемещение на 1-процентной подаче (рис. 5).

1. Выполнить считывание и записать координату Z.
2. Выполнить отвод револьверной головки от детали на расстояние, достаточное для поворота первого инструмента.

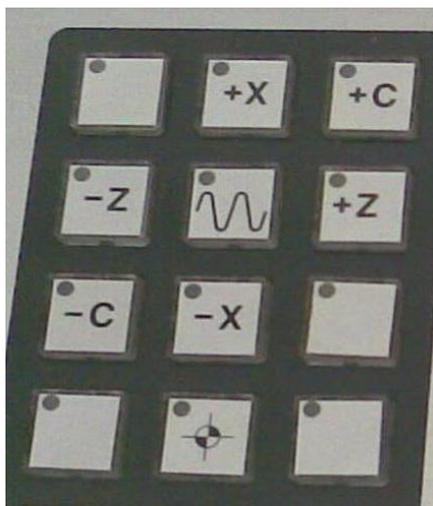


Рис. 4. Клавиши ручного управления координатными перемещениями

3. Выполнить подвод первого инструмента к детали (например, резца), предварительно вставив лист бумаги.

4. Вызвать регистр данных инструмента. В операционной зоне «Параметры – коррекция инструмента» (см. рис. 2) выбрать необходимый инструмент и необходимую коррекцию при помощи экран-



Рис. 5. Переключатель ручной коррекции

ных клавиш (номер T+, номер T-, номер D+, номер D-).

5. Для сверлильного инструмента установить курсор на длине 1, для резца – на длине 2.

6. Нажать экранную клавишу «Определение коррекции».

7. В поле «Базовые размеры» установить ось Z (рис. 6).

8. Ввести значение, полученное в п. 3.

9. Установить коррекцию Z при помощи экранных клавиш «Вычисление» и «ОК».

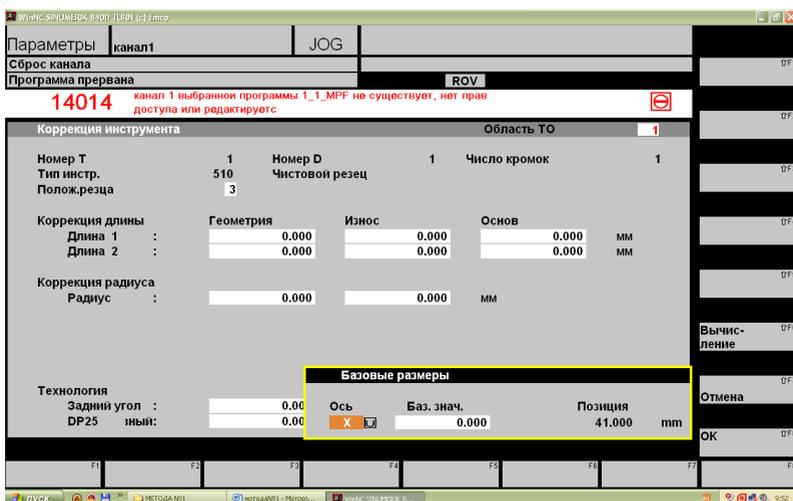


Рис. 6. Операционная зона «Параметры – определение коррекции»

10. Выполнить подвод вершины инструмента к цилиндрической поверхности детали, вставив бумагу и уменьшив подачу.

11. Для резца установить курсор на длине 1.

12. В поле «Базовые размеры» установить ось X .

13. Ввести диаметр детали.

Вершина резца определяется по данным измерений только в двух точках (тангенциально к осям X и Z). Таким образом, коррекция на размер инструмента описывает только теоретическую вершину резца (рис. 7), которая находится на запрограммированной траектории.

14. Установить коррекцию X при помощи экранных клавиш «Вычисление» и «ОК».

При перемещении резца по направлению оси X или Z (рис. 8, три верхние положения резца) выполняется торцевая, или продольная, обработка заготовки, а погрешностей размера детали не возникает.

При перемещении резца одновременно по обеим осям X и Z (рис. 8, три нижние положения резца), например, при обработке конуса или закругления, позиция теоретической вершины резца не соответствует позиции реальной

вершины резца. У детали возникают погрешности размера, причем максимальная погрешность образуется при отсутствии коррекции на радиус резца и движении под углом 45° . При радиусе резца, равном 0,4 мм, погрешности детали составляют: погрешность контура – 0,16 мм, а погрешность по осям X и Z – 0,24 мм. При использовании коррекции на радиус резца система управления автоматически выполняет компенсацию этих погрешностей.

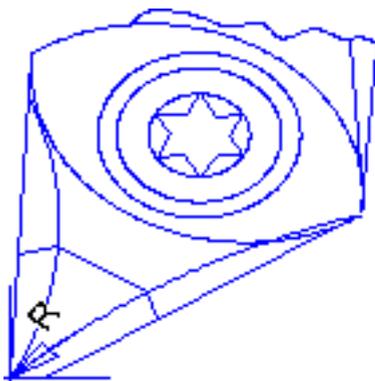


Рис. 7. Радиус и теоретическая вершина режущей кромки

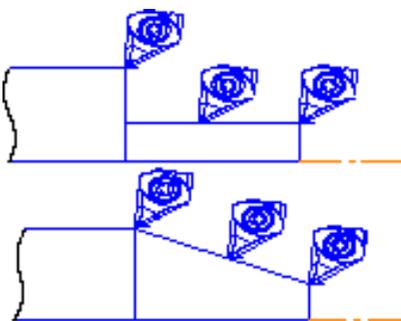


Рис. 8. Появление погрешности обработки

Команда G40 означает выключение коррекции на радиус инструмента, а команда G41 – коррекцию на радиус инструмента влево, G42 – коррекцию на радиус инструмента вправо.

G40 – коррекция на радиус инструмента выключена.

Коррекция на радиус инструмента отменяется при помощи команды G40. Отмена возможна только в сочетании с прямолинейным движением (G00, G01). G40 может быть запрограммирована в одном кадре с G00 или G01 или в предшествующем кадре. G40 обычно программируется с отводом в точку смены инструмента.

G41 – коррекция на радиус инструмента влево. Когда инструмент находится слева от обрабатываемого контура (смотреть в направлении подачи), нужно запрограммировать G41 (рис. 9, а).

G42 – коррекция на радиус инструмента вправо (рис. 9, б).

Примечание: прямая смена между G41 – G42 недопустима, сначала следует выполнить отмену коррекции функцией G40.

Требуется предварительное определение радиуса инструмента R и типа резца (тип инструмента) в реестре данных инструментов.

Активация должна происходить в сочетании с G0 или G1, изменение значения коррекции инструмента при активированной коррекции на радиус инструмента недопустимо.

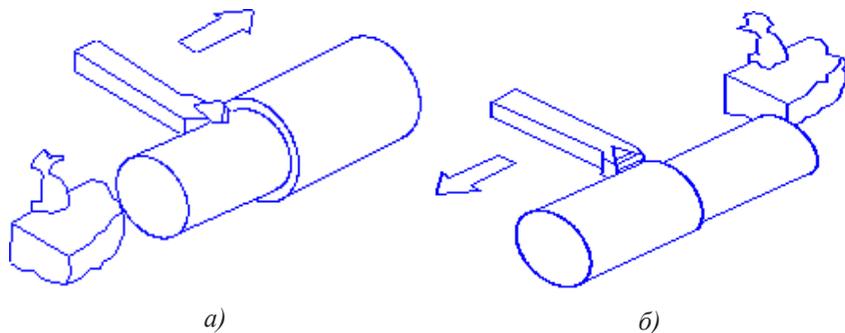


Рис. 9. Коррекция на радиус инструмента влево G41 (а) и вправо G42 (б)

5. ПРИВЯЗКА ВЕРШИНЫ РЕЗЦА К СИСТЕМЕ КООРДИНАТ СТАНКА CONCEPT TURN 155 МЕТОДОМ ЦАРАПАНИЯ

Привязку резца к системе координат станка методом царапания выполняют в последовательности.

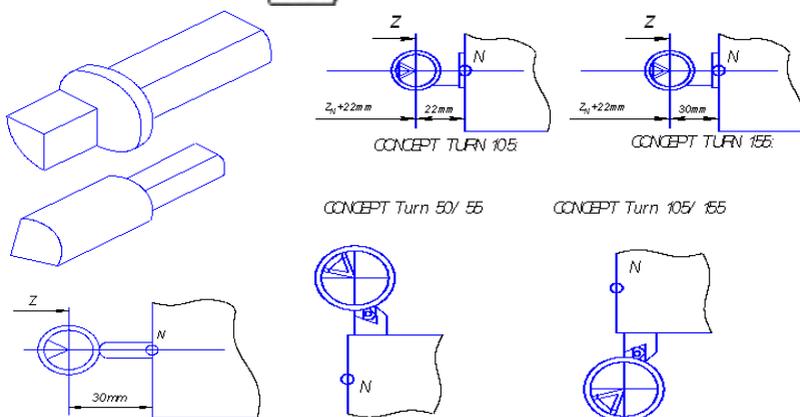
- Закрепить деталь с измеренными диаметром и длиной.
- Запустить шпиндель в режиме MDI (M03/M04 S...).
- Ввести необходимый инструмент.

Коррекция X

- Выполнить царапание резцом по диаметру детали (B).
- Нажать клавишу  и экранную клавишу GEOM.
- Выбрать номер гнезда инструментального магазина для соответствующего инструмента при помощи клавиш курсора  .
- Нажать экранную клавишу OPRT.
- Ввести диаметр детали, например  47.
- Нажать экранную клавишу MEASUR.
- Значение X переводится в регистр данных инструментов.

Коррекция Z

- Выполнить царапание резцом по торцу детали (A).
- Нажать клавишу  и экранную клавишу GEOM.



*Рис. 10. Размерная привязка инструмента при помощи
оптического устройства*

- Выбрать номер гнезда инструментального магазина для соответствующего инструмента при помощи клавиш курсора  .
- Нажать экранную клавишу OPRT.

- Ввести длину L (длина детали + длина патрона), например  72.

- Нажать экранную клавишу MEASUR.
- Значение Z переводится в регистр данных инструментов.

Повторить данную процедуру для каждого инструмента.

Цель вычисления данных инструмента: система управления использует вершину инструмента или центральную точку инструмента для выполнения позиционирования, вместо базовой точки инструмента.

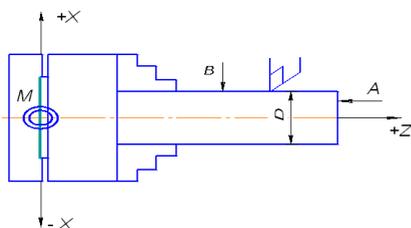


Рис. 11. Методика измерения цапаньем: A – цапанье по торцу; B – цапанье по окружности; D – диаметр детали

В журнале данных инструмента сохраняются измеренные данные длины, позиции инструмента и его радиуса. Коррекции на длину инструмента можно измерять в полуавтоматическом режиме, позицию инструмента и радиусы инструмента следует вводить вручную. Позиция инструмента должна быть введена обязательно.

6. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Установить и закрепить резец в одной из рабочих позиций револьверной головки станка.

2. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне, предварительно обработав по торцу и диаметру. Измерить диаметр и длину заготовки с достаточно высокой точностью (диаметр с точностью 0,01 мм, длину с точностью 0,05 мм).

3. Подвести резец к цилиндрической поверхности и едва коснуться вершиной резца листа бумаги при подаче 1 %.

4. Ввести диаметр оправки в УЧПУ.

5. Аналогично коснуться вершиной резца листа бумаги на торцевой поверхности заготовки.

6. Внести суммарную длину заготовки и трехкулачкового патрона в УЧПУ.

7. Выполнить привязку вершины резца с использованием оптического устройства.

8. Проточить цилиндрическую поверхность заготовки с небольшой глубиной резания, измерить диаметр и в случае расхождения расчетного и фактического диаметров ввести коррекцию на инструмент.

7. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Оптическое устройство.
2. Станок модели PC TURN 155.
3. Резец подрезной упорный.
4. Оправка.
5. Микрометр.
6. Штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм.

8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание схем, раскрывающих методику измерений данных инструмента, методику привязки вершины резца к системе координат программы и методику коррекции инструмента.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов темы, методики выполнения измерения данных инструмента, привязки его к системе координат программы и др.

Лабораторная работа № 4

СТРУКТУРА И ЗАПИСЬ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение построения управляющей программы для обработки детали на станке с ЧПУ, ее составных элементов и последовательности ее записи.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить структуру управляющей программы, ее составные части.

2. Ознакомиться с понятиями модальные и немодальные адреса, с их физическим смыслом.

3. Изучить требования, предъявляемые к управляющей программе.

4. Изучить методику построения слова, блока (кадра) управляющей программы.

5. Изучить последовательность составления управляющей программы.

6. Ознакомиться с понятием формат кадра и правилом его написания.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Управляющая программа (УП) – совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка для обработки конкретной заготовки. УП состоит из кадров, которые в зарубежных системах ЧПУ называются блоками. Кадр (блок) состоит из нескольких слов. Каждое слово (рис. 1) представляет собой команду и состоит из адреса в виде заглавной буквы латинского алфавита и арифметического числа или последовательности чисел.

Число может иметь знак плюс или минус, знак плюс опускается. Адресами являются, например, оси X , Y , Z , скорость вращения шпинделя S , скорость подачи F и др.

Адреса бывают модалные и немодальные. Модалные адреса действуют в интервале нескольких блоков, пока не будет введено новое значение под тем же адресом или другой адрес из одной и той же группы адресов. Немодальные адреса действуют только в одном блоке, в котором они запрограммированы. Как только системой ЧПУ блок обработан, действие немодального адреса прекращается.



Рис. 1. Слова и кадр управляющей программы

Каждый блок начинается номером N и заканчивается буквами LF или PC. В современных станках с ЧПУ буквы LF и PC не пишут, они воспроизводятся автоматически, если мы меняем строку в управляющей программе. Чтобы структура блока была по возможности четче, слова в блоке располагают в последовательности:

N10 G... X... Y... Z... F... S... T... D... M...,

где N10 – кадр с номером 10; G – подготовительная функция; X, Y, Z – оси координат; F, S – скорость подачи; T – адрес инструмента; D – адрес коррекции инструмента; M – вспомогательная функция. Точки после каждого адреса отражают место для написания чисел, от значений которых зависит, например, величина перемещения инструмента.

Запись кадров (блоков), содержащих определенные команды исполнительным органам станка, может осуществляться с постоянной или переменной длиной кадра. В первом случае используется максимальная длина кадра, что удлиняет управляющую программу.

В настоящее время наиболее применима в системах ЧПУ запись с переменной длиной кадра как более удобная и краткая. Эта запись возможна при использовании алфавитно-цифровых кодов, в частности кода ISO-7bit. Этот код является основным для всех отечественных станков с ЧПУ. В этом коде (или его разновидности) работает и большинство зарубежных станков. Управляющая программа записывается в последовательности ее блоков (кадров), при этом записывается только та геометрическая, технологическая и вспомогательная информация, которая изменяется по отношению к предыдущему блоку.

Для модальных команд применяется правило, согласно которому записанная в данном кадре команда не повторяется в последующих кадрах программы и отменяется лишь другой командой из этой же группы адресов (кодов) или специальной командой, отменяющей все команды данной группы кодов. Немодальные команды, как было отмечено ранее, действуют в пределах лишь одного блока, в котором немодальная команда записана. Поэтому действие немодальной команды прекращается сразу же после окончания отработки системой ЧПУ текущего блока программы.

Каждая УП должна начинаться символом «%» – «начало программы», после которого должен стоять символ «LF» или «ПС» – «конец кадра» (для ряда действующих устройств ЧПУ конец кадра в программах обозначается символом «LF»). Кадр с символом «%» не нумеруется. Нумерация кадров программы начинается со следующего за «%» кадра.

Любая группа символов, не подлежащая обработке на станке, должна быть заключена в круглые скобки. Внутри скобок не должны применяться символы «ПС», «LF», «%» и символ «:» (двоеточие), который обозначает – «главный кадр» программы.

Полярные координаты используются, когда часть размеров детали измеряется радиусом и углом. Точка $P0$, от которой начинаются измерения, называется полюсом (рис. 2). Координаты полюса в декартовой системе $X - Y$ равны: $X = 15$, $Y = 30$. Положение полюса $P1$ определяется полярными координатами: радиус равен 100 мм, угол – 30° . Положение полюса $P2$ – радиусом 60 мм и углом 75° .

Если необходимо пронумеровать УП, то этот номер указывают непосредственно за символом «начало программы» перед символом «конец кадра», например, % 167ПС или % 167 LF, т. е. программа с условным номером 167. Местоположение информации, заключенной в скобки в кадре управляющей программы, а также возможность записи этой информации в памяти УЧПУ должны быть указаны в технических условиях на устройство ЧПУ конкретного типа. Перед символом «начало программы» может быть записана любая информация, например, указания по наладке станка, различные идентификаторы программы и т. п.

Управляющая программа должна заканчиваться символом «конец программы» или «конец информации». Информация, помещенная после этого символа, не должна восприниматься УЧПУ.

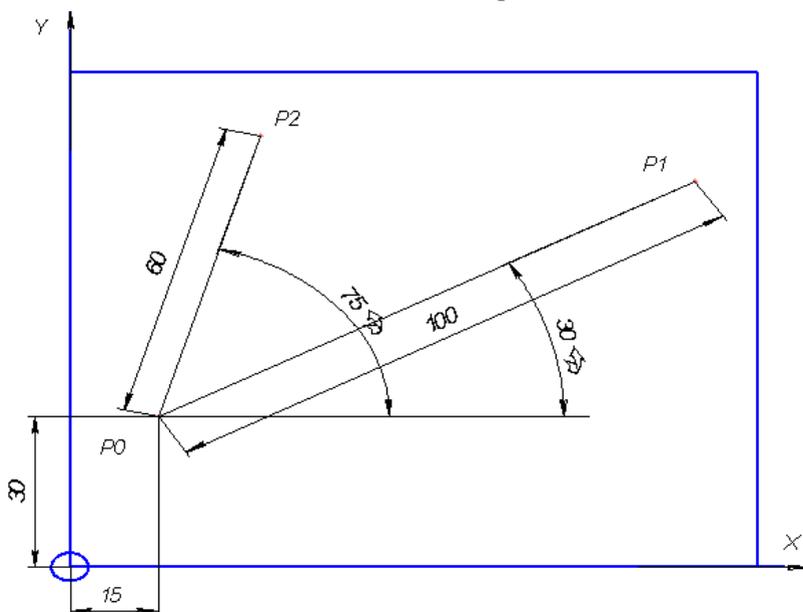


Рис. 2. Задание точек в полярной системе координат

4. ТРЕБОВАНИЯ К НАПИСАНИЮ КАДРА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

К написанию кадра УП предъявляют следующие требования:

1. Каждый кадр должен содержать слово «номер кадра». Лишь некоторые устройства ЧПУ позволяют это слово не использовать. Далее в кадре приводятся определенные команды (слова). Завершается кадр символом ПС или LF («конец кадра»). Использование этого символа, как правило, обязательно. При необходимости в кадре указывают символы табуляции. Их проставляют перед любым словом в кадре, кроме слова «номер кадра».

2. Слова в кадре рекомендуется записывать в определенной последовательности: слово (или слова), содержащие код или несколько

кодов, относящихся к «подготовительной функции»; слова «размерные перемещения», которые рекомендуется записывать в последовательности символов: X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R, A, B, C; слова «параметр интерполяции» или «шаг резьбы»: I, J, K; слово (или слова) «функция подачи», которое относится только к определенной оси и должно следовать непосредственно за словом «размерное перемещение» по этой оси. Слово «функция подачи», относящееся к двум и более осям, должно следовать за последним словом «размерное перемещение», к которому оно относится; слово «функция главного движения»; слово (или слова) «вспомогательная функция».

3. В пределах одного кадра не должны использоваться слова «подготовительная функция», входящие в одну группу кодов.

4. После символа «:» – «главный кадр» в кадре должна быть записана вся информация, необходимая для начала или возобновления обработки. В этом случае символ «главный кадр» должен записываться вместо символа N в качестве адреса в слове «номер кадра». Символ «главный кадр» может быть использован для останова обработки программы в нужном месте.

5. При реализации режима «пропуск кадра» (например, для осуществления наладочных переходов при наладке станка и исключения этих переходов после окончания наладки) перед словом «номер кадра» и символом «главный кадр» должен записываться символ LF – «пропуск кадра».

Каждое слово в кадре УП должно содержать: символ адреса (латинская прописная буква); математический знак «плюс» или «минус» (при необходимости); последовательность цифр.

Слова в УП могут быть записаны одним из двух способов:

- 1) без использования десятичного знака (подразумеваемое положение десятичной запятой);
- 2) с использованием десятичного знака (явное положение десятичной запятой).

При записи слов с использованием десятичного знака те из них, в которых десятичный знак отсутствует, должны обрабатываться УЧПУ как целые числа. Незначащие нули, стоящие до и (или) после знака, могут быть опущены, например: запись X.08 означает размер 0,08 мм по оси X; X950 – размер 950,0 мм по оси X. Размер, представленный одними нулями, должен быть выражен, по крайней

мере, одним нулем. Подразумеваемое положение десятичной запятой должно быть определено в характеристиках формата конкретного УЧПУ.

При записи слов с подразумеваемой десятичной запятой в некоторых УЧПУ в целях сокращения количества информации допускается опускать нули, стоящие перед первой значащей цифрой (ведущие нули). Если форматом УЧПУ допускается опускать последние нули, то ведущие нули в этом случае опускать нельзя. Например, размер оси X , равный 258,300 мм, может быть записан (в зависимости от конкретного УЧПУ) по-разному:

X00258300 – полная запись, без использования десятичного знака;

X258300 – опущены ведущие нули; здесь определение размеров ведется от младших разрядов:

X002583 – опущены последние нули; здесь определение разрядности ведется от ведущих разрядов;

X258.3 – запись с явной запятой.

Размерные перемещения в кадрах УП указываются или в абсолютных значениях, или в приращениях. Это и определяет использование в кадрах УП подготовительных функций G90 (*абсолютный размер*) или G91 (*размер в приращениях*).

В УП для современных УЧПУ все линейные перемещения обычно указывают в миллиметрах и их десятичных долях. Для УЧПУ ранних моделей линейные перемещения указывались в импульсах. Если линейные перемещения выражены в дюймах, то в УП должна быть записана соответствующая подготовительная функция, указывающая единицу величины. Выражение линейных перемещений в дюймах возможно обычно лишь для станков, снабженных УЧПУ моделей зарубежных фирм.

Угловые размеры в УП для современных УЧПУ выражают в радианах или градусах. Для некоторых элементов станков, например, для поворотных столов, угловые размеры выражают в десятичных долях оборота.

Если УЧПУ допускает задание размеров в *абсолютных значениях* (положительных или отрицательных в зависимости от начала системы координат), то математический знак («плюс» или «минус») является составной частью слова «*размерное перемещение*» и должен предшествовать первой цифре каждого размера.

Математический знак должен также предшествовать первой цифре каждого размера, указывая направление перемещения, если УЧПУ допускает задание размеров в *приращениях*. При задании размеров как в абсолютных значениях, так и в приращениях математический знак «плюс» в слове «размерные перемещения» в некоторых УЧПУ допускается опускать. Это определяется форматом кадра.

Безразмерные слова в кадре УП записывают по-разному. Слово «номер кадра» должно состоять из цифр, количество которых должно быть указано в формате конкретного УЧПУ. Слово (или слова) «подготовительная функция» должно быть выражено кодовым числом.

5. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ В УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЕ

Функция подачи определяет скорость подачи (далее – подача). Подачу кодируют числом, количество разрядов которого указано в формате конкретного УЧПУ. Тип подачи, если это допускает УЧПУ, выбирают одной из подготовительных функций: G93 – «подача в функции, обратной времени»; G94 – «подача в минуту»; G95 – «подача на оборот». В современных УЧПУ основным методом кодирования подачи является метод прямого обозначения, при котором применяют следующие единицы величины:

- миллиметры в минуту – подача не зависит от скорости главного движения;
- миллиметры на оборот – подача зависит от скорости главного движения;
- радианы в секунду (градусы в минуту) – подача относится только к круговому перемещению.

Для указания быстрого перемещения в большинстве УЧПУ используется *подготовительная функция* G00. Если в УЧПУ подача задается кодовым числом, то большей подаче обычно должно соответствовать большее кодовое число.

В случае если речь идет о скорости векторного перемещения, не зависящей от скорости главного движения, подача может быть выражена величиной, обратно пропорциональной времени в минутах, необходимому для обработки соответствующего кадра. Тогда подачу принимают равной отношению векторной скорости

(выраженной в миллиметрах в минуту) к вектору перемещения по траектории обработки (выраженному в миллиметрах). Однако в современных УЧПУ этот способ представления подачи используются сравнительно редко.

Функция главного движения определяет скорость главного движения. Она также кодируется числом, количество разрядов которого должно быть указано в формате конкретного УЧПУ. Вид функции главного движения (там, где это необходимо и возможно) осуществляется одной из следующих подготовительных функций: G96 – «*постоянная скорость резания*»; G97 – «*обороты в минуту*». В современных УЧПУ основным методом кодирования скорости главного движения является метод прямого обозначения, при котором число обозначает частоту вращения шпинделя в радианах в секунду или оборотах в минуту. В некоторых УЧПУ возможно указание скорости резания в метрах в минуту. Обычно это согласуется с функцией G96. Скорость главного движения у некоторых УЧПУ задается кодовым числом, причем обычно большей скорости главного движения соответствует большее кодовое число.

Функция инструмента (Т) используется для выбора инструмента. В ряде УЧПУ слово «*функция инструмента*» используют и для коррекции (или компенсации) инструмента. В этом случае оно состоит из двух групп цифр: первая используется для выбора инструмента, вторая – для его коррекции. Если для записи коррекции (компенсации) инструмента используется другой адрес, рекомендуется использовать символ D или H. Количество цифр, следующих за адресами T, D и H, должно быть указано в формате конкретного УЧПУ.

Слово (или слова) «*вспомогательная функция*» (M) во всех УЧПУ выражено кодовым числом. Значение и характер записи зависят от модели УЧПУ.

6. ФОРМАТ КАДРА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Схема построения кадров обычно определена. Она зависит от конструктивных особенностей станка, модели УЧПУ, методики программирования и т. д. Поэтому каждый конкретный тип УЧПУ характеризуется так называемым *форматом*, т. е. принятым (рекомендуемым) порядком расположения слов в кадре и структурой

каждого слова в отдельности. В общем случае формат УП должен записываться с соблюдением определенных правил, с определенной последовательностью записи символов УП, с заданным их видом и количеством, с принятой для данной УЧПУ схемой представления цифровых величин и т. д.

7. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Твердо усвоить понятия и физический смысл следующих терминов: адрес, слово, кадр (блок), функция, формат кадра, управляющая программа, ее составные элементы.
3. Запомнить адреса основных функций управляющей программы.
4. Уяснить смысл каждой функции УП.
5. Изучить рабочий чертеж детали и составить перечень адресов, вводимых в УП.
6. Составить фрагменты адресов и кадров предварительной управляющей программы для детали, выданной преподавателем.
7. Используя автоматизированное рабочее место (РС – рабочее место), заполнить кадры с различными форматами.
8. Провести отработку некоторых кадров управляющей программы на станке с ЧПУ TURN 155.
9. Составить отчет по лабораторной работе.

8. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

9. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание

адресов, блоков, абсолютных и инкрементальных размеров, а также функций. Описать требования к написанию кадров, управляющей программы. Составить фрагменты управляющей программы для заданной детали.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы.

Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, назначения приведенных функций, требований к написанию отдельных кадров и всей управляющей программы в целом, а также ее структуры.

Лабораторная работа № 5

ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является получение практических знаний по использованию подготовительных функций в процессе программирования механической обработки деталей на многофункциональном станке с ЧПУ фирмы EMCO модели TURN 155.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить группы команд, содержащих адрес G, в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK фирмы SIEMENS (Германия).
2. Уяснить физический смысл слов, содержащих подготовительную функцию.
3. Изучить методику линейной, круговой интерполяции по часовой и против часовой стрелки.
4. Изучить методику выбора рабочей плоскости.
5. Получить практические знания по использованию подготовительных функций в процессе программирования механической обработки заданной детали на многофункциональном токарном станке модели TURN 155.

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Функции с адресом G, называемые подготовительными, определяют режим и условия работы станка и УЧПУ. Они кодируются от G00 до G99. За каждой из функций закреплено стандартом определенное значение (табл.). В конкретных УЧПУ значения тех или иных функций могут отличаться от значений, рекомендуемых стандартом, это оговаривается конкретной методикой программирования.

4. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ НА ГРУППЫ

Подготовительные функции можно разделить на несколько групп:

G00...G09 – команды общего порядка: позиционирование, линейная или круговая интерполяция, ускорение, замедление, пауза (выдержка);

G10...G39 – особенности обработки, выбор осей, плоскостей, видов интерполяции;

G40...G59 – коррекция размеров инструмента без отсчета, смещение осей;

G60...G79 – вид и характер работы: точно, быстро;

G80...G89 – постоянные (фиксированные) автоматические циклы;

G90...G99 – особенности задания размеров, режимов обработки.

В каждой из рассмотренных групп имеются резервные команды. Уточненные значения команд с адресом G приводятся в конкретных руководствах по программированию для соответствующих моделей УЧПУ.

При использовании подготовительных функций в различных УЧПУ встречаются разночтения, однако существует общий подход к их применению. Функция G00 программируется, если необходимо обеспечить линейное перемещение **по одной из координат на ускоренной подаче**; величина перемещения со знаком указывается в кадре в соответствии с правилом записи.

5. СМЫСЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Таблица

Значение G-слова по ГОСТ 20999-83

Код функции	Наименование	Значение подготовительной функции
G00	Быстрое позиционирование	Перемещение в запрограммированную точку с максимальной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно запрограммированная скорость перемещения игнорируется, но не отменяется. Перемещения по осям координат могут быть не скоординированными.
G01	Линейная интерполяция	Вид управления, при котором обеспечивается постоянное отношение между скоростями по осям координат, пропорциональное отношению между расстояниями, на которые должен переместиться исполнительный орган станка по двум или более осям координат одновременно. В прямоугольной системе координат перемещение происходит по прямой линии
G02; G03	Круговая интерполяция	Вид контурного управления для получения дуги окружности, при котором векторные скорости по осям координат, используемые для образования дуги, изменяются устройством управления
G02	Круговая интерполяция. Движение по часовой стрелке	Круговая интерполяция, при которой движение исполнительного органа направлено по часовой стрелке, если смотреть со стороны положительного направления оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности
G03	Круговая интерполяция. Движение против часовой стрелки	Круговая интерполяция, при которой движение исполнительного органа направлено против часовой стрелки, если смотреть со стороны положительного направления оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности

Продолжение табл.

Код функции	Наименование	Значение подготовительной функции
G04	Пауза	Указание о временной задержке, конкретное значение которой задается в УП или другим способом. Применяется для выполнения тех или иных операций, протекающих известное время и не требующих ответа о выполнении
G06	Параболическая интерполяция	Вид контурного управления для получения дуги параболы, при котором векторные скорости по осям координат, используемые для образований этой дуги, изменяются устройством управления
G08	Разгон	Автоматическое увеличение скорости перемещения в начале движения до запрограммированного значения
G09	Торможение	Автоматическое уменьшение скорости перемещения относительно запрограммированной при приближении к запрограммированной точке
От G17 до G19	Выбор плоскости	Задание плоскости таких функций, как круговая интерполяция, коррекция на фрезу и др.
G41	Коррекция на фрезу – левая	Коррекция на фрезу при контурном управлении. Используется, когда фреза находится слева от обрабатываемой поверхности, если смотреть от фрезы в направлении ее движения относительно заготовки
G42	Коррекция на фрезу – правая	Коррекция на фрезу при контурном управлении. Используется, когда фреза находится справа от обрабатываемой поверхности, если смотреть от фрезы в направлении ее движения относительно заготовки
G43	Коррекция на положение инструмента – положительная	Указание, что значение коррекции на положение инструмента необходимо сложить с координатой, заданной в соответствующем кадре или кадрах

Окончание табл.

Код функции	Наименование	Значение подготовительной функции
G44	Коррекция на положение инструмента – отрицательная	Указание, что значение коррекции на положение инструмента необходимо вычесть из координаты, заданной в соответствующем кадре или кадрах
G53	Отмена заданного смещения	Отмена любой из функций G54...G59. Действует только в том кадре, в котором она записана
От G54 до G59	Заданное смещение	Смещение нулевой точки детали относительно исходной точки станка
G80	Отмена постоянного цикла	Функция, которая отменяет любой постоянный цикл
От G81 до G89	Постоянные циклы	Программирование постоянных циклов
G90	Абсолютный размер	Отсчет перемещения производится относительно выбранной нулевой точки
G91	Размер инкрементальный	Отсчет перемещения производится относительно предыдущей запрограммированной точки
G92	Установка абсолютных накопителей положения	Изменение состояния абсолютных накопителей положения. При этом движения исполнительных органов не происходит
G93	Скорость подачи в функции, обратной времени	Указание, что число, следующее за адресом F, равно обратному значению времени в минутах, необходимому для обработки
G96	Постоянная скорость резания	Указание, что число, следующее за адресом S, равно скорости резания в метрах в минуту. При этом скорость шпинделя регулируется автоматически в целях поддержания запрограммированной скорости резания
G97	Обороты в минуту	Указание, что число, следующее за адресом S, равно скорости шпинделя в оборотах в минуту

6. ЛИНЕЙНАЯ И КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

Функция G01 означает, что режим обеспечивает линейную функциональную зависимость между перемещениями по двум координатам, обозначенными с соответствующими знаками и числовыми значениями. При этом указывается величина подачи (например, F35, рис. 1, а, б).

В УЧПУ функцией G01 программируется и линейное перемещение на рабочей подаче, если численное значение перемещения по одной из координат равно нулю (рис. 1, в – д).

Напомним, что режим, определенный функцией G, сохраняется до его отмены аналогичной функцией (рис. 1, з, д), принадлежащей одной группе функций.

Функции G02, G03 означают круговую интерполяцию по и против часовой стрелки соответственно. Функции указываются в управляющей программе для УЧПУ, обеспечивающих круговую интерполяцию.

Данные по круговой интерполяции зависят от задаваемой подготовительными функциями G17 – G19 (рис. 2) плоскости интерполяции.

Подготовительная функция G17 определяет круговую интерполяцию в плоскости XY с обозначением параметров интерполяции (координат точки) символами I и J (рис. 2, а). Подготовительные функции G18 и G19 определяют круговую интерполяцию соответственно в плоскостях XZ (параметры I, K) и YZ (параметры J, K) (рис. 2, б, в).

Выбор рабочей плоскости выполняют в формате кадра:

N... G17/G18/G19,

где G17 плоскость XY : плоское торцовое фрезерование (TRANSMIT), осевое сверление с использованием оригинальных циклов SIEMENS. G18 – плоскость ZX : контурное точение. G19 – плоскость YZ : контурное фрезерование на поверхности (TRACYL), радиальное сверление с использованием оригинальных циклов SIEMENS. G17 – G19 – команды на выбор рабочей плоскости. Ось инструмента вертикальна к рабочей плоскости.

Круговая интерполяция (рис. 3, а) программируется с использованием команд G2, G3, CIP. Функция G2 означает круговую интерполяцию по часовой стрелке, G3 – против часовой стрелки, CIP – через промежуточную точку (окружность через точки). Для кругового движения начальная и конечная точки должны быть в одной плоскости (уровне).

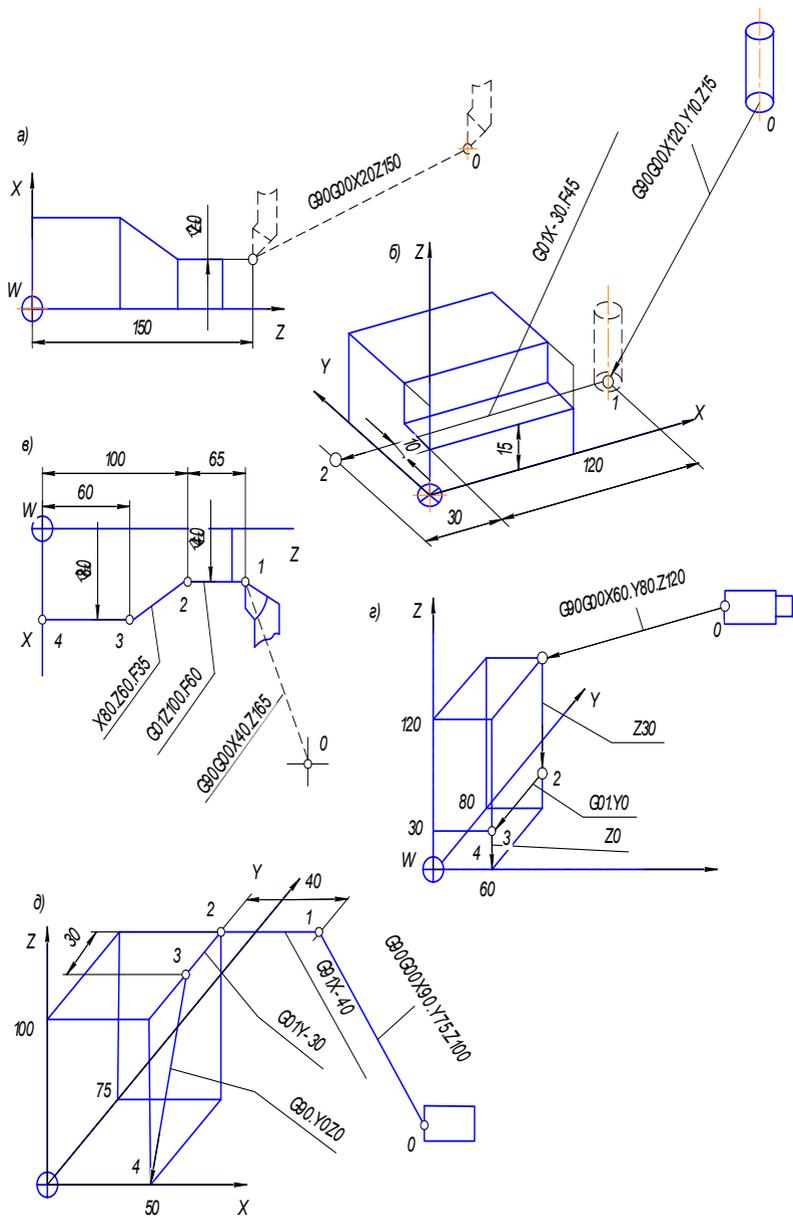


Рис. 1. Применение подготовительных функций G00 и G01

Программирование с конечной и центральной точкой осуществляется в формате кадра: G2/G3 X...Z...I...K,

где X, Z – конечная точка E в прямоугольных координатах, I, K – точка M – центр круга, закоординированный в декартовой системе относительно начальной точки S (рис. 3, б) рассматриваемого участка контура. Начальная точка S – это позиция инструмента во время вызова команды G2/G3. Конечная точка E программируется указанием ее координат в направлении осей X и Z . Центральная точка M круга программируется с использованием адресов I, K относительно начальной точки S или с $I=AC(...), K=AC(...)$ абсолютно от нулевой точки.

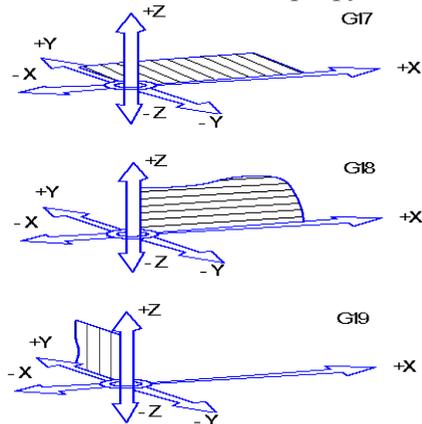


Рис. 2. Выбор плоскости обработки программы: а) плоскости XY, б) плоскости XZ, в) плоскости YZ

Программирование с конечной точкой и радиусом круга выполняется в формате кадра: G2/G3 X... Z... CR=±..., где X, Y, Z – координаты конечной точки E в прямоугольной системе координат; $CR=±$ радиус круга.

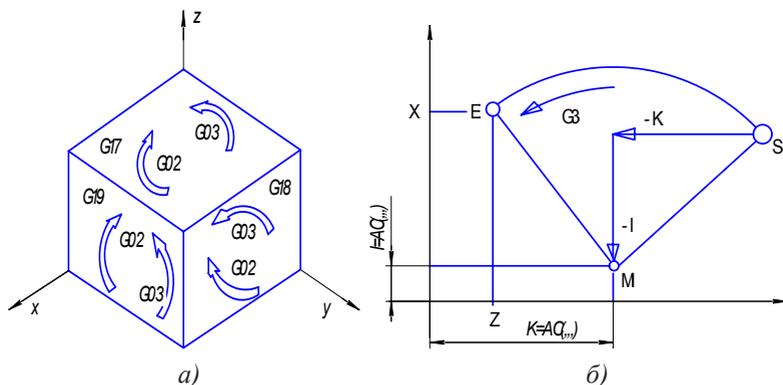


Рис. 3. Круговая интерполяция (а) и программирование координат центра окружности (б)

Программирование с использованием начальной, конечной и центральной точек круга (рис. 4, а) или конечной точкой и углом (рис. 4, б) осуществляется в формате следующего кадра:

G2/G3 X... Z... AR=... или

G2/G3 I... K... AR=...,

где X, Z – координаты конечной точки E в прямоугольной системе координат; I, K – координаты центральной точки M круга в прямоугольной системе координат относительно начальной точки S участка контура ES ; AR = угол раскрытия, соответствующий дуге окружности ES .

Начальная точка S – это позиция инструмента в момент вызова команды G2/G3. Положение конечной точки E программируется координатами X и Z . Центральная точка круга программируется с использованием адреса I, K относительно начальной точки S или абсолютными размерами $I=AC(...)$, $K=AC(...)$ относительно нуля детали.

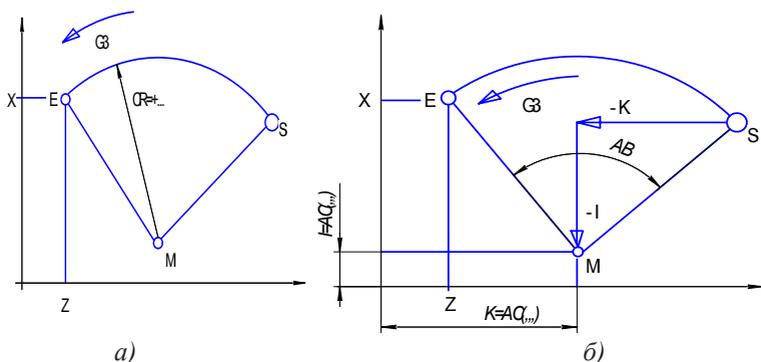


Рис. 4. Программирование с использованием начальной, конечной и центральной точек круга (а) или с конечной точкой и углом (б)

Угол раскрытия должен быть меньше 360° . Полные круги не могут быть запрограммированы при помощи AR .

Программирование в полярных координатах (рис. 5, а) выполняется в формате кадра: G2/G3 AP=... RP=..., где AP – конечная точка E полярного угла, полюс – центр круга, RP – полярный радиус, в то же время радиус круга.

Полюс полярной системы координат должен находиться в центре круга (предварительно установлен в центре круга при помощи

G111). Программирование с начальной точкой, промежуточной точкой и конечной точкой (рис. 5, б) выполняется в формате кадра: CIP X...Z...I1=...K1=...

где X, Z – координаты конечной точки E в прямоугольной системе координат; $I1, K1$ – координаты промежуточной точки в направлении осей X и Z в прямоугольной системе координат. Начальная точка рассматриваемого участка контура – это позиция инструмента в момент вызова команды G2/G3. Конечная точка программируется с использованием адресов X, Z , промежуточная точка программируется – $I1, K1$.

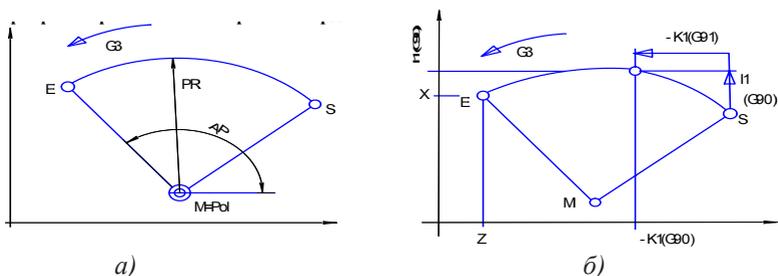


Рис. 5. Программирование в полярной системе координат: а) радиусом и углом конечной точки E , б) промежуточной и конечной точек

При вызове команды G91 (программирование в инкрементальных размерах) промежуточная точка координируется относительно начальной точки рассматриваемого участка контура.

Круговая интерполяция G2/G3/CIP, интерполяция в полярных координатах и коррекция на радиус инструмента G41/G42 происходят в рабочей плоскости.

Основная рабочая плоскость для токарной обработки: G18 (ZX). Абсолютные размеры программируют словом G90, а инкрементальные размеры – G91. Инкрементальный размер относится к текущей точке отсчета. Инструмент перемещается в запрограммированную позицию.

Траектория инструмента по дуге окружности задается у разных УЧПУ по-разному. Это зависит от устройства интерполятора, от характера его работы как вычислительного устройства, поскольку задача сводится к вычислению определенных параметров при наличии определенных (исходных) данных.

8. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK 810/840 D

Win NC **SINUMERIK 810/840 D** имеет G-функции (подготовительные функции), смысловое содержание которых приведено ниже.

Таблица

G-команды	Смысловое содержание
G0	Быстрое перемещение
G1	Рабочее перемещение
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки
CIP	Круговая интерполяция через промежуточную точку
G4	Время выдержки
G9	Точный останов не модально
G17	Выбор рабочей плоскости XY
G18	Выбор рабочей плоскости XZ
G19	Выбор рабочей плоскости YZ
G25	Минимальное программируемое ограничение рабочей зоны/ программируемое ограничение скорости вращения шпинделя
G26	Максимальное программируемое ограничение рабочей зоны/ программируемое ограничение скорости вращения шпинделя
G33	Постоянный шаг резьбы
G331	Нарезание внутренней резьбы
G332	Нарезание внутренней резьбы/отвод
G40	Коррекция на радиус инструмента OFF
G41	Коррекция на радиус инструмента ON влево
G42	Коррекция на радиус инструмента ON вправо
G53	Отмена устанавливаемого сдвига нуля
G54-G57	Устанавливаемый сдвиг нуля
G500	Отмена сдвига нуля
G505-G599	Устанавливаемый сдвиг нуля
G60	Точный останов модально
G63	Нарезание внутренней резьбы без синхронизации

Окончание табл.

G-команды	Смысловое содержание
G64	Режим контурной обработки
G641	Режим контурной обработки с закруглением
G70	Система ввода: дюймовая
G71	Система ввода: метрическая
G90	Абсолютные размеры
G91	Размеры с приращениями (инкрементальные)
G94	Подача в мм/мин, дюйм/мин
G95	Скорость подачи при вращении в мм/мин, дюйм/мин
G96	Постоянная скорость резания ON
G97	Постоянная скорость резания OFF
G110	Параметр полюса, относительно последней позиции подвода.
G111	Параметр полюса, абсолютно в системе координат детали
G112	Параметр полюса, относительно последнего достоверного полюса
G140	Подвод/отвод на малой скорости
G141	Подвод слева и/или отвод слева
G142	Подвод справа и/или отвод справа
G143	Направление подвода и/или отвода, в соответствии с относительной позицией от начальной/конечной точки до тангенциального направления
G147	Подвод по прямой линии
G148	Отвод по прямой линии
G247	Подвод по четверти круга
G248	Отвод по четверти круга
G340	Подвод и отвод в пространстве
G341	Подвод и отвод в плоскости
G347	Подвод по полукругу
G348	Отвод по полукругу
G450	Подвод и отвод от контура
G451	Подвод и отвод от контура

При программировании необходимо вставлять пробел между каждым отдельным словом (например: G0 X20 Z-35).

9. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Усвоить физический смысл программных слов, содержащих адреса G.
3. Запомнить основные команды с адресом подготовительной функции.
4. Уяснить смысловое содержание линейной интерполяции и методику ее программирования.
5. Уяснить смысловое содержание круговой интерполяции по часовой стрелке и методику ее программирования.
6. Уяснить смысловое содержание круговой интерполяции против часовой стрелки и методику ее программирования.
7. Изучить рабочий чертеж детали и составить перечень адресов, содержащих линейную, круговую интерполяцию по и против часовой стрелки.
8. Составить фрагменты управляющей программы для детали, выданной преподавателем, содержащие адреса подготовительной функции.
9. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить кадры с форматами, содержащими адреса подготовительной функции.
10. Провести отработку некоторых кадров управляющей программы, содержащих подготовительную функцию, на станке с ЧПУ TURN 155.
11. Составить отчет по лабораторной работе и отчитаться перед преподавателем.

10. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

11. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков, основных подготовительных функций. В отчете привести схемы, поясняющие методику выполнения линейной и круговой интерполяции по часовой и против часовой стрелки. Составить фрагменты управляющей программы для заданной детали, содержащие обработку линейных и криволинейных участков контура.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, назначения приведенных функций, содержания отдельных кадров управляющей программы, содержащих подготовительную функцию.

Лабораторная работа № 6

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – практическое изучение вспомогательных функций и навыков по их использованию в процессе программирования механической обработки деталей на многофункциональном станке с ЧПУ фирмы EMCO модели TURN 155.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить группы команд, содержащих адрес M, в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK фирмы SIEMENS.
2. Уяснить физический смысл слов, содержащих вспомогательную функцию.
3. Изучить методику составления кадров управляющей программы, содержащих вспомогательную функцию.

4. Получить практические знания по использованию вспомогательной функции в процессе программирования механической обработки заданной детали на многофункциональном токарном станке модели TURN 155.

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Функции с адресом М, называемые вспомогательными, определяют режим и условия работы станка и УЧПУ. Они кодируются от G00 до G99. За каждой из функций закреплено стандартом определенное значение (табл. 1). В конкретных УЧПУ значение тех или иных функций может отличаться от рекомендуемых стандартом, в этом случае это оговаривается конкретной методикой программирования.

4. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КОМАНД, СОДЕРЖАЩИХ АДРЕС М

Значение команд, содержащих адрес М – вспомогательная функция, приведено в таблице 1.

Таблица 1

Значение М-слова по ГОСТ 20999-83

Код функции	Наименование функции	Значение вспомогательной функции
M00	Программируемый останов	Останов без потери информации по окончании отработки соответствующего кадра. После выполнения команд происходит останов шпинделя, охлаждения, подачи. Работа по программе возобновляется нажатием кнопки
M01	Останов с подтверждением	Функция аналогична M00, но выполняется только при предварительном подтверждении с пульта управления
M02	Конец программы	Указывает на завершение отработки УП и приводит к останову шпинделя, подачи и выключению охлаждения после выполнения всех команд в кадре. Используется для приведения в исходное состояние УЧПУ и (или) исполнительных органов станка

Продолжение табл. 1

Код функции	Наименование функции	Значение вспомогательной функции
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке	Включает шпиндель в направлении, при котором винт с правой нарезкой, закрепленный в шпинделе, входит в заготовку
M04	Вращение шпинделя против часовой стрелки	Включает шпиндель в направлении, при котором винт с правой нарезкой, закрепленный в шпинделе, выходит из заготовки
M05	Останов шпинделя	Останов шпинделя наиболее эффективным способом. Выключение охлаждения
M06	Смена инструмента	Команда на смену инструмента вручную или автоматически (без поиска инструмента). Может автоматически отключить шпиндель охлаждения
M07	Включение охлаждения № 2	Включение охлаждения № 2 (например, масляным туманом)
M08	Включение охлаждения № 1	Включение охлаждения № 1 (например, жидкостью)
M09	Отключение охлаждения	Отменяет M07 и M08
M10	Зажим	Относится к работе с зажимным приспособлением подвижных органов станка
M11	Разжим	То же
M19	Останов шпинделя в заданной позиции	Вызывает останов шпинделя при достижении им определенного углового положения
M30	Конец информации	Приводит к останову шпинделя, подачи и выключению охлаждения после выполнения всех команд в данном кадре. Используется для установки в исходное состояние УЧПУ и (или) исполнительных органов станка. Установка в исходное положение УЧПУ включает в себя возврат к символу «начало программы»
M49	Отмена ручной коррекции	Функция, указывающая на отмену ручной коррекции скорости подачи и (или) скорости главного движения и на возвращение этих параметров к запрограммированным значениям

Окончание табл. 1

Код функции	Наименование функции	Значение вспомогательной функции
M59	Постоянная скорость шпинделя	Поддержание постоянным текущего значения скорости шпинделя независимо от перемещения исполнительных органов станка и задействованной функции G96

Примечание: остальные значения вспомогательных функций стандартом не определены.

5. ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK

Программное обеспечение WIN NC SINUMERIK (WinNC) имеет M-функции, которые представлены ниже.

Таблица 2

М-команда	Смысловое значение
M0	Программируемый останов
M1	Останов по дополнительному заданию
M2	Конец программы
M3	Включение шпинделя по часовой стрелке
M4	Включение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов шпинделя
M2=3	Инструмент с механическим приводом ВКЛ по часовой стрелке
M2=4	Инструмент с механическим приводом ВКЛ против часовой стрелки
M2=5	Инструмент с механическим приводом ВЫКЛ
M6	Смена инструмента
M8	Включение подачи СОЖ
M9	Выключение подачи СОЖ
M10	Винтовой тормоз ВКЛ
M11	Винтовой тормоз ВЫКЛ
M17	Конец подпрограммы

М-команда	Смысловое значение
M20	Задняя бабка назад
M21	Задняя бабка вперед
M23	Поддон назад
M24	Поддон вперед
M25	Открывание зажимного приспособления
M26	Закрывание зажимного приспособления
M30	Конец программы
M32	Конец программы для операции загрузки
M57	Колебания основного шпинделя ВКЛ
M58	Колебания основного шпинделя ВЫКЛ
M67	Прутковый питатель/загрузочный магазин ВКЛ
M68	Прутковый питатель/загрузочный магазин ВКЛ
M69	Смена прутка
M71	Продув ВКЛ
M72	Продув ВЫКЛ

В современных станках с ЧПУ подачу и частоту вращения шпинделя программируют соответственно адресами F и S, при этом они задаются численными значениями, выраженными в мм/мин, мм/об и 1/мин.

Адрес инструмента T с двузначным числом определяет код инструмента, а в ряде случаев и номер связанного с инструментом корректора. В некоторых станках команда на инструмент предшествует команде на его замену (M06). Вспомогательные команды, задаваемые адресом M, достаточно многочисленны.

При кодировании информации следует иметь в виду, что в УЧПУ в исходном (начальном) состоянии установлены определенные значения подготовительных функций. Эти функции не следует программировать. Их вводят в управляющую программу лишь в том случае, если по ходу программы были запрограммированы другие функции, отменяющие действие исходных. Например, во многих УЧПУ исходной (введенной в УЧПУ) является функция G17 (плоскость интерполяции XY), G91 (размеры в приращениях) или G90 (абсолютные размеры).

6. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Усвоить физический смысл программных слов, содержащих адреса M, F, S и T.
3. Запомнить основные команды с адресами M, F, S и T.
4. Изучить рабочий чертеж детали и составить команды, содержащие функции M, F, S и T.
5. Составить фрагменты управляющей программы для детали, выданной преподавателем, содержащие адреса вспомогательной функции.
6. Провести отработку некоторых кадров управляющей программы, содержащих вспомогательную функцию, на станке с ЧПУ TURN 155.
7. Составить отчет по лабораторной работе.

7. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное РС – рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков, основных вспомогательных функций. В отчете привести фрагменты управляющей программы для заданной детали, содержащие обработку участков контура с адресами M, F, S и T.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, назначения приведенных функций, отдельных кадров управляющей программы, содержащих вспомогательную функцию, а также методики оформления кадров, содержащих указанные адреса.

Лабораторная работа № 7

ФУНКЦИИ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ЗАПРОГРАММИРОВАННЫМ КОНТУРОМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение фреймов, используемых при разработке управляющей программы обработки деталей на многофункциональных станках с ЧПУ: перенос системы координат, ее поворот, масштабирование и зеркальное отображение контура.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить способы манипуляции системой координат станка: поворот осей и перемещение.
2. Изучить методику масштабирования и выполнения зеркального отображения обрабатываемого контура.
3. Получить практические знания по методике составления кадров управляющей программы, содержащей команды для выполнения на станке с ЧПУ манипуляции системой координат.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В процессе производства продукции на станках с ЧПУ часто встречаются случаи обработки деталей, имеющих идентичные контуры по форме и размерам, но расположенных под различным углом (например, плоскости), контуры, один из которых является точным зеркальным отображением другого; контуры, один из которых в несколько раз больше или меньше другого. В этих случаях программирование обработки контуров является трудоемким.

Целесообразно запрограммировать один контур, а затем задать команду на зеркальное отображение или поворот, или увеличение масштаба исходного контура, и по этой же программе можно будет обработать на станке с ЧПУ последовательно оба контура. С этой целью программное обеспечение современных многофункциональных станков с ЧПУ позволяет реализовать так называемые фреймы,

с помощью которых можно выполнить обработку двух или более идентичных контуров, используя управляющую программу, составленную для исходного контура, и задавая команду на тот или иной вид манипуляции системой координат станка и обрабатываемым контуром.

4. ФУНКЦИИ МАНИПУЛИРОВАНИЯ КОНТУРОМ

Возможны следующие функции манипулирования контуром: зеркальное отображение, масштабирование; поворот вокруг оси, параллельной координатной оси (функции G37, G38).

Функции проиллюстрированы рис. 1-7.

При зеркальном отображении, масштабировании и повороте отсутствует необходимость в изменении контура в исходной управляющей программе. Можно использовать любую комбинацию этих функций.

С помощью команды G37 задают координаты точки, относительно которой осуществляется зеркальное отображение или поворот. С помощью команды G38 активируют функции зеркального отображения, поворота, масштабирования. С помощью команды G39 активируют функции зеркального отображения, поворота, масштабирования.

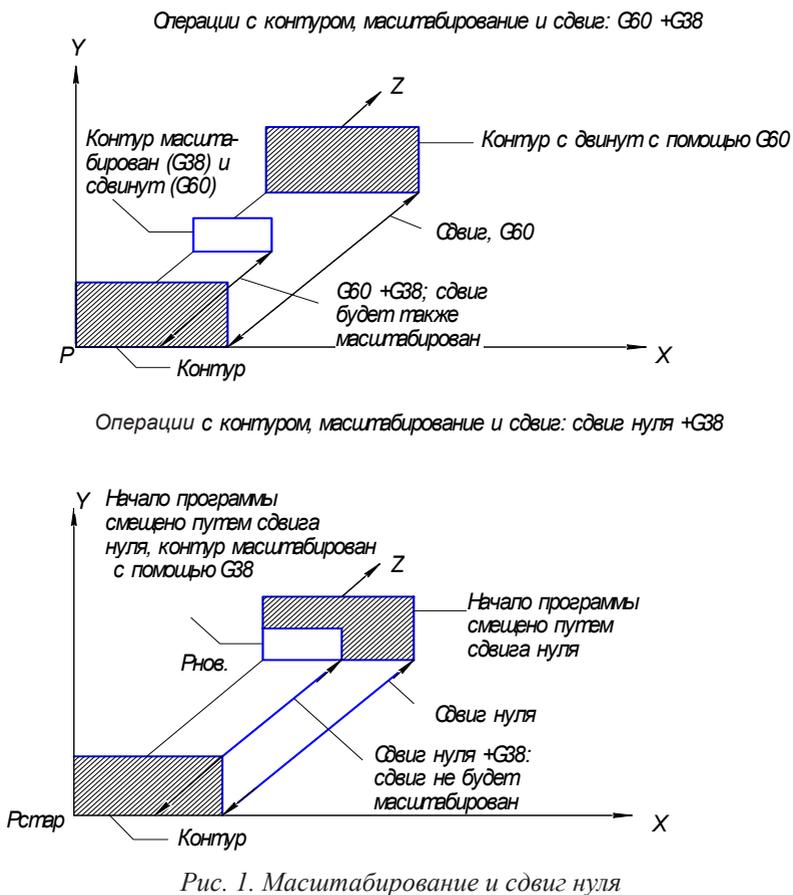
Зеркальное отображение – G37, G38, G39.

Модальная функция G37 сопровождается заданием абсолютных координат полюса (точки зеркального отображения) относительно нуля управляющей программы. Эту функцию можно использовать только в сочетании с G38. Модальная функция G38 включения зеркального отображения сопровождается адресом координатной оси и значением «-1». При этом вся позиционная информация для этой оси приобретает противоположный знак. При любом ином значении, отличающемся от единицы, будет осуществлено масштабирование.

5. МАСШТАБИРОВАНИЕ И СДВИГ НУЛЯ

Масштабирование обрабатываемого контура заключается в увеличении или уменьшении размеров контура в несколько раз, при этом уменьшение или увеличение размеров происходит по всем осям координат в одинаковом масштабе одновременно.

После масштабирования выполняют сдвиг контура по оси в требуемое положение. Процедуры масштабирования и сдвига контура приведены на рис. 1.



6. ФУНКЦИИ ЗЕРКАЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ, МАСШТАБИРОВАНИЯ И ПОВОРОТА КОНТУРА

Примеры зеркального отображения, масштабирования и поворота представлены на рис. 2, а варианты зеркального отображения контура – на рис. 3.

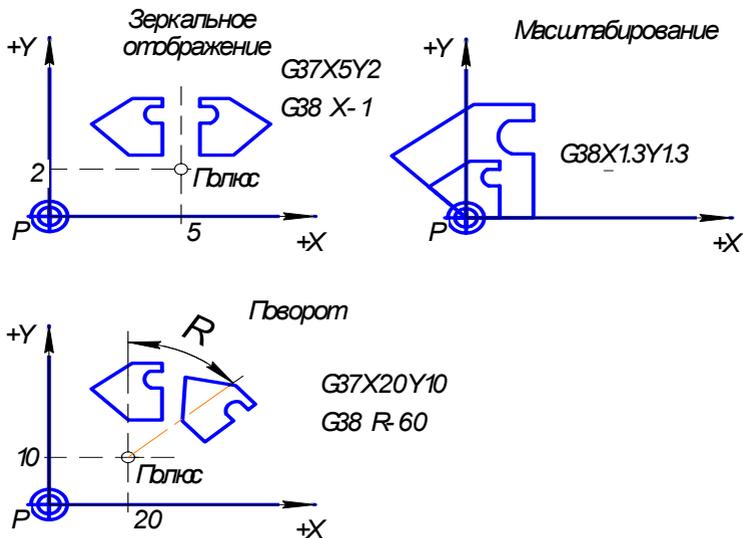


Рис. 2. Зеркальное отображение, масштабирование и поворот

Пример:

N...	G37	X100	Y200	
				Координаты полюса
				Задание абсолютных координат полюса
N... G38 X-1 Y-1	Все последующие значения перемещений в координатах X и Y будут умножены системой ЧПУ на «-1»			
	Включение зеркального отображения			

Модальная инструкция G39 выключает функцию зеркального отображения. При масштабировании G38, G39 эталонный контур увеличивают или уменьшают. В особенности это удобно при использовании подпрограмм, когда перед их вызовом в основную программу вносят, если это нужно, коэффициент масштабирования. Это позволяет оставлять основную программу неизменной.

7. ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ КОНТУРА ОТНОСИТЕЛЬНО РАЗЛИЧНЫХ ОСЕЙ КООРДИНАТ

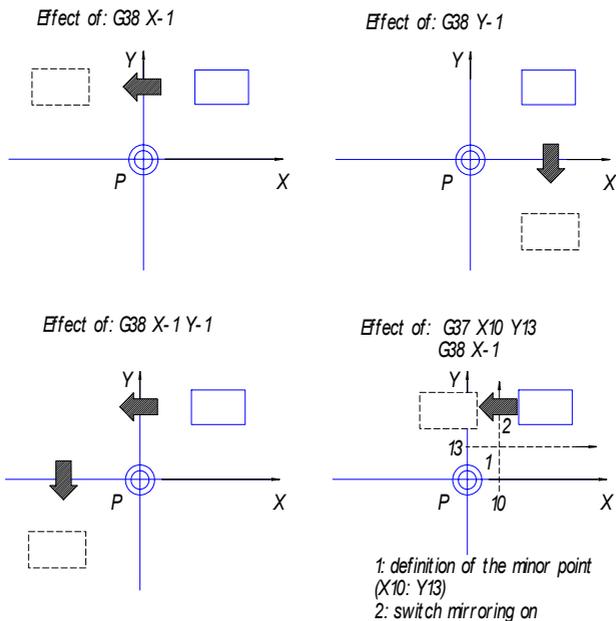


Рис.3. Варианты зеркального отображения контура

Масштабирование не изменяет скорости подачи, а вспомогательные функции M02 и M30 в подпрограммах не выключают функции масштабирования. Коэффициент масштабирования устанавливаются независимо для всех координатных осей, однако при круговой и винтовой интерполяции этот коэффициент должен быть для всех осей одинаковым. Коэффициент масштабирования изменяет параметры интерполяции I, J, K, R.

Инструкция масштабирования может работать вместе с функциями G00, G01, G02, G03, G05, G10, G11, G12, G13, G20, G73, G90, G91, G190, G191, G200. Для инструкции G37 координаты полюса не меняются. Инструкция масштабирования не оказывает влияния на параметры коррекции инструмента, т.е. на функции G40, G41, G42, G43, G44. Инструкция масштабирования не оказывает влияния на координаты смещения нуля, т.е. на функции G54 – G59, G154 – G159, G254 – G259.

Программируемые смещения контура в соответствии с функцией G60 и коррекции в соответствии с функцией G92 не масштабируются. Масштабирование не связано с измерениями для инструкций G70, G71. Инструкция масштабирования становится пассивной при активных инструкциях G74, G76. Если фактор масштабирования оказывает влияние на координаты начальной точки контура, следует соответствующим образом запрограммировать нуль координатной системы детали.

Модальная функция G38 включает масштабирование для тех осей, которые указаны в кадре с положительным коэффициентом масштабирования. При этом все запрограммированные размеры для этой оси будут умножены на коэффициент масштабирования. То есть при любом коэффициенте масштабирования, отличающемся от единицы, параметры контура изменятся: в большую сторону при значении коэффициента > 1 , в меньшую сторону при значении коэффициента < 1 . Если значение коэффициента указано со знаком минус, то к масштабированию добавляется зеркальное отображение.

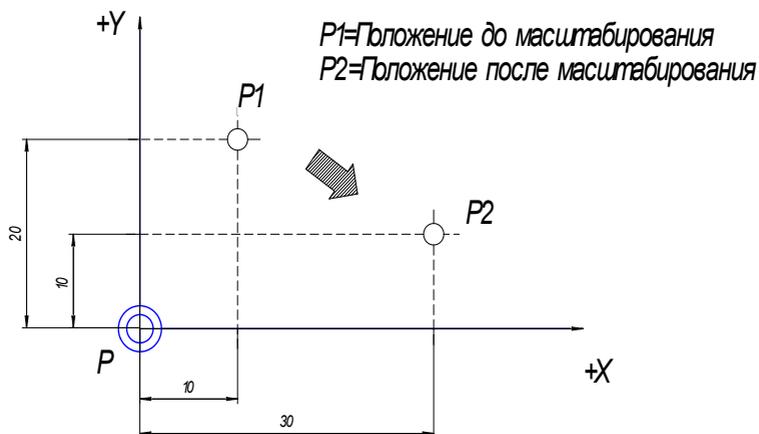


Рис. 4. Положение полюса до и после масштабирования

Функция G38 выключает зеркальное отображение, масштабирование и поворот. Примеры масштабирования представлены на рис. 5.

Поворот – G37, G38, G39. Поворот осуществляется в активной плоскости соответственно функциям G17, G18, G19, G20.

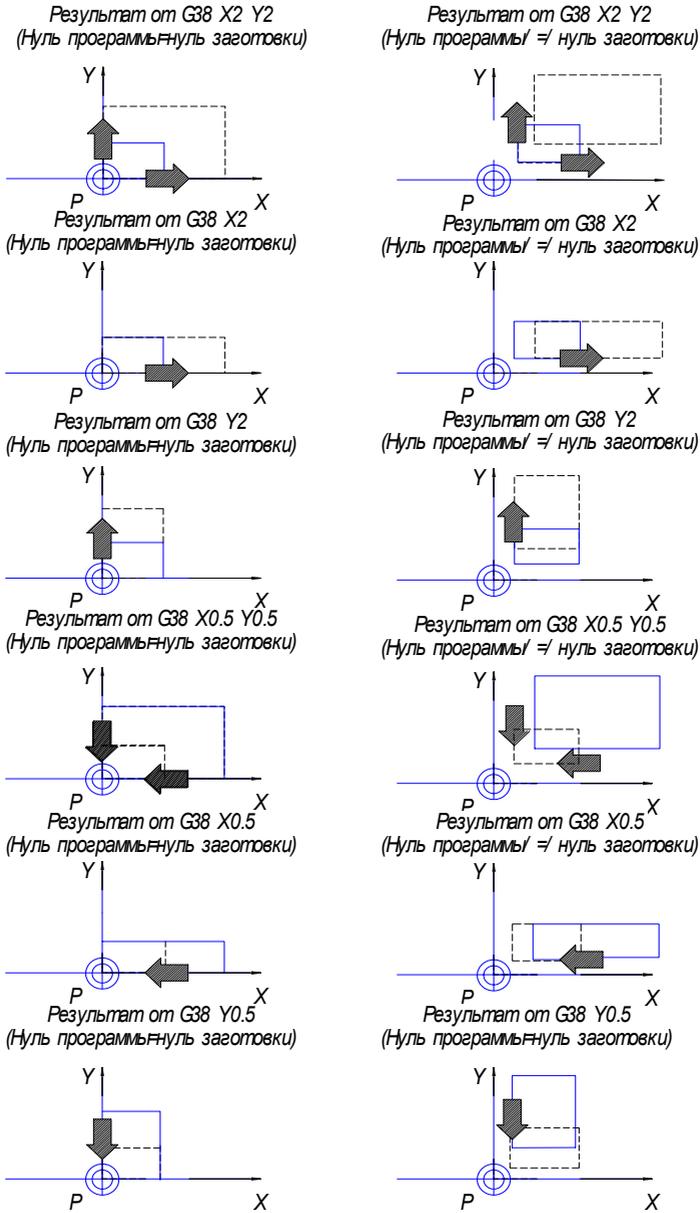
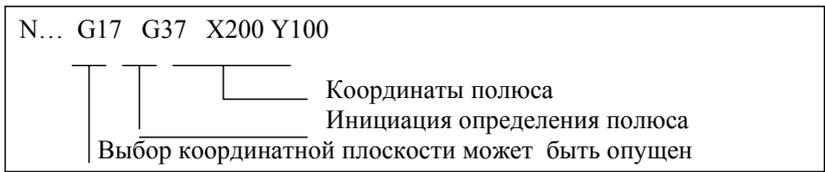


Рис. 5. Масштабирование в направлении различных осей

Модальная функция G37 служит для задания полюса поворота в абсолютных координатах относительно нуля управляющей программы. Если поворот осуществляется относительно этого нуля, то функция G37 не требуется. Действие функции отменяется инструкциями G39 или G37 (с другими координатами полюса).



Модальная функция G38 активизирует поворот; при этом должен быть запрограммирован угол поворота радиуса. Положительные значения угла поворота радиуса указывают на вращение против часовой стрелки; отрицательные значения угла поворота радиуса – на вращение по часовой стрелке. Программное смещение G60 будет учтено при повороте для расчета координат. Пример поворота проиллюстрирован на рис. 6.

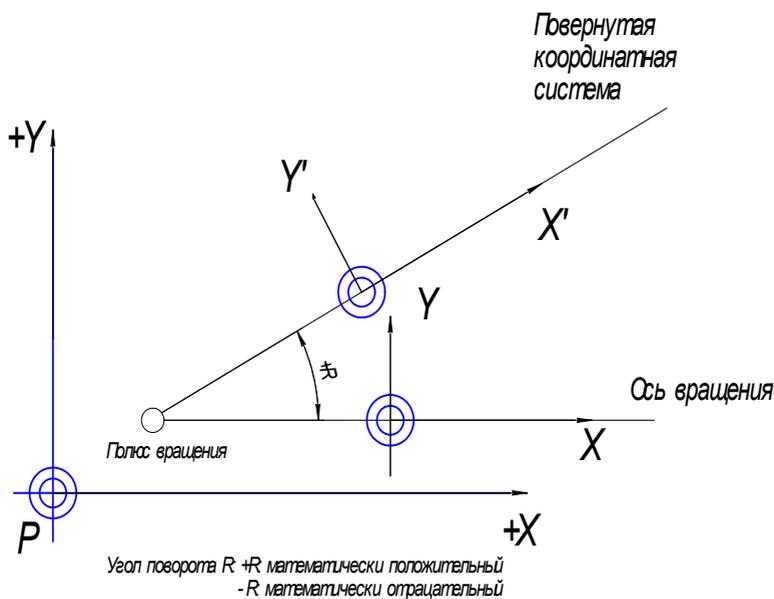


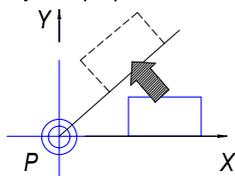
Рис. 6. Поворот координатной системы

Примеры использования функций поворота показаны на рис. 7.

Применение описанных выше фреймов в современных многофункциональных станках с ЧПУ позволяет значительно упростить разработку управляющих программ и тем самым уменьшить их трудоемкость и технологическую себестоимость обработки самых сложных контуров деталей.

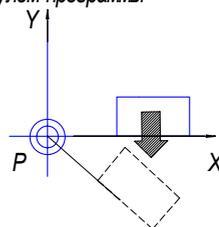
Эффект от G38 R45

*(без G37 = центр поворота
совпадает с нулем программы)*

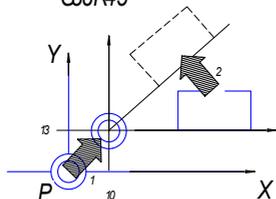


Эффект от G38 R-45

*(без G37 = центр поворота
совпадает с нулем программы)*

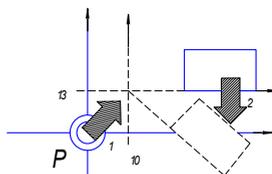


*Эффект от G37X10Y13
G38R45*



1; Определение центра поворота (X10;Y13)
2; Включение поворота

*Эффект от G37X10Y13
G38R45*



1; Определение центра поворота (X10;Y13)
2; Включение поворота

Рис. 7. Варианты поворотов контура

8. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Ознакомиться с ситуациями, в которых возникает необходимость применения фреймов при разработке управляющих программ.
3. Уяснить основные виды фреймов и их назначение.

4. Изучить функции, с помощью которых программируют поворот, перемещение, масштабирование и зеркальное отображение контура.

5. Получить практические знания программирования различных фреймов.

6. Используя автоматизированное рабочее место, составить фрагменты управляющей программы с применением фреймов.

7. На многофункциональном токарном станке с ЧПУ выполнить фреймы в соответствии с разработанными фрагментами управляющей программы.

8. Составить отчет по лабораторной работе.

7. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.

2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.

3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков, отражающих применение различных фреймов. В отчете привести фрагменты управляющей программы с введенными функциями поворота, смещения, зеркального отображения и масштабирования контура.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов, кадров, реализующих различные фреймы, а также фрагментов управляющей программы. Особое внимание при подготовке к отчету по лабораторной работе следует уделить физическому смыслу применяемых фреймов.

Лабораторная работа № 8

ПРОГРАММИРОВАНИЕ СТРОКИ БЕЗОПАСНОСТИ, ФОРМАТИРОВАНИЕ И КОММЕНТАРИИ В УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЕ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение методики и получение практических знаний по составлению кадра, содержащего команды на перевод работы системы числового программного управления в безопасный стандартный режим.

2. ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с G-кодами, вводимыми в типичную строку безопасности.
2. Изучить процедуру включения кода в строку безопасности, гарантирующего правильную работу УЧПУ с дюймовыми и метрическими параметрами.
3. Ознакомиться с причинами и методикой форматирования управляющей программы, обеспечивающей совместимость форматов.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Строкой безопасности называется кадр, содержащий G-коды, которые переводят СЧПУ в определенный стандартный режим, отменяют ненужные функции и обеспечивают безопасную работу с управляющей программой. В нижеследующем примере для обработки паза строкой безопасности является кадр N10:

```
N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90.
```

Многие коды являются модальными и остаются активными в памяти СЧПУ до тех пор, пока их не отменят. Возможны ситуации, когда ненужный модальный G-код не был отменен. Например, если программа обработки была прервана по каким-либо причинам в середине программы. Строка безопасности, которая обычно находится в начале УП или после кадра смены инструмента, позволяет «восстановить» забытые G-коды и выйти в привычный режим работы. Познакомимся с G-кодами, находящимися в типичной строке безопасности.

4. КОДЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Код G21 говорит станку о том, что все перемещения и подачи рассчитываются и осуществляются в миллиметрах, а не в дюймах (G20). Так как станки производятся и работают в разных странах, то существует возможность переключения между дюймовым и метрическим режимами. Поэтому включение этого кода в состав строки безопасности гарантирует работу в правильном режиме.

Код G40 отменяет автоматическую коррекцию на радиус инструмента. Коррекция на радиус инструмента предназначена для автоматического смещения инструмента от запрограммированной траектории. Коррекция может быть активна, если в конце предыдущей программы забыли ее отменить (выключить). Результатом этого может стать неправильная траектория перемещения инструмента и как следствие этого испорченная деталь.

Код G49 отменяет компенсацию длины инструмента.

Код G54 на большинстве современных станков позволяет активировать одну из нескольких рабочих систем координат. Предыдущая управляющая программа могла работать в другой системе координат, например, в G55. Как и большинство G-кодов, G-код рабочей системы координат является модальным и сохраняется активным в памяти СЧПУ до тех пор, пока его не отменят. Для того чтобы избежать ошибки, в строку безопасности включают код требуемой рабочей системы координат (G54 – G59).

Код G80 отменяет все постоянные циклы (например, циклы сверления) и их параметры. Отмена постоянных циклов необходима, так как все координаты после G-кода постоянного цикла относятся непосредственно к нему и для выполнения других операций нужно «сказать» системе ЧПУ, что цикл закончен.

Код G90 активирует работу с абсолютными координатами. Хотя большинство программ обработки создается в абсолютных координатах, возможны случаи, когда требуется выполнять перемещения инструмента в относительных координатах (G91).

5. ФОРМАТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ

Управляющая программа должна быть хорошо читаемой, что обеспечивается четкой структурой, комментариями, номерами кадров и пробелами между словами данных, то есть ее форматом. Од-

нако это не единственная причина для форматирования УП. Второй причиной является совместимость. Если все программисты будут использовать одинаковый формат, то каждый из них без особых хлопот разберется в программе своего коллеги, сможет найти ошибку и исправить ее.

Самой важной причиной для форматирования УП является специфика многоинструментной обработки на современных станках с ЧПУ. Особенность этой работы заключается в частой смене инструмента и в многократном использовании одного и того же инструмента. У оператора станка с ЧПУ может возникнуть необходимость перезапуска программы с определенного номера инструмента или технологического перехода. Для этого требуется особая технология написания УП, нужна определенная избыточность информации.

Опытный программист всегда включает в УП некоторый набор дополнительных команд, позволяющих оператору станка «стартовать» из определенных кадров программы. Этими командами могут быть не только команды включения требуемой частоты вращения шпинделя S и M03, но и строки безопасности, команды на выполнение компенсации длины и коррекции на радиус инструмента.

Это означает, что одна управляющая программа может состоять из множества «мини-программ»:

```
%  
O0002  
(PROGRAM NAME – T)  
(DATE=DD-MM-YY -15-09-09 TIME=HH:MM – 12:53)  
N100 G21  
N102 G00 G17 G40 G49 G80 G90  
(1 OPERATION)  
N104 T1 M6  
N106 G00 G90 G54 X-88.783 Y47.985 A0. S1000 M3  
N108 G43 H1 Z100.  
...  
(2 OPERATION)  
N134 T2 M6  
N136 G00 G90 G54 X-88.783 Y47.985 A0. S1000 M3  
N138 G43 H2 Z100.  
...
```

(3 OPERATION)

N164 T3 M6

N166 G00 G90 G54 X-88.783 Y47.985 A0. S1000 M3

N168 G43 H3 Z100.

...

(4 OPERATION)

N194 T4 M6

N196 G00 G90 G54 X-88.783 Y47.985 A0. S1000 M3

N198 G43 H4 Z100.

(5 OPERATION)

N224 T5 M6

N226 G00 G90 G54 X-88.783 Y47.985 A0. S2000 M3

N228 G43 H5 Z100.

...

N248 M08

N250 G28 X0 Y0 Z0

N252 M30

Если разработка УП происходит часто, то через некоторое время в компьютере накапливается много рабочих файлов. Практически невозможно запомнить все технологические подробности и нюансы работы с той или иной программой. Оператор станка обязательно должен представлять, что делает конкретная УП, и обладать определенной информацией для настройки станка на работу. Например, где находится нулевая точка программы, какие режущие инструменты используются. В настоящее время эта информация сохраняется в основном двумя способами: с помощью комментариев в программе и карты наладки.

6. КОММЕНТАРИИ К УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЕ

Комментарии представляют собой обычные предложения, при помощи которых программист доводит до оператора станка определенную технологическую информацию. Как правило, в комментариях содержатся следующие данные:

- дата и время создания УП;
- номер чертежа;
- материал заготовки;
- данные о рабочей системе координат;
- размеры инструмента;
- названия технологических переходов.

Для того чтобы ввести комментарии в УП, необходимо использовать специальные символы (знаки) программирования. В качестве таких символов для большинства СЧПУ применяются круглые скобки или точка с запятой. Перед символами комментариев не принято ставить номера кадров, если комментарии занимают кадр полностью. У систем ЧПУ могут существовать различные ограничения на работу с комментариями. Например, некоторые стойки позволяют вводить комментарии длиной только до 32 символов.

Существуют станки, имеющие полноразмерную клавиатуру, которая позволяет вводить комментарии прямо со стойки ЧПУ, и станки с ограниченной клавиатурой, СЧПУ которых не позволяет вводить и редактировать комментарии. Большинство СЧПУ работают с латинскими буквами, поэтому если писать комментарии на русском (при помощи ПК), то на станке они будут нечитаемыми.

Пример УП с комментариями:

```
O0045 (SKOBA)
(MATERIAL – ALUMINUM)
(DATE – NOV-14-09)
(TIME – 12:40)
(T2 | FREZA| H2 | D2 | D20.0000mm || CONTOUR.. )
(T4JSVERL0|H4 |D4 |D10.0000mm|| PECK DRILL)
N100 G00 G17 G21 G40 G49 G80 G90
N102 (FREZEROVANIE)
N104 T2
N106 M06 (FREZA 20)
N108 (MAX | Z100.)
N110 (MIN|Z-3.)
N112 G00 G90 G54 X-76.761 Y-42.321 S2000 M03
N114 G43 H2 Z100.
N116 Z10.
N118 G01 Z-3.F250.
```

N120 Y55.302
N122 X81.529
N124 Y-42.321
N126 X-76.761
N128 Z7.
N130 G00 Z100.
N136 M01
N138 (SVERLENIE)
N140 T4
N142 M06(SVERLO10)
N144(MAX|Z100.)
N146(MIN|Z-5)
N148 G00 G90 G54 X-63.052 Y44.772 S1200 M03
N150 G43 H4 Z100.
N152 G98 G83 Z-5. R10. Q2. F45.
N154 X-40.798 Y53.25
N156 X8.213 Y47.421
N158 X52.19 Y49.806
N160 G80
N162 M05
N168 G90
N170 M30.

7. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Ознакомиться с ситуациями, в которых возникают случаи сбоя УЧПУ или потери программной информации.
3. Уяснить основные коды, с использованием которых возможно обеспечение безопасной работы системы числового программного управления.
4. Составить кадр управляющей программы, обеспечивающий безопасную работу системы числового программного управления.
5. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить кадр безопасности.
6. Составить отчет по лабораторной работе.

8. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

9. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков, обеспечивающих безопасную работу УЧПУ. В отчете привести фрагмент управляющей программы, содержащей безопасную обработку.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов и кадров безопасности работы, а также форматирования управляющей программы.

Лабораторная работа № 9

ПОСТОЯННЫЕ ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛАВНОГО ШПИНДЕЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ TURN 155

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение адресов, кадров и методики программирования постоянных циклов обработки деталей на многофункциональных токарных станках с ЧПУ.

2. ЗАДАНИЕ

1. Уяснить причины применения стандартных циклов обработки деталей на станках с ЧПУ.

2. Усвоить технологические эскизы обработки деталей с использованием постоянных циклов и рабочие движения инструмента и заготовки.

3. Изучить команды и практически освоить форматы и написание кадров управляющей программы обработки деталей в соответствии с постоянными циклами сверления.

3. ПРИЧИНЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ЦИКЛОВ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Постоянными циклами называются специальные макропрограммы, заложенные в УЧПУ для выполнения стандартных операций механической обработки. Практически все станки с ЧПУ имеют набор циклов для обработки как наружных, так и внутренних поверхностей. Эти циклы упрощают процесс написания УП и экономят время, так как позволяют при помощи одного кадра выполнить множество технологических переходов обработки.

Предположим, что необходимо просверлить несколько отверстий в детали. Чтобы просверлить одно отверстие, нужно на рабочей подаче опустить сверло на требуемую глубину, затем вывести его вверх на ускоренной подаче и переместить в позицию для обработки другого отверстия. Нижеследующая программа демонстрирует, как просверлить несколько отверстий без использования постоянных циклов:

%	
O0005	Начало программы
N100 G21	
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90	Строка безопасности
N104 T1 M6	Вызов инструмента
N106 G0 G90 G54 X5. Y5. S1000 M3	Перемещение к отверстию № 1
N108 G43 H1 Z100.	Коррекция на длину инструмента
N110 Z10.	
N112 G1 Z-8. F70.	Сверление отверстия № 1
N114 G0 Z10.	Вывод сверла на ускоренной подаче
N116 X15.	Перемещение к отверстию № 2
N118 G1 Z-8. F70	Сверление отверстия № 2
N120 G0 Z10.	Вывод сверла на ускоренной подаче

N122 X-5.	Перемещение к отверстию № 3
N124 G1 Z-8. F70	Сверление отверстия № 3
N126 G0 Z10.	Вывод сверла на ускоренной подаче
N128 X-15.	Перемещение к отверстию № 4
N130 G1 Z-8. F70	Сверление отверстия № 4
N132 G0 Z10.	Вывод сверла на ускоренной подаче
N134 X5. Y-5.	Перемещение к отверстию № 5
N136 G1 Z-8. F70	Сверление отверстия № 5
N138 G0 Z10.	Вывод сверла на ускоренной подаче
N140 X15.	Перемещение к отверстию № 6
N142 G1 Z-8. F70	Сверление отверстия № 6
N144 G0 Z10.	Вывод сверла на ускоренной подаче
N146 X-5.	Перемещение к отверстию № 7
N148 G1 Z-8. F70	Сверление отверстия № 7
N150 G0 Z10.	Вывод сверла на ускоренной подаче
N152 X-15.	Перемещение к отверстию № 8
N154 G1 Z-8. F70	Сверление отверстия № 8
N156 G0 Z10.	Вывод сверла на ускоренной подаче
N158 Z100.	
N160 M5	
N166 M30	Конец программы
%.	

Использование постоянного цикла упрощает процесс создания программы для обработки отверстий, делает ее легко читаемой и существенно уменьшает в размере. Создадим УП для обработки этих же отверстий с постоянным циклом сверления:

%	Начало программы
O0005	
N100 G21	
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90	Строка безопасности
N104 T1 M6	Вызов инструмента
N106 G0 G90 G54 X5. Y5. S1000 M3	Перемещение к отверстию № 1
N108 G43 H1 Z100.	Коррекция на длину инструмента
N110 Z10.	
N112 G99 G81 Z-8. R10. F70.	Вызов цикла сверления
N114 X15.	Координаты отверстия № 2
N116 X-5.	Координаты отверстия № 3

N118 X-15.	Координаты отверстия № 4
N120 X5. Y-5.	Координаты отверстия № 5
N122 X15.	Координаты отверстия № 6
N124 X-5.	Координаты отверстия № 7
N126 X-15.	Координаты отверстия № 8
N128 G80	Отмена цикла сверления
N130 Z100.	
N132 M5	
N138 M30	Конец программы
%	

Очевидно, что новая программа имеет меньший размер. В кадре N112 находится код G81 для вызова цикла сверления. В этом же кадре находятся адреса, отвечающие за настройку параметров цикла. Адрес Z обозначает глубину сверления, а R определяет высоту отвода сверла из отверстия относительно нулевой плоскости. В последующих кадрах находятся координаты обрабатываемых отверстий. В них не нужно ставить коды вызова цикла сверления, так как G81 будет оставаться активным, пока его не отменят при помощи кода G80.

Работать с постоянными циклами очень удобно. Например, необходимо изменить глубину сверления и высоту вывода сверла из отверстия. При работе с программой без постоянного цикла вам придется отредактировать ее практически полностью. Если же вы используете постоянный цикл сверления, то для достижения нужного эффекта достаточно изменить несколько параметров.

Станки с ЧПУ могут иметь разнообразные циклы: от довольно простых – для сверления, растачивания и нарезания резьбы до более сложных – для обработки контуров и карманов. Некоторые циклы стандартизованы, хотя большинство из них разрабатываются производителями станков и систем ЧПУ самостоятельно.

4. ВЫЗОВ ПОСТОЯННОГО ЦИКЛА

Вызов цикла выполняется следующим образом:

Цикл (параметр 1, параметр 2, ...).

В обзорах и описаниях циклов находим все необходимые параметры для циклов. При вызове цикла вводятся только значения па-

раметров без их названия. Поэтому последовательность параметров должна быть сохранена во избежание неправильной интерпретации параметров. Если какой-то параметр не требуется, то на его место ставится запятая.

Требуется просверлить отверстие при помощи CYCLE81. Расстояние безопасности не требуется, например, уже выполнена проточка в детали. Отверстие должно быть глубиной 15 мм от нулевой точки.

CYCLE81 (5,0,, -15)

CYCLE81. Сверление, центрование. 5 – плоскость отвода инструмента находится на расстоянии 5 мм над нулевой точкой (поверхности детали); 0 – основная плоскость находится на нулевом уровне; ,, – здесь должно быть запрограммировано расстояние безопасности. Так как система ЧПУ может принять его за глубину сверления, написана дополнительная запятая; -15 – окончательная глубина сверления в абсолютном выражении;) – параметр DPR не указан.

Так как далее не следует никаких параметров, дополнительная запятая не требуется.

Примечание: вызов цикла может осуществляться также при помощи MCALL.

5. ОПИСАНИЕ ЦИКЛОВ

Описание цикла начинается с таблицы обзора, содержащей циклы и их описание. Далее идет полное описание параметров. В таблице обзора все циклы базируются на предшествующем цикле, это означает, что описываются только параметры, которые отличаются от предшествующего цикла, или новые параметры.

Пример:

CYCLE82 имеет параметры, аналогичные CYCLE81, добавлен только шестой параметр DTP.

CYCLE83 имеет первые пять параметров, аналогичных параметрам CYCLE81, параметры 6 – 12 добавлены.

CYCLE84 имеет параметры 1 – 5 аналогично CYCLE81, параметр 6 аналогично CYCLE82, а параметры 7 – 12 добавлены и т.д.

6. ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK

Команда	Смысловое содержание
CYCLE81	Сверление, центрование
CYCLE82	Сверление, зенкерование
CYCLE83	Сверление глубоких отверстий
CYCLE83E	Сверление глубоких отверстий
CYCLE84	Жесткое нарезание внутренней резьбы
CYCLE84E	Жесткое нарезание внутренней резьбы
CYCLE840	Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном для метчика
CYCLE85	Растачивание 1
CYCLE86	Растачивание 2
CYCLE87	Растачивание 3
CYCLE88	Растачивание 4
CYCLE89	Растачивание 5
CYCLE81	Сверление, центрование
CYCLE82	Сверление, зенкерование
CYCLE81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)	– формат кадра.
CYCLE 82 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTP)	– формат кадра.

RTP – плоскость отвода, абсолютное значение (рис. 1). После окончания цикла инструмент устанавливается на этой высоте. RTP должно быть выше основной плоскости. RFP – основная плоскость, абсолютное значение.

Основная точка отсчета находится в основной плоскости (RFP=0). SDIS – расстояние безопасности без знака. Инструмент перемещается на быстрой подаче до SDIS над основной плоскостью, а затем подача изменяется на рабочую. DP – окончательная глубина сверления, абсолютное значение. Глубина отверстия отсчитывается от нулевой точки детали. DPR – окончательная

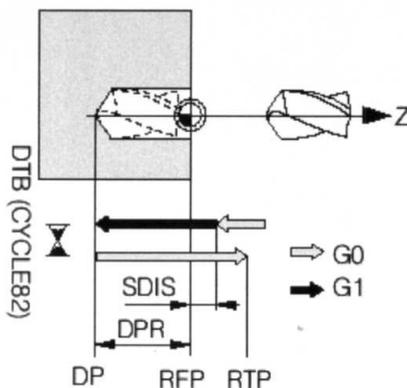


Рис. 1. Цикл сверления CYCLE81

глубина относительно основной плоскости. Глубина отверстия относительно основной плоскости без знака может быть запрограммирована DP, либо DPR. Если запрограммированы оба параметра, достоверно DPR. DTP – время выдержки на дне отверстия в секундах. Инструмент отводится только после времени выдержки для очистки дна отверстия (только для CYCLE82) от стружки. Перед выполнением цикла инструмент должен быть размещен над позицией отверстия.

7. ЦИКЛ СВЕРЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛАВНОГО ШПИНДЕЛЯ

Параметры цикла сверления представлены на рис. 2, а параметры цикла приведены ниже:

Плоскость возврата, абсолютно	5
Базовая плоскость, абсолютно	0
Расстояние безопасности	2
Конечная глубина сверления, абсолютно	-20
Глубина инкремента	0
Время выдержки (только CYCLE82)	0

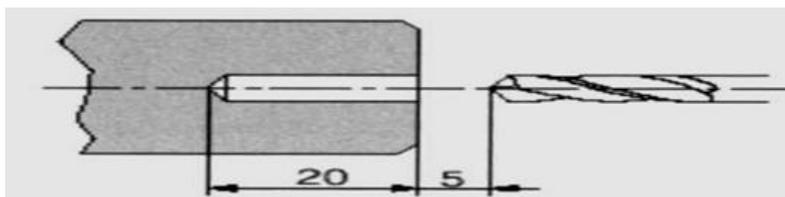


Рис. 2. Сверление осевого отверстия с использованием главного шпинделя

Фрагмент управляющей программы:

```
G54
TRANS Z70
G17
T8 D1
G95 S1000 M3 F0.12
```

G0 X0 Z5
 CYCLE81 (5,0,-20,0)
 G0 X100 Z10
 G18
 M30.

8. СВЕРЛЕНИЕ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛАВНОГО ШПИНДЕЛЯ (CYCLE83E)

Данный цикл используется для сверления глубоких отверстий в направлении оси X , либо оси Z (рис. 3).

Преимущества: нет выбора рабочей плоскости; направление сверления может быть запрограммировано; можно использовать тип инструмента 500 и главный шпиндель станка.

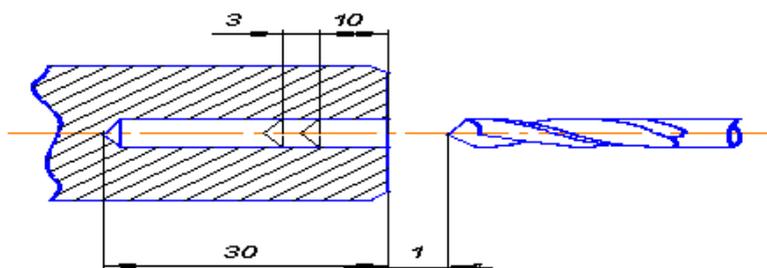


Рис. 3. Цикл глубокого сверления главным шпинделем

Параметры цикла глубокого сверления CYCLE83E

Плоскость возврата, абсолютно	1
Конечная глубина сверления, абсолютно	-30
Первая глубина сверления	-10
Понижение	3
Выдержка на глубине сверления	0
Выдержка пуска	0
0=стружколомание; 1=удаление стружки	1
0=направление X; 1= направление Z	1

Фрагмент программы:
G54
TRANS Z70 T7 D1
G95 S1000 M3 F0.12
G0 X0 Z2
CYCLE83E (1,-75,-30,10,0,0,1,1)
G0 X100 Z10
M30

9. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Уяснить циклы сверления, используемые в программном обеспечении.
3. Приобрести практические знания по составлению кадров управляющей программы, обеспечивающих сверление осевых отверстий в заготовках.
4. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить один-два кадра, а также фрагмент управляющей программы для выполнения циклов сверления отверстий с использованием главного шпинделя станка с ЧПУ модели TURN 155.
5. Реализовать фрагмент управляющей программы для цикла сверления.
6. Составить отчет по лабораторной работе.

10. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

11. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков, а также фрагменты управляющей программы

для обработки циклов сверления детали с использованием главного шпинделя станка. В отчете привести технологические эскизы сверления отверстий и заполненные форматы кадров.

Зачет по лабораторной работе предоставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов и кадров, а также фрагментов управляющей программы для сверления отверстий с использованием главного шпинделя станка.

Лабораторная работа № 10

ПОСТОЯННЫЕ ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИВОДНОГО ИНСТРУМЕНТА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение адресов, кадров и методики программирования постоянных циклов сверления деталей на многофункциональных токарных станках с ЧПУ с использованием приводного режущего инструмента.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить стандартные циклы сверления отверстий на многофункциональном токарном станке с ЧПУ с использованием приводного режущего инструмента, установленного в револьверной головке.

2. Изобразить технологические эскизы сверления отверстий деталей с использованием постоянных циклов и приводного инструмента.

3. Изучить команды и практически освоить форматы кадров управляющей программы, реализующей циклы сверления отверстий приводными инструментами.

4. Используя автоматизированное рабочее место, оформить фрагменты программы для сверления отверстий приводными инструментами.

5. Реализовать циклы сверления приводными инструментами на станке TURN 155.

6. Оформить отчет по выполненной лабораторной работе.

3. ЦИКЛ ОСЕВОГО СВЕРЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОМ С МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ПРИВОДОМ

Цикл осевого сверления представлен на рис. 1.

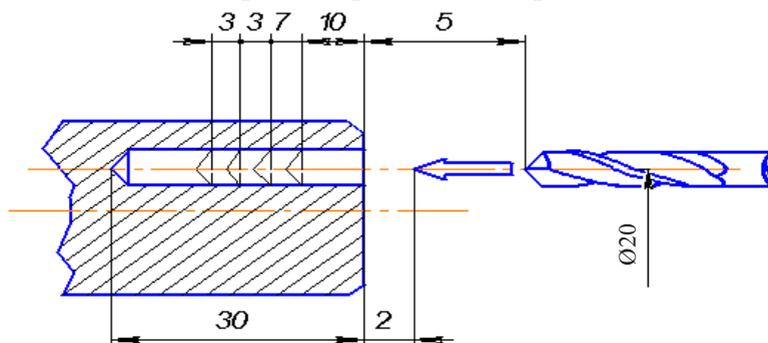


Рис. 1. Цикл осевого сверления приводными инструментами

Параметры цикла осевого сверления приводным инструментом приведены ниже:

Плоскость возврата, абсолютно	5
Базовая плоскость, абсолютно	0
Расстояние безопасности	2
Конечная глубина сверления, абсолютно	-30
Глубина инкремента	0
Первая глубина сверления	-10
Первая глубина	0
Понижение	3
Выдержка на глубине сверления	0
Выдержка времени пуска	0
Коэффициент скорости подачи	1
Тип обработки	0
Ось инструмента	1
Минимальная глубина сверления	1
Переменная траектории возврата	0
Время выдержки на конечной глубине сверления	0
Расстояние шага	0

Программа для выполнения цикла осевого сверления:

G54

TRANS Z70

G17

T7 D1

SPOS[1]=0

SETMS(2)

G95 S1000 M3 F0.12

G0 X20 Z5

CYCLE81 (5,0,-20,0)

G0 X100

Z20 M5

SETMS(1)

G18

M30.

4. РАДИАЛЬНОЕ СВЕРЛЕНИЕ ПРИВОДНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Схема обработки представлена на рис. 2.

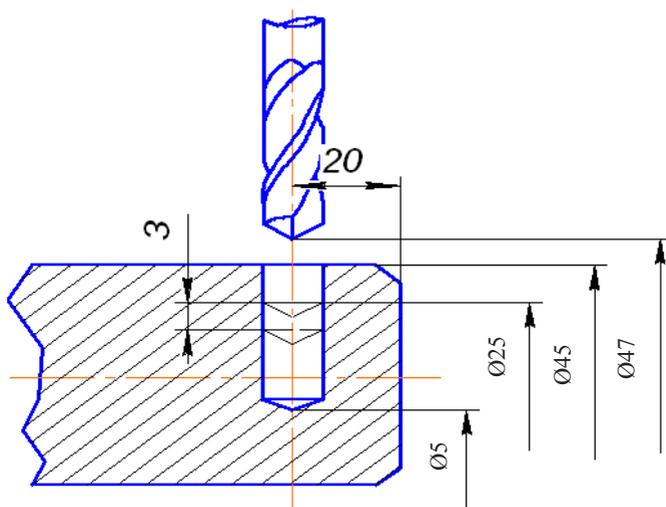


Рис. 2. Схема радиального сверления приводным инструментом

Параметры цикла радиального сверления приводным инструментом приведены ниже.

Плоскость возврата, абсолютно	47
Базовая плоскость, абсолютно	45
Расстояние безопасности	2
Конечная глубина сверления, абсолютно	5
Глубина инкремента	0
Первая глубина сверления	25
Первая глубина	0
Понижение	3
Выдержка на глубине сверления	0
Выдержка времени пуска	0
Коэффициент скорости подачи	1
Тип обработки	0
Ось инструмента	2
Минимальная глубина сверления	1
Переменная траектории возврата	0
Время выдержки на конечной глубине сверления	0
Расстояние шага	0

Программа для выполнения цикла радиального сверления:

```
G54
TRANS Z70
G19 T5 D1
SPOS[1]=0
SETMS(2)
G95 S1000 M3 F0.12
G0 X32 Z-20
CYCLE81 (32,30,2,-5,0)
G0 X50 Z20 M5
SETMS(1)
G18
M30.
```

5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Уяснить циклы сверления приводными инструментами.
3. Приобрести практические знания по составлению кадров управляющей программы, обеспечивающих сверление смещенных осевых и радиальных отверстий в деталях типа тел вращения.
4. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить один-два кадра, а также фрагмент управляющей программы для выполнения циклов сверления отверстий приводным инструментом на станке с ЧПУ модели TURN 155.
5. Реализовать фрагмент управляющей программы для сверления указанных отверстий приводным инструментом.
6. Составить отчет по лабораторной работе.

6. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

7. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков, а также фрагменты управляющей программы для обработки циклов сверления смещенных осевых и радиальных отверстий приводными инструментами. В отчете привести технологические эскизы сверления указанных отверстий и заполненные форматы кадров.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов и кадров, а также фрагментов управляющей программы для сверления смещенных и радиальных отверстий в цилиндрической детали.

Лабораторная работа № 11

СВЕРЛЕНИЕ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение адресов, кадров и методики программирования постоянного цикла сверления глубоких осевых отверстий на многофункциональном токарном станке с ЧПУ.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить стандартный цикл сверления глубоких отверстий на многофункциональном токарном станке с ЧПУ TURN 155 с периодическим выводом сверла из отверстия.

2. Изобразить технологический эскиз сверления глубокого отверстия деталей с использованием постоянного цикла обработки.

3. Используя автоматизированное рабочее место, практически освоить заполнение форматов кадров управляющей программы, реализующей циклы сверления глубоких отверстий.

4. Реализовать цикл сверления глубокого отверстия на станке TURN 155.

5. Оформить отчет по выполненной лабораторной работе.

3. ФОРМАТ КАДРА СВЕРЛЕНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

Для постоянного цикла CYCLE83 сверления глубокого отверстия формат кадра следующий: (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDP, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI, AXN, MDEP, VRT, DTD, DIS1).

Параметры, дополнительные к G82:

FDEP – первая глубина сверления, абсолютное значение;

FDP – первая глубина сверления относительно;

DAM – значение уменьшения;

DTS – время выдержки перед врезной подачей в секундах;

FRF – фактор снижения подачи для первой врезной подачи;

VARI – вариант обработки;

AXN – ось инструмента;

MDEP – минимальная глубина сверления;
VRT – переменная траектория возврата;
DTD – время выдержки на конечной глубине сверления;
DIS1 – расстояние шага.

4. ФУНКЦИИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ СВЕРЛЕНИИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

Инструмент выполняет сверление с запрограммированной подачей до первой глубины сверления. Глубокое отверстие обрабатывается повторными врезными подачами на указанный инкремент, максимальное значение которого может быть установлено до достижения конечной глубины сверления.

После обработки каждой глубины врезания сверло может быть отведено либо в базовую плоскость плюс расстояние безопасности для удаления стружки, либо на 1 мм каждый раз для стружколомания.

FDEP – глубина первого врезания относительно нулевой точки детали.

FDPR – глубина первого врезания относительно базовой плоскости без знака.

DAM – уменьшение подачи, начиная с первой глубины сверления, каждая из последующих врезных подач будет уменьшена на значение DAM.

DTB – время выдержки на конечной глубине сверления (стружколомание) программируется в секундах или оборотах основного шпинделя. При $DTB < 0$ – ввод в оборотах, $DTB = 0$ – ввод в секундах.

DTS – инструмент отводится после каждой врезной подачи и перемещается снова вперед после времени выдержки.

DTS FRF – с использованием данного фактора может быть снижена подача для первого врезания, возможный ввод: 0,001 -1. VARI.

5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СТРУЖКОЛОМАНИЯ

VARI = 0 – стружколомание. После каждой врезной подачи инструмент отводится на 1 мм для стружколомания.

VARI = 1 – удаление стружки. После каждой врезной подачи инструмент отводится из отверстия в базовую плоскость для удаления стружки из отверстия.

AXN – выбор оси инструмента.

MDEP – программируется для вычисления шага сверления при применении фактора снижения, можно определить минимальную глубину сверления.

Если вычисленный шаг сверления меньше минимальной глубины сверления, то оставшаяся глубина сверления обрабатывается в шагах, определенных по размеру минимальной глубины сверления.

Команда	Плоскость	Вертикальная ось врезной подачи
G17	XY	Z
G18	XZ	Y
G19	YZ	X

VRT – траектория возврата во время стружколоманья.

	G17	G18	G19
X	AXN=1	AXN=2	AXN=3
Y	AXN=2	AXN=3	AXN=1
Z	AXN=3	AXN=1	AXN=2

При VRT = 0 параметр не запрограммирован, сверло отводится на 1 мм каждый раз.

DTD – время выдержки на конечной глубине сверления может быть введено в секундах или оборотах.

6. СХЕМА ОБРАБОТКИ ГЛУБОКОГО ОТВЕРСТИЯ

На рис. 1 изображен технологический эскиз сверления глубокого отверстия, где представлены параметры формата кадра.

DTD > 0 ввод в секундах.

DTD < 0 ввод в оборотах.

DTD = 0 – время выдержки как запрограммировано в DTB.

DIS1 – расстояние шага после повторного входа в отверстие может быть запрограммировано (для VARI = 1).

DIS1 > 0 – позиционирование в запрограммированном значении.

DIS1 = 0 – автоматическое вычисление.

Перед выполнением цикла инструмент должен быть расположен в позиции отверстия ($X = 0$). Инструмент выполняет сверление с запрограммированной подачей до первой глубины сверления (FDEP/FDPR), отводится быстрым перемещением, далее выполняется следующая врезная подача и т. д. Глубина врезной подачи может быть снижена на значение DAM.

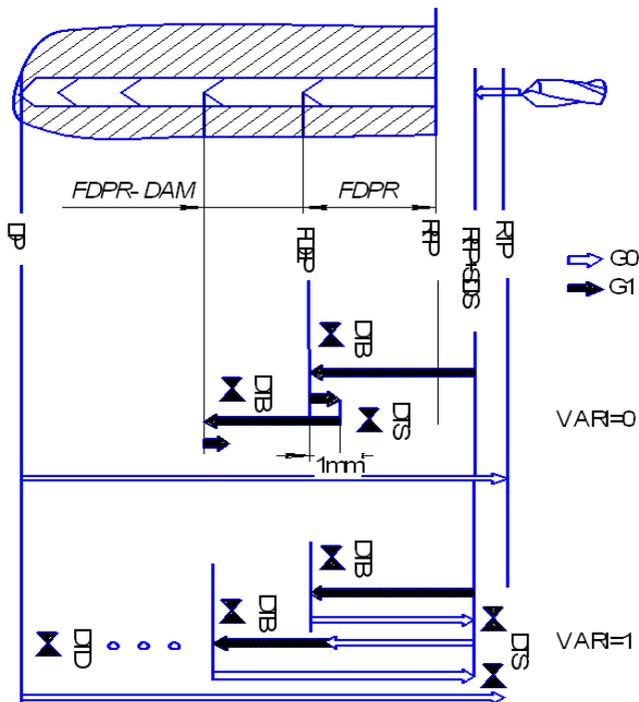


Рис. 1. Схема цикла сверления глубоких отверстий

7. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Уяснить суть цикла сверления глубокого отверстия.
3. Приобрести практические знания по ручному составлению кадра управляющей программы, обеспечивающей сверление глубоких отверстий в деталях типа тел вращения.

4. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить кадр и составить фрагмент управляющей программы для выполнения цикла сверления глубокого отверстия на станке с ЧПУ модели TURN 155.

5. Реализовать фрагмент управляющей программы для сверления глубокого отверстия, ось которого совпадает с осью цилиндрической детали.

6. Составить отчет по лабораторной работе.

8. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.

2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.

3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

9. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков, а также фрагменты управляющей программы для выполнения цикла сверления глубокого осевого отверстия в цилиндрической детали. В отчете привести технологический эскиз сверления глубокого отверстия со всеми параметрами и заполненный формат кадра.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов и кадров, а также фрагмента управляющей программы для сверления глубоких отверстий в цилиндрической детали.

Лабораторная работа № 12

ЛИНЕЙНАЯ И КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение адресов, кадров и методики программирования фасок, закруглений прямолинейных контуров и контуров, очерченных по окружности.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить кадры линейной, круговой интерполяции на многофункциональном токарном станке с ЧПУ TURN 155.

2. Изобразить технологические эскизы обработки фаски, закругления, прямолинейного и криволинейного контуров деталей.

3. Используя автоматизированное рабочее место, практически освоить заполнение форматов кадров управляющей программы, реализующей обработку фаски, закругления, прямолинейного контура и контура, очерченного по окружности.

4. Реализовать на станке TURN 155 (WIN NC SINUMERIK) обработку детали по заполненным кадрам управляющей программы.

5. Оформить отчет по выполненной лабораторной работе.

3. ЛИНЕЙНАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

Линейная интерполяция (прямоугольная система координат) с запрограммированной скоростью подачи F при обработке детали имеет адреса G0 и G1 и программируется в следующих форматах кадров:

G0 X... Z...

G1 X... Z... F...

Линейная интерполяция (G0, G1) в полярных координатах имеет следующие форматы кадра:

G0 AP... RP...

G1 AP... RP...

Примечание: перед выполнением программирования необходимо установить начало координат детали при помощи команды G11.

G0 – перемещение с быстрой подачей, например, для быстрого позиционирования, G1 – перемещение с рабочей скоростью.

4. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ФАСКИ И ЗАКРУГЛЕНИЯ

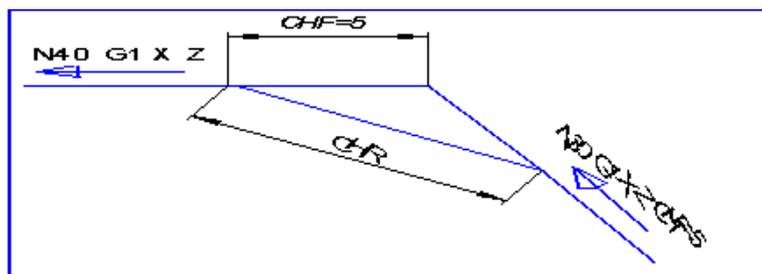
Фаска выполняется после кадра (1, a), в котором она запрограммирована. Фаска всегда выполняется в рабочей плоскости (G17). Фаска выполняется симметрично по углу контура. Длина фаски задается адресом CHF.

Пример:

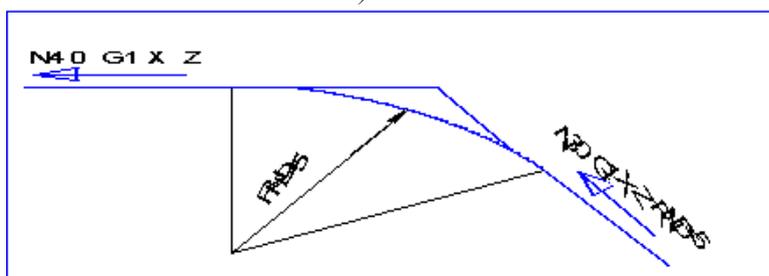
N30 G1 X... Z... CHF=5

N40 G1 X... Z...

Закругление (рис. 1, б) выполняется после кадра, в котором оно запрограммировано. Закругление всегда выполняется в рабочей плоскости (G17).



а)



б)

Рис. 1. Обработка фаски (а) и закругления (б)

5. КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

Круговая интерполяция (рис. 2) по часовой стрелке программируется командой G2, против часовой стрелки – G3 и через промежуточную точку (окружность через точки) – CIP. Для кругового движения начальная и конечная точки должны быть в одной плоскости (уровне).

Программирование с использованием начальной, конечной и центральной точек выполняют в формате кадра:

G2/G3 X... Z... I... K,

где X, Z – конечная точка E в прямоугольных координатах, I, K – точка центра круга M в прямоугольных координатах, относительно

начальной точки S (рис. 2, б). Начальная точка – это позиция инструмента во время вызова G2/G3. Конечная точка программируется при помощи X, Z . Центр круга программируется адресами I, K относительно начальной точки S или с $I=AC(\dots), K=AC(\dots)$ абсолютно от нулевой точки.

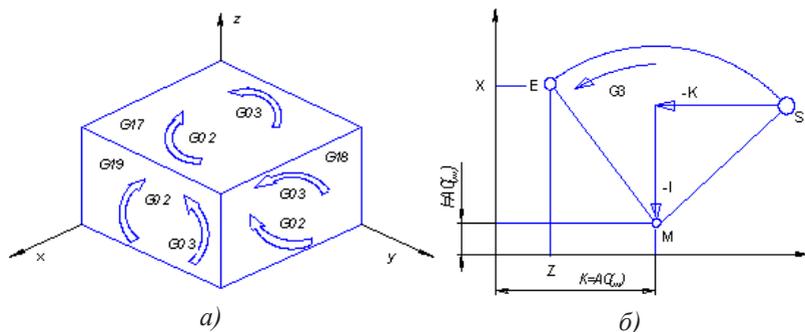


Рис. 2. Круговая интерполяция (а) и программирование координат центра окружности (б)

Программирование с начальной, конечной точкой и радиусом круга выполняют в формате: G2/G3 X... Z... CR=±..., где X, Z – конечная точка E в прямоугольных координатах, $CR=±$ радиус круга (рис. 3, а). Начальная точка – это позиция инструмента во время вызова G2/G3. Конечная точка E программируется адресами X, Z . Радиус круга указывают при помощи CR . Дуга окружности с центральным углом, меньшим или равным 180° , соответствует радиусу $CR=+$, а с углом, большим 180° , – радиусу $CR=-$. Полные углы не могут быть запрограммированы.

Программирование с начальной и центральной точкой круга или с конечной точкой и углом (рис. 3, б) выполняют в формате кадра:

G2/G3 X... Z... AR=... или

G2/G3 I... K... AR=...,

где X, Z – абсцисса и аппликата конечной точки E в декартовой системе координат; I, K – координаты центра M круга в той же системе координат, но относительно начальной точки S ; AR – центральный угол, соответствующий дуге ES (угол раскрытия). Начальная точка – это позиция инструмента в момент вызова G2/G3.

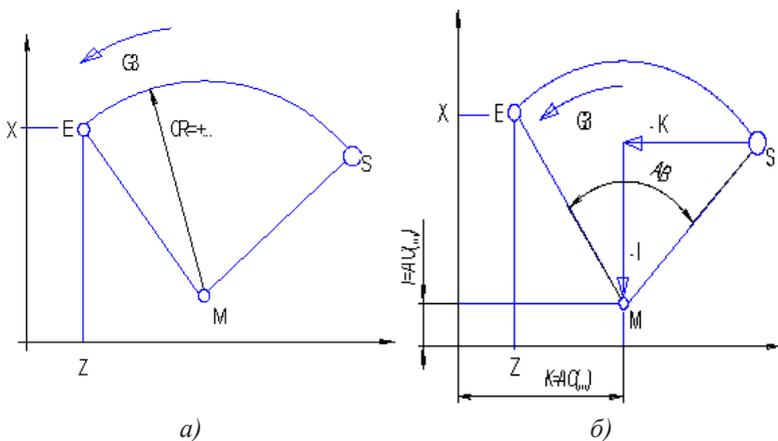


Рис. 3. Программирование с начальной, конечной точкой и радиусом круга (а); с начальной, центральной точкой круга или с конечной точкой и углом (б)

Конечная точка E программируется координатами X, Z . Центральная точка M круга программируется адресами I, K относительно начальной точки S или с $I=AC(\dots)$, $K=AC(\dots)$ абсолютно от нулевой точки детали. Угол раскрытия должен быть менее 360° . Полные круги не могут быть запрограммированы при помощи AR .

Программирование в полярных координатах (рис. 4, а) выполняют в формате кадра:

$G2/G3 AP=... RP=...$,

где AP – полярный угол конечной точки E . Центр круга (точка M) называется полюсом. RP – полярный радиус, одновременно является радиусом круга. Полюс установлен в центре круга при помощи команды $G111$.

Программирование с использованием начальной, промежуточной и конечной точек (рис. 4, б) выполняют в формате кадра:

$CIP X... Z... I1=... K1=...$,

где X, Z – координаты конечной точки E ; $I1, K1$ – координаты промежуточной точки контура, выраженные в инкрементальных размерах.

Начальная точка – это позиция инструмента в момент вызова G2/G3. Конечная точка программируется адресами X, Z. Промежуточная точка программируется при помощи I, K.

При G91 (программирование инкрементальных размеров) положение промежуточной точки измеряется относительно начальной точки.

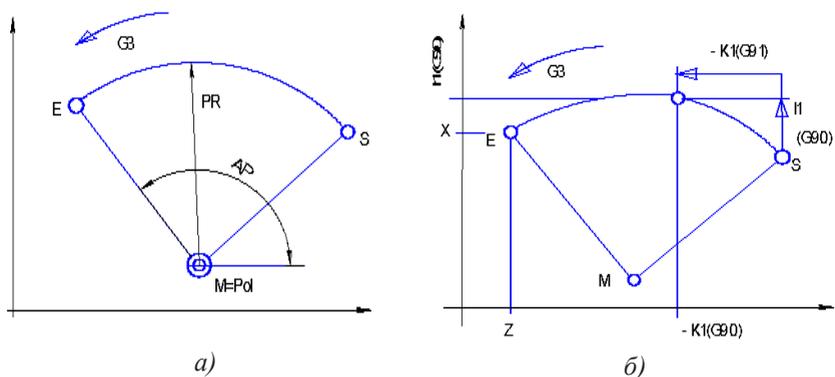


Рис. 4. Программирование в полярной системе координат: а) радиусом и углом конечной точки E, б) промежуточной и конечной точками

6. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫДЕРЖКИ

Выполняют в формате кадра: N... G04 F... или N... G04 S..., где F – время выдержки в секундах, S – время выдержки в количестве оборотов основного шпинделя.

При активации команды G04 инструмент останавливается в крайней рабочей позиции. Время выдержки начинается с того момента, когда скорость подачи предшествующего кадра становится равной нулю. Адреса S и F используются как временные значения только в кадре G4. Предшествующая запрограммированная скорость подачи F или скорость шпинделя S поддерживается в своем первоначальном значении.

Пример:

N75 G04 F2.5 – время выдержки режущего инструмента равно 2,5 с.

7. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Уяснить суть адресов и кадров, с использованием которых программируются фаски и закругления.
3. Приобрести практические знания по ручному составлению кадра управляющей программы, обеспечивающей программирование круговой интерполяции с начальной центральной или конечной точкой круга, а также программирование времени выдержки.
4. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить кадры и составить фрагменты управляющей программы для выполнения фаски, закругления, круговой интерполяции контура и времени выдержки.
5. Реализовать фрагмент управляющей программы обработки фаски, закругления и обработки криволинейного контура, а также времени выдержки на станке с ЧПУ модели TURN 155.
6. Составить отчет по лабораторной работе.

8. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

9. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков и фрагментов управляющей программы для обработки фаски, закругления и криволинейного контура детали, а также времени выдержки. В отчете привести технологические эскизы со всеми программируемыми параметрами и заполненные форматы кадра.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов и кадров, а также фрагментов управляющей программы для обработки фаски, закругления и криволинейного контура детали, а также времени выдержки.

Лабораторная работа № 13

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СТАНКА, ПРЕДЕЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ И НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение адресов, кадров и методики программирования ограничения рабочей зоны и нарезания резьбы на многофункциональном токарном станке модели TURN 155.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить команды и кадры управляющей программы, обеспечивающие ограничение рабочей зоны и нарезание резьбы.
2. Изобразить технологические эскизы обработки наружной и внутренней резьб с нанесением программируемых параметров кадров.
3. Используя автоматизированное рабочее место, практически освоить заполнение форматов кадров управляющей программы, реализующей обработку наружной и внутренней резьб.
4. Реализовать на станке TURN 155 (WIN NC SINUMERIK) обработку резьб по заполненным кадрам управляющей программы.
5. Оформить отчет по выполненной лабораторной работе.

3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СТАНКА

Всякий металлорежущий станок имеет рабочую зону, в которой может проводиться обработка заготовки. Защитная зона станка позволяет исключать аварийные ситуации вследствие выхода

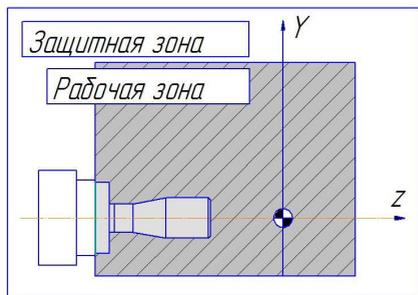


Рис. 1. Рабочая и защитная зоны станка

исполнительного органа за пределы рабочей зоны (рис. 1). Неконтролируемый выход рабочих органов станка за пределы рабочей зоны должен быть исключен, для этой цели ограничивают рабочую зону станка с ЧПУ соответствующими командами. Программирование ограничения рабочей зоны осуществляют командами G25, G26. Формат кадра, реализующего эту

процедуру, следующий: N... G25/G26 X... Z... G25/G26 ограничивает зону обработки, в которой может выполняться перемещение инструмента.

При установке рабочей зоны может быть определена зона безопасности для движений инструмента. Команды G25 и G26 должны программироваться в отдельном кадре управляющей программы.

Программируемое ограничение рабочей зоны определяется в программе при помощи команд G25 и G26 и включается/выключается функциями WALIMON и WALIMOF.

G25 – нижняя граница рабочей зоны, а G26 – ее верхняя граница. WALIMON – ограничение рабочей зоны включено, WALIMOF – ограничение рабочей зоны выключено.

4. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ

Максимальная и минимальная скорость вращения шпинделя программируется при помощи команд G25/G26, формат кадра следующий: N... G25/G26 S... Команды G25 и G26 должны программироваться в отдельном кадре управляющей программы.

Программируемое ограничение скорости вращения шпинделя заменяет значения в установочных данных и сохраняется после окончания программы.

G25 – нижняя граница скорости вращения шпинделя; G26 – верхняя граница скорости вращения шпинделя; S – минимальная/максимальная скорость вращения шпинделя.

5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ НАРЕЗАНИЯ НАРУЖНОЙ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

Нарезание резьбы (рис. 2) программируют командой G33 в формате кадра: N... G33 X... Z... I/K..., где I/K – шаг резьбы [мм], Z – глубина резьбы [мм].

Возможно нарезание цилиндрической, конической резьб и винтовых поверхностей. Шаги резьбы I или K должны быть введены в соответствии с основным направлением резьбы (продольное или торцевое). Цепочка резьб, представляющая собой последовательность нескольких резьб, программируется командой G33 в прямой последовательности (без движений перемещения между резьбами). Перед первым кадром, содержащим слово G33, следует запрограммировать количество резьб, образующих цепочку, при помощи SETTHREADCOUNT(n).

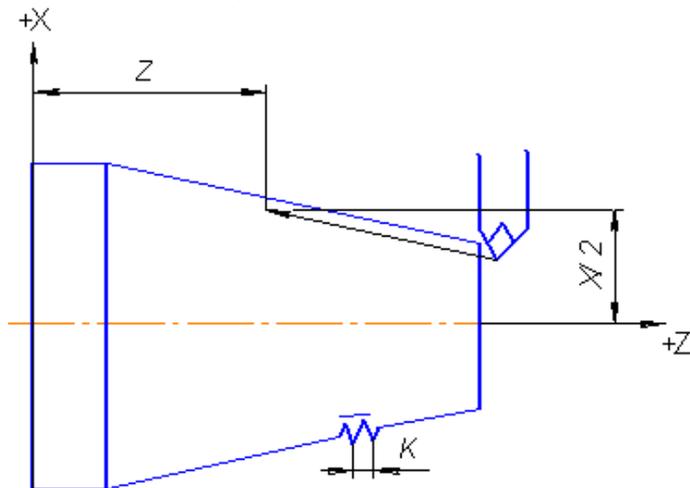


Рис. 2. Схема обработки наружной конической резьбы

Пример программирования цепочки резьб:

N010 SETTHREADCOUNT (3)

N011 G33 X... Z... I/K... SF...

N012 G33 X... Z... I/K... SF...

N013 G33X... Z... I/K... SF...

Ручная коррекция подачи и шпинделя не активна при G33.

6. ПРОГРАММИРОВАНИЕ НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ

Программирование нарезания внутренней резьбы без компенсирующего патрона (рис. 3) осуществляется командой G331/G332 в формате кадра:

N... G331 X... Z... K...

N... G332 X... Z... K...

где X , Z – глубина сверления (конечная точка), K – шаг резьбы при нарезании в направлении оси Z .

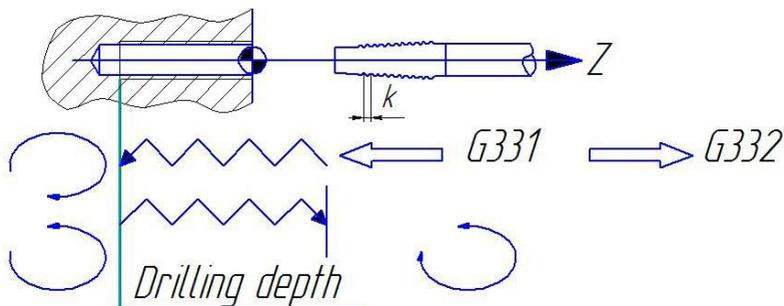


Рис. 3. Нарезание внутренней резьбы

G331 – нарезание внутренней резьбы описывается глубиной сверления (конечная точка резьбы) и шагом.

G332 – движение отвода. Данное движение описывается тем же шагом, что и движение G331. Изменение направления шпинделя на обратное выполняется автоматически. Примечание: для подготовки шпинделя к нарезанию внутренней резьбы следует использовать SPOS.

Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном программируется в формате кадра: G63 X... Z... F... S...

При нарезании внутренней резьбы без синхронизации программируемая скорость шпинделя S , программируемая скорость подачи F и шаг P метчика должны соответствовать: F [мм/мин] = S [U/мин] × P [мм/U], соответственно F [мм/U] = P [мм/U]. Единицы измерения [U/мин] = мм/мин, [мм/U] = мм/об.

Движение врезания метчика программируется при помощи G63. G63 эффективна покадрово. При G63 ручная коррекция подачи и шпинделя блокируется на 100%. Движение отвода (с противоположным направлением шпинделя) также программируется при помощи G63.

Пример.

Метчик M5 (шаг $P = 0,8$ мм), скорость вращения шпинделя $S = 200$ об/мин, поэтому $F = 160$ мм/мин.

N10 G1 X0 Z3 S200 F1000 M3 (подвод к начальной точке).

N20 G63 Z-50 F160 (нарезание внутренней резьбы, глубина резьбы 50).

N30 G63 Z3 M4 (отвод, изменение направления шпинделя).

7. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Уяснить суть адресов и кадров, с использованием которых программируются ограничение рабочей зоны станка с ЧПУ.
3. Приобрести практические знания по ручному составлению кадров управляющей программы, обеспечивающей обработку наружной и внутренней резьб, а также цепочку последовательных резьбовых поверхностей.
4. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить кадры и составить фрагменты управляющей программы для обработки наружной и внутренней резьб, а также цепочки последовательных резьбовых поверхностей.
5. Реализовать фрагменты управляющей программы обработки наружной и внутренней резьб, а также цепочки последовательных резьбовых поверхностей на станке с ЧПУ модели TURN 155.
6. Составить отчет по лабораторной работе.

8. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

9. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков и фрагментов управляющей программы для обработки наружной и внутренней резьб, а также цепочки последовательных резьбовых поверхностей.

В отчете привести технологические эскизы со всеми программируемыми параметрами и заполненные форматы кадров. Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов и кадров, фрагментов управляющей программы для обработки наружной и внутренней резьб, а также цепочки последовательных резьбовых поверхностей.

Лабораторная работа № 14

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ВЫТОЧКИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение адресов, кадров и методики программирования обработки продольной наружной выточки на многофункциональном токарном станке модели TURN 155.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить команды и кадры управляющей программы, обеспечивающие обработку продольной наружной выточки.

2. Изобразить технологический эскиз обработки наружной продольной выточки с нанесением программируемых параметров кадра.
3. Используя автоматизированное рабочее место, практически освоить заполнение формата кадра управляющей программы, реализующей обработку продольной наружной выточки.
4. Реализовать на станке TURN 155 (WIN NC SINUMERIK) обработку продольной наружной выточки.
5. Оформить отчет по выполненной лабораторной работе.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На многофункциональном токарном станке с ЧПУ модели TURN 155 можно обрабатывать самые разнообразные канавки: продольную наружную, торцовую, внутреннюю и др. Для изучения процедуры программирования механической обработки канавок рассмотрим адреса и форматы кадров циклов обработки продольной наружной и торцовой выточек.

4. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ПРОДОЛЬНОЙ НАРУЖНОЙ ВЫТОЧКИ

Обработка продольной наружной выточки на станке с ЧПУ модели TURN 155 программируется циклом CYCLE93. Формат кадра:

CYCLE93 (SPD, SPL, IDG, DIAG, STA1, ANG1, ANG2, RCO1, RC02, RC11, RC12, FAL1, FAL2, IDEP, DTB, VARI, VRT). Численные значения программируемых параметров приведены в табл. 1.

Координаты исходной точки составляют X70, Z60. Исходная точка лежит справа с координатами X35, Z60. Цикл использует коррекции D1 и D2 инструмента T1.

Таблица 1

Программируемые параметры

Исходная точка по оси X	70	мм
Исходная точка по оси Z	60	мм
Ширина выточки	30	мм
Глубина выточки	25	мм
Угловой контур – продольная ось	5	градус
Угол контура – начальная точка	10	градус

Окончание табл. 1

Угол контура – противоположн.	20	градус
Радиус/фаска, наружн., начальн. точка	0	
Радиус/фаска, наружн., противоположн.	0	
Фаска, внутр. сторона начальной точки	-2	мм
Фаска, внутр. противоположн. сторона	-2	мм
Допуск на чистовую обработку, дно	0,2	мм
Допуск на чистовую обработку, боковая поверхность	0,1	мм
Глубина врезной подачи	10	мм
Время выдержки	1	с
Вариант	5	
Переменное расстояние отвода	1	мм

Фрагмент управляющей программы:

N10 G0 X90 Z65 T1 D1 S400 M3 – начальная точка перед началом цикла.

N20 G95 F0.2 – определение технологических значений.

N30 CYCLE93(70,60,30,25,5,10,20,0,0,-2,-2,0.2,0.1,10,1,5,1) – вызов цикла обработки продольной наружной выточки (рис. 1).

N40 G0 X50 Z65 – следующая позиция.

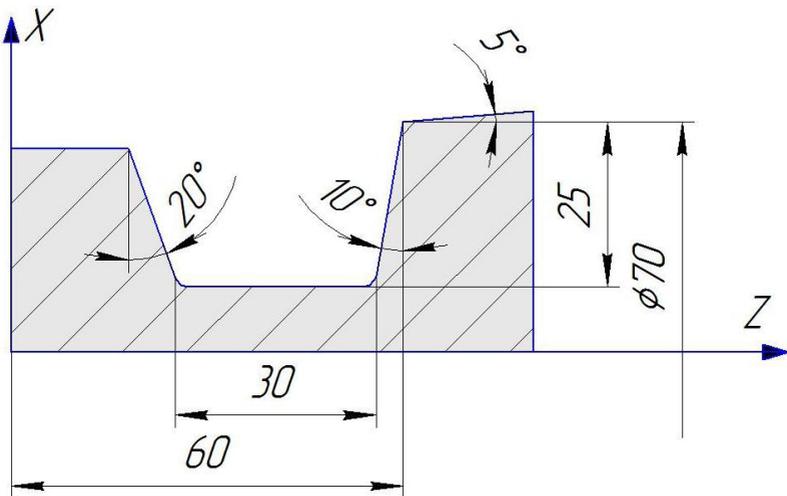


Рис. 1. Продольная наружная выточка

5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ТОРЦОВОЙ ВЫТОЧКИ

Торцовая выточка представлена на рис. 2, обработка которой программируется также циклом CYCLE93. Параметры цикла:

CYCLE93 (SPD, SPL, WIDG, DIAG, STA1, ANG1, ANG2, RC01, RC02, RC11, RC12, FAL1, FAL2, IDEP, DTB, VARI, VRT). Параметры цикла, указанные в скобках, представлены в табл. 2.

Координаты исходной точки X40 Z0. Стартовая точка лежит справа с координатами X35 Z60. Цикл использует коррекции D1 и D2 инструмента T9.

Таблица 2

Данные для программирования торцовой канавки

Ширина выточки	6	мм
Исходная точка по оси X	40	мм
Исходная точка по оси Z	0	мм
Глубина выточки	6	мм
Угловой контур – продольная ось	90	градус
Угол контура – начальная точка	30	градус
Угол контура – противоположн.	15	градус
Радиус/фаска, наружн., начальн. точка	0	
Радиус/фаска, наружн., противоположн.	0	
Фаска, внутр., сторона начальной точки	0	
Фаска, внутр., противоположн., сторона	0	
Допуск на чистовую обработку, дно	0,2	мм
Допуск на чистовую обработку, боковая поверхность	0,1	мм
Глубина врезания	5	мм
Время выдержки	1	с
Переменное расстояние отвода	1	мм

Фрагмент управляющей программы:

N10 G0 X200 Z100 – начальная точка

N20 T9 D1 G96 S180 M4 F0.12 – определение технологических значений.

N30 CYCLE93(40,0,6,5,90,30,15,0,0,0,0,0.2,0.1,5,1,16,1) – вызов цикла.

N40 G0 X200 Z100 следующая позиция.

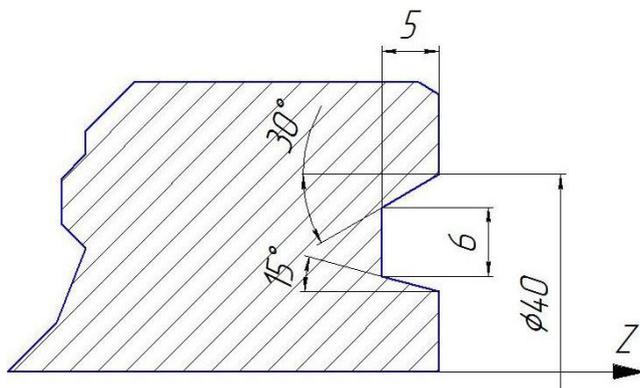


Рис. 2. Схема торцовой канавки

6. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Уяснить суть адресов и параметров кадров, с использованием которых программируется обработка продольной наружной и торцовой выточек.
3. Приобрести практические знания по ручному составлению кадра управляющей программы, обеспечивающей обработку продольной наружной и торцовой выточек.
4. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить кадры и составить фрагменты управляющей программы для обработки наружной продольной и торцовой выточек.
5. Реализовать фрагмент управляющей программы обработки наружной продольной и торцовой выточек на станке с ЧПУ модели TURN 155.
6. Отчитаться по выполненной лабораторной работе.

7. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков и фрагментов управляющей программы для обработки наружной продольной и торцовой выточек.

В отчете привести технологические эскизы со всеми программируемыми параметрами и заполненные форматы кадров. Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов и кадров, а также фрагментов управляющей программы для обработки наружной продольной и торцовой выточек.

Лабораторная работа № 15

ПРОГРАММИРОВАНИЕ СНЯТИЯ ПРИПУСКА С НАРУЖНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВКИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение адресов, кадров, их форматов и методики составления фрагмента управляющей программы для снятия припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки на многофункциональном токарном станке модели TURN 155.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить адреса, команды, кадры и фрагменты управляющей программы, обеспечивающей снятие припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки.

2. Изобразить технологический эскиз обработки наружной цилиндрической поверхности заготовки.

3. Используя автоматизированное рабочее место, практически освоить заполнение формата кадра, составление фрагмента управляющей программы, реализующей обработку наружной цилиндрической поверхности заготовки.

4. Реализовать на станке TURN 155 (WIN NC SINUMERIK) снятие припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки.
5. Оформить отчет по выполненной лабораторной работе.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Снятие припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки осуществляется при помощи цикла CYCLE95.

CYCLE95 характеризуется следующим форматом: (NPP, MID, FALZ, FALX, FAL, FF1, FF2, FF3, VARI, DT, DAM, VRT), где NPP – имя подпрограммы обработки, MID – максимальная глубина резания при черновой обработке, FALZ – припуск на чистовую обработку по оси Z, FALX – припуск на чистовую обработку по оси X, FAL – припуск на чистовую обработку параллельно контуру, FF1 – подача для черновых проходов без выточки, FF2 – подача для черновых проходов с выточкой, FF3 – подача для чистовой обработки, VARI – вариант обработки 1...12. Название подпрограммы NPP должно быть в кавычках, например, «CONT1»; DT – время выдержки для стружколомания при черновой обработке; DAM – траектория перемещения, после которой каждый черновой проход прерывается для стружколомания; VRT – расстояние, на которое отводится инструмент от контура при черновой обработке без знака.

Функции: цикл снятия припуска выполняет обработку контура, сохраненного в подпрограмме. Обработка контура может выполняться внутри или снаружи с продольной или торцевой стороны. Может быть выполнена черновая, чистовая обработка или последовательно черновая и чистовая обработка. Позиция инструмента перед циклом: выполняется подвод к последней позиции перед вызовом инструмента при помощи G40 (коррекция на радиус инструмента ВЫКЛ).

Внешняя обработка: перед вызовом цикла инструмент должен быть снаружи от наибольшего диаметра в подпрограмме обработки. Внутренняя обработка: перед вызовом цикла инструмент должен быть внутри наименьшего диаметра в подпрограмме обработки.

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Черновые проходы выполняются функцией G1 со скоростью подачи FF1. Черновые проходы выполняются параллельно оси до припуска на чистовую обработку (1) и затем параллельно контуру (2) (рис. 1).

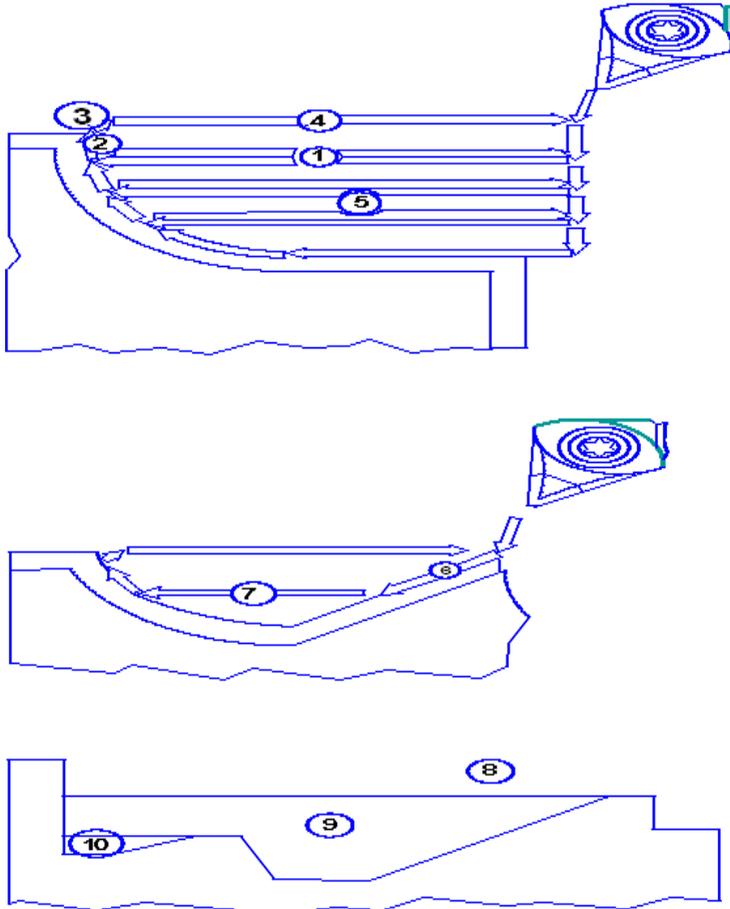


Рис. 1. Черновая и чистовая обработка выточек

После каждого черногового прохода выполняется подъем по осям X и Z на радиус инструмента + 1 мм (3) и отвод при помощи G0 (4). Данная последовательность (указанные петли) выпол-

няется до тех пор, пока не будет снят весь припуск на черновую обработку (5) и оставлен припуск на чистовую обработку. Глубина резания при выполнении каждого прохода одинаковая и равна частному от деления припуска на черновую обработку на число проходов. Она должна быть меньше или равна запрограммированному параметру MID.

5. ЧЕРНОВАЯ ОБРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ВЫТОЧКИ

Обработка выточки происходит параллельно контуру (6) с активацией команды G1 со скоростью подачи FF2. Черновые проходы параллельно оси в зоне выточки (7) выполняются командой G1 и со скоростью подачи FF1.

Последовательность черновой обработки: черновая обработка без выточки (8); черновая обработка первой выточки (9); черновая обработка второй выточки (10) и т.д.

6. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА

Подвод к начальной точке контура выполняется одновременно по обеим осям X и Z. Чистовая обработка выполняется вдоль контура командами G1, G2, G3 со скоростью подачи FF3. Отвод инструмента выполняется командой G0.

Пример.

Общий припуск на обработку равен 19 мм, максимальная глубина резания MID = 4 мм. Для снятия общего припуска потребуется пять проходов с глубиной резания 3,8 мм, что меньше предельной глубины резания 4 мм.

Нельзя программировать все три параметра FALZ, FALX, FAL одновременно, так как СЧПУ будет складывать все три значения припусков. Следует программировать значения FALZ, FALX и 0 – для FAL или наоборот. Если припуск на чистовую обработку не запрограммирован, черновая обработка выполняется до окончательного контура. Смысловое содержания скоростей подачи FF1, FF2, FF3 – такое же, как и при черновой обработке выточки.

7. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить теоретические положения работы.
2. Уяснить суть адресов и кадров, с использованием которых программируется снятие припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки.
3. Приобрести практические знания по ручному составлению кадров управляющей программы, обеспечивающей обработку указанной поверхности.
4. Используя автоматизированное рабочее место, заполнить кадры и составить фрагмент управляющей программы для обработки наружной цилиндрической поверхности заготовки.
5. Реализовать фрагменты управляющей программы снятия припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки на станке с ЧПУ модели TURN 155.
6. Составить отчет по лабораторной работе.

8. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Рабочий чертеж детали.
2. Автоматизированное РС – рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

9. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание адресов, блоков и фрагмента управляющей программы для снятия припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки. В отчете привести технологические эскизы со всеми программируемыми параметрами и заполненные форматы кадра, характеризующего снятие припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, кодов и кадров, а также фрагментов управляющей программы для снятия припуска с наружной цилиндрической поверхности заготовки.

Лабораторная работа № 16

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАНКА МОДЕЛИ TURN 155

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение компоновочной схемы, основных узлов многофункционального станка с ЧПУ модели TURN 155, а также границы его рабочей зоны и принципа действия исполнительных органов.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить компоновочную схему станка TURN 155 и его технологические возможности.
2. Ознакомиться с основными узлами станка.
3. Изучить формообразующие движения рабочих органов.
4. Изучить устройство основных узлов станка.
5. Уяснить принцип действия станка.
6. Получить практические навыки установки режущих инструментов в гнезда револьверной головки и обрабатываемой заготовки в приспособление.
7. Уяснить целесообразность применения рабочих позиций револьверной головки с приводным режущим инструментом.
8. Изучить формообразующие рабочие движения заготовки и инструментов, оснащенных приводом главного движения.
9. Определить случаи применения программирования обработки деталей с использованием оси *C* (круговой подачи заготовки).

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Краткая информация о фирме-изготовителе и технологических возможностях токарных многофункциональных станков

Более 50 лет станкостроительная компания EMCO разрабатывает металлообрабатывающие станки, а с 1980 года успешно поставляет на международный рынок станки с компьютерным управлением (станки с ЧПУ), особенно в сектор обучения.

Особенной популярностью пользуются безопасные токарные и фрезерные станки фирмы EMCO моделей Concept TURN и Concept MILL. Современное технологическое оборудование становится все сложнее. Этому факту необходимо уделять внимание и при техническом обучении персонала, обслуживающего эти станки. Поэтому мы имеем сейчас новый многофункциональный станок Concept TURN 155 с осью C и приводным инструментом. Результат: характеристики, которые можно ожидать только от современных промышленных станков.

Управление современными станками фирмы EMCO осуществляется при помощи стандартного персонального компьютера (PC). Этот вид управления позволяет выполнять эффективное обучение самым различным и современным системам ЧПУ (фирм Siemens, Fanuc и др.) на одном и том же станке.

Ввод данных осуществляется с клавиатуры PC автоматизированного рабочего места технолога-программиста (либо оператора) или с пульта управления станком. Многофункциональные токарные станки с ЧПУ позволяют выполнять не только точение, растачивание сложных поверхностей, сверление осевых отверстий, но и фрезерование самых разнообразных по форме и размерам поверхностей, сверление и нарезание различных видов резьб и их комбинаций как параллельно, так и перпендикулярно к оси детали.

В современных многофункциональных станках с ЧПУ реализован один из основных научных принципов теории базирования, обеспечивающих минимальные погрешности механической обработки, когда деталь полностью обрабатывается за одну установку. Для этой цели в последних моделях многофункциональных токарных станков применяют два шпинделя: главный шпиндель и протившпиндель, а кроме этого режущий инструмент обеспечивают главным движением резания, а главный шпиндель – движением круговой подачи.

Современные многофункциональные токарные станки – это новый высокоэффективный вид оборудования, на котором выпускаются самые сложные и высокоточные изделия.

Для обслуживания этого оборудования требуются технологи-программисты, способные с использованием компьютерных технологий разрабатывать управляющие программы для обработки самых различных по форме и размерам деталей. Наилучший результат может быть достигнут при грамотной эксплуатации этого вида оборудования, а для этого необходимы квалифицированные наладчики, операторы и технологи-программисты. Последние призваны решать вопросы технологической подготовки применительно к этому типу оборудования.

3.2. Техническая характеристика станка TURN 155

Техническая характеристика многофункционального станка модели CONCEPT TURN 155 представлена в табл. 1.

Таблица 1

Технические данные станка TURN 155

Рабочая зона		
Высота центров	мм	125
Расстояние между центрами (передний конец шпинделя – центр задней бабки)	мм	405
Диаметр обработки над станиной	мм	250
Диаметр обработки над поперечными салазками	мм	85
Путь перемещения салазок на оси X	мм	100
Путь перемещения салазок на оси Z	мм	300
Максимальный размер заготовки для патрона	мм	ø85×245
Главный шпиндель		
Подключение шпинделя	заводской стандарт	
Наружный диаметр шпинделя в переднем подшипнике	мм	45
Максимальный размер патрона	мм	100
Привод главного шпинделя		
Двигатель переменного тока, мощность (100%/60% ПВ)	кВт	2,2/28
Диапазон частоты вращения (бесступенчатая регулировка)	мин ⁻¹	150 – 4000

Продолжение табл. 1

Максимальный крутящий момент при 60% ПВ	Н·м	19
Приводы подачи		
<i>Двигатели переменного тока на осях X и Z</i>		
Разрешение шага	мк	1,25
Максимальное усилие подачи X/Z	Н	2500
Рабочая подача на осях X/Z (бесступенчатая регулировка)	м/мин	0 – 4
Скорость с ускоренным ходом X/Z	м/мин	7,5
Средняя погрешность позиционирования X/Z по DIN VDI 3441	мк	3/4
Дисковый револьвер без логического устройства направления		
Зажим инструмента	Заводской стандарт	
Количество зажимов инструмента, по выбору для наружной внутренней обработки		8
Сечение тела инструмента для наружной обра- ботки	мм	12x12
Отверстие зажима инструментов для внутренней обработки	мм	ø 16
Время включения	с	1,4/3,5/5,5
Поворотное устройство на 12 инструментов, инструментальная система		
<i>Дисковый револьвер с логическим устройством направления, по выбору с ведомыми инструментами</i>		
Зажим инструмента по DiN 69880		VDI 16
Количество секций инструмента / из них ведо- мых (опция)		12/6
Время включения (T1/T2 = 180°/30°)	с	2,8/1,0
Ведомые секции инструментов (по выбору)		
Максимальная мощность привода (40% ПВ)	кВт	1,2
Максимальный крутящий момент	Н·м	4
Диапазон частоты вращения	мин ⁻¹	200 – 6000
Ось C {ротационная ось} – опция для станков с ведомыми инструментами		
Разрешение на ротационной оси	градус	0,01
Максимальная частота вращения	мин ⁻¹	20
Максимальный крутящий момент	Н·м	25

Продолжение табл. 1

Задняя бабка		
<i>Задняя бабка со встроенным упорным центром</i>		
Диаметр пиноли	мм	35
Ход задней бабки	мм	200
Ход пиноли (вручную / пневматически в качестве опции)	мм	120
Максимальное усилие нажатия пиноли (пневматическое)	Н	3000
Система смазки		
Направляющие, шарнирно-винтовая пара (ШВП)	автоматическая централизованная смазка	
Главный шпиндель	смазка на весь срок службы	
Устройство СОЖ (опция)		
Объем бака	л	140
Максимальный объем подачи	л/мин	20
Максимальное давление подачи	бар	0,75
Пневматическое устройство (опция)		
<i>Базовая пневматика в качестве опции с пневматическим управлением</i>		
Давление подачи	бар	не менее 5-6
Отверстие для подключения шланга	мм	10
Автоматическое зажимное устройство (опция)		
<i>Пневматический трехлачковый патрон с зажимным цилиндром</i>		
Внутренний диаметр шпинделя	мм	20,5
Диаметр патрона	мм	95
Автоматика дверцы (опция) с пневматическим управлением, включая контроль конечного положения		
<i>Устройство приемки заготовок (опция)</i>		
Пневматическое управление	бар	6
Максимальная длина готовой детали	мм	125
Максимальный диаметр готовой детали	мм	25
Электрические подключения		
Напряжение питания	В	380

Окончание табл. 1

Максимальные колебания напряжения	%	±10
Частота	Гц	50/60
Потребляемая мощность станка	кВА	5
Максимальная защита станка на входе	А	20
Габаритные размеры, вес		
Высота оси вращения над полом	мм	1120
Габаритная высота	мм	1750
Монтажная площадь, ширина и глубина	мм	1628x1174
Общая масса станка	кг	700
Уровень шума		
Усредненный уровень шума	дБ	69

Станок имеет персональный компьютер, который содержит в памяти все параметры технической характеристики, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Техническая характеристика персонального компьютера TURN 155

ПК-управление	
Раздельный монтаж панели управления станком и сменной клавиатуры, зависящей от управления	
Табло управления	12” цветной плоский монитор
Конфигурация ПК (ПК, встроенный в станок)	
Процессор (не менее)	Celeron 850 МГц
Оперативная память	128 МБ RAM
Дисковод для дискет	3,5”
CD-ROM	встроенный
Жесткий диск	20 гигабайт
Интерфейс дисплея	DVI
Клавиатура	MF-2 (американский вариант)
Мышь	в комплекте
Интерфейсы	2xRS232, 1 xUSB 1.1, 2xLAN-100Mbit
Операционная система	Windows 98SE

3.3. Основные узлы многофункционального токарного станка с ЧПУ модели TURN 155

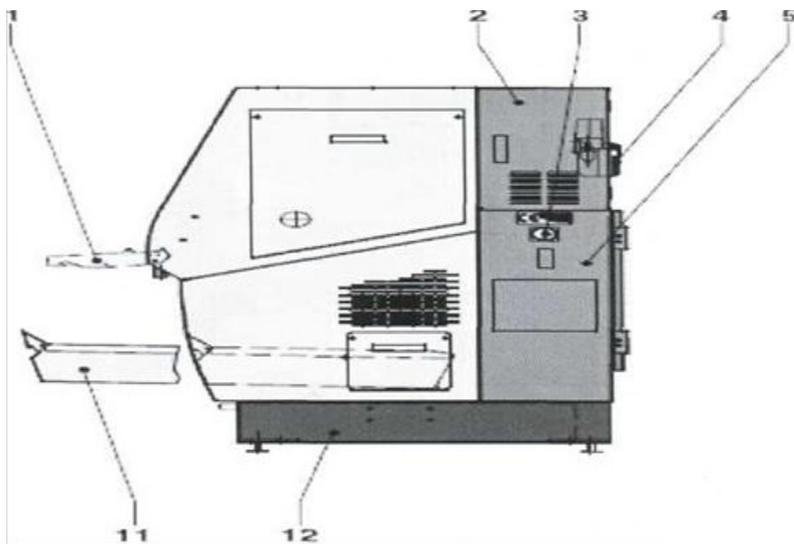


Рис. 1. Вид на станок справа: 1 – полка, 2 – отсек, 3 – главный выключатель, 4 – централизованная смазка, 5 – шкаф управления, 11 – бак, 12 – бак СОЖ

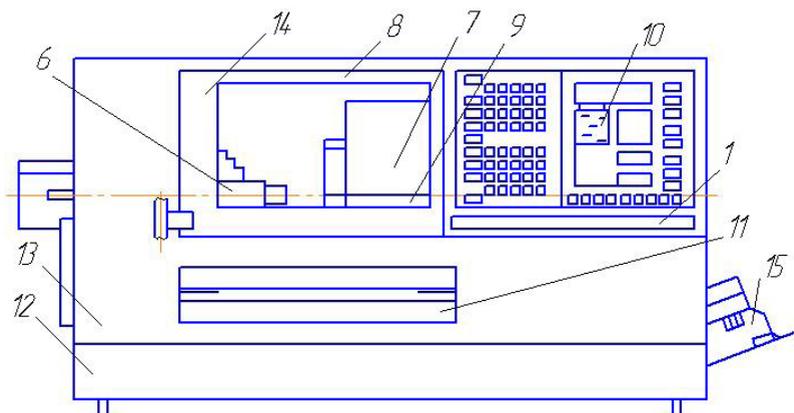


Рис. 2. Элементы станка: вид спереди: 6 – шпиндель, 7 – поворотное устройство, 8 – светильник, 9 – задняя бабка, 10 – клавиатура, 13 – подставка станка, 14 – дверь, 15 – насос

Несмотря на маленькие габариты, станок многофункционален.

1 – полка для персонального компьютера-клавиатуры (откидная, с встроенным ковриком для мышки). Клавиатура и мышка обеспечивает удобное пользование возможностями станка.

2 – отсек РС.

3 – главный выключатель, при помощи этого выключателя станок начинает свою работу.

4 – устройство централизованной смазки, обеспечивает плавное перемещение салазок по осям X , Z .

5 – шкаф управления служит основой станка.

6 – главный шпиндель имеет вращение против часовой и по часовой стрелке, а также может вращаться по оси C на определенный угол, для этого необходим сжатый воздух.

7 – поворотное устройство инструмента (на 12 инструментов или на 4 инструмента с ведомыми инструментами). Перемещение осуществляется по салазкам вдоль оси X , которая расположена горизонтально, и оси Z , которая расположена вертикально.

8 – станочный светильник обеспечивает видимость заготовки, а также настройку инструмента.

9 – ручная или автоматическая задняя бабка, перемещается вдоль оси X , для зацентровки отверстия, при обработке длинных заготовок.

10 – клавиатура для разных видов управления, с ее помощью создаются или редактируются программы, набирается контур будущей детали, моделируется.

11 – бак для стружки (выдвижной), когда с заготовки непосредственно снимают материал, он попадает в лоток для сбора стружки.

12 – бак смазочно-охлаждающей жидкости, при обычном резании СОЖ выполняет следующие основные функции: охлаждение, смазку, отвод стружки и удаление загрязнений. Смазочное действие СОЖ распространяется по двум направлениям. С одной стороны, осуществляется смазка поверхности трения между деталью и инструментом, а с другой – смазка подвижных элементов и уплотнений в рабочей зоне.

13 – подставка станка.

14 – дверцы для защиты от стружки.

15 – насос, нужен для подачи под давлением СОЖ в зону резания.

Наиболее экономичным видом приводов для станка с ЧПУ является шаговый привод, поскольку он является бесступенчатым (обеспечивает широкий диапазон скоростей без применения коробки передач), и в случае его использования обратная связь не является строго обязательной.

3.4. Рабочая зона станка

Рабочая зона ограничивается зоной обработки, в которой может выполняться перемещение инструмента. При установке рабочей зоны может быть определена зона безопасности для движения инструмента.

Рабочая зона станка (рис. 3) ограничивается перемещением инструмента. Из позиции 1 сверло может перемещаться по оси Z на максимально возможное расстояние, ограниченное позицией 7 сверла.

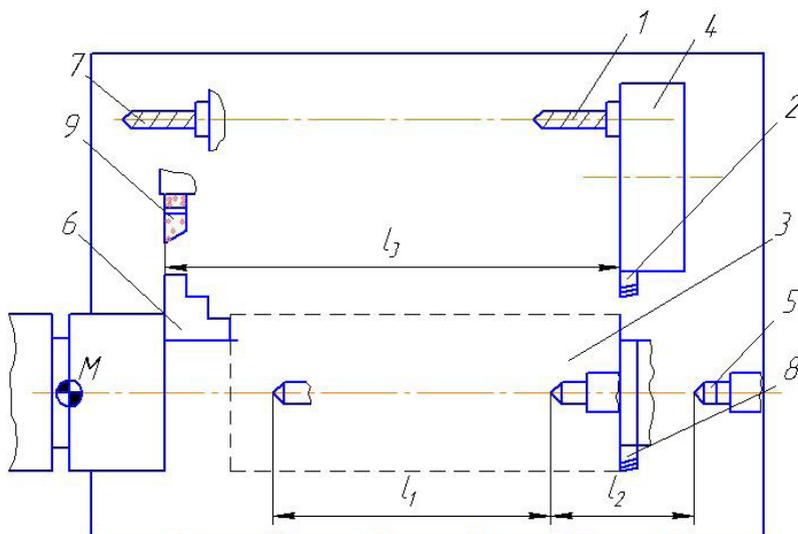


Рис. 3. Предельные положения режущего инструмента и пиноли задней бабки (рабочая зона): 1 – сверло в крайнем правом положении, 7 – в крайнем левом положении, 2 – резец проходной упорный в крайнем правом положении, 8 – в крайнем нижнем положении, 9 – в крайнем левом положении, 3 – заготовка, 4 – револьверная головка, 5 – центр задней бабки, 6 – трехкулачковый патрон.

Проходной резец 2 может перемещаться по оси Z на максимальное возможное расстояние в позицию 9, а по оси X – на максимальное возможное расстояние в позицию 8. Предельные положения режущих инструментов определяют рабочую зону станка.

3.5. Подключение пневматики станка

Для станков с автоматическими устройствами (пневматическое зажимное устройство, автоматическая задняя бабка и т.д.) имеется место для подключения рабочих органов к сети сжатого воздуха. Включение и выключение сжатого воздуха к станку осуществляют с помощью втулки 5 (рис. 4), перемещаемой вручную вверх-вниз. Рабочее давление сжатого воздуха составляет: минимальное значение – 0,5 МПа, максимальное – 0,6 МПа. Такое давление мы получаем от компрессора, который создает максимальное давление 1 МПа. Поворотом винта 3 регулируют подаваемое давление воздуха, а контроль его величины осуществляют по манометру 4 (рис. 5).

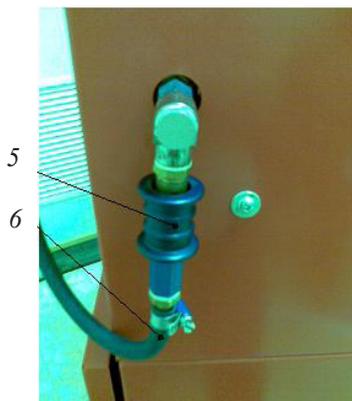


Рис. 4. Устройство для подвода сжатого воздуха: 5 – заслонка, 6 – пневматический рукав



Рис. 5. Устройство для подвода сжатого воздуха: 3 – винт, 4 – манометр

Правила подвода и регулировки давления:

- подключите подвод воздуха к соединительной детали 6 пневматического устройства сбоку на станке (пневматический рукав 16 мм);
- уровень давления можно определить по манометру 4, расположенному на задней стенке станка;
- за счет движения ручной заслонки 5 вверх осуществляется снабжение сжатым воздухом пневматического устройства обслуживания.

Регулировка давления происходит с помощью регулировочного винта 3.

3.6. Основные узлы, установленные на подставке станка

Общий вид станка представлен на рис. 6, на котором главный шпиндель с заготовкой, закрепленной в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, расположен в левой части рисунка, а револьверная головка с режущими инструментами – в его центре. Справа изображен пульт управления станком. Подставка станка 12 представляет собой массивную сварную конструкцию для крепления станины станка, системы управления с ПК, а также всего электрооборудования. Бак СОЖ может задвигаться в нижнюю часть подставки станка. Электрический шпиндель 1 – это высокоскоростной электродвигатель, рабочий вал которого оснащен устройством для закрепления заготовки (например, трехкулачковый патрон у станков токарной группы) или режущего инструмента (у сверлильных, фрезерных).

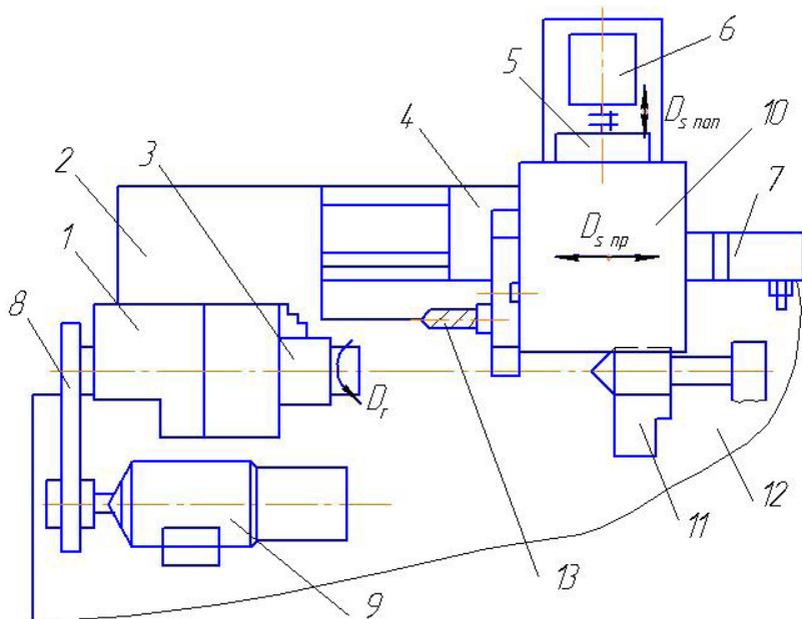


Рис. 6. Основные узлы: 1 – главный шпиндель, 2 – станина, 3 – зажимное устройство, 4 – салазки (Z), 5 – салазки (X), 6 – привод салазок (X), 7 – привод салазок (Z), 8 – ремень, 9 – электродвигатель, 10 – поворотное устройство, 11 – задняя бабка, 12 – подставка станка, 13 – режущий инструмент

Общий вид малогабаритного станка TURN 155 представлен на рис. 7. К шпинделю предъявляются повышенные требования по равномерности вращения, непосредственно влияющей на качество обработки. Рабочий вал шпинделя устанавливается на подшипниках качения или скольжения высокого класса точности. Станина станка 2 (рис. 6) изготовлена из серого чугуна крутильно-жесткой и гасящей колебания конструкции. На станине станка расположена передняя бабка. Благодаря трехточечной опоре станины станка удастся избежать ее перекаса и тем самым нарушения точности пространственного расположения шпинделя, салазок и задней бабки.



Рис. 7. Общий вид станка модели TURN 155

Станочное приспособление 3 служит для быстрого закрепления и раскрепления заготовок различной длины и диаметра. Ремень δ привода служит для передачи крутящего момента с главного электродвигателя на главный шпиндель. Продольные и поперечные са-

лазки двигаются по точным направляющим типа «ласточкин хвост». Зазор салазок регулируется с помощью регулирующих клиньев. Централизованная система смазки подает масло на салазки так, чтобы все направляющие постоянно были смазаны. Салазки перемещаются от шаговых электродвигателей через пару «винт – гайка качения». Шпиндель станка имеет высокую изгибную жесткость, беззазорные пары «винт – гайка» – высокую контактную жесткость, что обеспечивает высокую точность позиционирования инструмента и заготовки и точность размеров обработанных деталей.

Скорость подачи бесступенчатая, находится в пределах 0 – 4000 мм/мин.

Скорость холостого хода – 7500 мм/мин, длина перемещения поперечных салазок – 300 мм.

Длина перемещения продольных салазок – 100 мм.

Разрешающая способность СЧПУ – 1,25 мкм.

Максимальное усилие подачи продольных и поперечных салазок – 2500 Н.

3.7. Централизованная смазка

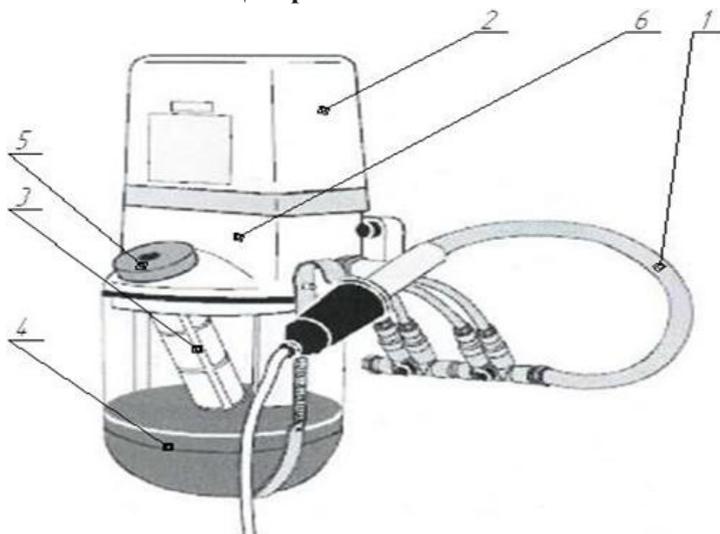


Рис. 8. Устройство централизованной смазки станка: 1 – шланг, 2 – крышка, 3 – очистной фильтр, 4 – емкость для масла, 5 – заливная горловина, 6 – корпус

Направляющие скольжения продольных и поперечных салазок централизованно смазываются маслом. Масляный насос 6 (рис. 8) включается автоматически после перемещения салазок на 16 мм. Шланг 1 служит для подачи масла в узлы смазки, крышка 2 служит защитой для двигателя, очистной фильтр 3 – для фильтрации масла, емкость 4 – для визуального контроля минимального и максимального уровня масла, горловина 5 – для залива масла.

3.8. Станочное приспособление

Установка заготовок в трехкулачковые самоцентрирующие патроны осуществляется при обработке заготовок небольшой длины (рис. 9). Патрон имеет три кулачка, которые могут одновременно сходиться к центру или расходиться от него. Кулачки обеспечивают точное центрирование заготовки (совпадение оси заготовки с осью вращения шпинделя). Кулачки 2 перемещаются в радиальных пазах корпуса 3 патрона (рис. 9, а). В корпусе располагается диск, с одной стороны которого имеется архимедова спираль, а с другой стороны диска нарезаны зубья.

Кулачки 2 своими выступами входят в зацепление с архимедовой спиралью. Диск 4 (рис. 9, б) приводится во вращение при повороте ключом, вставленным в гнездо одного из малых зубчатых колес 1. При этом кулачки патрона двигаются к центру или от центра, закрепляя или освобождая заготовку. Рабочие поверхности кулачков самоцентрирующего патрона изнашиваются неравномерно, поэтому их периодически растачивают или шлифуют.

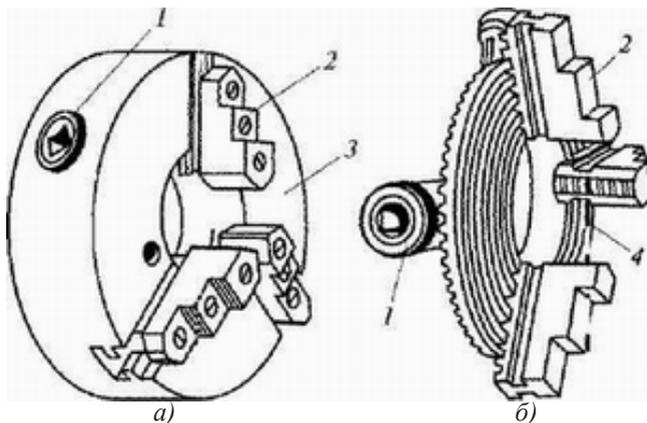


Рис. 9. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон: а – общий вид; б – детали патрона: 1 – коническое зубчатое колесо; 2 – кулачки; 3 – корпус; 4 – диск, с одной стороны которого спиральная нарезка, с другой – зубья

Главный шпиндель приводится во вращение посредством клинового ремня от электродвигателя, питающегося трехфазным переменным током.



Рис. 10. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с заготовкой

Он расположен в смазанных на весь срок службы подшипниках шпинделя и, таким образом, не требует технического обслуживания. Заготовка, закрепленная в патроне, изображена на рис. 10.

Максимальный диаметр патрона – 100 мм.

Диапазон частот вращения 200 – 4000 мин⁻¹.

Мощность (100/60% ПВ) – 2,2/2,8 кВт.

Изменение мощности главного шпинделя показано на рис. 11. Кривая момента наглядно показывает, что до 1500 мин⁻¹ под нагрузкой крутящий момент не изменяется (кривая 1). При дальнейшем увеличении частоты вращения крутящий момент уменьшается (кривая 2), а при достижении 4000 мин⁻¹ момент равен 7 Н·м. Мощность, наоборот, до 1500 мин⁻¹ увеличивается (кривая 3), а после 1500 мин⁻¹ становится неизменной (кривая 4). Графики изменения мощности и крутящего момента свидетельствуют о сравнительно хороших характеристиках привода станка.

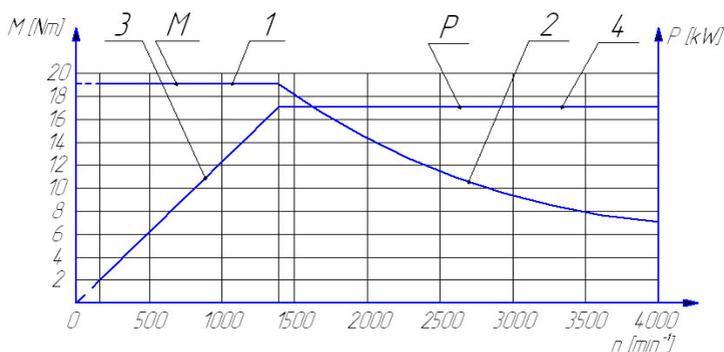


Рис. 11. Изменение крутящего момента и мощности главного шпинделя в зависимости от частоты вращения: 1, 2 – момент, 3, 4 – мощность

3.9. Пневматическая задняя бабка

Ручная задняя бабка со встроенным центром смонтирована на станине станка (рис. 12). Задняя бабка перемещается по направляющим типа «ласточкин хвост». Для ее закрепления на направляющих затяните стопорный винт 2 при помощи шестигранного внутреннего ключа SW10. Вращением маховика 3 можно перемещать пиноль 1 задней бабки вместе с центром.

Для закрепления пиноли в требуемом положении туго затяните зажимной рычаг 4. Диаметр пиноли – 35 мм, максимальный ход пиноли – 120 мм, максимальный ход регулировки – 200 мм.

В пиноль 5 задней бабки вставлен центр (рис. 13), соосность которого главному шпинделю обеспечивается благодаря встроенному эксцентриковому механизму. Давление воздуха для зажима пиноли задней бабки устанавливают на регуляторе 7. Давление проверяют по показаниям манометра 6.

Характеристика пневматической задней бабки: диаметр пиноли – 35 мм, ход пиноли – 120 мм, максимальный ход регулировки – 200 мм, максимальное давление – 6 бар. Позиция пиноли задней бабки в целом контролируется тремя реле конеч-

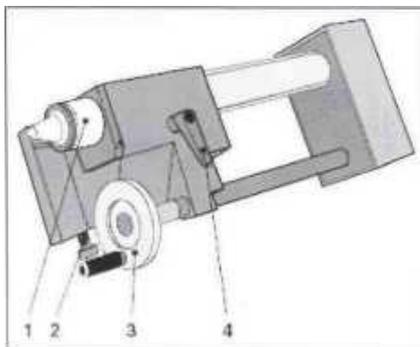


Рис. 12. Ручная задняя бабка: 1 – пиноль, 2 – винт, 3 – маховик, 4 – зажимной рычаг

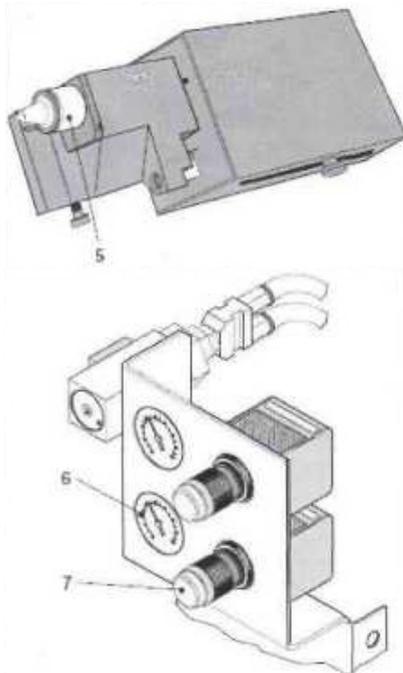


Рис. 13. Пневматическая задняя бабка: 5 – пиноль, 6 – манометр, 7 – регулятор давления

ного положения. Два регулируемых реле контролируют позицию закрепления, а встроенный концевой выключатель распознает правое крайнее положение пиноли. Перед регулировкой необходимо: включить станок, выполнить подвод к базовым точкам, обеспечить зажим заготовки в патроне станка. Для регулировки необходимо выполнить нижеуказанные действия.

Переместить пиноль задней бабки в крайнее правое положение. В процессе перемещения на экране управления горит сообщение

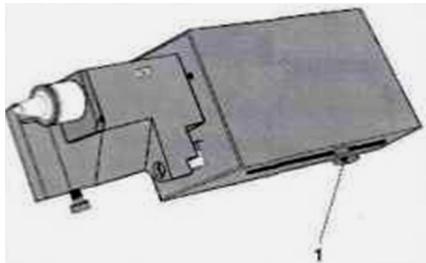


Рис. 14. Регулировка позиции зажима: 1 – винт

«*Пиноль в промежуточном положении!*». Открутить винт 1 (рис. 14) и переместить его влево по направлению к заготовке до упора, после чего винт закрутить. Переместить пиноль задней бабки при закрытой дверце защиты от стружки в центровое отверстие заготовки (установка зажима).

На экране появится сообщение «*Пиноль в промежуточном положении!*».

Откройте дверцу станка, открутите винт 1 и медленно перемещайте его вправо (от заготовки) до тех пор, пока сообщение на экране «*Пиноль в промежуточном положении!*» не сменится на сообщение «*Дверца станка открыта!*». Закрутите винт 1 в данной позиции. Указание: слишком быстрое перемещение винта 1 может привести к тому, что на экране появится сообщение «*Пиноль отсутствует, деталь в зажиме!*». В данной ситуации корректная регулировка концевых выключателей невозможна. Переместите пиноль в крайнее правое положение и начните процесс настройки заново.

3.10. Револьверная головка

Станок модели TURN 155 оснащен поворотной револьверной головкой (рис. 15). В зависимости от конфигурации станка шесть инструментов могут быть приводными. Это означает, что можно в патроне закрепить фрезу, сверло, зенкер или развертку. Неприводными инструментами являются посадочные гнезда, куда устанавливаются резцы.

Количество инструментов – 12, количество приводных секций – 6, передаваемый крутящий момент – 4 Н·м, диапазон частот вращения 200 – 4000 мин⁻¹, максимальная мощность – 1,2 кВт.

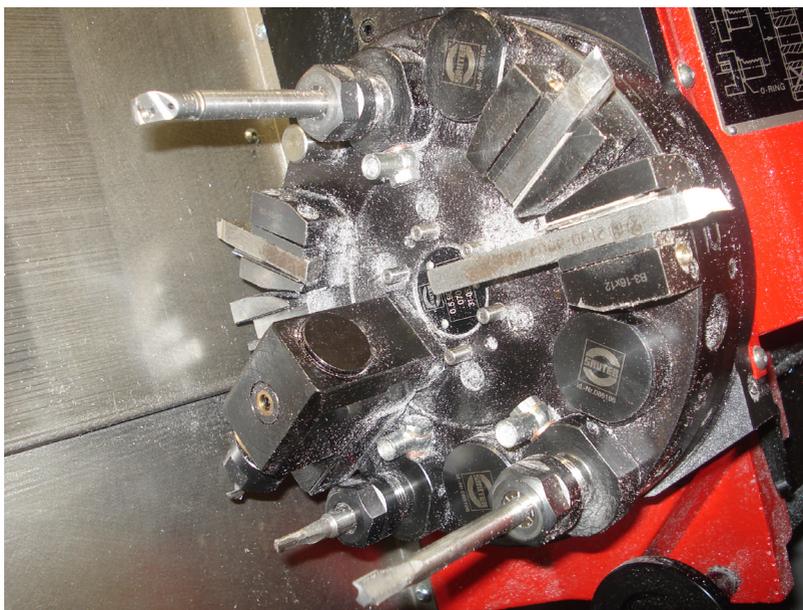


Рис. 15. Револьверная головка с полным комплектом инструментов

Для закрепления инструмента вставьте инструмент *1* в зажим *4* (рис. 16) диска револьверной головки. Поверните винт *3* с внутренним шестигранником SW4 по направлению указанной на рисунке стрелки и затяните его. Зубчатое зацепление эксцентрика *2* входит в зубчатое зацепление оправки для крепления инструмента *1* и прижимает ее с силой F_1 к диску револьверной головки и одновременно сила F_2 прижимает оправку вниз. Цанговое зажимное приспособление позволяет выполнять зажим инструментов с цилиндрическим хвостовиком (рис. 17). Для установки цангового зажима открутите натяжную гайку *2* (SW24), вставьте цангу *3* наклонно в натяжную гайку так, чтобы эксцентриковое кольцо *1* входило в канавку цанги, накрутите натяжную гайку *2* с цангой *3* на цанговый держатель *4* – не затягивайте, вставьте инструмент, затяните натяжную гайку *2*. Снятие цангового зажима показано на рис. 17. Открутите гайку *2*, во

время откручивания гайки цанги 3 выдавливается эксцентриковым кольцом 1. Стружка и грязь могут повредить внутренний и наружный зажимной конус и привести в негодность цангу 3 или держатель 4. Перед работой и после нее необходимо держатель почистить и слегка смазать маслом цангу и держатель цанги.

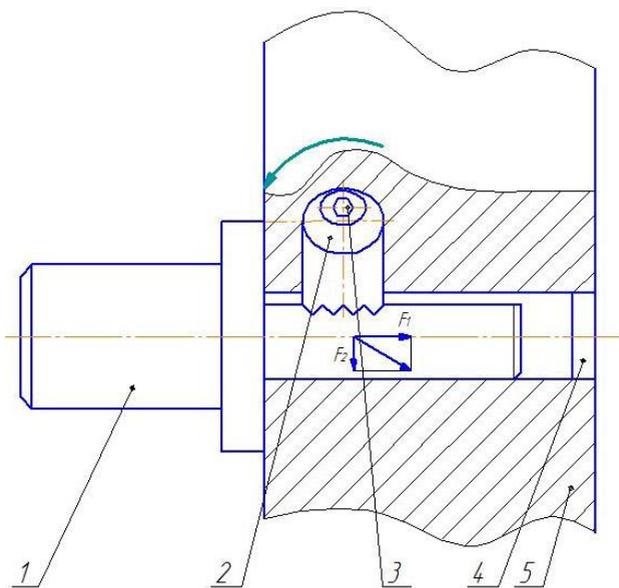


Рис. 16. Крепление инструмента в револьверной головке: 1 – инструмент, 2 – зубчатое зацепление эксцентрика, 3 – винт, 4 – зажим, 5 – револьверная головка

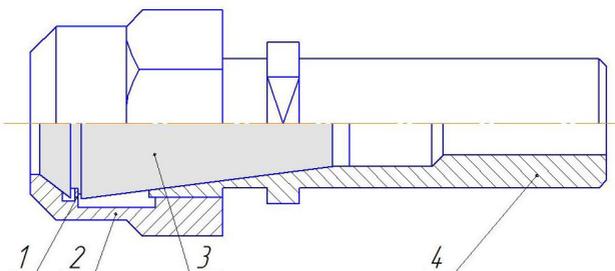


Рис. 17. Держатель цанги ESX 16: 1 – кольцо, 2 – гайка, 3 – цанга, 4 – цанговый держатель

4. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить компоновочную схему токарного многофункционального станка TURN 155 и его технологические возможности.

2. Изучить привод главного движения станка, станочное приспособление, продольные и поперечные салазки, а также револьверную головку и заднюю бабку.

3. Усвоить рабочие движения всех исполнительных органов станка.

4. Изучить схему подвода сжатого воздуха к рабочим органам станка и схему контроля его давления.

5. Практически усвоить методику установки задней бабки при базировании заготовок в центрах, а также закрепления и раскрепления заготовок в трехкулачковом патроне.

6. Практически усвоить методику закрепления режущих инструментов в гнездах револьверной головки.

7. Изучить рабочие позиции револьверной головки с приводными и неприводными режущими инструментами.

8. На реальном станке TURN 155 выполнить все холостые и рабочие движения исполнительных органов и зафиксировать их на бумажном носителе.

9. Изобразить технологические эскизы обработки заготовки, закрепленной в патроне или центрах, при использовании как главного движения резания основного шпинделя, так и главного движения резания приводного инструмента.

10. Составить отчет по лабораторной работе.

5. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Комплект режущих инструментов.

2. Автоматизированное РС – рабочее место технолога-программиста.

3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

4. Заготовки для закрепления в патроне и центрах.

6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, описание компоновочной схемы станка, конструктивное оформление основных узлов, рабочие движения исполнительных органов (привод главного движения, главный шпиндель, револьверная головка, задняя бабка, передняя бабка, продольные и поперечные салазки и др.). Следует привести технологические эскизы обработки заготовки, получающей движение резания от главного шпинделя станка, а также от приводного режущего инструмента.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, устройства и принципа работы станка с использованием не только осей X , Z , но и оси C .

Лабораторная работа № 17

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОЛПАЧОК» НА СТАНКЕ TURN 155

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является закрепление теоретических и практических знаний, полученных в результате выполнения вышеизложенных лабораторных работ по программированию обработки деталей на современных токарных многофункциональных станках с ЧПУ.

2. ЗАДАНИЕ

По рабочему чертежу и техническим требованиям, предъявляемым к детали «Колпачок», разработать технологию механической обработки, управляющую программу для ее изготовления на многофункциональном токарном станке TURN 155, провести провер-

ку программы путем моделирования процесса на холостом ходу, а также в соответствии с программой выполнить реальную обработку наружных и внутренних поверхностей детали. После обработки проверить соблюдение технических требований и размеров, указанных в рабочем чертеже колпачка.

3. ИНФОРМАЦИЯ О ДЕТАЛИ

3D-модель колпачка представлена на рис. 1. Построение выполнено в системе PRO-ENGINEER. Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, внимательно изучить рабочий чертеж детали и технические требования, предъявляемые к колпачку (рис. 2).

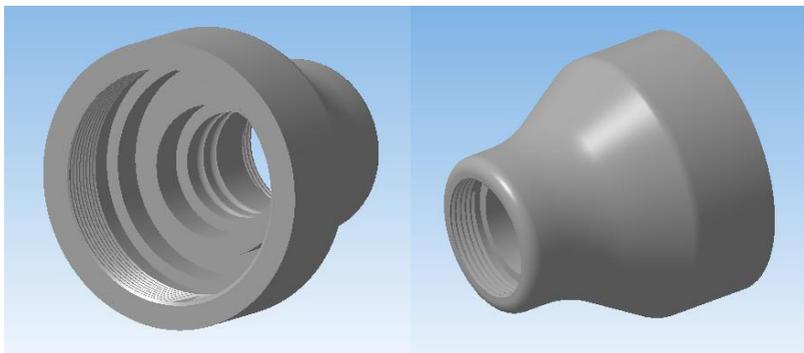


Рис. 1. Деталь «Колпачок», 3D-модель

4. ТЕХНИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СТАНКЕ МОДЕЛИ TURN 155

На данном станке выполняются все виды обработки современного CNC-токарного станка: поперечная, продольная и контурная токарная обработка наружных и внутренних поверхностей, нарезание резьб резцом и метчиком, сверление и рассверливание отверстий и др. переходы.

Станок оснащен осью С и приводным инструментом, он управляется от персонального компьютера, соответствующего по конструкции и функционированию промышленному стандарту. Превос-

ходный обзор рабочей зоны, автоматика дверцы, пневматический патрон и пневматическая задняя бабка (опции). Системы инструмента точно соответствуют по исполнению и функционированию системам современного промышленного станка.

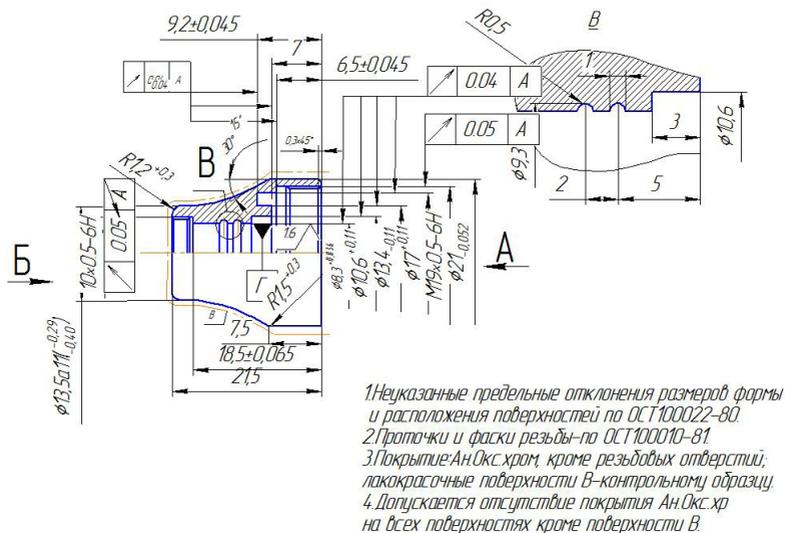


Рис. 2. Рабочий чертеж детали «Колчак»

Техническая характеристика токарного многофункционального станка TURN 155 фирмы EMCO.

Рабочий диапазон:

- расстояние между центрами – 405 мм;
- диаметр вращения над станиной – 250 мм;
- диаметр вращения над поперечными салазками – 82 мм;
- максимальный диаметр обработки – 85 мм;
- максимальная длина обработки – 245 мм.

Перемещения:

- по оси X – 100 мм;
- по оси Z – 300 мм.

Главный шпиндель:

- диапазон скорости вращения – 150 – 4000 мин⁻¹;
- максимальный крутящий момент – 19 Н·м.

Револьверная головка:

количество инструмента – 12;
диаметр расточного инструмента – 16 мм;
частота вращения приводного инструмента – 200 – 6000 мин⁻¹;
мощность приводного инструмента – 1,2 кВт;
количество приводных инструментов – 6.

Задняя бабка (ручная):

ход пиноли – 120 мм;
диаметр пиноли – 35 мм;

Габариты/вес:

длина/ширина/высота – 1628/1174/1750 мм;
вес – 700 кг.

5. РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КОЛПАЧКА

Прежде чем приступить к разработке рабочей управляющей программы для обработки любой детали, в том числе и колпачка, необходимо предварительно тщательно проработать технологические вопросы. Следует выбрать схему базирования и закрепления заготовки; проанализировать, нужна одна или две установки заготовки; наметить последовательность обработки каждой поверхности; составить технологический маршрут; подобрать необходимый режущий инструмент и распределить его по рабочим позициям в револьверной головке. При решении этих вопросов необходимо постоянно иметь в виду требуемую точность каждой рассматриваемой поверхности и как эту точность будем обеспечивать. При решении технологических вопросов руководствуемся научными положениями технологии машиностроения, касающимися принципов базирования, суммарной погрешности обработки и др.

Для профессионального решения технологических вопросов рекомендуется параллельно разрабатывать как минимум два варианта выполнения технологической операции. На основе анализа и расчета ожидаемой точности обработки получаем результаты для каждого варианта, сравнение которых позволит

выбрать лучший вариант. Сравнение вариантов необходимо проводить с позиции не только ожидаемой точности обработки, но и производительности технологической операции. Это позволит экономить машинное и вспомогательное время на обработку, а следовательно, уменьшить себестоимость выполнения операции. Анализируя рабочий чертеж колпачка, приходим к выводу, что его будем выполнять с одной установки и закрепления заготовки. Поскольку деталь имеет две внутренние резьбовые поверхности с различным диаметром с обоих торцов, а одна из резьб не имеет канавки для выхода режущего инструмента, то целесообразно выбрать резьбовые резцы вместо метчиков. Для обработки наружных поверхностей выбираем проходные упорные резцы, а для обработки внутренних цилиндрических поверхностей – расточные резцы. Для выполнения торцевой канавки и канавки для выхода резца при нарезании резьбы выбираем соответствующие канавочные резцы.

Заданную точность размеров колпачка выполняем точной привязкой вершины резцов к системе координат программы, которую выбираем в плоскости, совпадающей с правым торцом колпачка, а начало координат лежит на оси вращения заготовки (оси Z). Технологические требования к пространственному расположению одних поверхностей колпачка относительно других обеспечиваем обработкой всех поверхностей детали за одну установку. После предварительной и окончательной обработки поверхностей колпачка деталь отрезаем, для чего в комплект режущих инструментов включаем также отрезной резец.

6. МЕТОДИКА СДВИГА НУЛЯ СТАНКА

При решении технологических вопросов было принято решение о том, что станочный ноль необходимо сместить (сдвинуть) в ноль детали (ноль программы), положение которого совпадает с правым торцом колпачка. Такой сдвиг нуля позволит:

- избежать большого числа расчетов размерных цепей,
- повысить точность обработки,
- упростить составление управляющей программы.

Чтобы осуществить сдвиг нуля, необходимо знать координату нуля детали, измеренную по оси Z . Численное значение этой координаты находим путем сложения ширины трехкулачкового патрона с длиной заготовки. Размеры заготовки, из которой изготавливается колпачок, известны. Чтобы практически выполнить сдвиг нуля, пользуемся компьютером автоматизированного рабочего места технолога-программиста (РС – рабочим местом).

Заходим в меню «Параметр», нажимаем кнопку СНТ (сдвиг нулевой точки). В этом окне вводим численную величину смещения станочного нуля по оси Z , по оси X никаких данных не вводим (рис. 3), так как нуль программы имеет координату $X = 0$ (напоминаем: величина сдвига нуля получается сложением ширины патрона и длины заготовки). Величину сдвига заносим в грубый сдвиг, так как требуемые размеры колпачка по оси Z будут запрограммированы относительно нуля программы и высокая точность сдвига нуля не требуется. Введенное значение сдвига нуля сохраняем нажатием клавиши F8 «Сохранить». Сдвиг нуля программируют одной из команд G54 – G 57, т.е. может быть назначено несколько независимых сдвигов нуля.

Пример: G54 = 55 мм, G55 = 60 мм и т. д. Для выбора следующей команды G55, G56, G57, и наоборот, нажимаем клавиши «СНТ+, СНТ-», расположенные в правом вертикальном столбце окна. В окне (рис. 3) численное значение сдвига нуля равно 180,178 мм, но оно не соответствует сдвигу нуля для детали «Колпачок», так как значение сдвига нуля для детали «Колпачок» должен рассчитать и реализовать сам студент (магистрант).

Далее необходимо ввести коррекцию на инструмент, для этого сначала измеряем инструмент по осям X и Z (расстояния от нуля инструмента до вершины резца). В окне «Параметр – коррекция инструмента» (рис. 4) вводим измеренные значения координат X и Z , для этого необходимо выбрать пункт «Определение коррекции», после чего появится окно с полем, в которое необходимо ввести измеренный по оси X размер инструмента. Аналогично вводим значение по оси Z (рис. 5). На этом сдвиг нуля станка закончен.

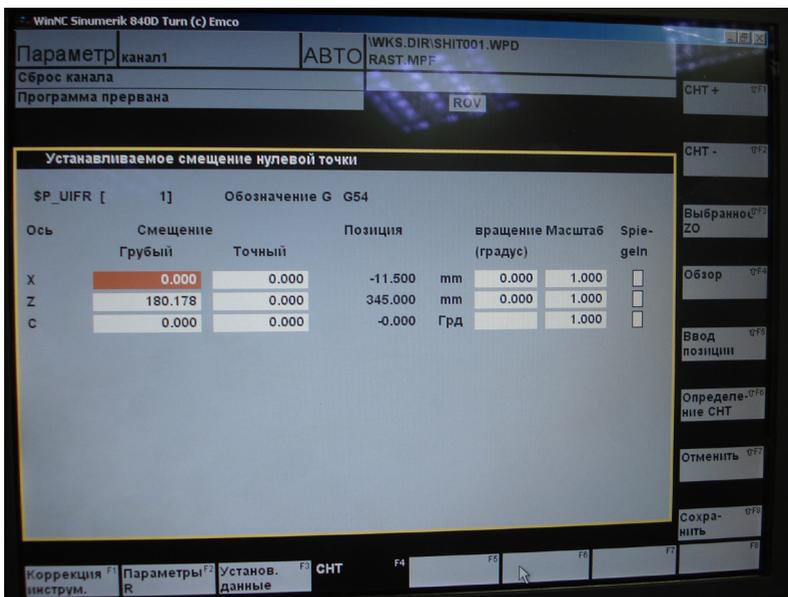


Рис. 3. Окно для ввода численного значения сдвига нуля

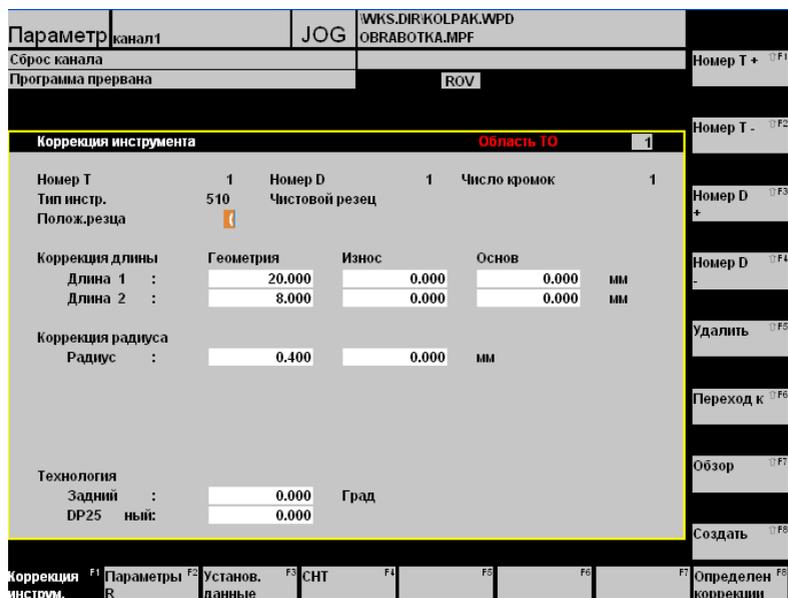


Рис. 4. Окно для ввода численного значения коррекции на инструмент

Параметр	канал1	JOG	WKS.DIRKOLPAK.WPD OBRABOTKA.MPF		
Сброс канала					
Программа прервана		ROV			
Коррекция инструмента		Область TO 1			
Номер T	1	Номер D	1	Число кромок	1
Тип инстр.	510	Чистовой резец			
Полож.реза	0				
Коррекция длины		Геометрия	Износ	Основ	
Длина 1 :	20.000	0.000	0.000	мм	
Длина 2 :	8.000	0.000	0.000	мм	
Коррекция радиуса					
Радиус :	0.400	0.000	мм		
Технология		Базовые			
Задний :	0.00	Ось	Баз. знач.	Позиция	
DP25 ный:	0.00	Z	0.000	327.655 мм	

Рис. 5. Окно для ввода базового значения по оси Z

7. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Работа SINUMERIK 810D/840D организована в шести меню, так называемых операционных зонах:

- 1) Machine (станок);
- 2) Parameter (параметр);
- 3) Program (программа);
- 4) Services (сервис);
- 5) Diagnosis (диагностика);
- 6) Start-UP (пуско-наладка).

Для создания управляющей программы «Колпачок» воспользуемся операционной зоной Program (программа). Для этого в главном меню выберем пункт «Программа» (рис. 6) (вызвать его можно, используя клавишу F3), откроется подменю, которое предлагает следующие пункты:

- 1) Детали (F1);
- 2) Программы обработки детали (F2);
- 3) Подпрограммы (F3);

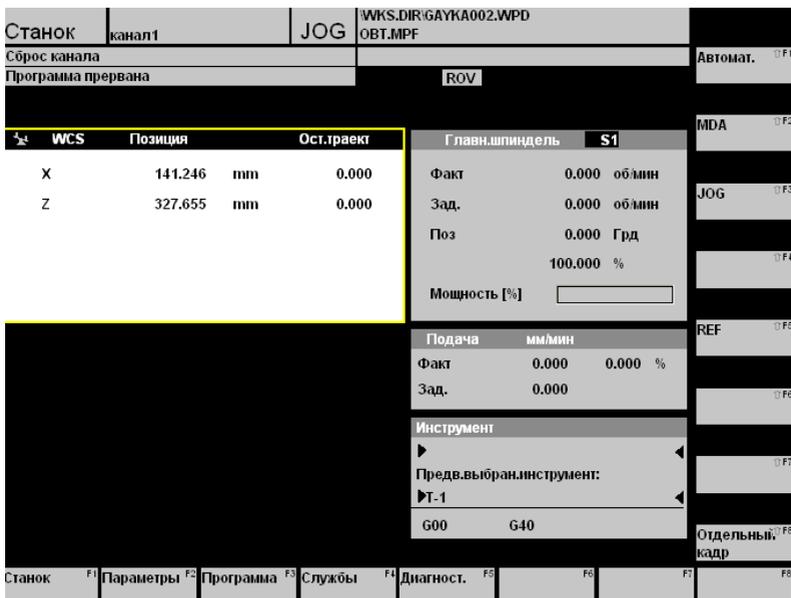


Рис. 6. Главное меню программного обеспечения

- 4) Стандартные циклы (F4);
- 5) Циклы пользователя (F5);
- 6) Буфер (F6).

Выбираем пункт «Детали» (рис. 7), в этом пункте находится список ранее созданных и сохраненных программ, а также есть возможность создать новую программу.

Для разработки УП нашей детали нажимаем клавишу «Создать», которая находится в крайнем правом вертикальном ряду команд. Высветится окно, в которое вносим название детали «KOLPAK» (рис. 8), нажимаем клавишу «ОК» и убеждаемся в появлении названия нашей детали в списке созданных деталей (рис. 9).

Далее делаем двойной щелчок левой кнопкой мыши по детали «KOLPAK». Откроется окно, в котором нужно создать непосредственно программу и подпрограмму для механической обработки нашей детали. Для этого нажимаем клавишу «Создать» в правой колонке (рис. 9), после чего в открывшееся окно (рис. 10) вводим имя программы «Обработка» и выбираем тип MPF (тип MPF говорит о том что, будет создана программа, а тип SPF – о том, что будет создана подпрограмма).



Рис. 7. Операционная зона «Детали»

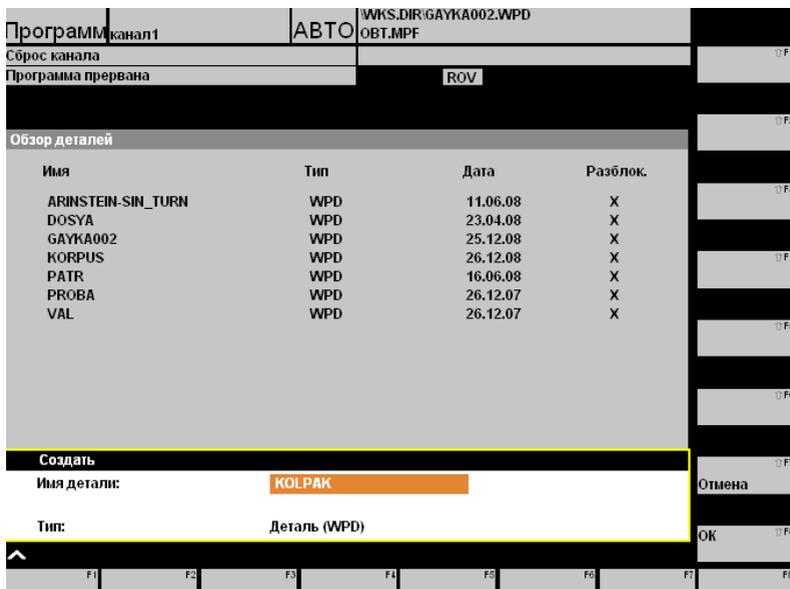


Рис. 8. Окно ввода имени новой детали

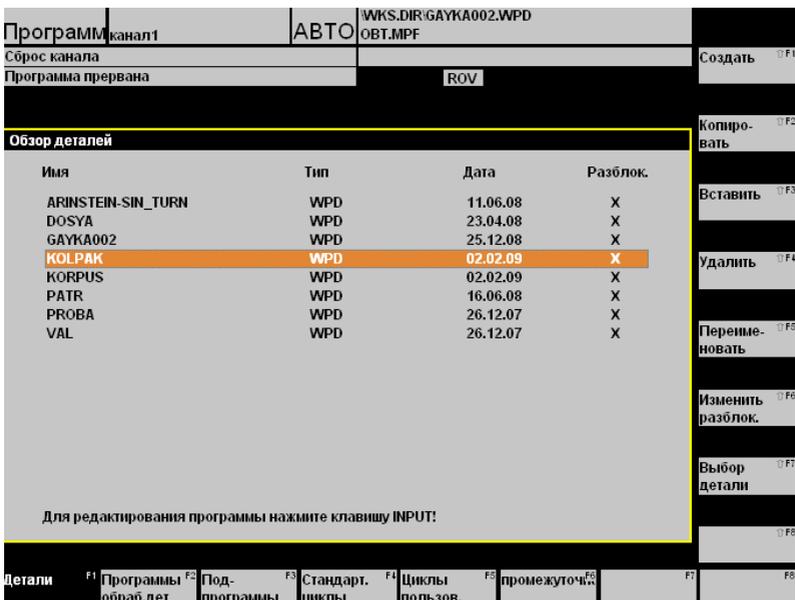


Рис. 9. Окно обзора существующих деталей

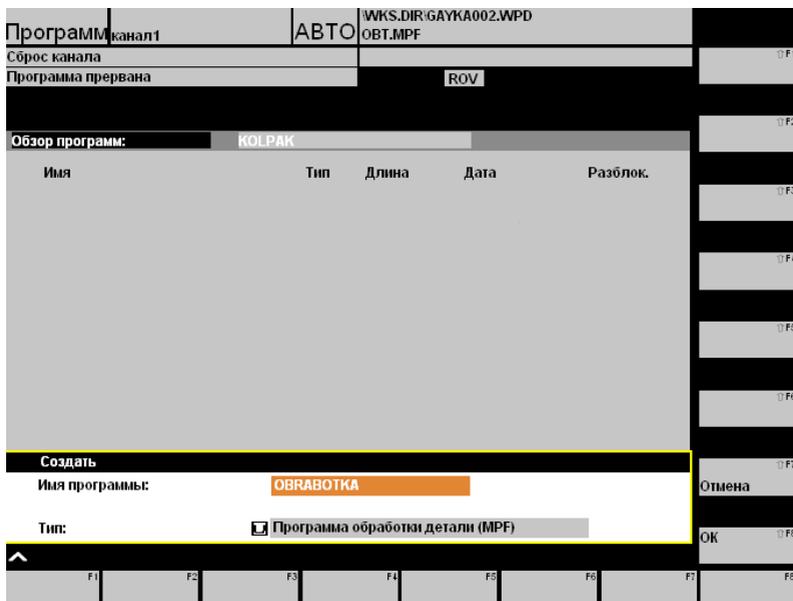


Рис. 10. Окно для создания имени программы

Нажимаем клавишу «ОК» и убеждаемся в наличии созданной программы (рис. 11).

Делаем двойной щелчок левой кнопкой мыши по созданному названию программы, откроется редактор, в котором осуществляется буквенно-числовой ввод последовательности команд (рис. 12).

Первую сторону колпачка обрабатываем с использованием циклов CYCLE95 и CYCLE97.

G90 G54 S1500 M4 – G90 – программирование абсолютных размеров; G54 – смещение нуля станка; S1500 – частота вращения шпинделя; M4 – вращение шпинделя против часовой стрелки.

G0 Z100 X50 T11 D1 – G0 – ускоренное перемещение инструмента в исходную точку с координатами z и x T11 – номер инструмента, D1 – номер коррекции.

X27 Z3 – ускоренное перемещение инструмента в точку с координатами $z=3$ и $x=27$

G1 F0.3 Z0.1 – G1 – линейная интерполяция (процесс резания; F0.3 – подача)

F0.05 X7

Z1

F0.3 X26

F0.1 Z-1

F0.05 X22.2

Z0 X20.2

X7

Z1

G0 X100 Z100

M05

– программируемый останов шпинделя

G55 G90 G0 X100 Z100

– G55 – смещение нуля станка

T1 D1

M03 S2000

– M03 – вращение шпинделя по часовой стрелке

G00 X6.5 Z0.244;

G01 X8.1 Z0.244 F0.05;

G01 Z-23.4;

G01 X7.55;
G00 X7.55 Z0.244;
G01 X9.25 Z0.244 F0.05;
G01 Z-10.9;
G01 X8.3;
G02 X8.1 Z-11. CR0.1

– G02 – круговая интерполяция по часовой стрелке, CR0.1 – радиус круговой интерполяции

G0 Z0.244;
G01 X10.4 F0.05;
G01 Z-10.9;
G01 X9.25;
G00 X9.25 Z0.244;
G01 X11.9 Z0.244 F0.05;
G01 Z-7.9;
G01 X10.6;
G02 X10.4 Z-8. CR0.1;
G0 Z0.244;
G01 X13.4 F0.05;
G01 Z-7.9;
G01 X11.9;
G00 X11.9 Z0.244;
G01 X14.9 Z0.244 F0.05;
G01 Z-7.9;
G01 X13.4;
G00 X13.4 Z0.244;
G01 X16.4 Z0.244 F0.05;
G01 Z-7.9;
G01 X14.9;
G00 X14.9 Z0.244;
G01 X17.45 Z0.244 F0.05;
G01 Z-7.4;
G01 X16.6;
G02 X16.4 Z-7.5 CR0.1;

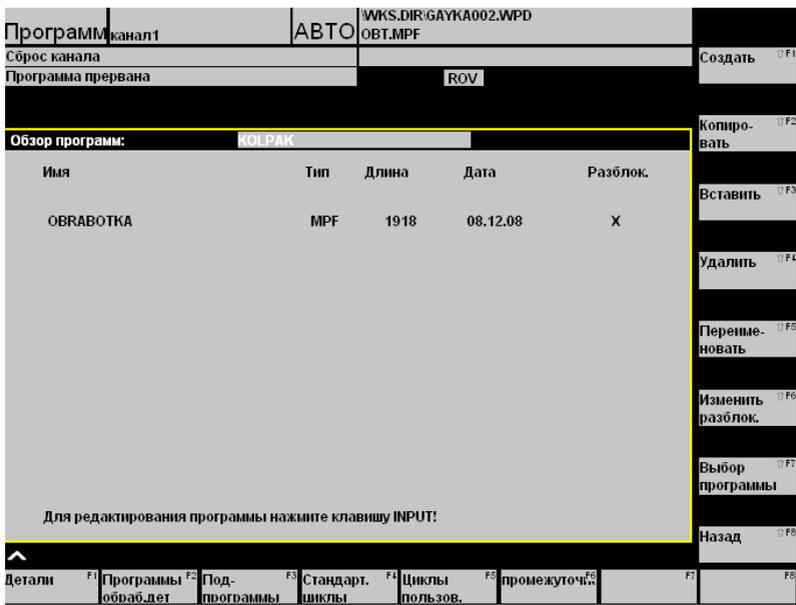


Рис. 11. Окно обзора созданных программ для выбранной детали

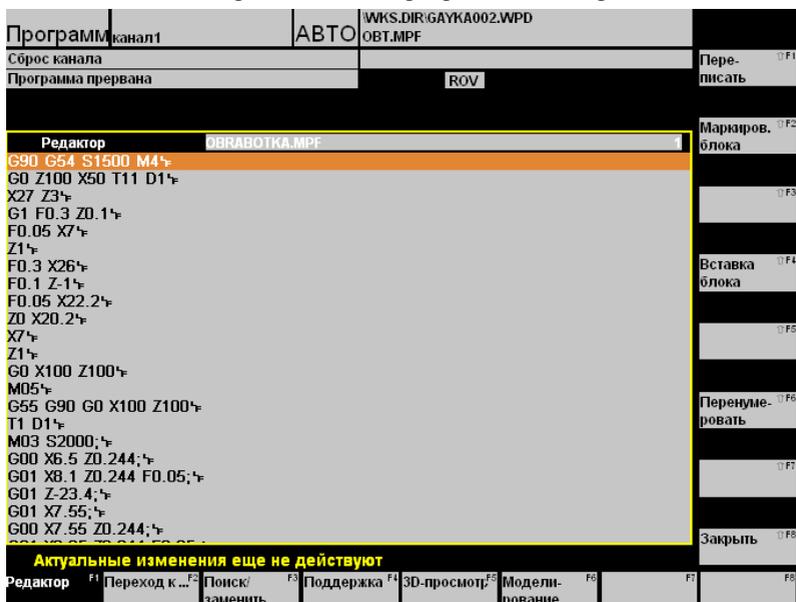


Рис. 12. Окно редактирования программы

G00 Z0.244;
G01 X18.35 F0.05;
G01 Z-7.4;
G01 X17.45;
G00 X17.45 Z0.244;
G01 X20. Z0.244 F0.05;
G01 Z-0.708;
G01 X18.559 Z-1.429;
G01 X18.35 Z-1.500;
G00 X18.35 Z0.244;
G01 X21.5 Z0.244 F0.05;
G01 Z0.041;
G01 X20. Z-0.708;
G01 X8.1;
G00 X6.4 Z-0.708;
G00 X6.4 Z0.019;
G00 X21.7 Z0.019;
G01 X21.7 Z-0.000 F0.05;
G01 X18.55 Z-1.500;
G01 Z-7.
G01 X19.1
Z-7.5
G01 X16.6 F0.05
G01 Z-8.;
G01 X10.7;
G01 Z-11.;
G01 X8.33;
G01 Z-23.5; F0.05
G01 X8.33
Z-13.1
X9.3
G3 X8.5 Z-13.5 CR0.5
G1 X8.33

– G3 – круговая интерполяция против часо-
вой стрелки

G1 Z-15.1
X9.3
G3 X8.5 Z-15.5 CR0.5
G1 X8.33
G1 Z-21
X8
F0.3 Z1
G0 X100 Z100
M05;
G54 G90 S1500 M4
G0 X100 Z100
T8 D1
Z1 X17.05
G1 F0.2 Z-6
F0.02 Z-9.2
F0.1 Z-6
F0.3 Z1
G0 X100 Z100
M05
G90 G54 S300 M3
G0 X100 Z100
T6 D1
X19 Z2
G1 F0.1
CYCLE97(0.5,,1,-5.8,18.45
,18.45,0.5,0.2,0.3,0,0,0,0,0,
4,1,0)
G0 Z100 X100
M05
G90 G54
G0 X100 Z100
T10 D1
M3 S2000

– цикл нарезания резьбы CYCLE97

G0 X27 Z0
 G1 F0.3
 CYCLE95(“KONT_3”,1,0, 0,0.5,0.1,0.1,0.05,10,0,0,0) – цикл CYCLE95 обработки по контуру
 G0 X30 Z1
 G0 X26 Z-20
 G1 Z-21.5 F0.1
 G1 X14 F0.1
 G1 X10.8 F0.02
 G2 X13.2 Z-20.3 CR1.2
 F0.05
 G1 Z-21.5 F0.1
 G1 X8 F0.03
 G1 Z-20 F0.1
 G0 X50 Z100
 M30.

Вторую сторону заготовки обрабатываем с использованием цикла CYCLE97.

G56 G90 S2000 M3
 G0 X0 Z100
 T1 D1
 X9 Z2
 G1 F0.1 Z1
 F0.05 Z-3.1
 X8
 F0.2 Z1
 X12.2
 F0.05 Z-.4 X9.55
 Z-3.1
 X10.1
 X8
 F0.2 Z1

G0 Z100
M05
S300 M3
G0 Z100
T6 D1
X10 Z2
G1 F0.1
CYCLE97(0.5,,1,-2.5,9.47,9.47,0.5,0.2,0.31,0,0,0,0,4,1,0)
G0 Z100 X0
M30.

Команды, содержащие комментарии в УП для обработки первой стороны, повторяются при обработке второй стороны детали. Исходя из этого, комментарии в УП для обработки второй стороны колпачка не приведены.

Вызываем цикл 97 – «Нарезание резьбы» (рис. 13).

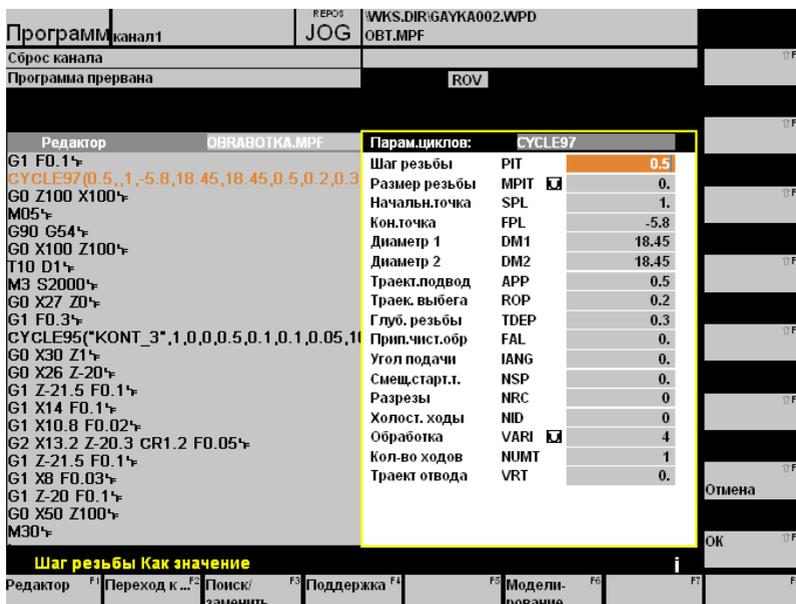


Рис. 13. Настройка параметров цикла нарезания резьбы

Заполняем поля необходимыми данными и нажимаем клавишу «ОК».

Наружная поверхность колпачка очерчена по контуру, поэтому в окне, где мы ранее создали программу, необходимо рядом создать подпрограмму. Последовательность действий при создании подпрограммы такая же, как и при создании программы (рис. 14).

Далее убеждаемся, что подпрограмма создана (рис. 15).

Делаем двойной щелчок левой кнопкой мыши на названии подпрограммы, в результате появляется окно «Редактор» (рис. 16).

Далее в горизонтальной строке команд выбираем пункт «Поддержка» (рис. 17), а затем нажимаем в вертикальной строке команд клавишу «Новый контур». Откроется окно (рис. 18), в которое вводим данные контура, координаты начальной точки и размерность поперечной оси (диаметр или радиус). Ниже указываем команду G0 или G1.



Рис.14. Окно для ввода имени подпрограммы

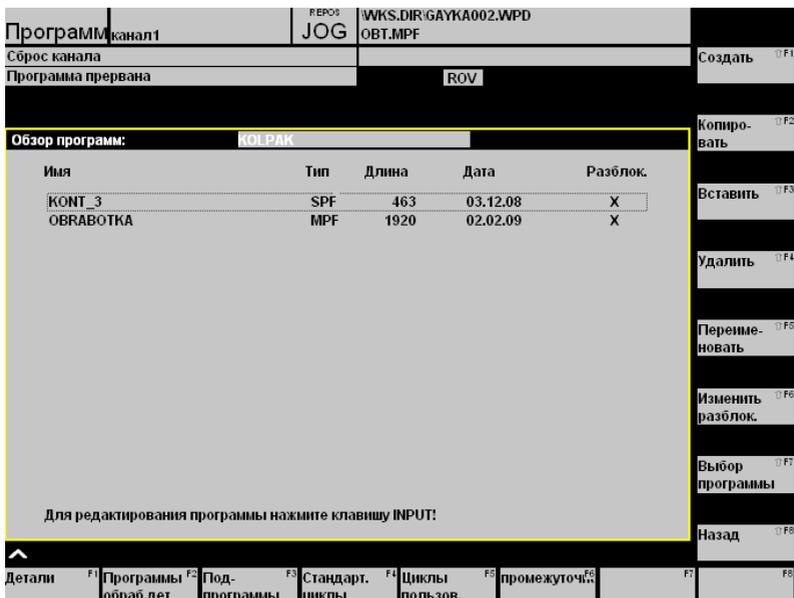


Рис. 15. Окно обзора созданных программ и подпрограмм для выбранной детали

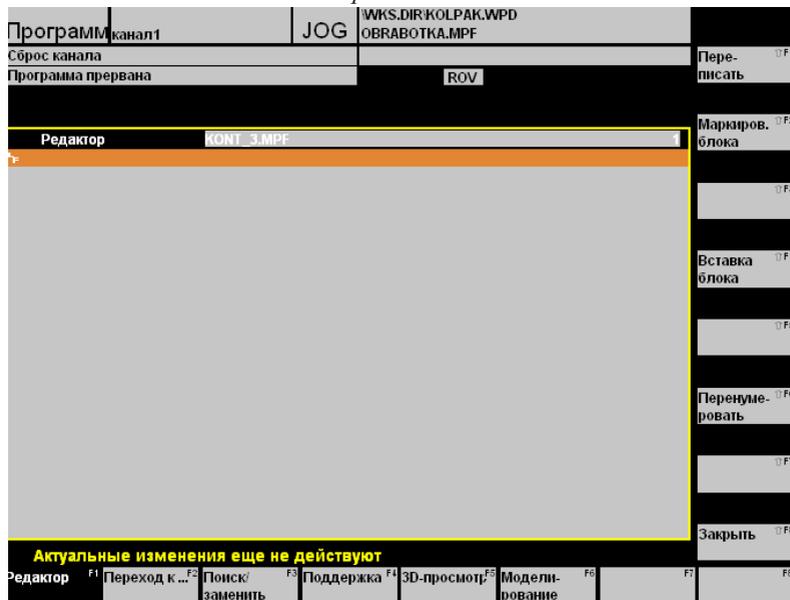


Рис. 16. Окно редактирования подпрограммы

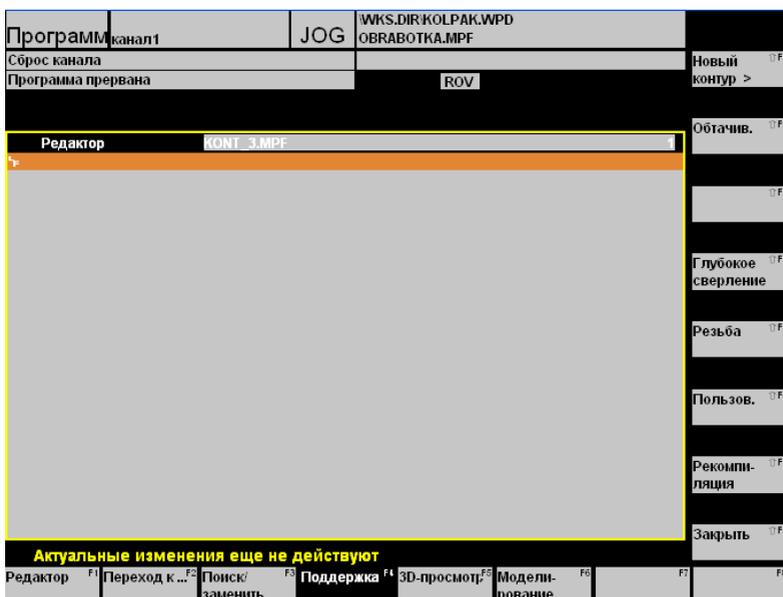


Рис. 17. Окно, отображающее содержание пункта «Поддержка»

После заполнения всех строк нажимаем «Ввод» (рис. 18) и переходим в окно (рис. 19), в котором строим необходимый контур. Для этого пользуемся вертикальной строкой команд, в которой перечислены основные инструменты для построения геометрии. После построения контура нажимаем «Ввод» и попадаем в окно, в котором представлен данный контур в буквенно-числовом выражении (рис. 20).

Контур создан. Нажимаем клавишу «Закрыть».

Так как обработка второй стороны колпачка происходит по контуру, то необходимо вставить в управляющую программу цикл 95, т.е. обработка по контуру (рис. 21).

В строку «ИМЯ» вводим название ранее созданного контура KONT_3) и заполняем остальные строки цикла CYCLE95. Чтобы попасть в данное окно или для последующего редактирования контура (в случае каких-либо изменений геометрии), необходимо в редакторе программы выделить цикл 95 и нажать пункт «Поддержка», далее в правом столбце нажимаем «Рекомпиляция».

Стандартные циклы можно просмотреть в окне «Стандартные циклы» (рис. 22).

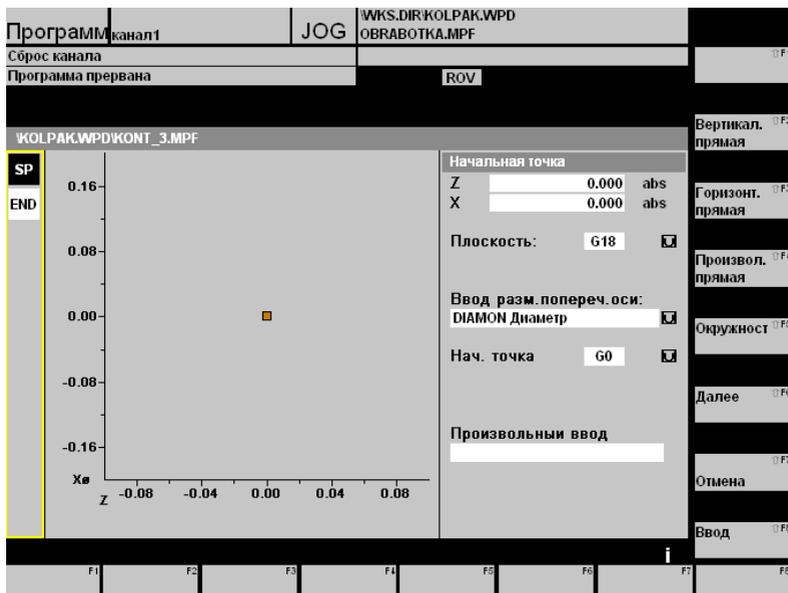


Рис. 18. Окно для построения элементов обрабатываемого контура

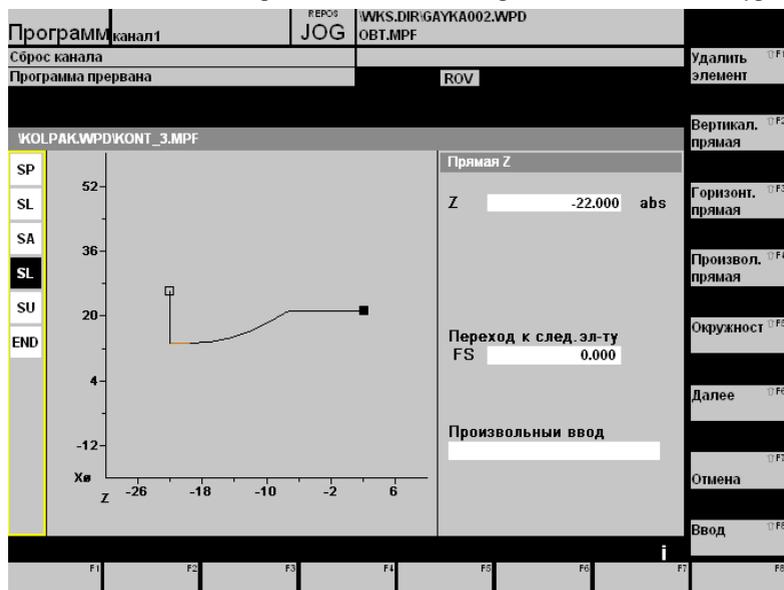


Рис. 19. Окончание построения контура

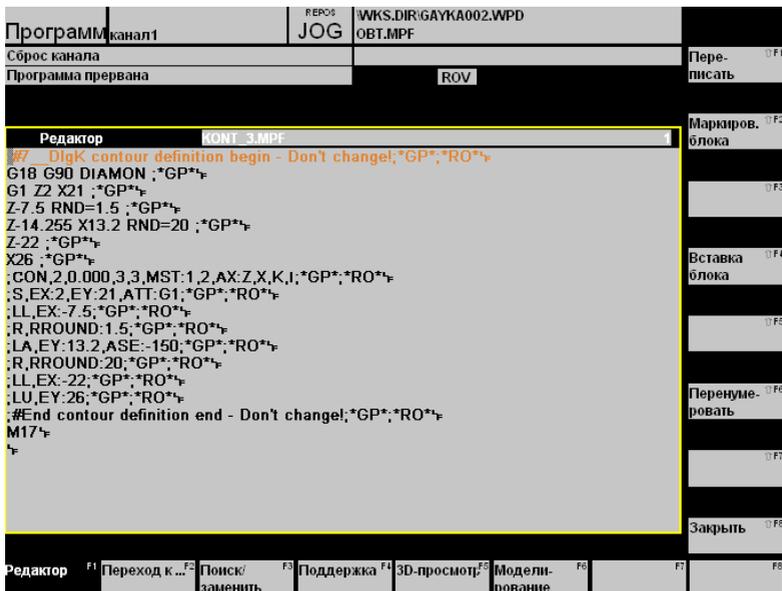


Рис. 20. Окно, отображающее контур в буквенно-числовом выражении

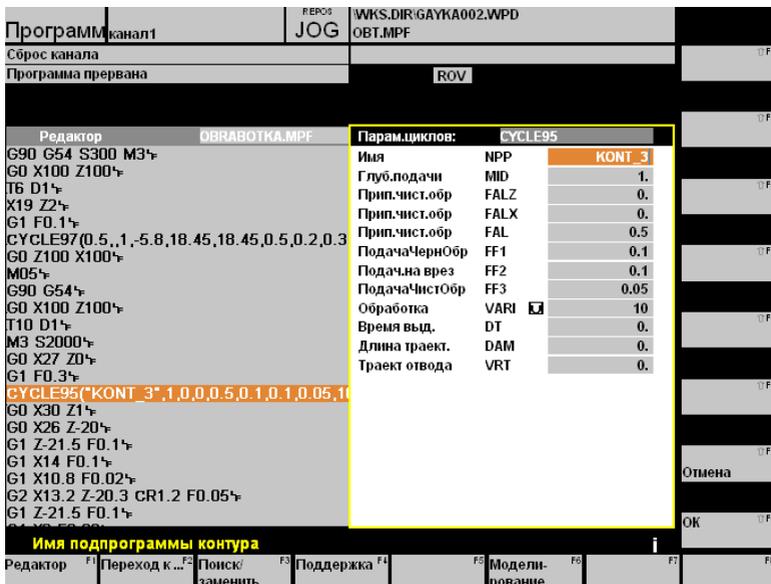


Рис. 21. Окно редактирования цикла 95

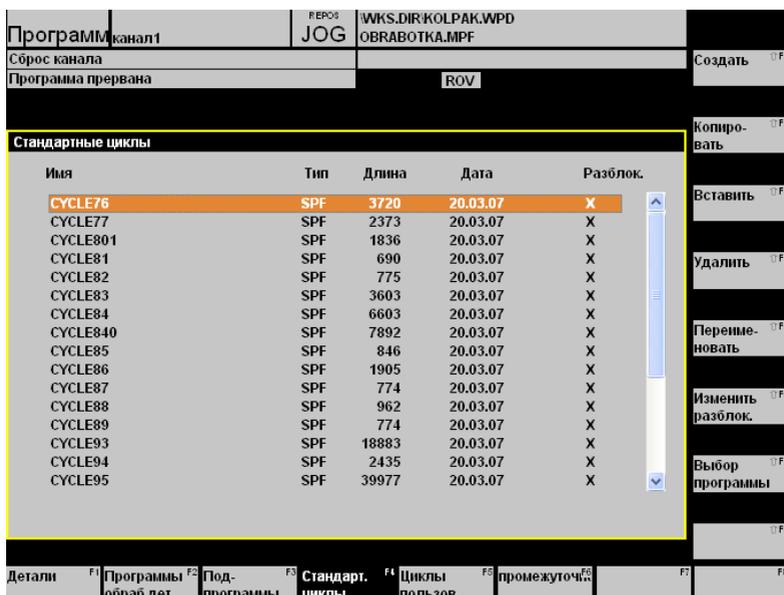


Рис. 22. Окно с имеющимися в программном обеспечении циклами.

8. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Изучить рабочий чертеж колпачка и его 3D-модель.
2. Освежить в памяти устройство и принцип работы станка TURN 155.
3. Внимательно изучить методику разработки управляющей программы.
4. Практически усвоить циклы, применяемые при обработке колпачка.
5. Изучить методику практического программирования колпачка на автоматизированном РС – рабочем месте.
6. Разработать управляющую программу для обработки колпачка с использованием РС – рабочего места.
7. Выполнить проверку составленной программы путем имитации на автоматизированном РС – рабочем месте.
8. Отработать составленную управляющую программу на холстом ходу исполнительных органов станка TURN 155.

9. Обработать заготовку на станке с использованием разработанной управляющей программы

10. Проконтролировать реальную деталь в соответствии с рабочим чертежом колпачка.

9. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Комплект режущих инструментов.
2. Автоматизированное РС – рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.
4. Заготовка для детали «Колпачок».
5. Контрольно-измерительные инструменты.

10. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, методика программирования и имитации. Приводится рабочая управляющая программа для обработки колпачка, разработанная обучающимся, результаты ее проверки на холостом ходу рабочих органов станка, а также результаты контроля реально изготовленной детали по заданному чертежу.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, методики программирования и имитации обработки без процесса резания и проверки правильности программы на холостом ходу станка.

Лабораторная работа № 18

ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОЛПАЧОК»

Целью работы является закрепление теоретических и практических знаний по программированию обработки деталей на современных токарных многофункциональных станках с ЧПУ и методики

проверки управляющей программы путем имитации обработки детали без выполнения процесса резания (виртуальная обработка колпачка).

1. ЗАДАНИЕ

По разработанной в предшествующей лабораторной работе управляющей программе для обработки детали «Колпачок» провести имитацию выполнения технологических переходов с использованием персонального компьютера автоматизированного РС – рабочего места многофункционального токарного станка TURN 155, провести проверку программы на холостом ходу рабочих органов станка, а также в соответствии с программой выполнить реальную обработку поверхностей детали.

После обработки проверить соблюдение технических требований и размеров, указанных в рабочем чертеже колпачка.

2. МЕТОДИКА ИМИТАЦИИ ОБРАБОТКИ КОЛПАЧКА

Перед обработкой заготовки на станке TURN 155 необходимо проверить программу на отсутствие ошибок, для чего проводим имитацию (симуляцию) обработки корпуса без процесса резания.

Открываем окно «3D–симуляция», в котором высвечивается патрон с заготовкой. Запускаем виртуальную обработку заготовки нажатием кнопки «Старт».

Для графического просмотра траекторий движения режущих инструментов и проверки созданной управляющей программы воспользуемся пунктом «Моделирование». На рис. 1 представлена траектория движения режущего инструмента в плоскости при обработке первой стороны детали.

Для моделирования объемной обработки первой стороны детали в программу встроен 3D–симулятор. Чтобы попасть в него, необходимо нажать кнопку «3D–просмотр», расположенную в нижней строке команд программы.

В правом столбце команд нажимаем клавишу «Заготовка» (рис. 2), чтобы настроить параметры 3D–заготовки. Вводим все необходимые размеры заготовки и нажимаем клавишу «ОК».

Ноль детали, представленный на схеме (рис. 3), расположен не на торце заготовки, а на расстоянии 1 мм, так как это расстояние отводится для подрезания торца колпачка.

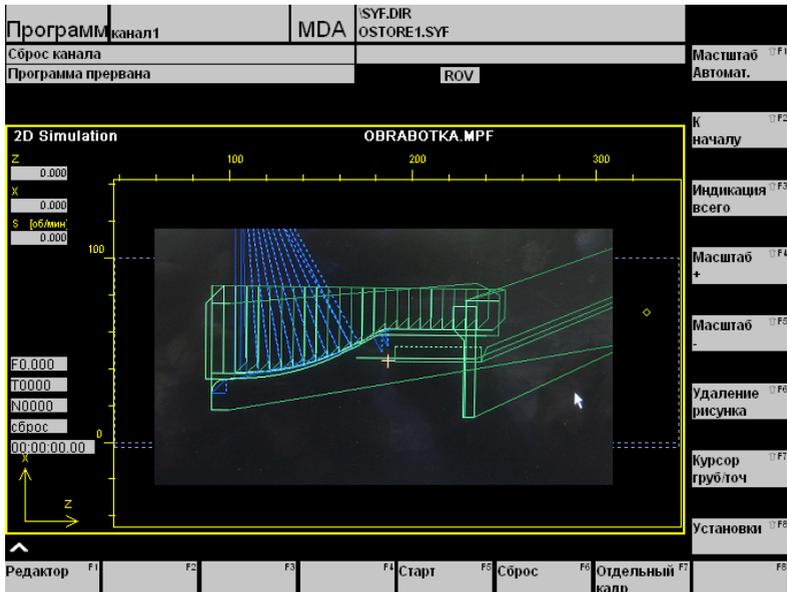


Рис. 1. Траектории движения инструмента при 2D-симуляции



Рис. 2. Окно 3D-симуляции

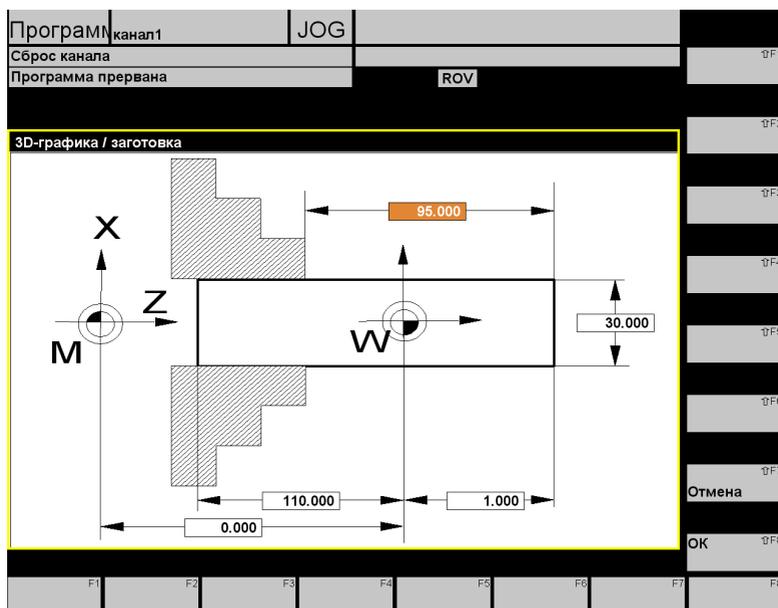


Рис. 3. Положение нуля детали с учетом припуска на правый торец

Для обработки заготовки выбираем режущие инструменты, используя окно, представленное на рис. 4. Из предоставленного списка инструментов выбираем необходимые инструменты, выделяем нужный тип инструмента и выделяем гнездо револьверной головки, в которое хотим его вставить. В правом столбце нажимаем клавишу «Ячейка инструмента», при этом режущий инструмент вставляется в гнездо револьверной головки. Аналогично вставляем все инструменты в гнезда револьверной головки, которые необходимы для обработки всех поверхностей заготовки.

Далее переходим в окно 3D-симуляции, в котором можно увидеть заготовку, закрепленную в трехкулачковом самоцентрирующем патроне (рис. 5). Для изготовления детали «Колпачок» используем заготовку с предварительно просверленным отверстием. Первый технологический переход обработки заключается в подрезании правого торца заготовки проходным подрезным резцом (рис. 6, а, б). Следующим технологическим переходом является растачивание отверстия (рис. 7, а, б). Красным цветом выделена обработанная поверхность заготовки.

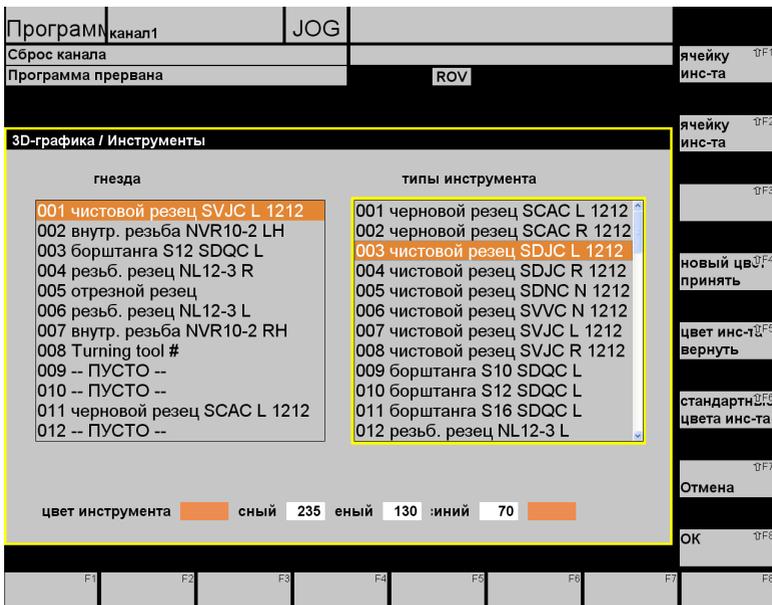


Рис. 4. Окно для выбора необходимых инструментов

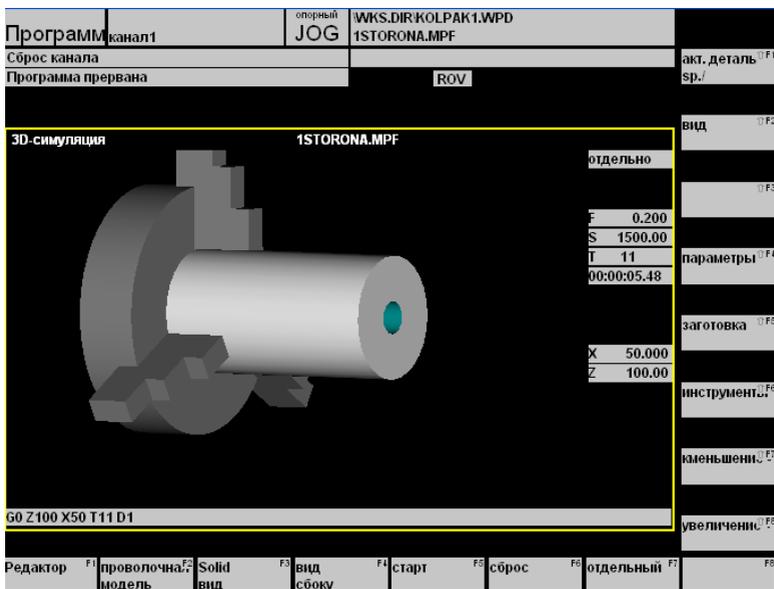
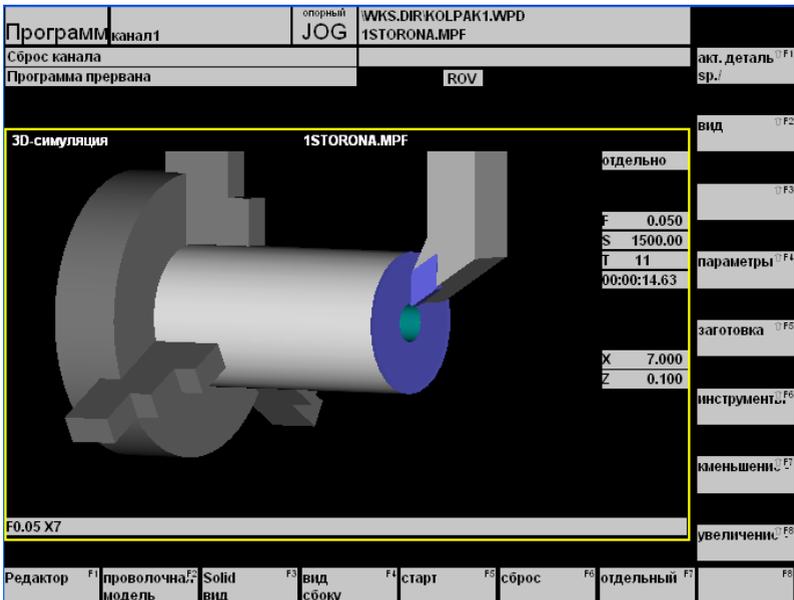
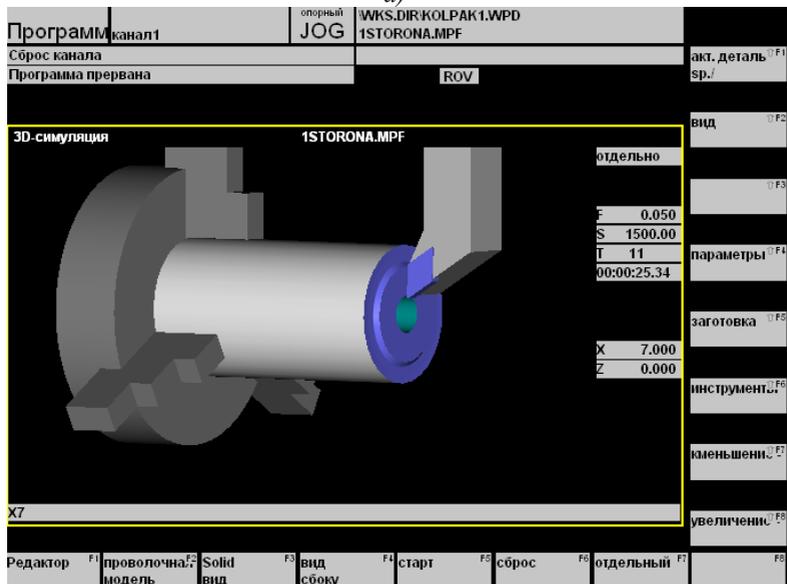


Рис. 5. Окно для просмотра установки заготовки в патроне

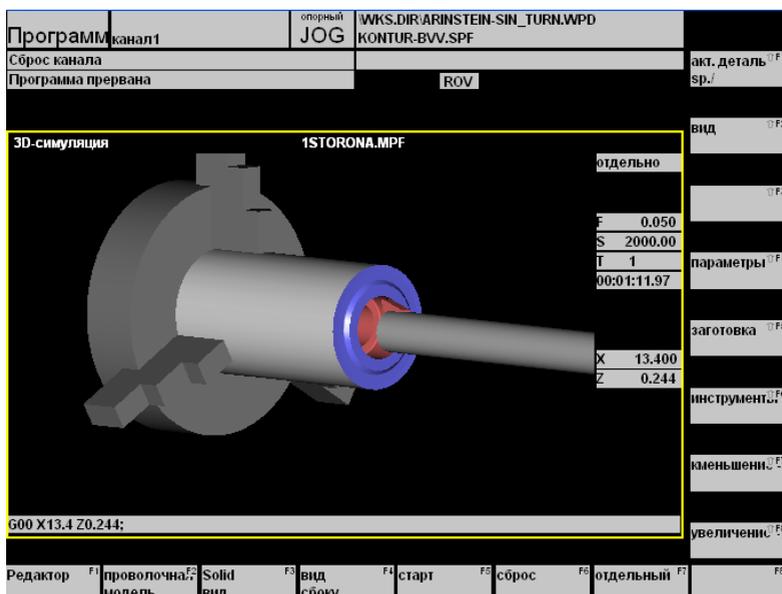


a)

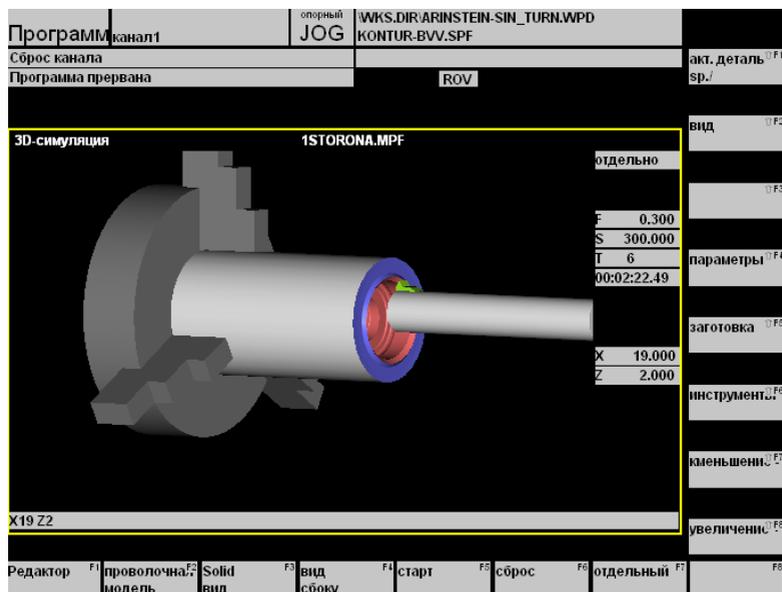


б)

Рис.6. Подрезание торца заготовки: первый проход (а), второй проход (б)



а)



б)

Рис. 7. Растачивание отверстия: первый проход (а), второй проход (б)

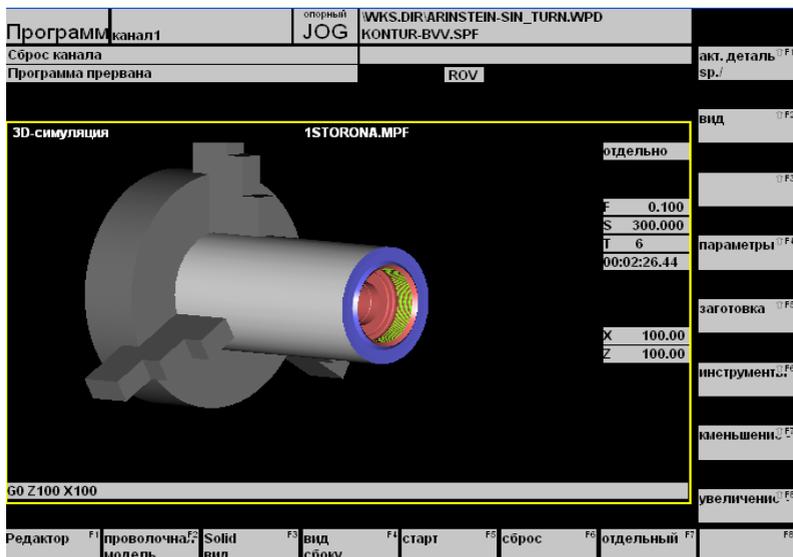
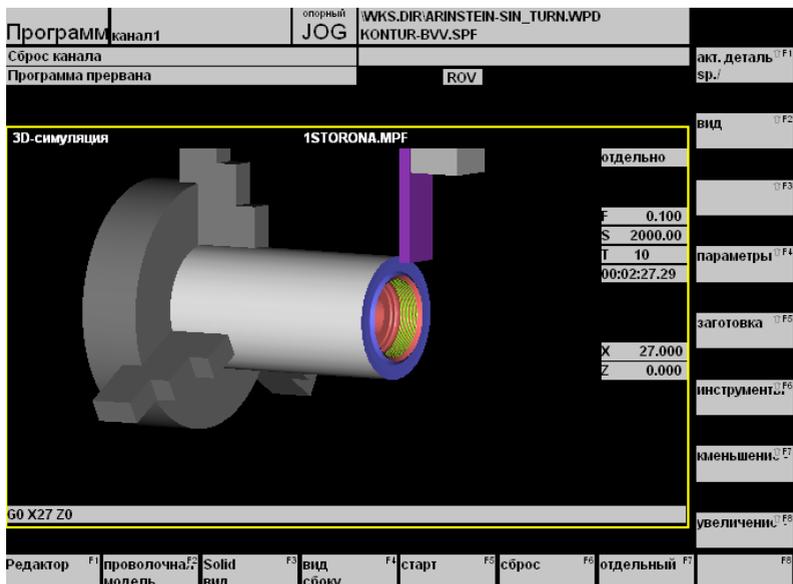
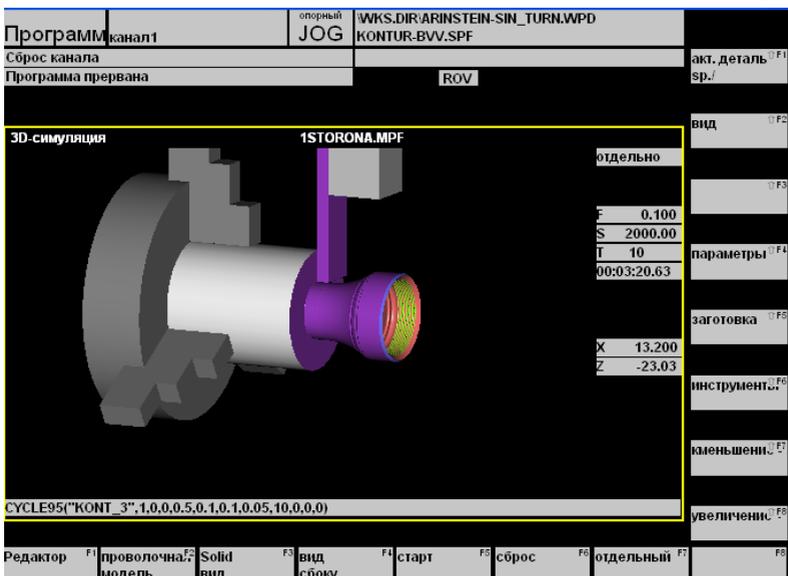


Рис. 8. Технологический переход нарезания внутренней резьбы



а)

Рис. 9. Начало (а) и окончание (б) черновой обработки наружной поверхности заготовки



б)

Рис. 9 (окончание). Начало (а) и окончание (б) черновой обработки наружной поверхности заготовки

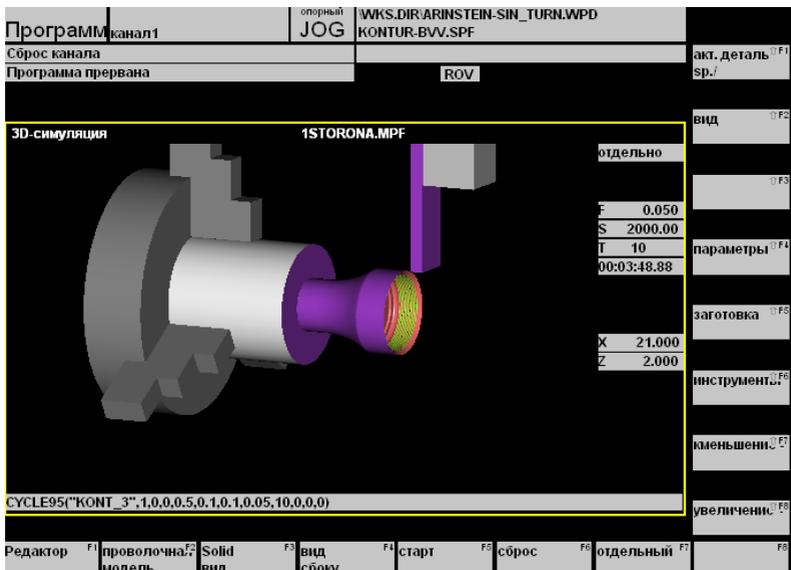


Рис. 10. Чистовая обработка наружной поверхности

Нарезание резьбы изображено на рис. 8 желтым цветом. Следующими технологическими переходами являются черновая и чистовая обработка наружной поверхности (рис. 9, а, б и 10). Завершающим технологическим переходом является отрезка заготовки резцом (рис. 11).

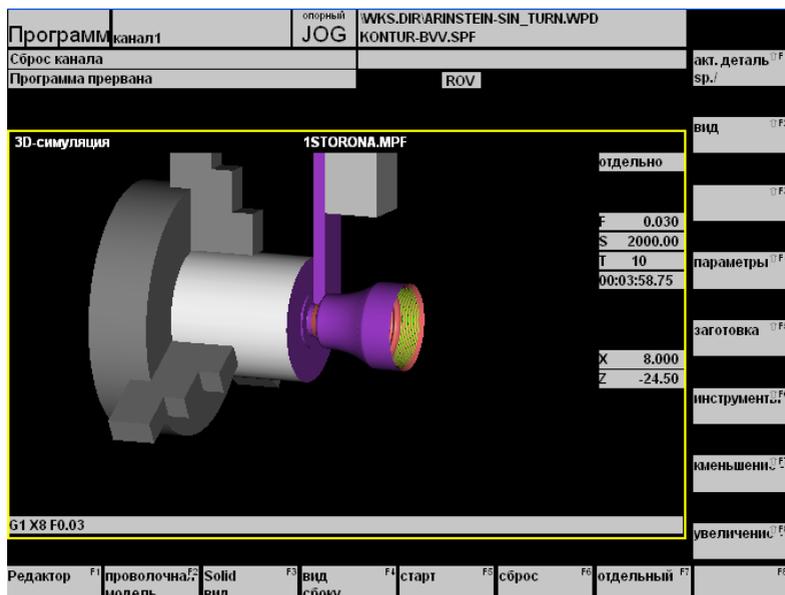


Рис. 11. Отрезка детали

После отрезки деталь поворачивают на 180 градусов и закрепляют в приспособлении для растачивания отверстия с другой стороны и последующего нарезания резьбы. 3D-изображения описанных технологических переходов механической обработки аналогичны переходам, изображенным на рис. 8, а поэтому не требуют наглядного представления.

3. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Уяснить смысл имитации обработки детали «Колпачок» на автоматизированном РС – рабочем месте.

2. Изучить методику проведения имитационного процесса обработки детали «Колпачок», не выполняя реального процесса резания заготовки.

3. Провести на автоматизированном РС – рабочем месте виртуальную обработку колпачка.

4. Проверить ранее созданную рабочую управляющую программу обработки колпачка путем ее отработки на холостом ходу многофункционального станка TURN 155.

4. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Комплект режущих инструментов, установленных в револьверной головке.

2. Автоматизированное РС – рабочее место технолога-программиста.

3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.

4. Заготовка для детали «Колпачок».

5. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, методика имитации обработки детали без процесса резания, результаты проверки ранее составленной управляющей программы для обработки детали на холостом ходу станка.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, методики проведения имитации обработки без процесса резания и проверки правильности управляющей программы на холостом ходу станка.

Лабораторная работа № 19

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС НШИБ» НА СТАНКЕ TURN 155 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ WIN NC SINUMERIK 840D

Целью работы является закрепление теоретических и практических знаний, полученных в результате выполнения вышеизложенных лабораторных работ по программированию обработки деталей на современных токарных многофункциональных станках с ЧПУ.

1. ЗАДАНИЕ

По рабочему чертежу и техническим требованиям, предъявляемым к детали «Корпус НШИБ», разработать технологию механической обработки, управляющую программу для его изготовления на многофункциональном токарном станке TURN 155, провести проверку программы путем моделирования процесса на холостом ходу, а также в соответствии с программой выполнить реальную обработку наружных и внутренних поверхностей детали. После обработки детали проверить соблюдение технических требований и размеров, указанных в рабочем чертеже корпуса НШИБ.

2. ИНФОРМАЦИЯ О ДЕТАЛИ

3D-модель корпуса НШИБ представлена на рис. 2.1. Построение выполнено в системе PRO-ENGINEER. Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, внимательно изучить рабочий чертеж детали и технические требования, предъявляемые к детали (рис. 2.2).

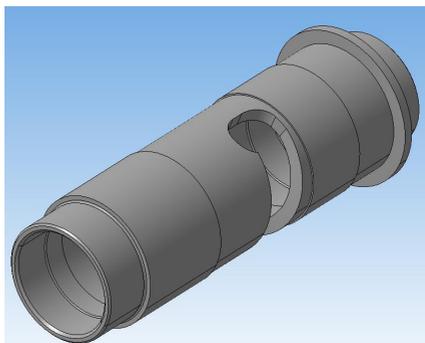


Рис. 2.1. «Корпус НШИБ», 3D-модель

обработки получаем результаты для каждого варианта, сравнение которых позволит выбрать лучший вариант. Сравнение вариантов необходимо проводить с позиции не только ожидаемой точности обработки, но и производительности технологической операции. Это позволит экономить машинное и вспомогательное время на обработку, а следовательно, уменьшить себестоимость выполнения операции.

Анализируя рабочий чертеж корпуса НШИБ, приходим к выводу, что его будем выполнять с одной установки и закрепления заготовки. Для обработки наружных поверхностей выбираем проходные упорные резцы, а для обработки внутренних цилиндрических поверхностей – расточные резцы. Для обработки криволинейного паза применяем концевую фрезу, координатный поворот главного шпинделя вокруг оси C , приводной шпиндель револьверной головки и осевую подачу концевой фрезы в направлении, параллельном оси Z . Обработка криволинейного паза обеспечивается в результате трех формообразующих движений: главное движение осуществляет режущий инструмент, установленный в револьверной головке, при этом главный шпиндель освобождаем от вращательного движения резания. Вместо этого главному шпинделю сообщаем движение круговой подачи относительно оси Z заготовки.

Заданную точность размеров корпуса НШИБ обеспечиваем точной привязкой вершины резцов и оси фрезы к системе координат программы, которую выбираем в плоскости, совпадающей с правым торцом корпуса, а начало системы координат программы лежит на оси вращения заготовки (оси Z). Точность размера по ширине паза обеспечиваем подбором фрезы соответствующего диаметра. Технологические требования к пространственному расположению одних поверхностей корпуса НШИБ относительно других обеспечиваем обработкой всех поверхностей заготовки за одну установку. После предварительной и окончательной обработки поверхностей корпуса деталь отрезаем, для чего в комплект режущих инструментов включаем также отрезной резец.

4. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНОК TURN 155

На данном станке выполняются все виды обработки современного CNC-токарного станка:

- поперечная, продольная и контурная токарная обработка;
- подрезка;

- нарезка резьбы резцом;
- сверление.

Станок оснащен осью С и приводным инструментом.

Станок является управляемым от персонального компьютера РС.

Хороший обзор рабочей зоны; автоматика дверцы, пневматический патрон и пневматическая задняя бабка (опции).

Системы инструмента точно соответствуют по исполнению и функционированию системам современного промышленного станка.

Станок стабильной конструкции со станиной со скосом из серого чугуна.

5. СДВИГ НУЛЯ СТАНКА

При решении технологических вопросов было принято решение о том, что станочный ноль необходимо сместить (сдвинуть) в ноль детали (ноль программы), положение которого совпадает с поперечным сечением корпуса, которое является конструкторской базой на рабочем чертеже детали. Такой сдвиг позволит:

- избежать большого числа расчетов размерных цепей,
- повысить точность обработки,
- упростить составление управляющей программы.

Чтобы осуществить сдвиг нуля, необходимо знать координату нуля детали, измеренную по оси Z . Численное значение этой координаты находим путем сложения ширины трехкулачкового патрона и расстояния от торца патрона до конструкторской базы детали «Корпус». Размеры заготовки, из которой изготавливается корпус, известны.

Чтобы практически выполнить сдвиг нуля, пользуемся компьютером автоматизированного РС – рабочего места. Заходим в меню «Параметр», нажимаем кнопку СНТ (сдвиг нулевой точки) (рис. 5.1). В этом окне вводим численную величину смещения станочного нуля по оси Z , по оси X никаких данных не вводим, так как ноль программы имеет координату $X = 0$ (величина сдвига нуля получается сложением ширины патрона с расстоянием от торца патрона до конструкторской базы корпуса).

Величину сдвига заносим в грубый сдвиг, так как требуемые размеры по оси Z будут запрограммированы относительно нуля программы и высокая точность сдвига нуля не требуется. Введенное значение сдвига нуля сохраняем нажатием клавиши «Сохранить».



Рис. 5.1. Окно для ввода смещения нуля

6. КООРДИНАТНАЯ ПРИВЯЗКА ИНСТРУМЕНТА

До закрепления инструмента в гнезде револьверной головки его необходимо выставить, для этого нужно совместить вершину резца с центром заготовки и задать необходимое смещение нуля станка. Далее необходимо закрепить инструмент, измерить расстояния от нуля инструмента до вершины резца по осям X и Z . В окне «Параметр – коррекция инструмента» (рис. 6.1) следует ввести измеренные значения координат X и Z . Для этого нажимаем клавишу «Определение коррекции», после чего появится окно с полем ввода измеренных размеров по осям X (рис. 6.2) и Z (рис. 6.3).

Параметр	канал1	JOG	WKS.DIR.KOLPAK.WPD OBRABOTKA.MPF		
Сброс канала				Номер T + <input type="button" value="F1"/>	
Программа прервана		ROV			
Коррекция инструмента Область TO <input type="button" value="1"/>				Номер T - <input type="button" value="F2"/>	
Номер T	1	Номер D	1	Число кромок	1
Тип инстр.	510	Чистовой резец			
Полож.резца	<input type="text" value="0"/>				
Коррекция длины		Геометрия	Износ	Основ	
Длина 1 :	<input type="text" value="20.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	мм
Длина 2 :	<input type="text" value="8.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	мм
Коррекция радиуса					
Радиус :	<input type="text" value="0.400"/>	<input type="text" value="0.000"/>			мм
Технология					
Задний :	<input type="text" value="0.000"/>	Град			
DP25 ныйс :	<input type="text" value="0.000"/>				
Коррекция инструм.	Параметры	Установ. данные	СНТ		Определен коррекции

Рис. 6.1. Окно для ввода численного значения коррекции на инструмент

Параметр	канал1	опорный JOG	WKS.DIR.KOLPAK1.WPD 1STORONA.MPF		
Сброс канала				<input type="button" value="F1"/>	
Программа прервана		ROV			
Коррекция инструмента Область TO <input type="button" value="1"/>				<input type="button" value="F2"/>	
Номер T	1	Номер D	1	Число кромок	1
Тип инстр.	510	Чистовой резец			
Полож.резца	<input type="text" value="0"/>				
Коррекция длины		Геометрия	Износ	Основ	
Длина 1 :	<input type="text" value="55.623"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	мм
Длина 2 :	<input type="text" value="8.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	мм
Коррекция радиуса					
Радиус :	<input type="text" value="0.400"/>	<input type="text" value="0.000"/>			мм
Технология					
Задний :	<input type="text" value="0.00"/>				
DP25 ныйс :	<input type="text" value="0.00"/>				
		Базовые			<input type="button" value="F6"/>
		Ось	Баз. знач.	Позиция	
		<input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/>	<input type="text" value="12.500"/>	<input type="text" value="70.623"/>	мм
					<input type="button" value="F7"/>
					<input type="button" value="F8"/>

Рис. 6.2. Окно для ввода координаты X вершины резца

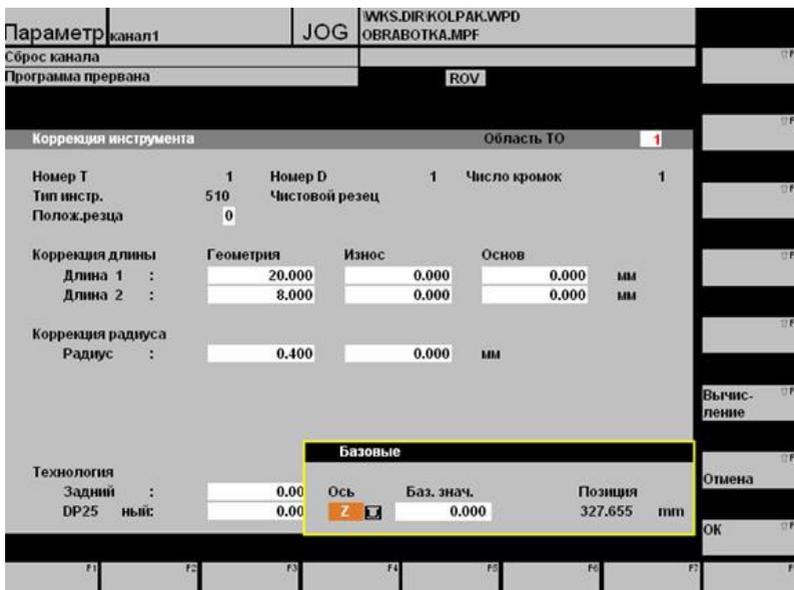


Рис. 6.3. Окно для ввода координаты Z вершины резца

После ввода базовых значений по осям X и Z выбираем пункт «Вычисление» (для каждой из осей), в результате произойдет автоматический перерасчет и определение компьютером значения коррекции «длина 2» (т.к. мы вводили базовое значение по оси Z). Настройка станка на этом закончена.

7. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для разработки управляющей программы изготовления детали «Корпус» открываем главное меню программного обеспечения (рис. 7.1).

В главном меню выбираем пункт «Программа» и нажимаем клавишу F3, откроется подменю, которое предлагает следующие пункты:

- 1) Детали (F1);
- 2) Программы обработки детали (F2);
- 3) Подпрограммы (F3);
- 4) Стандартные циклы (F4);
- 5) Циклы пользователя (F5).

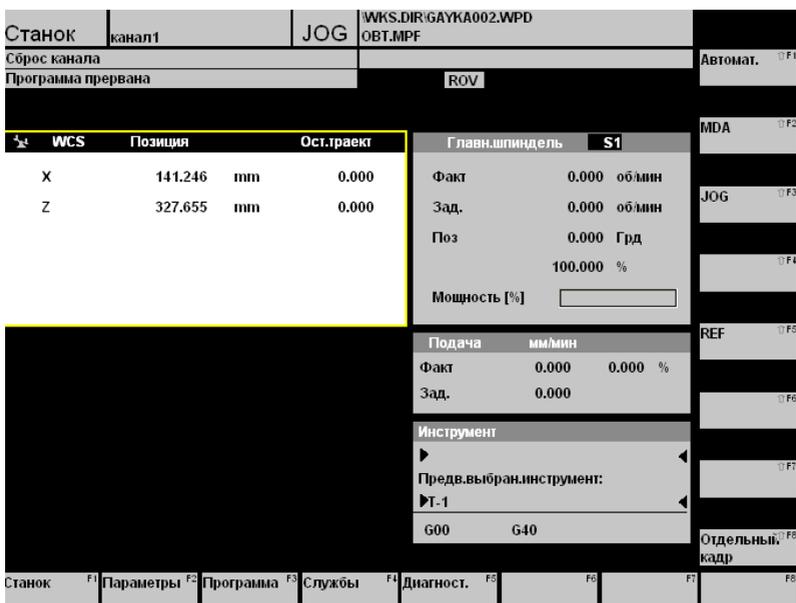


Рис. 7.1. Главное меню программного обеспечения

Выбираем пункт «Детали», откроется окно (рис. 7.2), в котором находится список ранее созданных и сохраненных деталей, а также есть возможность создать новую деталь. Для разработки УП для нашей детали нажимаем клавишу «Создать», которая находится в крайнем правом вертикальном ряду команд. Откроется окно (рис. 7.3), в которое вносим название детали «KORPUS». Нажимаем «ОК» и убеждаемся в появлении нашей детали в списке созданных ранее деталей. Далее двойным щелчком левой кнопки мыши по созданному названию детали открываем окно (рис. 7.4). Нажимаем клавишу «Создать», после чего вводим название программы.

Так как корпус имеет контуры, то необходимо эти контуры создать, затем их вставить в управляющую программу. Делается это с помощью цикла, в нашем случае воспользуемся циклом G95, что означает обработку по контуру. Создаем контур для наружной обточки. Для этого нажатием клавиши «Создать» вводим название контура и выбираем тип MPF (рис. 7.5).

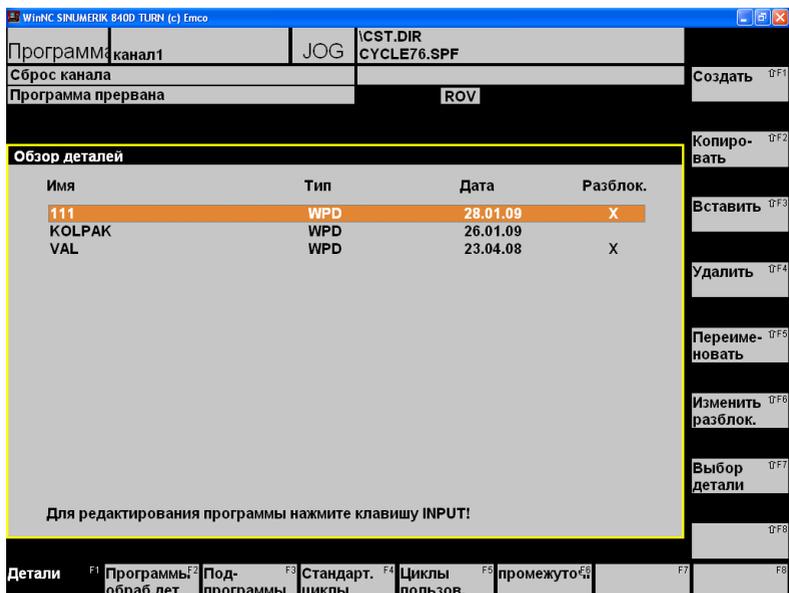


Рис. 7.2. Окно обзора существующих деталей

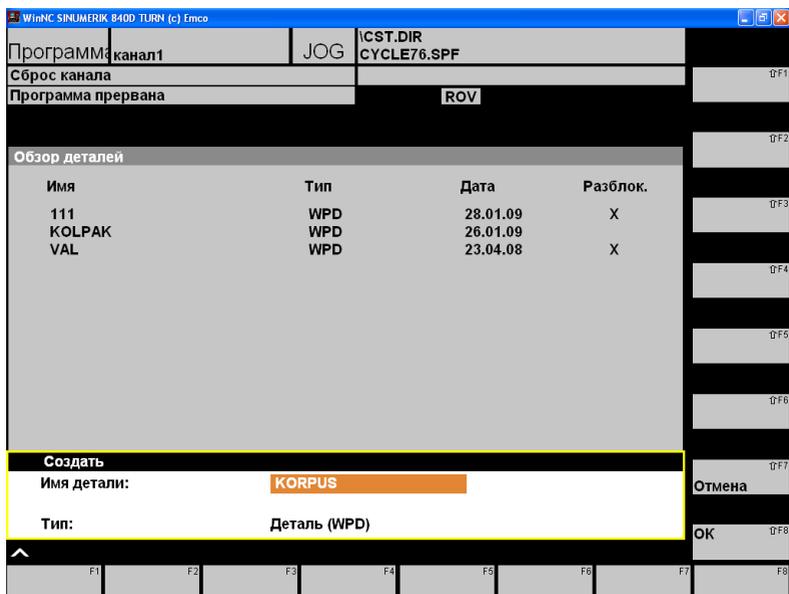


Рис. 7.3. Окно ввода имени детали

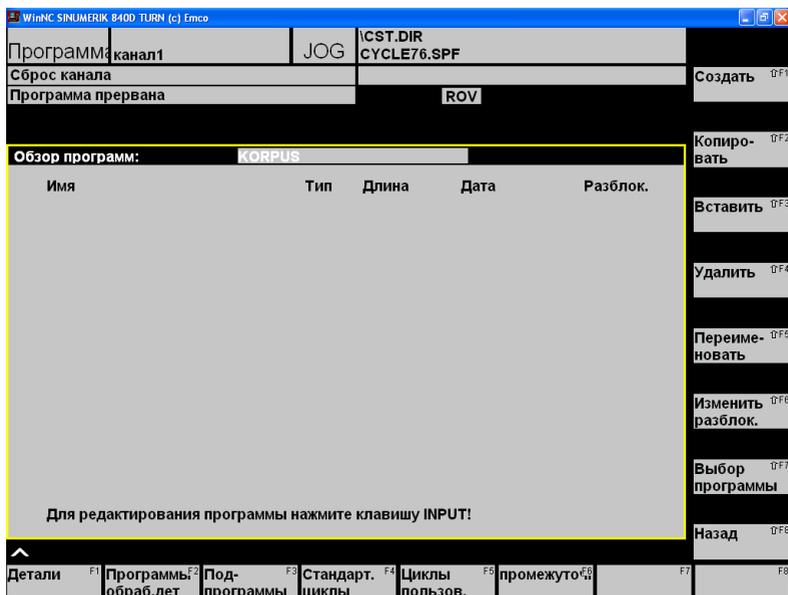


Рис. 7.4. Окно, содержащее программы, циклы

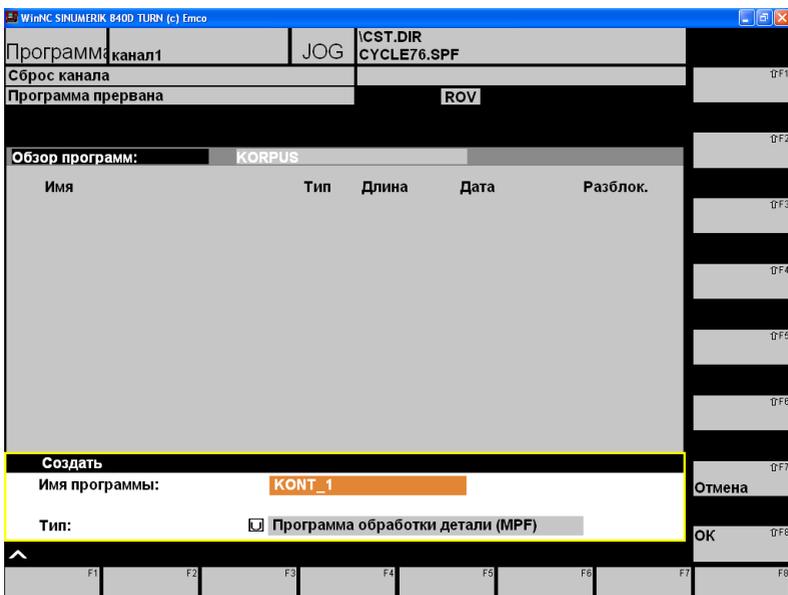


Рис. 7.5. Окно для ввода названия контура

Нажимаем клавишу «ОК» и убеждаемся в наличии созданного контура. Двойным щелчком левой кнопки мыши по созданному названию открываем редактор, в котором содержится буквенно-числовой ввод последовательности команд. Создадим контур с помощью свободного программирования, для этого выбираем пункт «Поддержка» (рис. 7.6) в строке команд, затем в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Новый контур».

Создание контура начинаем с ввода координат первой точки (координата $Z = 0$, $X = 18$). Нажимаем клавишу «Ввод элемента» (рис. 7.7).

В соответствии с чертежом детали «Корпус» создаем весь контур. Первым элементом нашего контура является фаска – отрезок прямой линии под углом 45° . Для ее нанесения на экране в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Произвольная прямая» (рис. 7.8), вводим координаты конечной точки отрезка прямой ($X = 19$, $Z = -0,5$) и нажимаем клавишу «Ввод элемента».

Следующей частью нашего контура является горизонтальная прямая, для ее создания в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Горизонт. прямая» (рис. 7.9), вводим координату конечной точки прямой только по оси Z ($Z = -8$). Координатами начала прямой является конечная точка предыдущего элемента. Далее нажимаем клавишу «Ввод элемента».

Следующим элементом контура является вертикальная прямая, для ее создания в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Вертикал. прямая», вводим координаты конечной точки прямой только по оси X , обращая внимание на предельные отклонения этого размера ($X = 20,97$). Координатами начала является конечная точка предыдущего элемента. Нажимаем клавишу «Ввод элемента» (рис. 7.10).

Следующей частью контура является горизонтальная прямая, для ее создания в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Горизонт. прямая», вводим координаты конечной точки нашей прямой только по оси Z ($Z = -63.5$). Канавки $\varnothing 20,5$ мм в контуре выполнять не будем, они будут выполнены отдельно другим инструментом. Началом прямой является конечная точка предыдущего элемента. Нажимаем клавишу «Ввод элемента» (рис. 7.11).

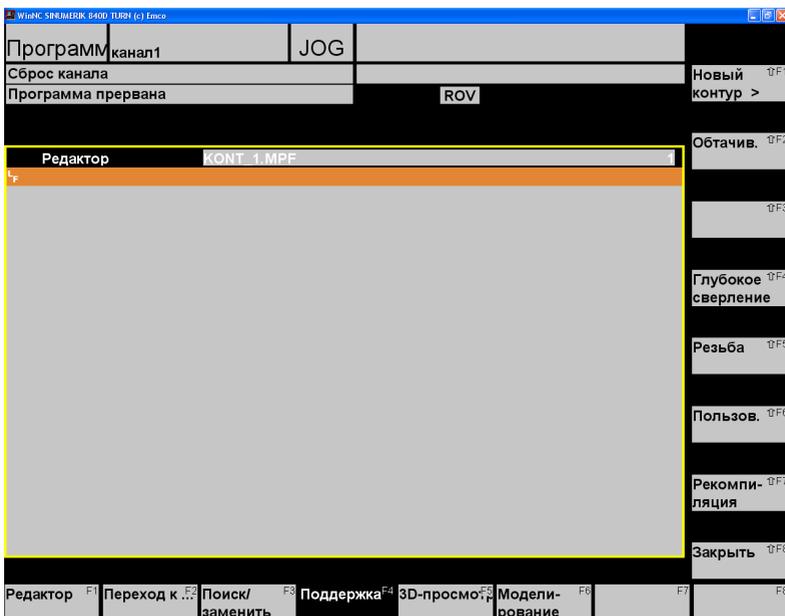


Рис. 7.6. Окно для создания контура, подлежащего обработке



Рис. 7.7. Окно для ввода первой точки контура

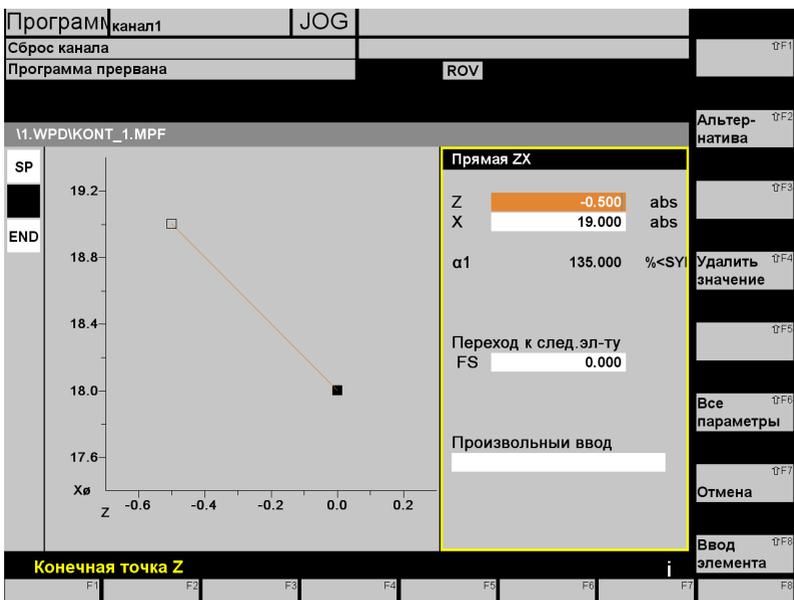


Рис. 7.8. Окно для построения прямой под углом 45 градусов

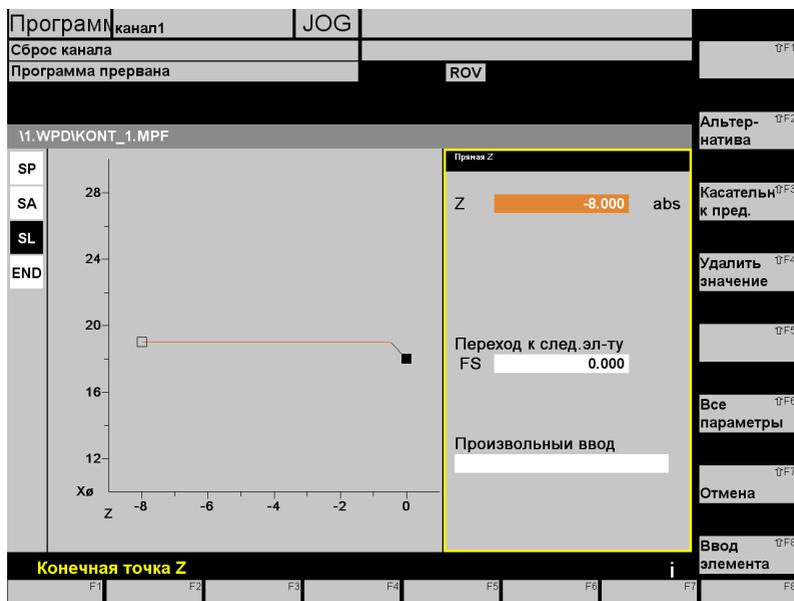


Рис. 7.9. Окно для построения горизонтальной прямой

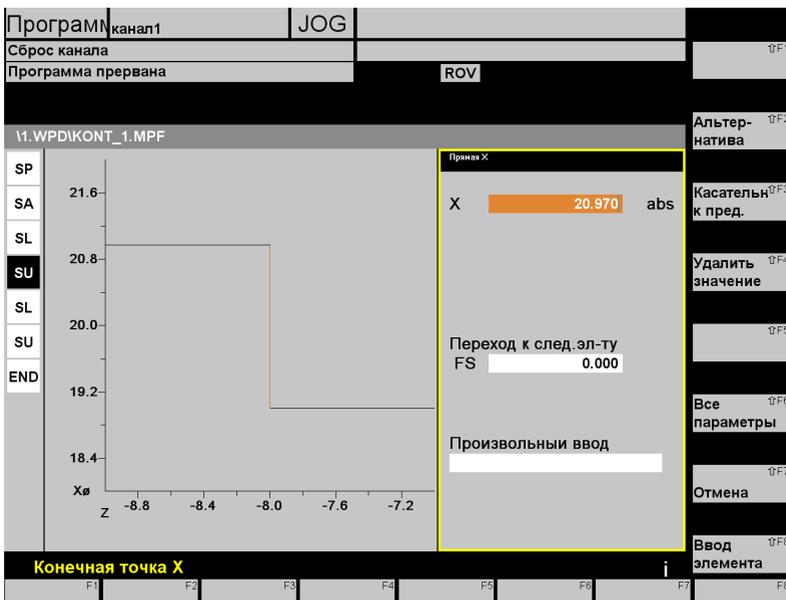


Рис. 7.10. Окно для построения вертикальной прямой

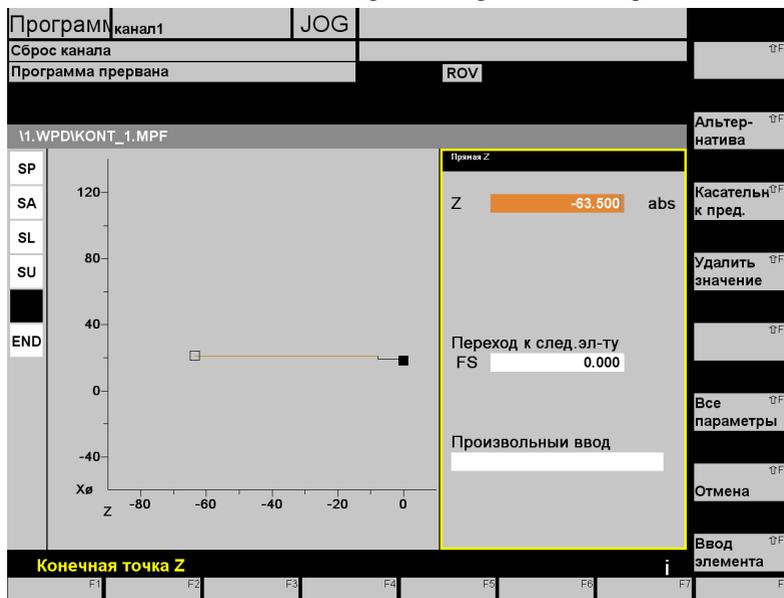


Рис. 7.11. Окно для построения горизонтальной прямой

Следующей частью контура является вертикальная прямая, для ее создания в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Вертикал. прямая», и вводим координаты конечной точки нашей прямой только по X ($X = 24,8$), координатами начала является конечная точка предыдущего элемента. Нажимаем ввод элемента (рис. 7.12). Следующей частью контура является горизонтальная прямая, для ее создания в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Горизонт. прямая», вводим координаты конечной точки нашей прямой только по оси Z ($Z = -71$). Началом прямой является конечная точка предыдущего элемента.

Нажимаем клавишу «Ввод элемента» (рис. 7.13). Завершает контур всегда вертикальная прямая, необходимая для обозначения диаметра заготовки, в нашем случае диаметр заготовки равен 30 мм. Для ее создания в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Вертикал. прямая», вводим координаты конечной точки прямой только по оси X ($X = 30$). Началом прямой является конечная точка предыдущего элемента. Нажимаем клавишу «Ввод элемента» (рис. 7.14).



Рис. 7.12. Окно для построения вертикальной прямой

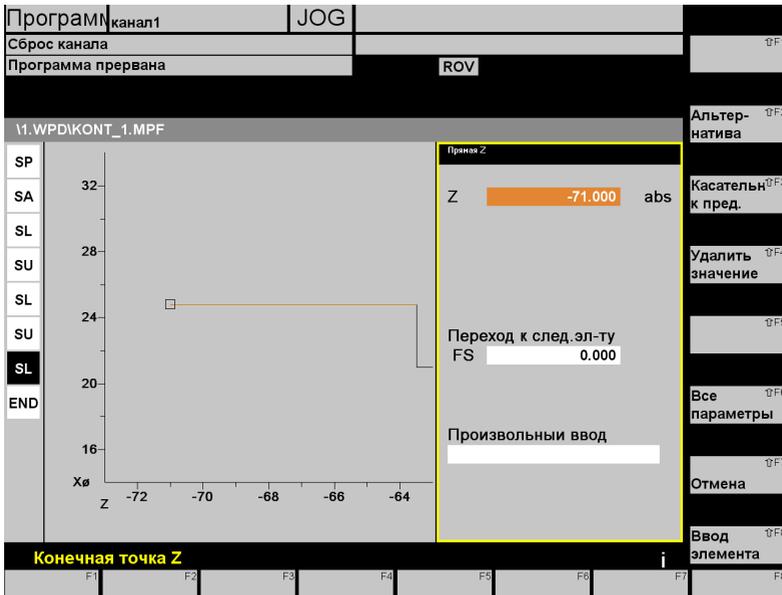


Рис. 7.13. Окно для построения горизонтальной прямой

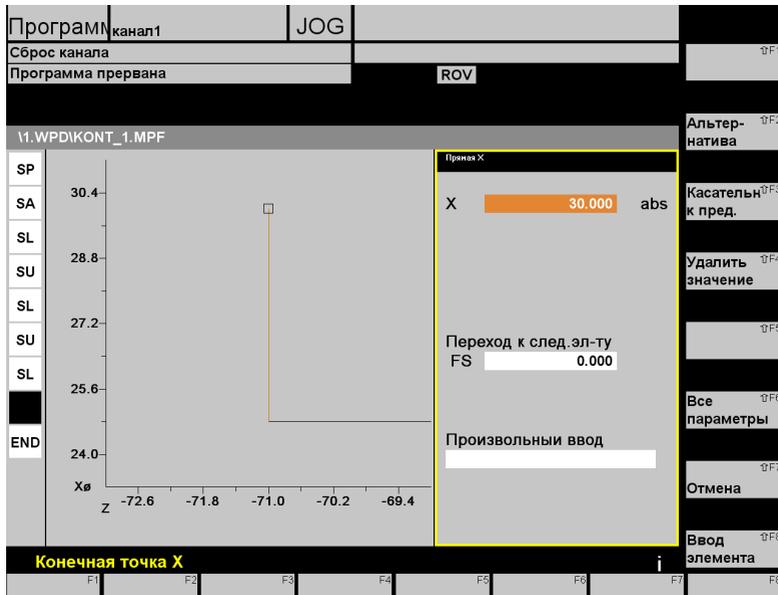


Рис. 7.14. Окно для построения вертикальной прямой

Завершаем создание контура нажатием клавиши «Ввод» (рис. 7.15). Таким же образом создаем внутренний контур для растачивания детали. Начинаем с ввода имени контура (рис. 7.16).

Аналогично первому построенному внешнему контуру можно посмотреть результат построения внутреннего контура с последующим нажатием клавиши «Ввод» (рис. 7.17). Нажимаем клавишу «Ввод».

Созданные контуры при необходимости можно посмотреть в буквенно– числовом выражении (рис. 7.18 и 7.19), а также последовательность выполнения каждого кадра.

После построения внутреннего и наружного контуров обрабатываемой детали с использованием автоматизированного РС – рабочего места приступаем к созданию управляющей программы обработки.

Для этого выбираем «Программа – создать – тип» (рис. 7.20). Двойным щелчком левой кнопки мыши по созданной программе открываем редактор, в котором осуществляется буквенно-числовой ввод последовательности команд. Окно для ввода команд представлено на рис. 7.21.

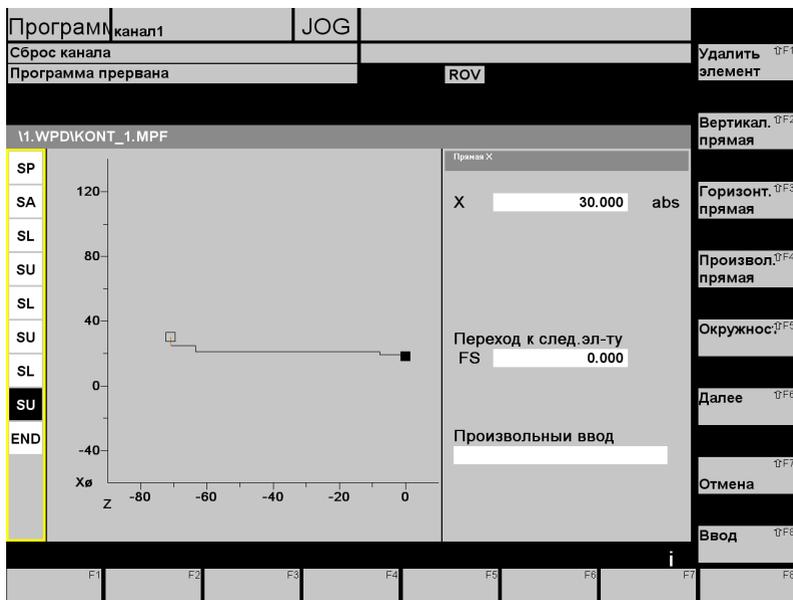


Рис. 7.15. Окно, отображающее построенный наружный контур детали

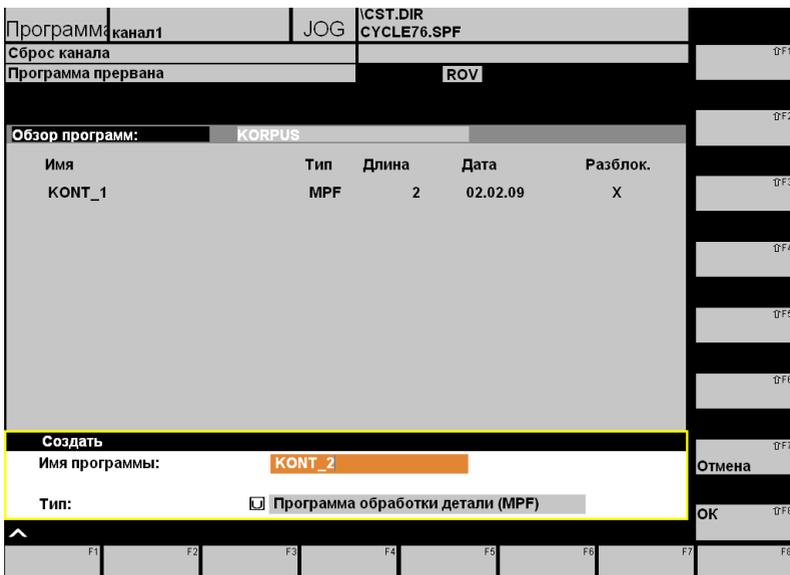


Рис. 7.16. Окно для ввода имени контура

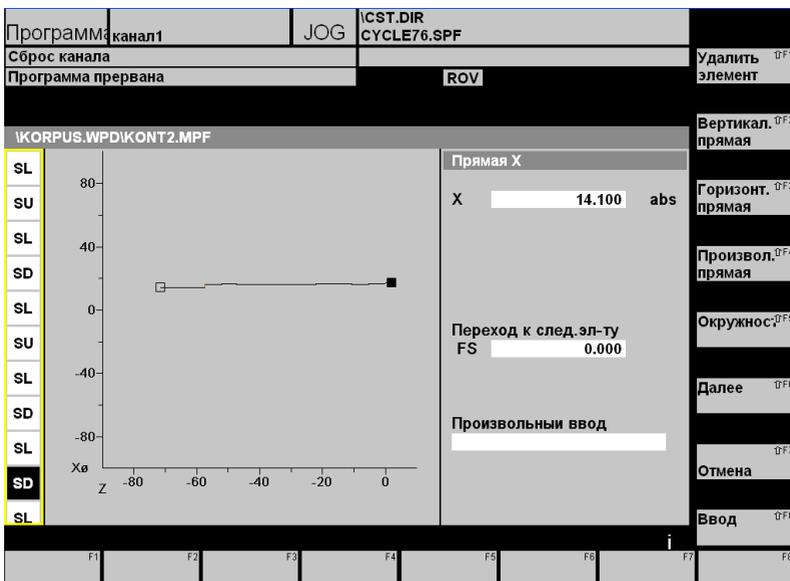


Рис. 7.17. Окно, отображающее построенный внутренний контур

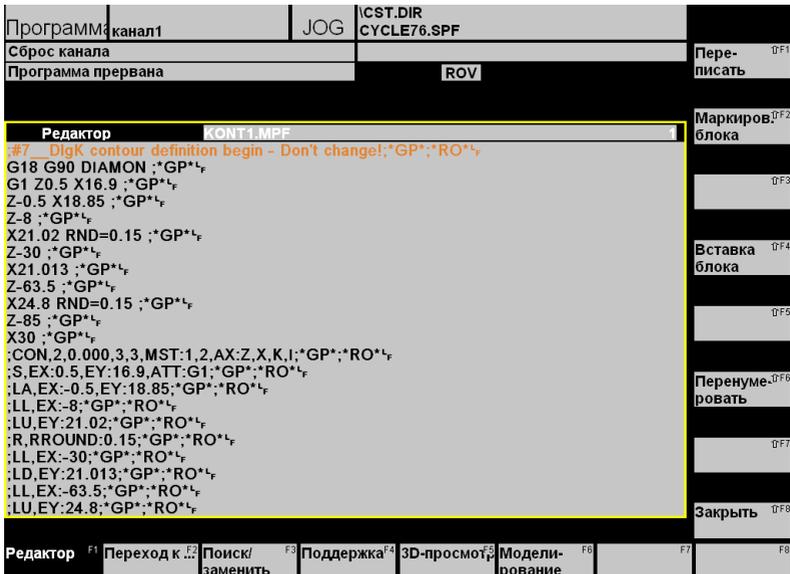


Рис. 7.18. Окно, представляющее построенный наружный контур в буквенно-числовом выражении

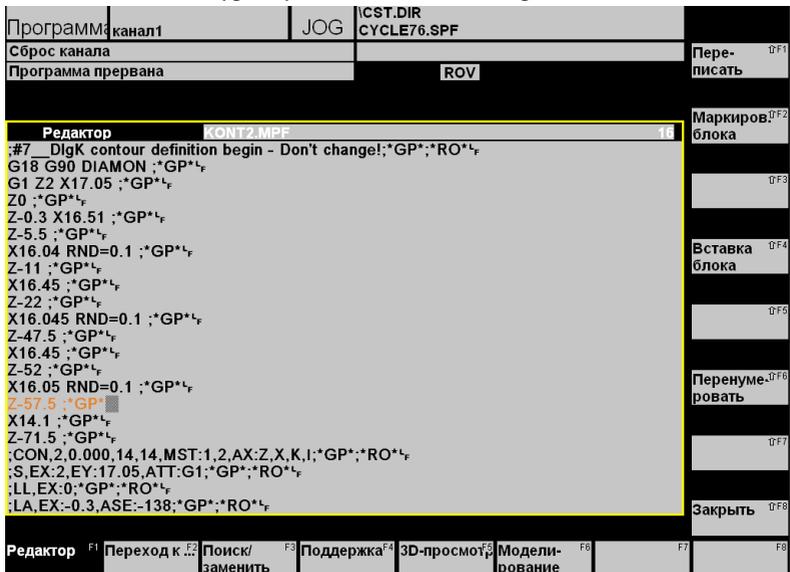


Рис. 7.19. Окно, представляющее построенный внутренний контур в буквенно-числовом выражении

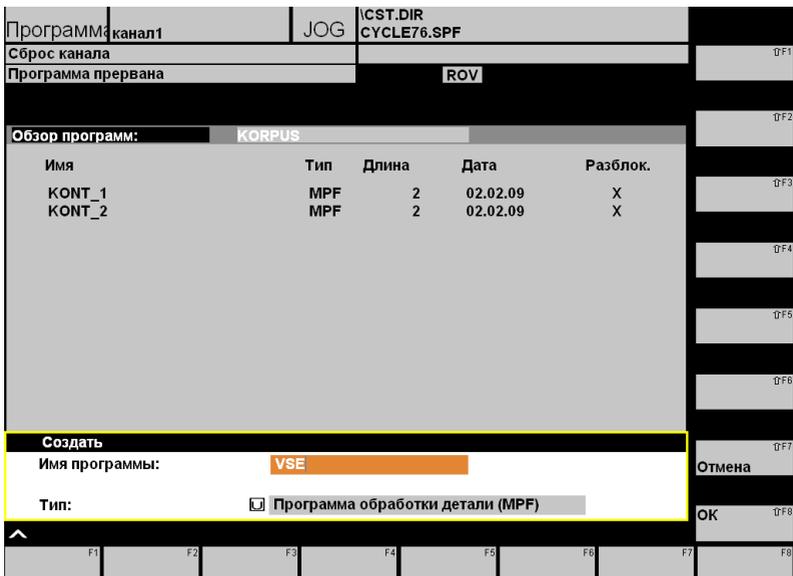


Рис. 7.20. Окно для ввода имени программы

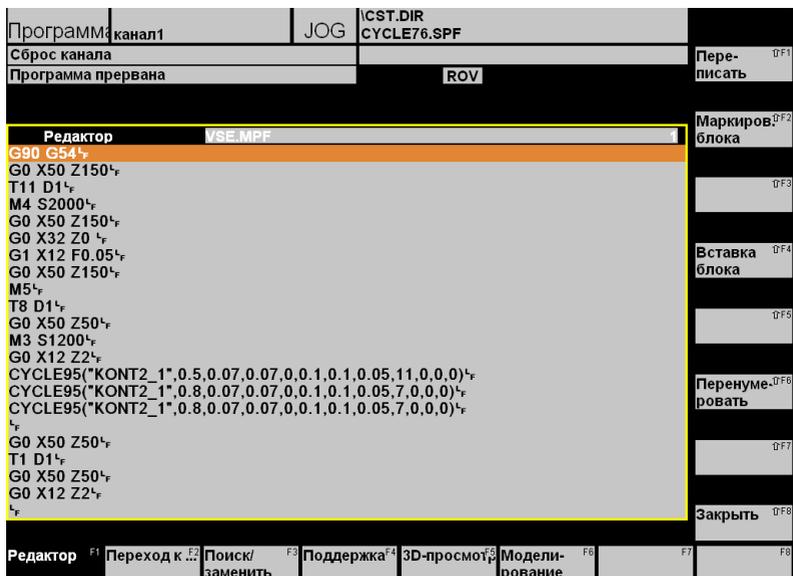


Рис. 7.21. Окно, отображающее редактор для ввода необходимых команд

Для создания цикла обработки контура (цикл 95) выбираем меню «Поддержка» в строке команд, затем в правом столбце команд выбираем пункт «Обтачивание» (рис. 7.22).

Затем в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Обработка резанием» (рис. 7.23).

В открывшемся окне «Обработка резанием» необходимо заполнить поля с нужными значениями, требующимися для обработки данной детали. Заносим все необходимые данные и нажимаем клавишу «ОК» (рис. 7.24).

Для нарезания резьбы используем цикл 97, выбираем пункт «Поддержка» в строке команд, затем в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Резьба» (рис. 7.25).

Далее в правом вертикальном ряду команд выбираем пункт «Нарезание резьбы» (рис. 7.26).

В открывшемся окне «Нарезание резьбы» необходимо заполнить поле значениями параметров резьбы. Заносим все необходимые данные в таблицу и нажимаем клавишу «ОК» (рис. 7.27).

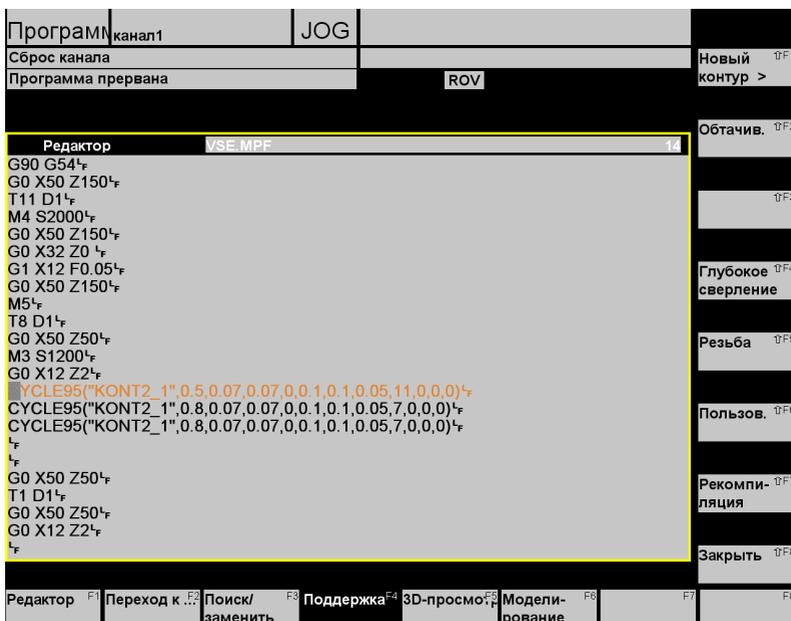


Рис. 7.22. Окно для создания цикла 95 обработки контура

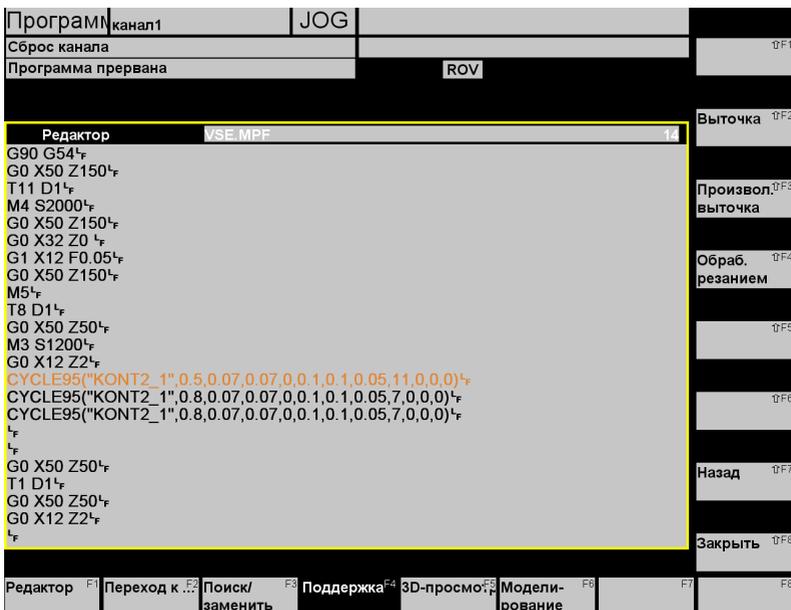


Рис. 7.23. Окно «Обработка резанием»

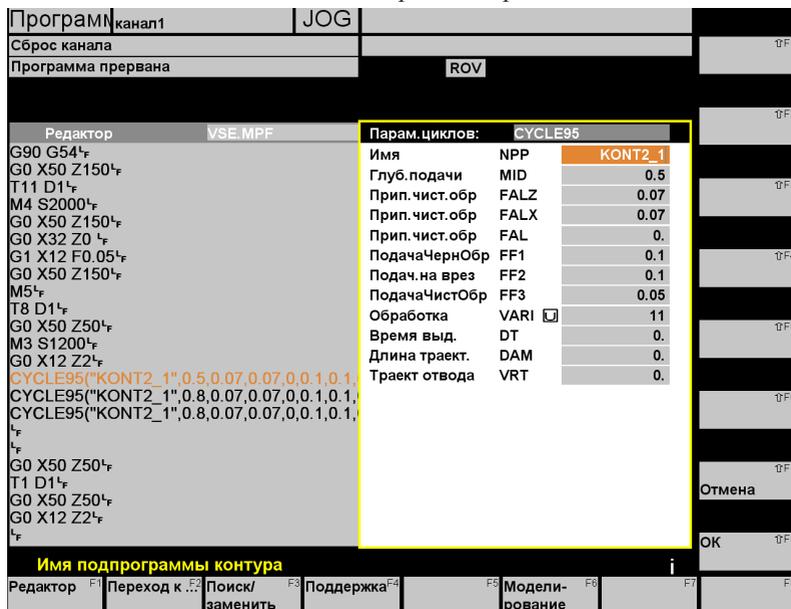


Рис. 7.24. Окно для редактирования цикла обработки по контуру

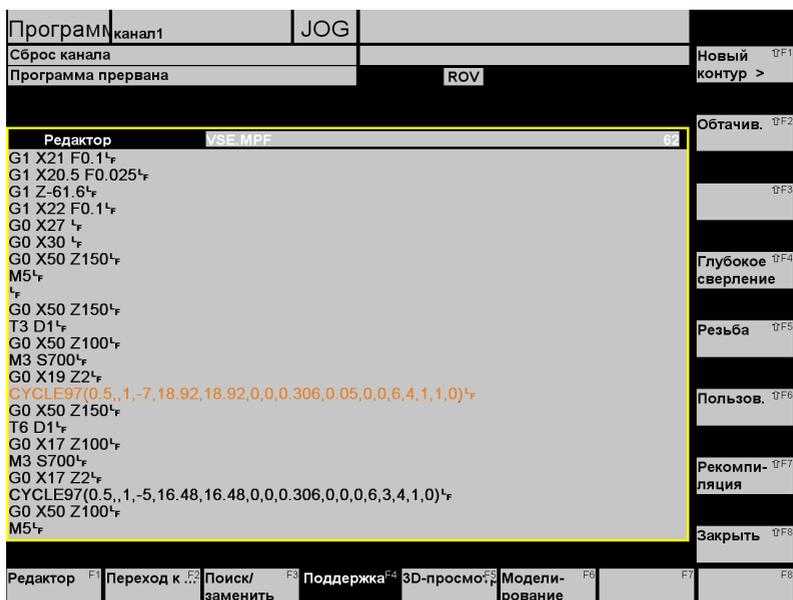


Рис. 7.25. Окно, отображающее создание цикла нарезания резьбы

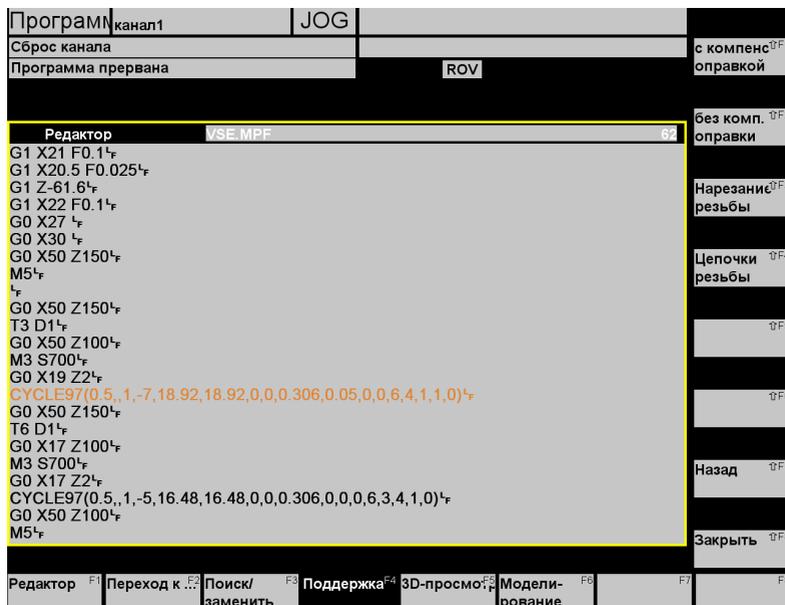


Рис. 7.26. Окно для создания цикла нарезания резьбы

G0 X50 Z50

M3 S1200

G0 X12 Z2

CYCLE95("KONT2_1",
0.5,0.07,0.07,0,0.1,0.1,
0.05,11,0,0,0)

– цикл 95 (обработка по контуру)

CYCLE95("KONT2_1",
0.8,0.07,0.07,0,0.1,0.1,
0.05,7,0,0,0)

CYCLE95("KONT2_1",
0.8,0.07,0.07,0,0.1,0.1,
0.05,7,0,0,0)

G0 X50 Z50

T1 D1

G0 X50 Z50

G0 X12 Z2

CYCLE95("KONT2",
0.5,0.05,0.05,0,0.1,0.05,
0.05,7,0,0,0)

CYCLE95("KONT2",
0.5,0.05,0.05,0,0.1,0.05,
0.05,7,0,0,0)

CYCLE95("KONT2",
0.5,0.05,0.05,0,0.1,0.05,
0.05,7,0,0,0)

G0 X50 Z50

M5

G0 X50 Z50

T11 D1

G0 X50 Z150

M4 S2000

G0 X32 Z3

CYCLE95("KONT1",
1.3,0,0,0.05,0.1,0.05,0.05,
9,0,0,0)

G0 X50 Z150
M5
T10 D1
G0 X50 Z150
M3 S1200
G0 X22 Z-24
G1 X21 F0.05
G1 X20.5 F0.025
G1 Z-43.1
G1 X20.8 F0.05
G1 X22 F0.1
G0 X22 Z-55.5
G1 X21 F0.1
G1 X20.5 F0.025
G1 Z-61.6
G1 X22 F0.1
G0 X27
G0 X30
G0 X50 Z150
M5
G0 X50 Z150
T3 D1
G0 X50 Z100
M3 S700
G0 X19 Z2
CYCLE97(0.5,,1,-7,18
.92,18.92,0,0,0.306,0.0
5,0,0,6,4,1,1,0)
G0 X50 Z150
T6 D1
G0 X17 Z100

цикл 97, нарезание резьбы

M3 S700

G0 X17 Z2

CYCLE97(0.5,,1,-5,16
.48,16.48,0,0,0.306,0,0
,0,6,3,4,1,0)

G0 X50 Z100

M5

программируемый останов шпинделя

SPOS=0

включение оси С и установка шпинделя на 0
(ноль в данном случае обозначает начальный
угол в градусах)

G0 C0

ускоренное перемещение шпинделя в положение
нуля градусов

G0 X50 Z100

T5 D1

SETMS(2)

определение основного шпинделя, (2) – номер
шпинделя или номер используемого приводного
инструмента

G0 X50

G0 X27 Z-38.5

M3 S1500

G1 X21 F0.2

G1 X20.5 F0.005

G1 X20.5 Z-40.5

G1 X19.5 Z-38.5

G1 X18.5 Z-40.5

G1 X17.5 Z-38.5

G1 X16.5 Z-40.5

G1 X15.5 Z-38.5

G1 X14 F0.005

G1 Z-40.5 F0.025

G1 C-12 F0.15

G1 C-123 Z-35.5 F0.1

G1 C-135 F0.15
G1 Z-35.6 F0.025
G1 C-123 F0.3
G1 C-12 Z-40.6 F0.3
G1 C0.1 F0.3
G1 Z-38.5 F0.05
G1 X27 F0.3
M5
G0 X50 Z100
SETMS(1)
M5
G90 G54
G0 X50 Z100
T10 D1
M3 S1200
G0 X27 Z150
G0 X27 Z-65
G1 X18 F0.02
G0 X25.5
G0 Z-66
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-67
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-68
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-69
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-70

G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-71
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-72
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-73
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-74
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-75
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-76
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-77
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-78
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-79
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-80
G1 X18 F0.05
G0 X25.5

G0 Z-81
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-82
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G0 Z-83
G1 X18 F0.05
G0 X25.5
G1 X17.82 F0.05
G1 Z-65
G1 X24.6
G2 X24.8 Z-64.9 CR0.1
G1 X25
G0 X30 Z-65
G0 X50 Z150
M5
G0 X50 Z150
T3 D1
M3 S700
G0 X50 Z150
G0 X35 Z-66
G0 X19
CYCLE97(0.75,, -66,-
72,17.9,17.9,0,0,0.46,0
.02,0,0,4,3,1,1,0)
G0 X30
G0 X50 Z150
M5
G0 X50 Z150
T10 D1
G0 X50 Z150

M3 S1200
 G0 X27 Z-71
 G0 X18.5
 G1 X16.5 F0.02
 G1 X18 Z-70.25 F0.02
 G1 Z-71 F0.1
 G1 X13.5 F0.05
 G0 X30
 G0 X50 Z150
 M30.

Команды в УП для обработки детали «Корпус» повторяются. Поэтому для повторяющихся команд комментарии кадров управляющей программы опущены. В дальнейшем программы можно выбирать из списка ранее созданных программ и контуров (рис. 7.28).

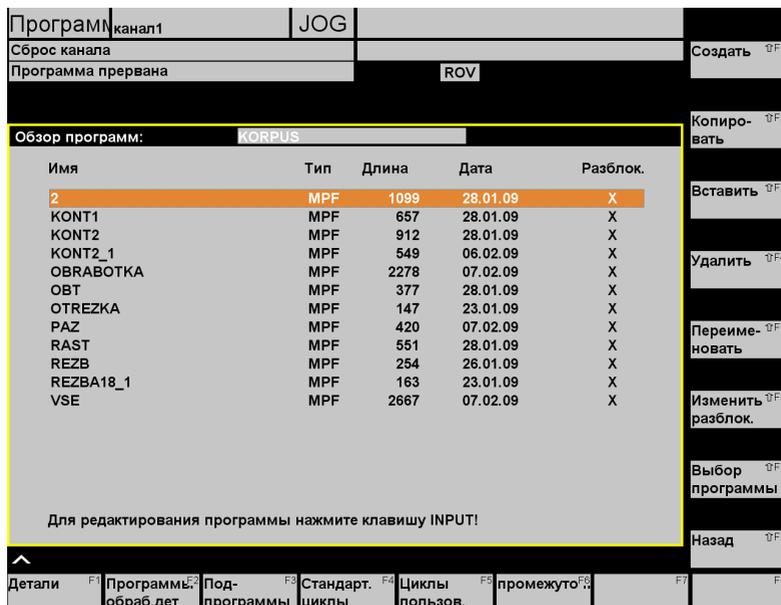


Рис. 7.28. Окно для просмотра и выбора необходимых программ и подпрограмм

Лабораторная работа № 20

ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ КОРПУСА

Целью работы является закрепление теоретических и практических знаний по программированию обработки деталей на современных токарных многофункциональных станках с ЧПУ и проверке управляющей программы путем имитации обработки детали без выполнения процесса резания (симуляция).

1. ЗАДАНИЕ

По разработанной в предшествующей лабораторной работе управляющей программе для обработки детали «Корпус НШИБ» провести имитацию выполнения технологических переходов с использованием персонального компьютера автоматизированного РС – рабочего места многофункционального токарного станка TURN 155, провести проверку программы на холостом ходу рабочих органов станка.

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИМИТАЦИИ ОБРАБОТКИ КОРПУСА

Перед обработкой заготовки на станке TURN 155 необходимо проверить программу на отсутствие ошибок, для этого проводим имитацию (симуляцию) обработки корпуса без процесса резания. Для этого открываем окно «3D–симуляция» (см. рис. 2, лаб. раб. № 18), в котором высвечивается патрон с заготовкой.

В списке программ выбираем двойным щелчком мыши программу обработки, откроется окно для ввода команд. В нижней строке команд нажимаем клавишу «Моделирование» (рис. 1). Откроется окно 2D–симуляции (рис. 2). В нижней строке есть команды старта, сброса моделирования, а также функция «Отдельный кадр», которая позволяет просмотреть траекторию инструмента пошагово. В правом столбце находятся команды, с помощью которых можно изменять масштаб, что позволяет более детально рассмотреть необходимые участки траектории движения инструмента.

Нажатием клавиши «Старт» запускаем процесс симуляции обработки заготовки. На экране компьютера РС – автоматизированного рабочего места технолога-программиста наносятся отрезки прямых, кривых, фасок, закруглений и других геометрических элементов, принадлежащих обрабатываемому контуру детали.

На рис. 3 изображены траектории движения резца при обработке наружного и внутреннего контуров детали «Корпус», пунктирными линиями представлены движения инструмента на холостом ходу с максимальной скоростью подачи. С обеих сторон корпуса видны резьбовые поверхности детали, изображенные в окне в виде мелких радиальных черточек. Всего резьбовых поверхностей три, две из которых являются наружными, а одна – внутренней. Одностороннее продольное сечение корпуса расположено между наружными и внутренними отрезками – траекториями резца и изображено черным цветом.

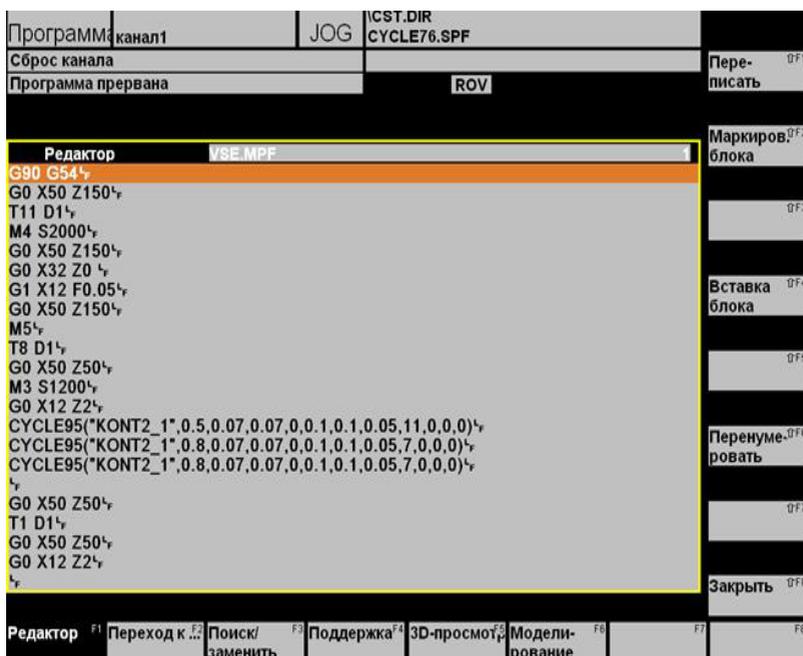


Рис. 1. Окно для выбора пункта «Моделирование»

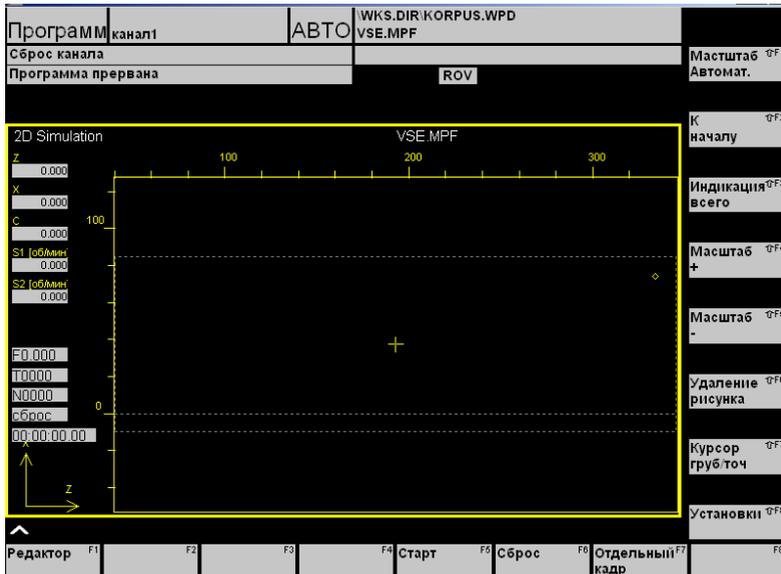


Рис. 2. Окно 2D-симуляции

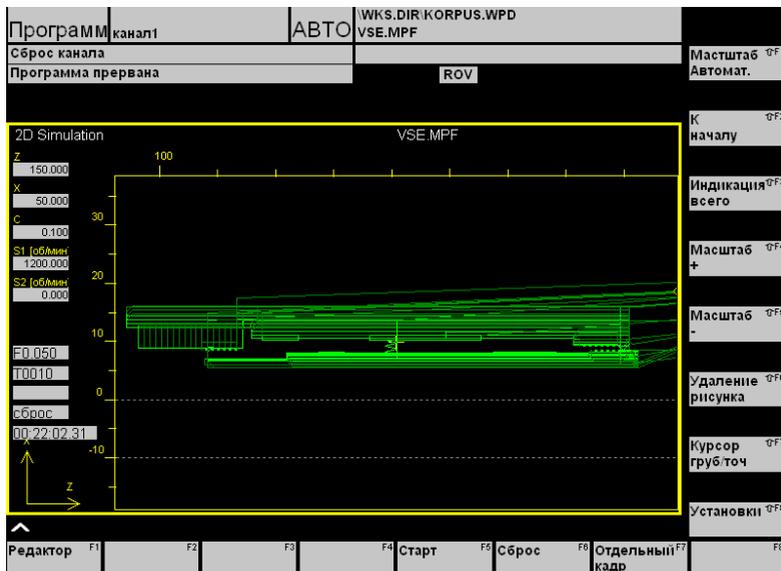


Рис. 3. Графическое изображение траекторий движения инструмента

Для возврата в меню ввода команд необходимо нажать клавишу «Редактор». Система ЧПУ станка TURN 155 позволяет проводить симуляцию процесса обработки не только в плоскости, но и в трехмерном пространстве, для этого в систему числового программного управления станка встроен 3D-симулятор. Нажатием клавиши «3D-просмотр» (рис. 4) открывается окно «3D-симуляция» (рис. 5).

В правом столбце команд нажимаем на клавишу «Заготовка», чтобы настроить параметры окна «3D-графика/заготовка» (рис. 6). Вводим все необходимые размеры заготовки и нажимаем клавишу «ОК».

В правом столбце команд нажимаем на клавишу «Инструменты» (рис. 7).

Из списка типов инструмента выделяем нужный тип инструмента и гнездо револьверной головки, в которое хотим его вставить. В правом столбце нажимаем клавишу «Ячейка инструмента», в результате инструмент занимает отведенное ему место. Аналогично вставляем в гнезда револьверной головки все инструменты, необходимые для полной обработки заготовки. На рис. 8 изображена заготовка, закрепленная в трехкулачковом самоцентрирующем патроне.

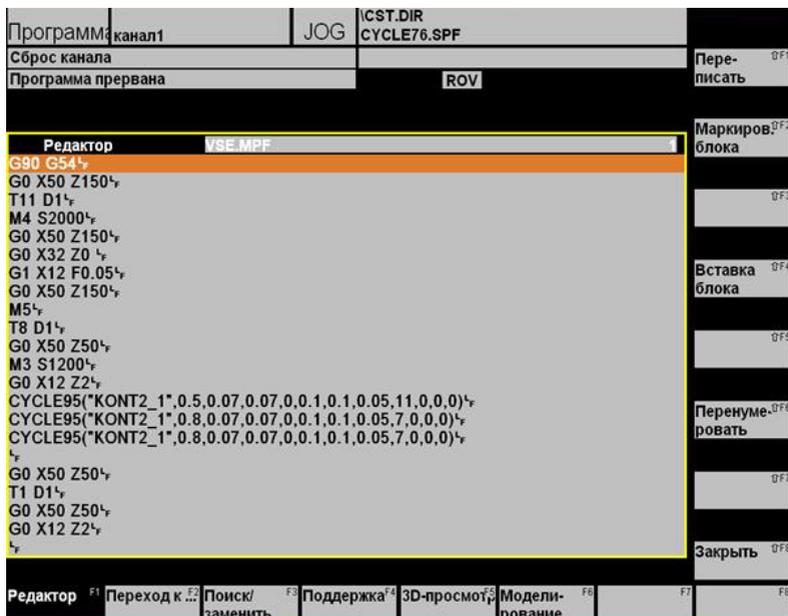


Рис. 4. Окно для выбора 3D-моделирования

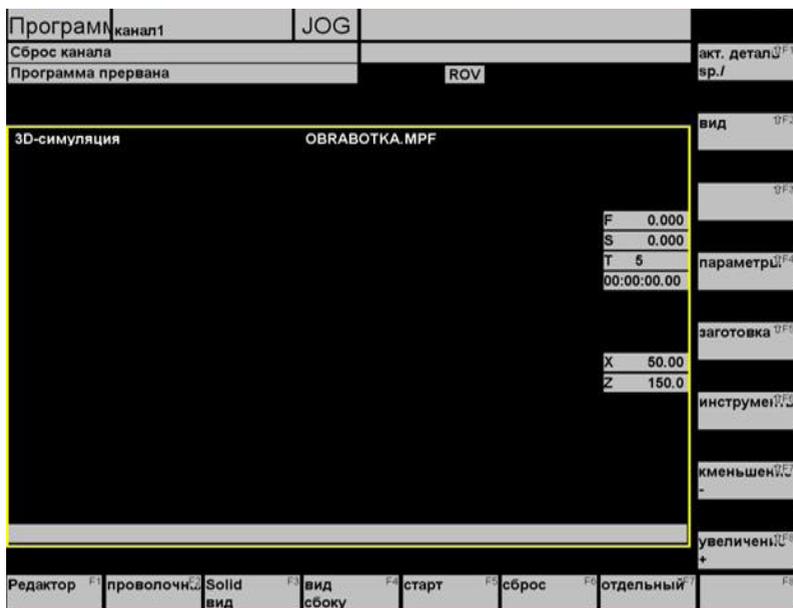


Рис. 5. Окно «3D-симуляция»

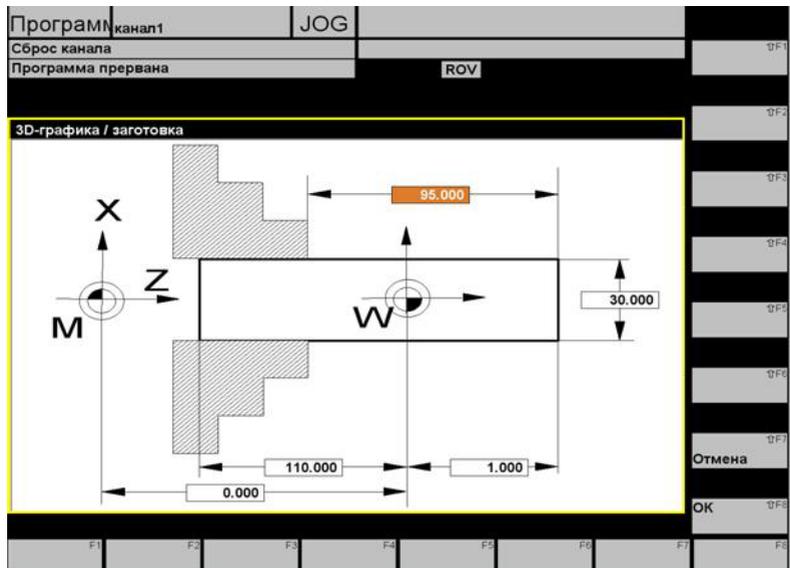


Рис. 6. Окно настройки заготовки для 3D-моделирования

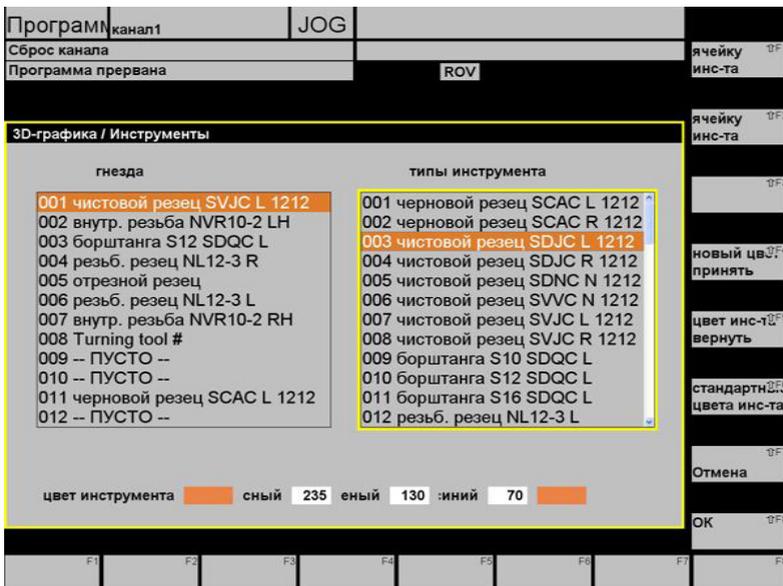


Рис. 7. Окно выбора необходимого инструмента, а также цвета поверхности после обработки

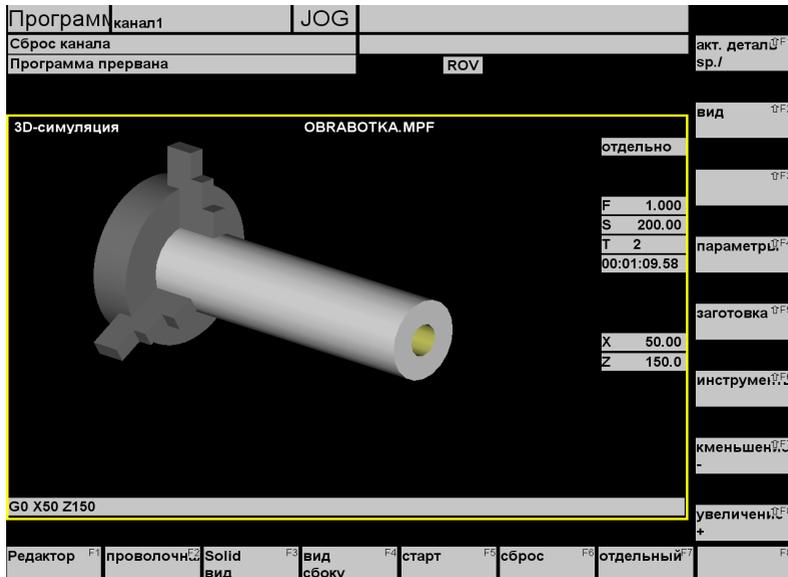


Рис. 8. Заготовка, установленная в патроне

Первый технологический переход обработки заключается в подрезании правого торца заготовки проходным резцом, при этом обработанный торец окрашен в цвет инструмента (рис. 9). Черновое и чистовое растачивание представлено на рис. 10 и 11.

Технологический переход обтачивания наружного контура корпуса (рис. 12) включает в себя обработку трех цилиндрических ступеней, диаметры которых увеличиваются в направлении от правого торца заготовки к шпинделю станка.

Цилиндрические ступени корпуса с наименьшими диаметрами обрабатывают в соответствии с рис. 13. Нарезание наружной $M19 \times 0,5$ и внутренней $M17 \times 0,5$ резьб, расположенных с правой стороны корпуса, осуществляется резьбовым резцом (рис. 14 и 15).

Чистовая обработка шеек корпуса, расположенных за буртиком, осуществляется также отрезным резцом (рис. 16).

После чистовой обработки детали выполняют технологический переход нарезания наружной метрической резьбы $M18 \times 0,75$ резьбовым резцом (рис. 17), расположенной с левой стороны корпуса. Последним технологическим переходом является отрезка детали, при выполнении которого выдерживается требуемая длина корпуса (рис. 18).

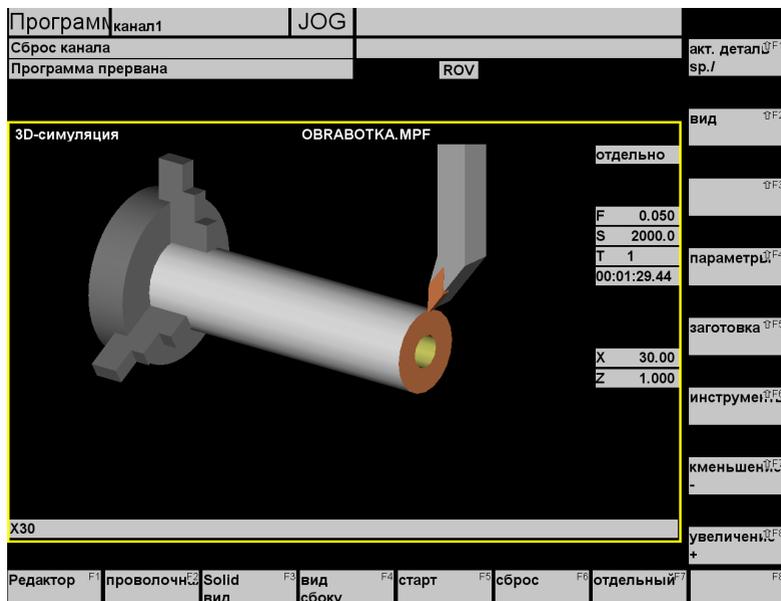


Рис. 9. Подрезание торца

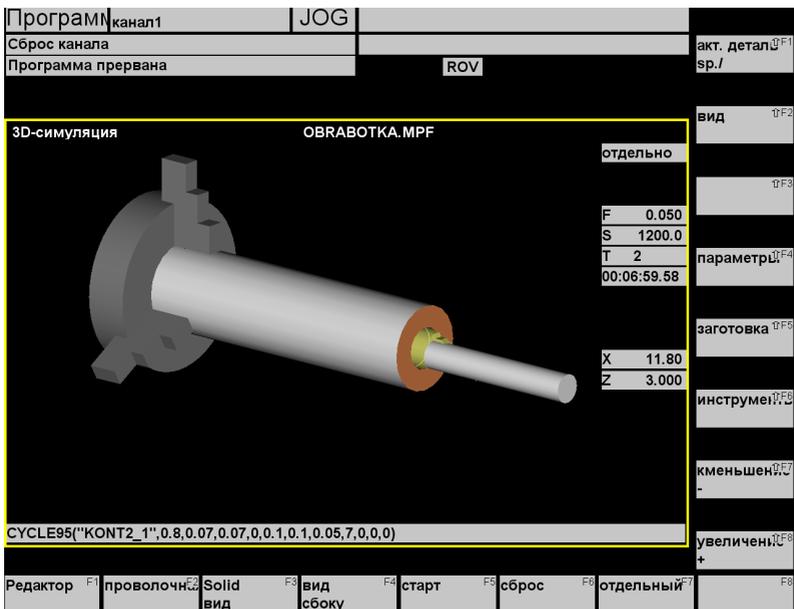


Рис. 10. Выполнение перехода черного растачивания

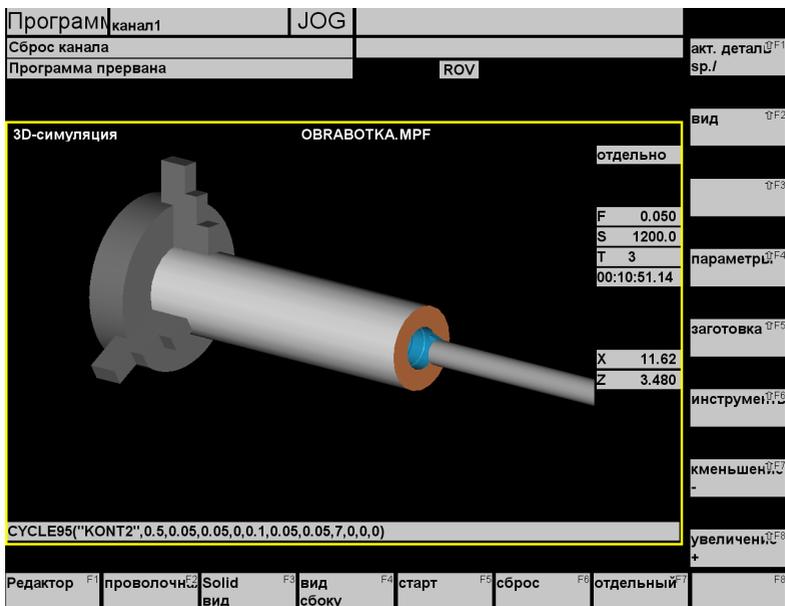


Рис. 11. Выполнение технологического перехода чистового растачивания

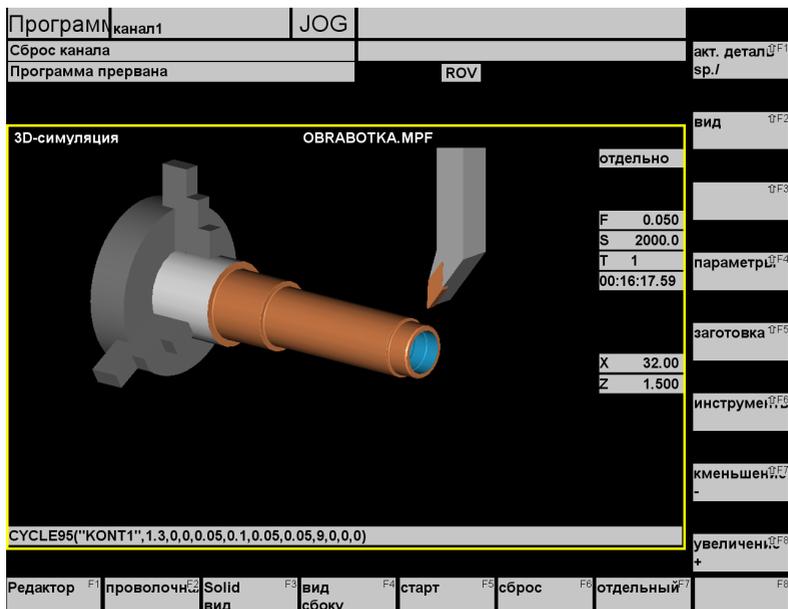


Рис. 12. Наружное обтачивание по контуру

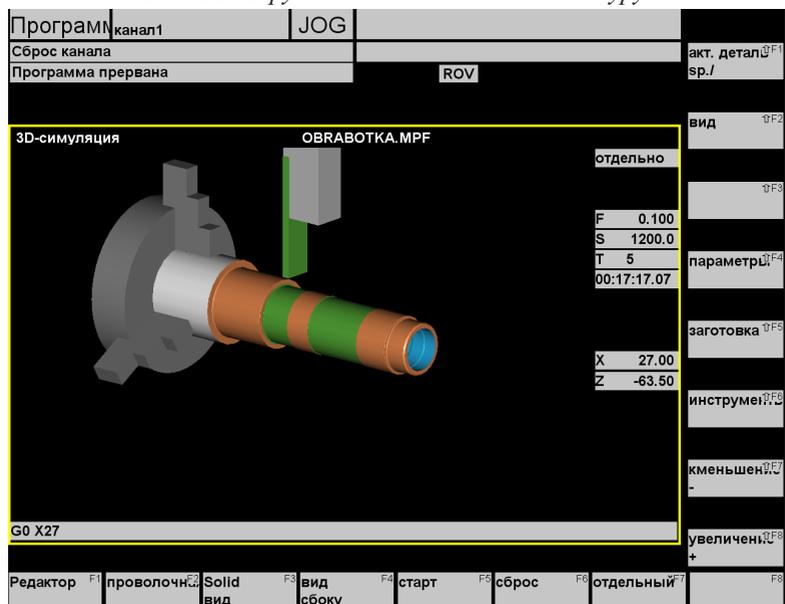


Рис. 13. Обработка наружных шеек меньших диаметров

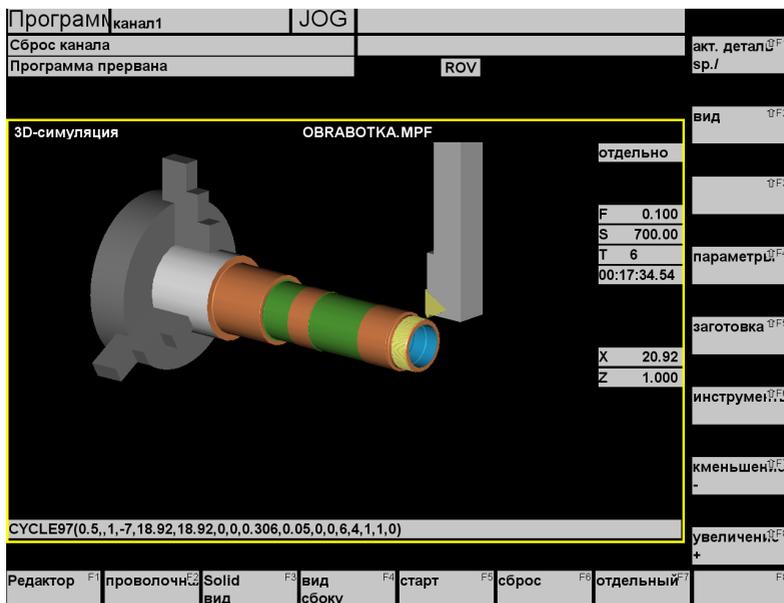


Рис. 14. Нарезание наружной резьбы

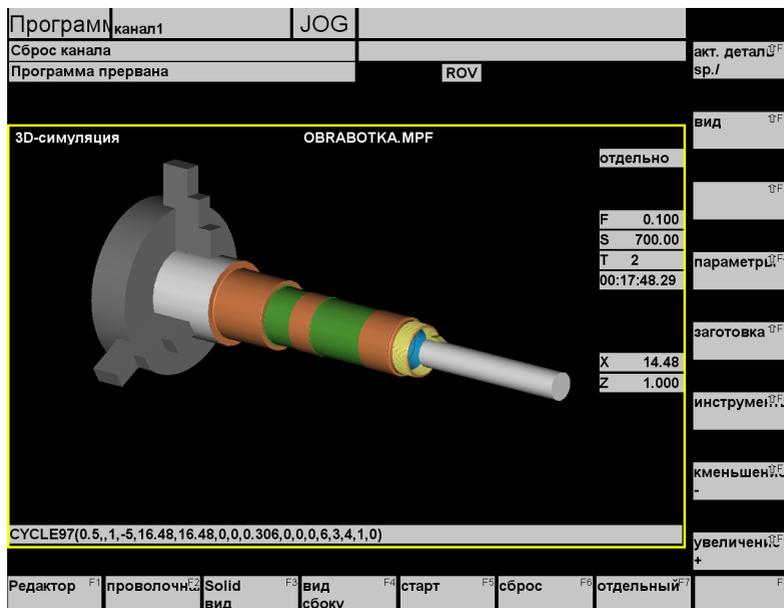


Рис. 15. Нарезание внутренней резьбы

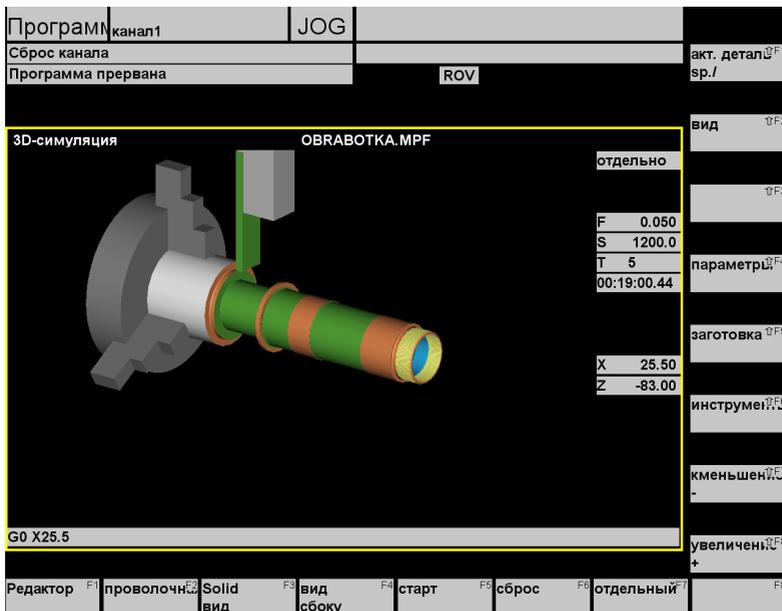


Рис. 16. Чистовая обработка шеек корпуса

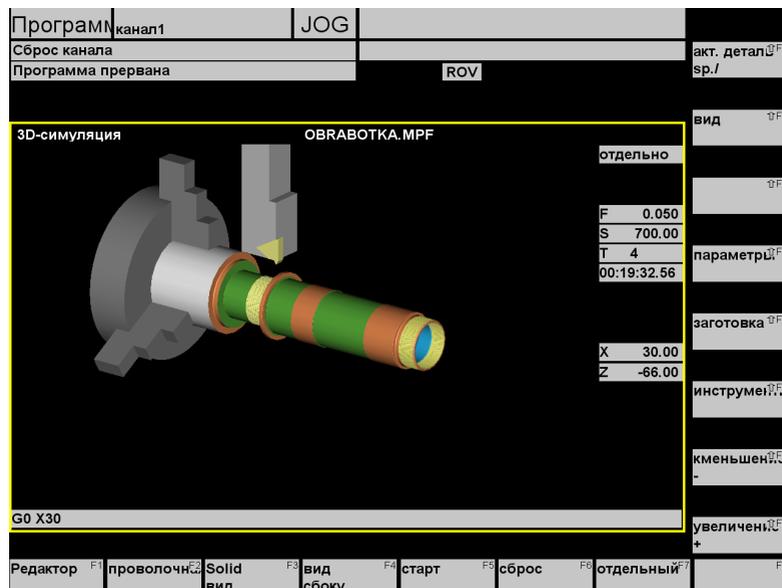


Рис. 17. Нарезание наружной резьбы

Для возврата в меню ввода команд необходимо нажать кнопку «Редактор» в нижней строке команд (рис. 18). При отсутствии ошибок в управляющей программе, отсутствии столкновений движущихся частей станка с режущими инструментами разработанную программу можно использовать для изготовления деталей. Для реальной обработки корпуса проверяют надежное закрепление заготовки и инструментов, нажимают клавишу «Пуск».

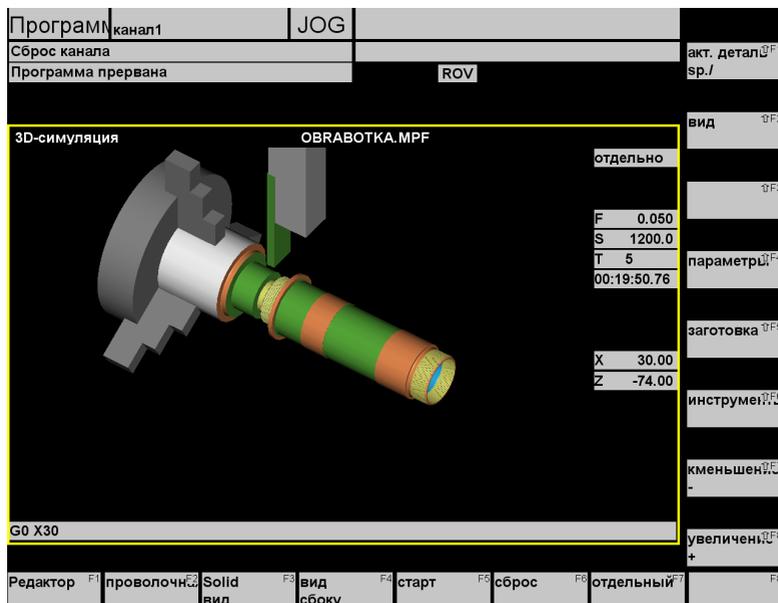


Рис. 18. Отрезка готовой детали

3. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Уяснить смысл имитации обработки корпуса НШИБ на автоматизированном РС – рабочем месте.
2. Изучить методику проведения виртуальной обработки детали.
3. Провести на автоматизированном РС – рабочем месте симуляцию процесса обработки корпуса НШИБ.
4. Проверить ранее созданную рабочую управляющую программу обработки корпуса НШИБ путем ее отработки на холостом ходу многофункционального станка TURN 155.

4. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Комплект режущих инструментов, установленных в револьверной головке.
2. Автоматизированное РС – рабочее место технолога-программиста.
3. Многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN 155.
4. Заготовка для корпуса НШИБ.

5. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И СДАЧА ЗАЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

После выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором приводятся кратко основные положения работы, методика имитации обработки корпуса без процесса резания, результаты проверки ранее составленной управляющей программы для обработки корпуса на холостом ходу станка.

Зачет по лабораторной работе проставляет преподаватель на основании правильных ответов студента (магистранта) на заданные вопросы. Вопросы могут касаться теоретических аспектов лабораторной работы, методики проведения имитации процесса обработки и проверки правильности управляющей программы на холостом ходу станка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные технологии механической обработки деталей характеризуются гибкостью и мобильностью технологического оборудования, что позволяет наряду с обеспечением требуемой точности и производительности обработки быстро перенастраиваться на выпуск новой продукции. Высокой гибкостью обладают многофункциональные станки с числовым программным управлением, которые способны выполнять самые сложные и разнообразные технологические переходы на одном станке, обеспечивая точность размеров деталей, измеряемую единицами микрометров. Названные функциональные свойства оборудования с ЧПУ позволяют быстро реагировать на спросы рынка и удовлетворять потребности потребителей, что повышает конкурентоспособность предприятий, компаний и фирм, в совершенстве владеющих передовыми технологиями.

Значительная роль в эффективном использовании современного многофункционального металлорежущего оборудования с ЧПУ принадлежит технологам-программистам, обеспечивающим технологическую подготовку производства. Для подготовки специалистов в области практического освоения методологии программирования разработан комплекс лабораторных работ, посвященных изучению программного обеспечения ведущих мировых компаний Германии, Австрии и Японии и разработке управляющих программ. Практическое усвоение материала двадцати лабораторных работ позволит использовать полученные знания при эксплуатации самого современного многофункционального металлорежущего оборудования с ЧПУ, что скажется на повышении эффективности производства.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гэжиров, Р.И., Серебrenицкий, П.П.* Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отд-ние, 1990. – 588 с. – ISBN 5-217-00909-8.
2. *Ловыгин, А.А., Васильев, А.В., Кривцов, С.Ю.* Современные станки с ЧПУ и CAD/CAM системы. – М.: Эльф ИПР, 2006. – 286 с. – ISBN 5-900891-60-7
3. *Серебrenицкий, П.П., Схиртладзе, А.Г.* Программирование автоматизированного оборудования / Под ред. Ю.С. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2003. – 592 с. – ISBN 5-06-004081-X.
4. WWW. Arinstein.com.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа № 1. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ МОДЕЛИ TURN 155.....	4
Лабораторная работа № 2. ЭКВИДИСТАНТА ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА, ПРОГРАММИРОВАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ И ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ.....	18
Лабораторная работа № 3. КОРРЕКЦИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ЕГО РАЗМЕРНАЯ ПРИВЯЗКА К СИСТЕМЕ КООРДИНАТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ CONCERT TURN 155	25
Лабораторная работа № 4. СТРУКТУРА И ЗАПИСЬ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	38
Лабораторная работа № 5. ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK....	47
Лабораторная работа № 6. ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK..	60
Лабораторная работа № 7. ФУНКЦИИ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ЗАПРОГРАММИРОВАННЫМ КОНТУРОМ.....	66
Лабораторная работа № 8. ПРОГРАММИРОВАНИЕ СТРОКИ БЕЗОПАСНОСТИ, ФОРМАТИРОВАНИЕ И КОММЕНТАРИИ В УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЕ	76

Лабораторная работа № 9. ПОСТОЯННЫЕ ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛАВНОГО ШПИНДЕЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ TURN 155	82
Лабораторная работа № 10. ПОСТОЯННЫЕ ЦИКЛЫ СВЕРЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИВОДНОГО ИНСТРУМЕНТА.....	91
Лабораторная работа № 11. СВЕРЛЕНИЕ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ.....	96
Лабораторная работа № 12. ЛИНЕЙНАЯ И КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ WIN NC SINUMERIK.....	100
Лабораторная работа № 13. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СТАНКА, ПРЕДЕЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ И НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБ.....	107
Лабораторная работа № 14. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ВЫТОЧКИ.....	112
Лабораторная работа № 15. ПРОГРАММИРОВАНИЕ СНЯТИЯ ПРИПУСКА С НАРУЖНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВКИ	117
Лабораторная работа № 16. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАНКА МОДЕЛИ TURN 155.....	122
Лабораторная работа № 17. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОЛПАЧОК» НА СТАНКЕ TURN 155	142
Лабораторная работа № 18. ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОЛПАЧОК»	166
Лабораторная работа № 19. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС НШИБ» НА СТАНКЕ TURN 155 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ WIN NC SINUMERIK 840D	177
Лабораторная работа № 20. ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ КОРПУСА.....	208
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	221
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	222

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ
ДЕТАЛЕЙ НА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ»

Составитель ГУСЕВ Владимир Григорьевич

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой, профессор В.В. Морозов

Подписано в печать 12.06.09.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 13,02. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.