

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

**Подготовка управляющих программ на симуляторах
СЧПУ многоцелевых станков**

Методические указания к выполнению комплекса лабораторных работ
по дисциплине «Управление в автоматизированном производстве»
для студентов очной и заочной форм обучения
направления 220700.62
«Автоматизация технологических процессов и производств»

Курган 2014

Кафедра автоматизации производственных процессов

Дисциплина: «Управление в автоматизированном производстве»

Составили: доцент, канд. техн. наук А.Б. Переладов
доцент, канд. техн. наук О.В. Дмитриева
инженер А.В. Анискин

Утверждены на заседании кафедры

«14» ноября 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта
«Инженерные кадры Зауралья» «22» ноября 2013 г.

ВВЕДЕНИЕ

Устройство ЧПУ обеспечивает управление движениями подач исполнительных органов станка, изменение частоты вращения шпинделя, смену режущих инструментов, коррекцию положения и размера инструмента, закрепление подвижных узлов и механизмов, перемещение приспособлений-спутников с заготовками, включение подачи СОЖ и другие.

Эти действия необходимы для обеспечения и выполнения основных движений обработки резанием, выполнения всего технологического цикла. Сигналы, поступающие к исполнительным органам для управления движениями подач, называют основными командами, а сигналы управления технологическим циклом – технологическими командами. Комплекс устройств ЧПУ и исполнительных устройств, обеспечивающих выполнение заданной программы обработки, принято называть системой числового программного управления. Многооперационные и другие станки с ЧПУ могут иметь позиционную (координатную), контурную (непрерывную) или универсальную (позиционно-контурную) системы управления.

В современных станках применяют контурные или универсальные системы. Несмотря на то, что такие системы намного сложнее и дороже позиционных, их применение значительно расширяет технологические возможности станка.

Устройство ЧПУ представляет собой сложный комплекс электронных систем, производящих переработку информации, поступающей от программоносителя и исполнительных органов станка, вырабатывающих основные и технологические команды.

Для начального обучения навыкам программирования и управления станками, оснащенными ЧПУ, часто используются CNC симуляторы с функциями визуализации траекторий движений вершины инструмента, исполнительных механизмов и объекта обработки.

Данные методические указания позволяют ознакомиться с функциональными возможностями и принципами работы симуляторов систем числового программного управления многоцелевых станков и получить навыки выполнения некоторых функций, синтеза и применения управляющих программ, обеспечивающих обработку заготовок деталей в автоматическом режиме.

Перечень сокращений:

СЧПУ - система числового программного управления;

УЧПУ - устройство числового программного управления;

ПО - пульт оператора;

ПрО - программное обеспечение;

УП - управляющая программа.

Цель работы: ознакомиться с функциональными возможностями симуляторов СЧПУ, порядком и правилами подготовки УП для обработки заготовок.

1 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Пройти инструктаж по технике безопасности;
2. Ознакомиться с настоящими методическими указаниями;
3. Получить задание у преподавателя на выполнение;
4. Выполнить задание, оформить отчет и защитить работу.

2 ПРОГРАММИРОВАНИЕ СЧПУ

Чтобы осуществить обработку заготовок деталей на станке с УЧПУ необходимо создать управляющую программу, которую можно написать вручную или с помощью САМ системы, которая позволяет автоматизировать синтез УП.

Согласно ГОСТ20523-80 *управляющая программа* - это совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки.

Совокупность команд с заданным форматом и определенным набором правил функционирования, используемая для записи информации, называется *кодом программирования*.

Для программирования современного оборудования используется буквенно-цифровой код ИСО-7бит (ISO-7bit) [1], разработанный в начале 60-х годов компанией Electronic Industries Alliance. Он также известен как G или CNC код. Основными единицами управления оборудованием и обеспечения процесса обработки данного кода являются G и M функции.

Функции с адресом G называются подготовительными и определяют режим и условия работы станка и системы ЧПУ. Стандартные подготовительные функции лежат в диапазоне G00 - G99. *M-коды* используются в ЧПУ для запроса выполнения вспомогательных операций управления станком. Многие современные УЧПУ имеют двух-, трех- и четырехзначные коды G и M функций, которые являются, в ряде случаев, уникальными и используются только на конкретных устройствах.

Все необходимые сведения о возможностях симуляторов, их интерфейсе, настройках, используемых кодах программирования, стандартных циклах

обработки и другие содержатся в данных методических указаниях и руководствах по программированию [2, 3, 4].

3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИМУЛЯТОРАХ СЧПУ И ИХ ПРИМЕНЕНИИ

3.1 Симулятор OSP-P200M (фирма OKUMA, Япония)

Симулятор предназначен для подготовки, отработки УП, имитации управления 2-х и 3-х координатными станками. На симуляторе можно осуществлять проверку УП в режиме трех мерного реального моделирования процесса обработки (рис. 1).

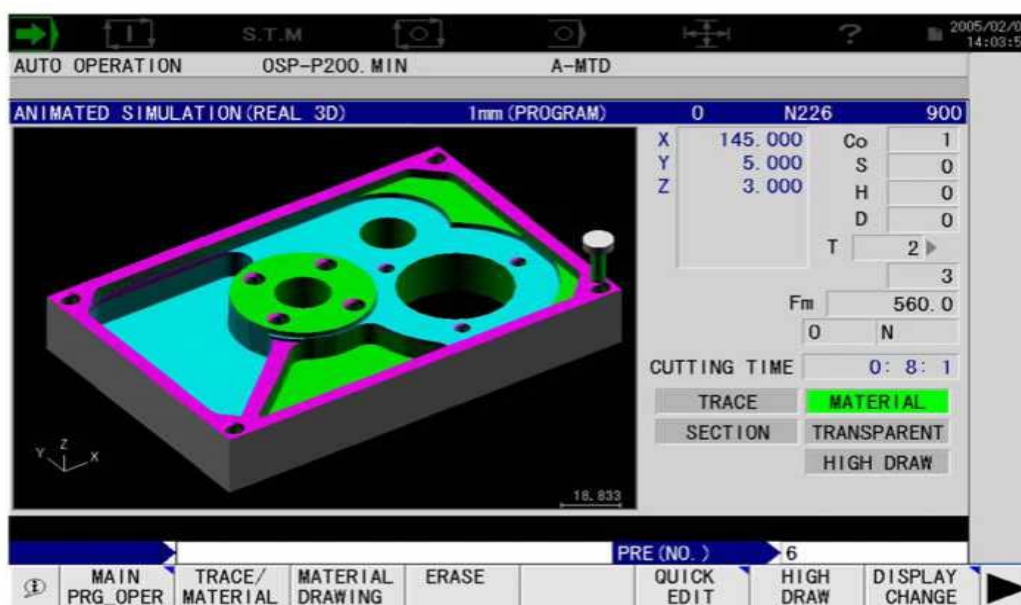


Рисунок 1 - Экран трехмерного реального моделирования процесса обработки

Для отображения экрана анимационного моделирования ANIMATED SIMULATION необходимо выбрать [F8] (DISPLAY CHANGE) в функциональном меню автоматического, MDI или ручного управления. При этом отображается окно DISPLAY CHANGE, в котором нужно выбрать ANIMATED SIMULATION в этом меню.

Экраны управления показываются на экране монитора с помощью выбора функциональных кнопок выбора и дополнительных панелей управления при наладке станка для обработки, испытательном резании, и т.д. с индикацией на экране меню функций по управлению [2]. Экраны управления состоят из всплывающих экранов по управлению, одиночных экранов, которые появляются на основном экране и экран подтверждения установок. В дополнение к основному экрану и отображениям функционального меню, отображаемый экран ещё включает **всплывающие окна**, которые

отображаются, когда выбираются специальные функции.

При необходимости выполнения определенной операции по управлению станком, она вызывается соответствующим функциональным ключом.. **Выплывающий экран** совместим с опциями функций включающих контроль нагрузки, СОЖ, обдув воздухом, датчика коррекции размеров инструмента, измерения на станке и определения правильности работы патрона (рис.2).

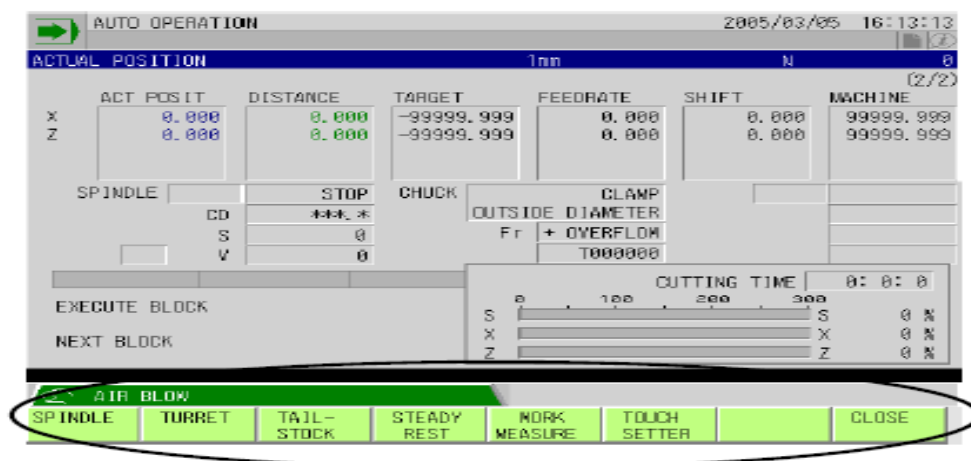


Рисунок 2 - Выплывающий экран управления

На **одиночном экране** показывается вся необходимая информация для управления (рис.3). Можно выполнять все операции, из операций установки данных станка с помощью одиночного экрана без переключения экранов. Экран совместим с дополнительными функциями, включая датчик коррекции размеров инструмента, ловитель готовых деталей, программированной задней бабкой и многозадачностью.

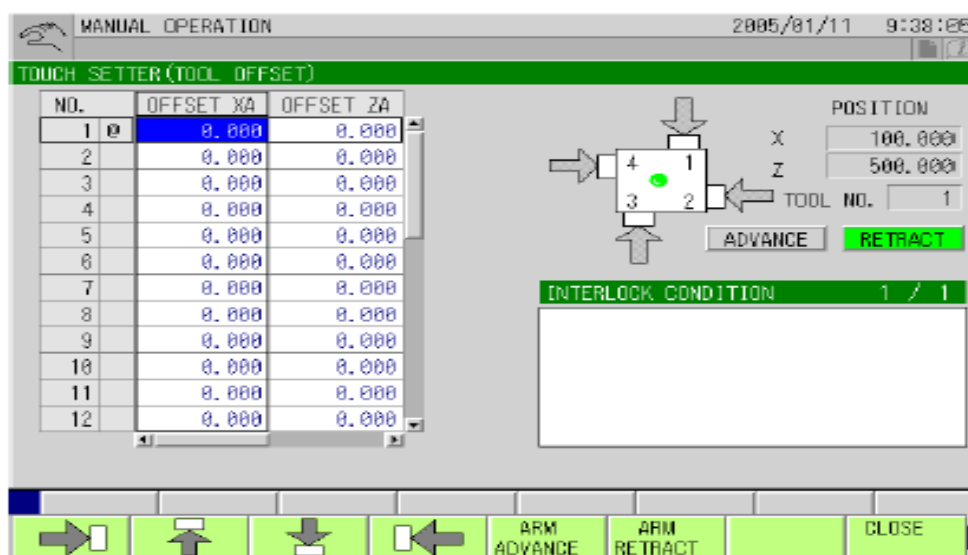


Рисунок 3 - Одиночный экран управления

На одиночном экране показаны все установки управления станком, и Вы подтверждаете их наличие в настоящее время на экране установки подтверждения (рис.4).

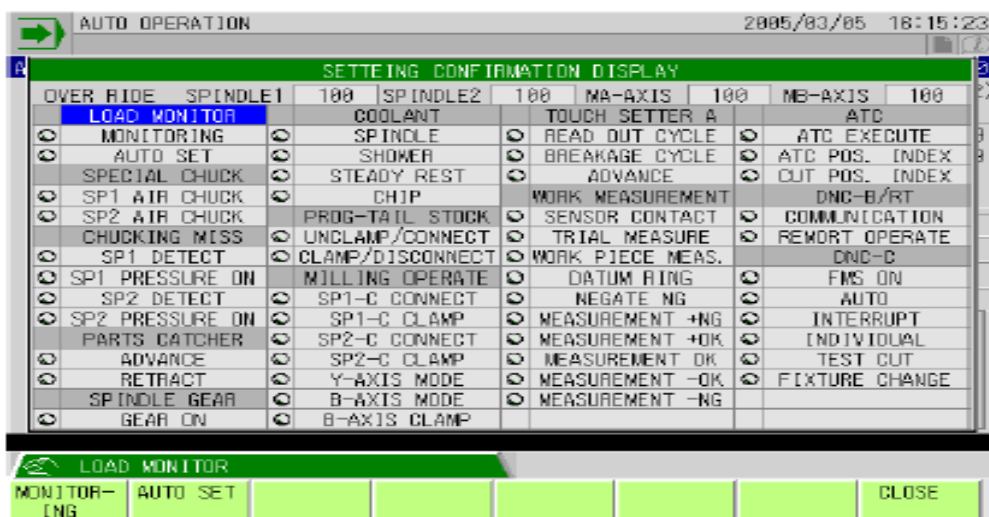


Рисунок 4 -Экран установки подтверждения

Экран подтверждения установок позволяет Вам подтвердить и исполнять все установки выключателей и состояний станка в единственном экране для операций на всплывающем управлении (POPUP OPERATION) и экране подтверждения установок (SETTING CONFIRMATION).

При нажатии на кнопку (Подтверждение установки) [SETTING CONFIRMATION] появится следующий всплывающий экран (SETTING CONFIRMATION). Подтвердите установку каждого выключателя и состояний станка. Далее необходимо выбрать функциональное меню и произвести управление станком. Для выхода из экрана (SETTING CONFIRMATION), требуется нажать повторно на кнопку (Подтверждение установки)[SETTING CONFIRMATION].



Функция управления СОЖ и функции управления обдувом берётся в качестве примера по применению **Всплывающего управления**. За счёт нажатия на функциональную кнопку (COOLANT) на дополнительной панели управления, следующие функциональное меню появится на экране монитора (рис.5).



Рисунок 5 - Выплывающая панель управления

Использование СОЖ на станке: производится включение и выключение СОЖ по каждому из устройств.

[F1] [SPINDLE] (шпиндель). СОЖ подаётся из шпинделя и выключается каждый раз, когда эта кнопка нажимается.

[F2] [SHOWER] (душ). Подаётся СОЖ из специальных сопел,

использующихся для смыва, и выключается каждый раз, когда эта кнопка нажимается.

[F3] [STEADY REST] (люнет). Подаётся СОЖ из люнета, которая используется для смыва и выключается каждый раз, когда эта кнопка нажимается.

[F4] [CHIP] (смыв стружки). Смыв стружки с помощью СОЖ и выключается каждый раз, когда эта кнопка нажимается.

[F8] [CLOSE] (закреть). При нажатии на этот ключ происходит закрытие данного выплывающего экрана.

При подаче любого из всех типов подачи СОЖ, останов его происходит при нажатии на кнопку [COOLANT ALL OFF] (останов всех типов СОЖ) расположенной на панели управления станком, при этом индикаторная лампочка в верхнем левом углу кнопки загорится. При повторном нажатии на эту кнопку данная лампочка погаснет и произойдёт включение подачи СОЖ, которая было до нажатия на кнопку [COOLANT ALL OFF].

Обдув воздухом [AIR BLOW]. За счёт нажатия на ключ выбора обдува воздухом ([AIR BLOW]), на экране появится следующие выплывающие меню управления (рис.6).



Рисунок 6 - Выплывающее меню управления

На рисунке 6 показаны все устройства, позволяющие включить или выключить обдув воздуха.

[F1] [SPINDLE] (шпиндель) - Происходит обдув воздухом из шпинделя, пока удерживается кнопка в нажатом состоянии.

[F2] [TURRET] (револьверная головка) - Обдувается револьверная головка, пока кнопка удерживается в нажатом состоянии. Когда обдув воздухом производится отдельно для револьверной головки А и В на станках с двумя суппортами, то обдув воздухом револьверной головки А или В производится в соответствии с выбором револьверной головки с пульта управления ЧПУ.

[F3] [TAILSTOCK] (задняя бабка) - Происходит обдув воздухом задней бабки, пока удерживается кнопка в нажатом состоянии.

[F4] [STEADY REST] (люнет) - Происходит обдув воздухом люнета, пока удерживается кнопка в нажатом состоянии.

[F5] [WORK MEASURE] (рабочее измерение) - Происходит обдув воздухом измеряемую деталь, пока удерживается кнопка в нажатом состоянии.

[F6] [TOUCH SETTER] (коррекция размеров инструмента) - Происходит обдув воздухом устройства коррекции размеров инструмента, пока удерживается кнопка в нажатом состоянии.

[F8] [CLOSE] (закрыть) - При нажатии на эту кнопку происходит закрытие данного выплывающего экрана.

Коррекция размеров инструмента взята в качестве примера *управления одиночным экраном монитора (SINGLE - SCREEN OPERATION)*.



Когда станок оборудован опцией - коррекции размеров инструмента [TOUCH SETTER], то следующий одиночный экран выплывает после нажатия на ключ функционального выбора [TOUCH SETTER] на дополнительной панели (рис.7).

Управление выплывающим экраном становится действенно, если нажата кнопка [TOUCH SETTER] в автоматическом или MDI режимах.

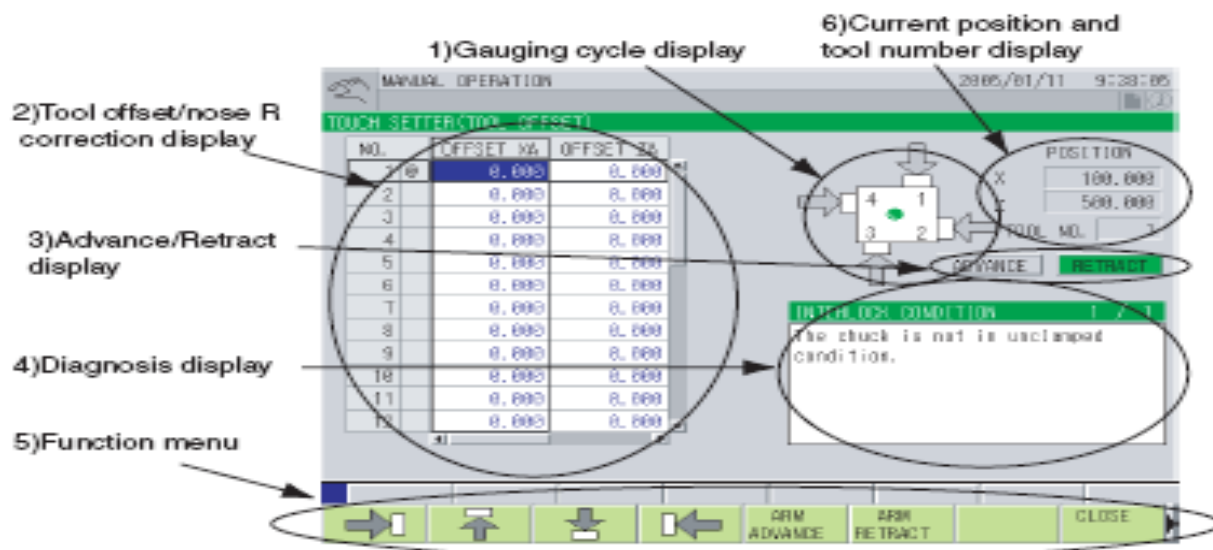


Рисунок 7 - Экран коррекция размеров инструмента [TOUCH SETTER].

На рисунке 7 представлены: 1 - Индикация измерительного цикла. Подцвеченная стрелка показывает направления движения инструмента в ручном измерительном цикле; 2 - Индикация смещение на длину инструмента / коррекция радиуса режущей кромки инструмента; 3 - Индикация вперед / назад (подцвеченная индикация показывающая есть или нет движения touch setter вперед или назад); 4 - Диагностическая индикация.

Управление станком возможно выбором функции из *меню функций* на экране.

[F1] (ручной измерительный цикл 4). Измерительный цикл имеет место в положительном направлении Z - оси за счёт нажатия на эту кнопку.

[F2] (ручной измерительный цикл 3). Измерительный цикл имеет место в

положительном направлении X - оси (или в отрицательном направлении X - оси в случае револьверной головки В на станках с двумя суппортами) за счёт нажатия на эту кнопку.

[F3] (ручной измерительный цикл 2). Измерительный цикл имеет место в отрицательном направлении X - оси (или в положительном направлении X - оси в случае револьверной головки В на станках с двумя суппортами) за счёт нажатия на эту кнопку.

[F4] (ручной измерительный цикл 1). Измерительный цикл имеет место в отрицательном направлении Z - оси за счёт нажатия на эту кнопку.

[F5] (ARM ADVANCE) (рука вперёд). Рука touch setter движется вперёд, за счёт нажатия на эту кнопку.

[F6] (ARM RETRACT) (рука назад). Рука touch setter движется назад, за счёт нажатия на эту кнопку.

[F7] (CLOSE) (закреть). Этот выплывающий экран закрывается при нажатии этой кнопки.

Необходимые экраны могут быть выбраны из меню, а автоматическом, MDI и ручном режимах управления станком, в режиме установки параметров, режиме установки нулей станка и режиме установки инструментальных данных. Выбрать функцию (дисплей сменить) [DISPLAY CHANGE] из функциональных кнопок начального экрана для каждого режима индикации при этом появится выплывающее окно управления «DISPLAY CHANGE» (рис.8).

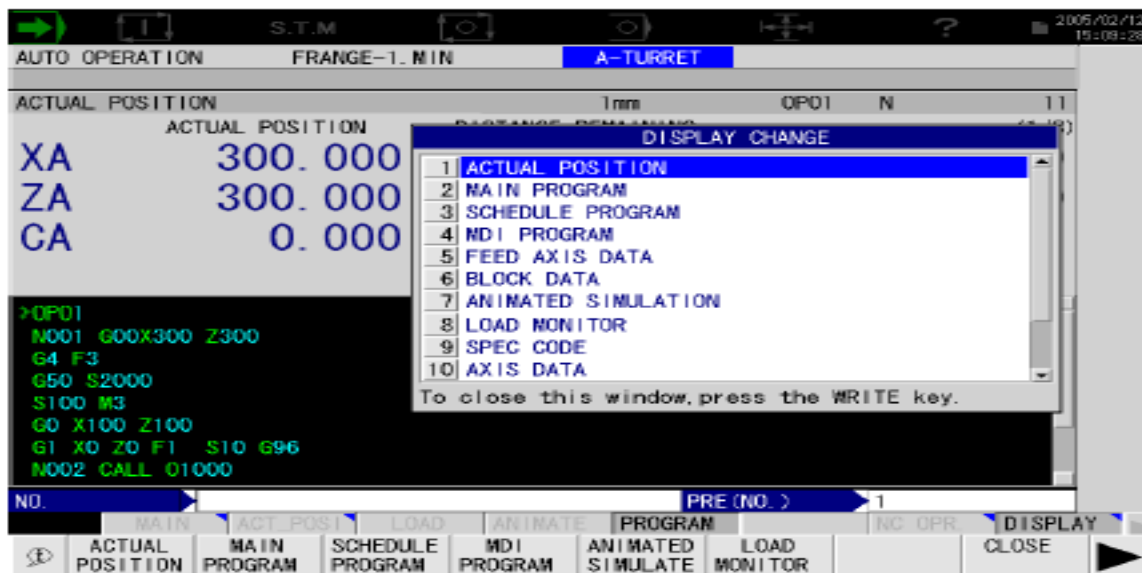



Рисунок 8 - Выплывающее окно управления «DISPLAY CHANGE».

Используя курсорные кнопки вверх / вниз (up / down) выбрать нужный тип экрана для индикации, выбрать - CLOSE в меню функций, для переключения на выбранный экран индикации. Нажать на кнопку  [WRITE] (запись), когда

курсор будет располагаться на CLOSE в выплывающем окне «DISPLAY CHANGE». Действие будет точно таким же, как будто Вы нажали на функциональную кнопку (CLOSE) в меню выбора функций.

Переход между функциями (кратчайший путь) возможен только в режимах управления (автоматическом режиме, MDI режиме и в режиме ручного управления). Выбрав [DISPLAY CHANGE] из функционального меню начального экрана, можно вызвать выплывающее меню с именами экранов, которые можно будет выбрать для индикации.



Рисунок 9 - Выплывающие меню с именами экранов

Выбирая требуемый экран из этого выплывающего меню, получаем самый короткий путь к требуемому экрану.

Индикация экрана ACTUAL POSITION (действительная позиция) имеет два типа индикаций: нормальная индикация и подробная индикация. На экране подробной индикации показывается более или менее вся требуемая информация на одном экране. Однако величина знаков на экране маленького размера по сравнению с нормальным экраном индикации. Возможно переключение между нормальным экраном индикации и подробным экраном с помощью кнопок листания страниц.

Независимо от того, имеет ли отображение текущего экрана переключение на другие страницы, количество страниц можно определить по метке страниц в верхней правой части экрана. Если имеется только одна страница для текущего экрана, то метка страницы отсутствует. Если имеются несколько страниц, то на этом месте показывается номер страницы и общее количество страниц для данного типа экрана, для примера: “1 / 5”.

В случае невозможности показать все пункты функционального меню на соответствие с функциональным кнопкам от F1 до F8 на одном экране, чёрный треугольный символ будет показан в правом конце меню функций (рис.10). Когда этот символ присутствует на экране, то пункты меню символов не все показаны на экране, но они могут быть показаны путём нажатия на кнопку расширения расположенную справа от функциональной кнопки [F8].

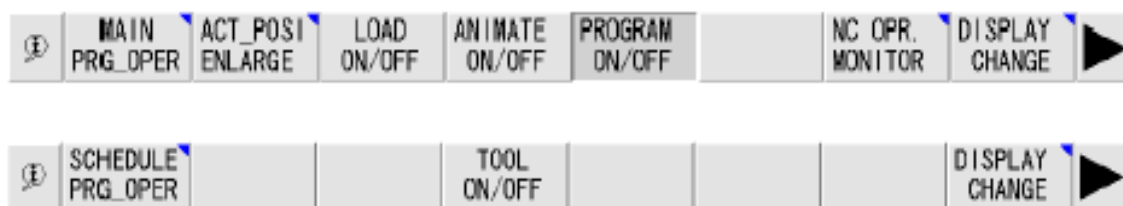


Рисунок 10 - Функциональные кнопки меню функций

При нажатии режимной кнопки текущего режима с открытым выплывающим окном происходит возврат экрана к его исходному состоянию. Такие операции называется *операциями быстрого закрытия* и используются при различных условиях управления.

Если в режиме редактирования программы появляется сообщение: “ ALL WINDOWS CLOSE. FILE SAVE OK?” (все окна закрыть, файл записать?), то возможны следующие варианты действий:

- выбрать [F6] (YES) (да); для сохранения файла, закройте все выплывающие окна и активировать экран DIRECTORY (справочник);
- выбрать [F7] (NO) (нет); закройте все выплывающие окна без сохранения файла и активируйте экран DIRECTORY (справочник); следует учесть, данные, которые редактировались, будут потеряны;
- выбрать [F8] (CANSEL) (стирание) для прекращения процесса быстрого закрытия.

3.2 Последовательность управления программой обработки на симуляторе OSP-P200M

Обычно, программа обработки может иметь более чем одну команду в одном кадре, до тех пор, пока формат программирования не допускал спецификации из разнообразных команд в кадре.

Команды в программе в значительной степени можно разделить на две категории - команды перемещения осей, которые имеют прямое отношение к обработке и смешанные команды управления, такие как пуск / стоп шпинделя, выбор позиции револьверной головки и включение / выключение подачи СОЖ.

Без функции уменьшения времени работы, команды в кадре выполняются в следующем порядке: выполнение смешанных команд управления и потом команды с перемещением осей, если эти два типа команд находятся в одном и том же кадре. Выполнение команд связанных с перемещением осей начинается только после завершения выполнения смешанных команд. Программа выполняется последовательно кадр за кадром, т.е. выполнение следующего кадра начинается только после завершения выполнения текущего кадра. В зависимости от типа смешанной функции, одновременное выполнение их с командами связанными с перемещением осей не является проблемой и, используя функцию сокращения времени работы, может в итоге значительно уменьшить время цикла.

Смешанное управление позволяют одновременно выполнять команды перемещения оси и делятся на три группы. Смешанные операции, которые

относятся к шпинделю и М - инструментальному шпинделю. Коды М общего назначения, включающие смешанные операции, которые относятся шпинделю и М - инструментальному шпинделю. Смешанные операции, которые относятся к управлению выбора позиций револьверной головки.

Для каждой группы смешанных операций, которые определяются вызовом кода М, “игнорируется” ответ об исполнении её, и позволяют выполнять команды движения определённые в том же самом блоке без ожидания ответного сигнала о выполнении команд смешанных операций, например:

М63 / М57: игнорирование ответа смешанных операций, которые относятся к шпинделю и М - инструментальному шпинделю / стирание игнорирования ответа;

М64 / М62: игнорирование ответа кодов М общего назначения, исключая смешанные операции, которые относятся к шпинделю и М - инструментальному шпинделю / Стирание игнорирования ответа;

М65: игнорирование ответа Т команд.

Продолжительность действия команды М63 (Игнорирование ответа, которые относятся к шпинделю и М - инструментальному шпинделю) зависит от выбора между модальным типом исполнения и действием команды только в течение одного кадра.

Этот выбор определяется установкой параметра выбора режима.

Модальный тип: при установке команды М63 устанавливается режим игнорирование ответа; стирание режима игнорирование ответа производится вводом команды М57 или определение вращения шпинделя или изменение команды скорости вращения шпинделя отличной от текущего состояния шпинделя;

Однокадровый тип: режим игнорирования ответа действует только в блоке, где присутствует команда М63. Этот режим действует только в одном кадре, что устанавливается параметром, стирать данную команду не нужно.

Установка дополнительных параметров. (OPTIONAL PARAMETER OTHER)

44: М63 команда эффективна только в одном кадре.

0: М63 команда модального типа.

1: М63 команда действует в одном кадре. Начальная установка - “1”.

Управление шпинделем / М - инструментальным шпинделем (модального типа).

М63: Игнорирование ответа смешанной операции*, которые относятся к управлению шпинделем / М - инструментальным шпинделем заданных с М63 в одном и том же кадре.

M57: Стирание режима M63. Для смешанной операции, которые относятся к управлению шпинделем / M - инструментальным шпинделем обращаться к колонке “Смешанная операция” в таблице ниже в титуле “Та же группа”. Для команд смешанных операций, которые относятся к управлению шпинделем / M - инструментальным шпинделем выполнение их производится согласно таблице 1.

Таблица 1 - Команды управления шпинделем

	Команда оси	Управление
Без M63	G00	Команды движения оси выполняются одновременно с командой для смешанной операции, и начало выполнения следующего кадра начинается после завершения исполнения смешанной операции.
	Отличие от G00	Команды осевого движения начинаются после подтверждения об исполнении команды смешанной операции.
С M63	Все осевые движения команд	Команды, по перемещению оси, выполняются одновременно с командой смешанной операции, и начало выполнение следующего кадра начинается после завершения выполнения команд движения. При игнорировании ответа о выполнении смешанной операции (M63) начало выполнения следующего кадра не зависит от того, есть или нет ответ о завершении выполнения смешанной операции. Даже если следующий кадр начался до завершения исполнения смешанной операции данного кадра, ответ не подтверждается во время выполнения следующего кадра.

Команды для шпинделя / M - инструментального шпинделя, которые относятся к смешанной операции и для которых действует команда M63 игнорирование ответа об исполнении, только эти команды, находящиеся в одном и том же кадре с M63 будут игнорироваться.

Команда M63 стирается, если команда смешанной операции одной и той же группы выполняются. Термин одна группа означает группу команд, которые изменяют состояние заданных смешанных операций. Пример группы приведен в таблице 2:

Таблица 2 - Пример группы команд управления шпинделем

Группа команд	M код / S-команда SB команда	Смешанная операция.
Шпиндель	M03 / M04 / M05	Вращение шпинделя.
	M19	Ориентация шпинделя

	M41 / M42 / M43 / M44	Переключения диапазона (шестерёнок) / переключение обмоток двигателя
	M150 / M151	Шпиндель - синхронное вращение
	M220 / M221 - M226	Токарная обработка торцевой поверхности.
	M239	Противоположная ориентация шпинделя
	S	Команда скорости вращения шпинделя
М - инструментальный шпиндель.	M12 / M13 / M14	Вращение М - инструментального шпинделя.
	M229	Ориентация М - инструментального шпинделя
	M241 / M242	М - инструментальный шпиндель - переключение диапазона вращения.
	SB	Команда скорости вращения шпинделя.

Управление шпинделем (М - инструментальным шпинделем). Однокадровый тип.

М63: игнорирование ответа смешанной операции*, которые относятся к управлению шпинделем / М - инструментальным шпинделем, заданных с М63 в одном и том же кадре; М63 действительна только в выбранном кадре.

* : для смешанной операции, которые относятся к управлению шпинделем / М - инструментальным шпинделем обращаться к колонке “Смешанная операция” в таблице ниже в титуле “Та же группа”; для команд смешанных операций, которые относятся к управлению шпинделем / М - инструментальным шпинделем.

Команды управления шпинделем / М - инструментальным шпинделем, относящиеся к смешанным операциям, для которых ответ о выполнении игнорируется за счёт исполнения кода М63 только для тех команд, которые есть в данном кадре;

задание кода М63 управляет М - кодами, которые вызывают смешанные операции. Коды команд, которые зависят от команды М63, представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Таблица команд смешанных операций

Группа команд	М код / S-команда / SB команда	Смешанная операция.
Шпиндель	M03 / M04 / M05	Вращение шпинделя.
	M19	Ориентация шпинделя
	M41 / M42 / M43 / M44	Переключения диапазона (шестерёнок) / переключение обмоток двигателя
	M150 / M151	Шпиндель - синхронное вращение
	M220 / M221 - M226	Токарная обработка торцевой поверхности.
	M239	Противоположная ориентация шпинделя
	S	Команда скорости вращения шпинделя
М - инструментальный шпиндель.	M12 / M13 / M14	Вращение М - инструментального шпинделя.
	M229	Ориентация М - инструментального шпинделя
	M241 / M242	М - инструментальный шпиндель - переключение диапазона вращения.
	SB	Команда скорости вращения шпинделя.

Управление М кодами общего назначения отличные от М кодов относящихся к управлению шпинделем / М - инструментальным шпинделем.

М64: игнорирования ответа смешанных операций отличных от М кодов относящихся к управлению шпинделем / М - инструментальным шпинделем находящихся в одном кадре с командой М64.

М62: стирание команды М64.

* : для смешанных операций отличных от тех, которые управляют шпинделем / М - инструментальным шпинделем смотрите столбец “Смешанные операции” в таблице 4.

Управление выбором позиции револьверной головки.

М65: для игнорирования ответа на команду выбора позиции револьверной головки следует указать в том же кадре команду М65;

М66: X - и Z - оси должны находиться на программном концевом выключателе в положительном направлении для выбора позиции револьверной головки; если М66 задана в кадре, который содержит команду выбора позиции револьверной головки; выбор позиции разрешён даже если оси не находятся на программном концевом выключателе; при использовании команды М65 одновременно следует указать команду М66; условия управления для команды выбора позиции револьверной головки показаны в таблице 5.

Таблица 4 - Команды управления M-кодами общего назначения

	Команда оси	Управление
Без M64	Все команды перемещения оси	Команды перемещения оси выполняются после подтверждения о завершении смешанной операции.
С M64	Все команды перемещения оси	Команды перемещения оси выполняются одновременно с командами смешанной операции, и следующий кадр начнёт выполняться после завершения команд перемещения оси. Т.к. ответ о смешанной операции игнорируется (M64), начало выполнения следующего кадра не зависит от того завершена или нет смешанная операция. Даже если следующий кадр начнётся выполняться до завершения смешанной операции, его ответ не подтверждается во время выполнения следующего кадра.

Таблица 5. - Команды управления выбором позиции револьверной головки

	Команда оси	Управление
Без M65	Все команды перемещения оси	Команды перемещения оси выполняются после подтверждения о завершении индексирования револьверной головки.
С M65 С M66	Все команды перемещения оси	Команды перемещения оси выполняются одновременно с операцией индексирования револьверной головки, а следующий кадр начнёт выполняться после завершения команд перемещения оси. Т.к. ответ команды об индексировании револьверной головки игнорируется (M65), следующий кадр начнёт выполняться, несмотря на то, завершено или нет индексирование. Даже если новый кадр запустится до завершения индексирования револьверной головки, его ответ не подтверждается во время выполнения следующего кадра.

3.3 Симулятор FANUC серия 0i-MS

Симулятор встроен в систему управления трехкоординатного станка. Количество непрерывно управляемых осей - 4. Система координат рабочего пространства станка приведена на рисунке 11.

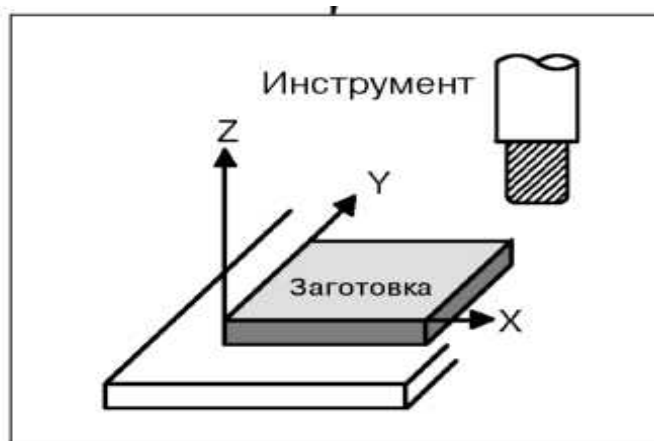


Рисунок 11 - Система координат рабочего пространства трехкоординатного станка с вертикальным расположением шпинделя

В процессе наладки станка на выполнение операции необходимо осуществить позиционирование заготовки относительно инструмента, ввести УП в УЧПУ станка и выполнить обработку заготовки. Пример обработки поверхностей приведен на рисунке 12.

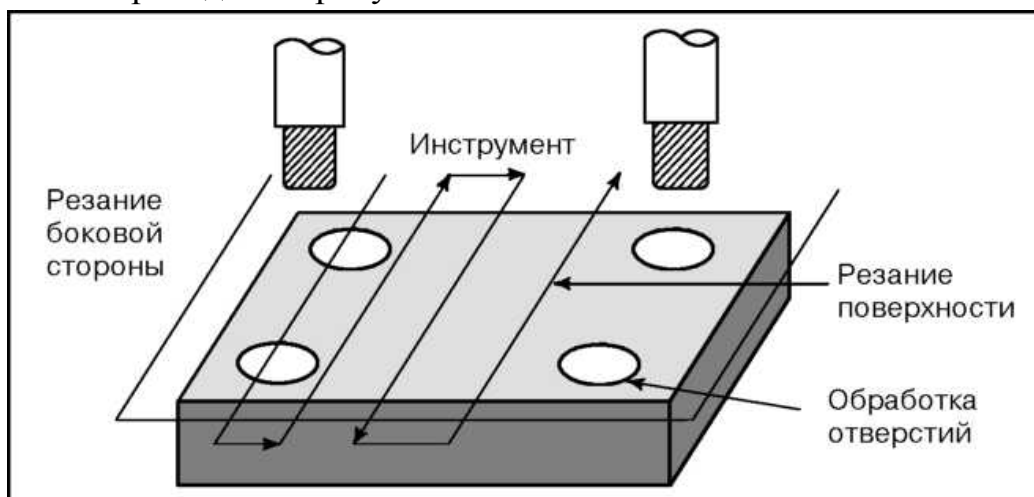


Рисунок 12 - Пример обработки заготовки концевой фрезой

Для вывода на экран УП, ее редактирования или создания новой программы используется сервисная программа MANUAL GUIDE. В окно MANUAL GUIDE 0/ можно попасть нажатием кнопки “CUSTOM” на панели MDI [3].

В окне нужно ввести **номер программы**, которая требуется создать или отредактировать. Программа MANUAL GUIDE 0/, позволяет редактировать в фоновом режиме. Нельзя редактировать программу механообработки, если она является “активной” УП ЧПУ. Чтобы изменить номер активной программы, следует нажать кнопку “PROG” на клавиатуре панели MDI, ввести “Oxxxx” (где xxxx - любой номер в памяти программ, отличный от номера программы, которую необходимо отредактировать), затем необходимо нажать клавишу со

стрелкой вниз на панели MDI.

Номер “O” в верхней части экрана изменится на введенный номер. Если выбранная для редактирования программа в текущий момент активна на ЧПУ, на экране ЧПУ появляется предупреждение.

Если система не выдает предупреждение, появляется окно редактирования MANUAL GUIDE 0/ с введенным вами номером программы, готовое для редактирования пользователем. Для возврата в окно MANUAL GUIDE 0/ нажмите клавишу “CUSTOM” на панели ручного ввода.

Для осуществления *процесса программирования*, задания перемещения инструмента и управления станком используются G- и M-коды. Для поддержки программирования и корректирования УП в симуляторе имеется система справки. Чтобы войти в систему справки по “G-Code Assistance”, нужно нажать дисплейную клавишу “G-CODE” на экране. После этого появляется меню справки по G-кодам. В меню справки по G-кодам представлен перечень всех поддерживаемых данной системой управления G-кодов. Меню разбито на несколько страниц.

Для *установки системы координат* используется подготовительная функция G92 SETTING WORK COORD SYSTEM (установка рабочих координат). С помощью задания команды G92 система координат заготовки (выбранная кодами G54- G59) перемещается для установки нового начала системы координат заготовки. Затем - вводятся значения коррекции точки отсчета заготовки.

Как и другие команды, M-коды можно вставлять непосредственно в программу обработки через окно редактора; или же можно воспользоваться системой справки по M-кодам “M-Code Assistance.” Чтобы войти в систему справки по M-кодам необходимо нажать дисплейную клавишу “M CODE” на экране. После этого появляется меню справки по M-кодам.

В меню MANUAL GUIDE 0/ используется *сервис “постоянный цикл механообработки”*, который позволяет пользователю вводить в УП блоки с постоянными циклами. Эти постоянные циклы дают доступ к следующим подпрограммам обработки с четырехзначными G-кодами [3].

Для использования сервиса “постоянный цикл механообработки” нужно нажать дисплейную клавишу “CYCLE”. На экране появится меню механообработки по циклу. В этом меню механообработки по циклу представлены все постоянные циклы, поддерживаемые MANUAL GUIDE 0/. Меню разбито на несколько страниц. Суммарное число страниц справки и текущая выбранная страница показаны вверху меню. Далее можно воспользоваться клавишами перелистывания страниц на панели MDI для навигации по страницам меню обработки по циклам. Чтобы получить

справочную информацию по выбранному блоку постоянного цикла обработки нужно ввести номер выведенного в меню G-кода и нажать клавишу “INPUT” на панели MDI.

Программирование симулятора осуществляется с использованием стандартных и специальных кодов [1, 3].

3.4 Симулятор NC-201

Симулятор располагается отдельно от станка и предназначен для управления токарным станком по 3 непрерывно управляемым координатам (2 координаты - суппорт станка; 1 координата - вращение (поворот) шпинделя станка).

Посредством выполнения команд УП обеспечивает визуализацию движения вершины инструмента на экране пульта оператора (ПО) (рис.13). На ПО располагается алфавитно-цифровая клавиатура, дисплей размером 10,4 дюйма.

Ниже находятся: функциональные клавиши, а также (слева направо) кнопка «Стоп», клавиши выбора направления ручных перемещений, корректоры скоростей подач, вращения шпинделя, выбора режима работы УЧПУ, кнопки «Пуск», «Сброс», замок включения / выключения УЧПУ.

Станочная панель (в нижней части ПО) состоит из (слева направо): штурвала, джойстика, переключателя зажима / разжима патрона, кнопок включения / выключения СОЖ, имитатора конечного выключателя, FDD на 3,5 дюйма.



Рисунок 13 - Пульт оператора симулятора NC-201

На экране ПО визуализируется следующая информация:

- перечень имеющихся программ;

- таблицы корректоров;
- исходные точки;
- срок службы инструментов;
- ход процедуры редактирования УП (режим «КОМАНДА»).

Подготовительные функции симулятора G, используемые при программировании, делятся на функциональные классы, в зависимости от предназначения. Описание подготовительных функций для программирования УЧПУ и их задание приведены в технической документации [4] и приложении А.

При создании кадров УП с функциями G оператор G определяется двумя цифрами (00...99), которые декодируются системой и записываются после номера кадра. В одном кадре можно программировать несколько операторов G, если они конгруэнтны (совместимы).

M-функции являются вспомогательными, осуществляют следующие управляющие воздействия и приведены в приложении Б.

M-функции модифицируются программой логики станка, которая расширяет или сужает их возможности. В одном кадре УП можно применять до 4-х функций.

Примеры действий по управлению и примеры фрагментов программ управления приведены в приложении В.

При управлении NC-201 используются операторы, представляющие собой **трехбуквенные коды**, которые делятся на семь классов [4]:

- операторы, изменяющие систему начала отсчета осей;
- операторы, изменяющие последовательность выполнения программы;
- смешанные операторы;
- операторы ввода / вывода;
- операторы контроля инструмента;
- операторы видеографического управления;
- операторы управления коррекциями.

В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» визуализируется три вида видеостраниц: #1, #6, #7, содержащих следующую информацию: режимы (S, M, F, T), корректоры инструмента, выполняемый кадр УП программы и подпрограммы, сообщения, активные команды, состояние системы станка (видеостраницы #1, #7), горизонтальное и вертикальное меню станочной панели, наименование и значения осей, начальные точки (видеостраница #7). Видеостраница #6 осуществляет графическое отображение движения инструмента и осей.

Видеостраница # 6 осуществляет графическое отображение движения вершины инструмента и движение оси. Исходная видеостраница состояния процесса #1: UAS=1 «нажать ENTER» (блокировка привода). Для отработки

программы с использованием видеостраницы #6 необходимо выбрать и ввести УП «нажать ENTER»; для использования видеостраницы #6 необходимо нажать клавишу F2 и установить формат графического поля: UCG, 1, X...X..., Y...Y..., Z... клавиша «ENTER»; выбрать режим работы УЧПУ: «АУТО» / «СТЕР»; нажать «ПУСК» для начала работы УП («ПУСК» необходимо нажимать каждый раз после отработки очередного кадра УП, если установлен режим «СТЕР»).

4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Задание на выполнение работы
2. Эскиз детали с указанием обрабатываемых поверхностей
3. Текст управляющей программы.

5 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ (в вариантах, выдаются преподавателем)

1. Осуществить ввод и активизацию УП.
2. Осуществить линейную интерполяцию.
3. Осуществить круговую интерполяцию.
4. Осуществить коррекцию размеров инструмента.
5. Выполнить измерения детали с использованием измерительных циклов.
6. Выполнить отработку УП.
7. Изменить режимы работы (состояние) системы управления.
8. Выполнить установку параметров работы станка.
9. Выполнить корректировку текста УП с использованием стандартных циклов обработки.
10. Выполнить корректировку текста УП с использованием трехбуквенных кодов.
11. Модифицировать текст УП.
12. Установить и осуществить контроль времени цикла обработки.
13. Задать параметры стандартных циклов обработки.
14. Сменить режимы управления (автоматический / ручной).
15. Осуществить привязку инструмента к заготовке.
16. Осуществить вывод исполнительного механизма в «0».
17. Отработать команды управления шпинделем станка.

Список использованных источников

1. Сосонкин В.Л. Системы числового программного управления - М.: Логос, 2005.- 293 с.
2. Система ЧПУ Okuma OSP-P200M. Руководство по специальным функциям (электронный вариант).
3. FANUC серия 0i-МС. Руководство по эксплуатации (электронный вариант).
4. Система ЧПУ NC-201. Руководство оператора (электронный вариант).

Приложение А

Функции G для программирования УЧПУ

- G00 Быстрое позиционирование осей
- G01 Линейная интерполяция
- G02 Круговая интерполяция по часовой стрелке
- G03 Круговая интерполяция против часовой стрелки
- G04 Выдержка времени в конце кадра
- G09 Замедление в конце кадра
- G17 ФУНКЦИЯ задания плоскости **XY(1-2** оси)
- G18 Функция задания плоскости **ZX(3-1** оси)
- G19 Функция задания плоскости **Y7(2-3** оси)
- G27 Непрерывный режим обработки с автоматическим замедлением скорости на углах
- G28 Непрерывный режим обработки без замедления скорости на углах
- G29 Перемещение от точки к точке
- G21 Вход в программу **GTL**
- G20 Выход из программы **GTL**
- G40 Отмена компенсации радиуса инструмента
- G41 Компенсация радиуса инструмента (инструмент слева)
- G42 Компенсация радиуса инструмента (инструмент справа)
- G70 Программа в дюймах
- G71 Программа в мм
- G72 Измерение точки с компенсацией радиуса
- G73 Измерение параметров отверстия
- G74 Измерение теоретического смещения от точки без компенсации радиуса
- G79 Программирование относительно нуля станка
- G80 Отмена постоянных циклов
- G81 Постоянный цикл сверления
- G82 Постоянный цикл растачивания
- G83 Цикл глубокого сверления (с разгрузкой стружки)
- G84 Постоянный цикл нарезания резьбы метчиком
- G85 Постоянный цикл рассверления
- G86 Постоянный цикл развертывания
- G89 Постоянный цикл развертывания с остановкой
- G90 Абсолютное программирование
- C91 Программирование в приращениях
- G93 Скорость подачи как обратное время выполнения элемента
- G94 Скорость подачи в мм/мин или дюйм/мин
- G95 Скорость подачи в мм/об, или дюйм/об.
- G96 Скорость резания в м/мин или фут/мин.

Приложение Б

Функции М для программирования УЧПУ

- М00 - останавливает выполнение программы, вращение шпинделя, охлаждение; сохраняет всю информацию, накопленную в памяти;
- М01 - условная остановка УП (если USO=1);
- М02 - конец УП без установки на начало;
- М03 - вращение шпинделя по часовой стрелке;
- М04 - вращение шпинделя против часовой стрелки;
- М05 - остановка шпинделя и охлаждения;
- М06 замена инструмента с остановкой обработки, подтверждает корректировки, выбранных функций Т, не отменяет М03, М04, М08, М13, М14;
- М08 - подача охлаждения;
- М09 - остановка охлаждения;
- М10 - блокировка осей, не участвующих в процессе обработки;
- М11 - отмена М10;
- М12 - блокировка вращающихся осей, не участвующих в процессе обработки;
- М13 - вращение шпинделя по часовой стрелке с подачей охлаждения;
- М14 - вращение шпинделя против часовой стрелки с подачей охлаждения;
- М19 - остановка вращения шпинделя с угловой ориентацией после операций, содержащихся в кадре. Отменяется М03, М04, М13, М14;
- М30 - автоматический сброс информации в динамическом буфере, установка УП в начало, корректировки инструмента в шпинделе не стираются;
- М40 - отмена диапазона вращения шпинделя;
- М41...44-активизация диапазонов вращения шпинделя 1,2,3,4;
- М45 - автоматическая смена диапазона вращения шпинделя;
- М60 - замена детали.

ПРИМЕРЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНЫХ КОДОВ

1. Примеры действий по управлению

1.1 Быстрое позиционирование осей

Формат: $N20G00$ [другие G] [оси] [операции корректировки] [скорость подачи] [вспомогательные функции], где [другие G] - другие функции G, совместимые с G00 и друг с другом; [оси] - представляются символом, за которым следует численное значение в явной или неявной форме (параметр E);

[операции корректировки] - коэффициенты коррекций на плоскости (U,V,W);

[скорость подачи] - F; определяется скоростью быстрого хода в файлах характеристики УЧПУ; [вспомогательные функции] - M, S, T; в одном кадре можно программировать до 4-х функций M, по одной функции S и T

1.2 Пример линейной интерполяции

Формат: $N5G01$ [другие G] [оси] [операнды корректировки] [скорость подачи] [вспомогательные функции], где [скорость подачи] выражает рабочую величину подачи F; в случае отсутствия заданной F в текущем кадре используется ранее заданная в УП величина.

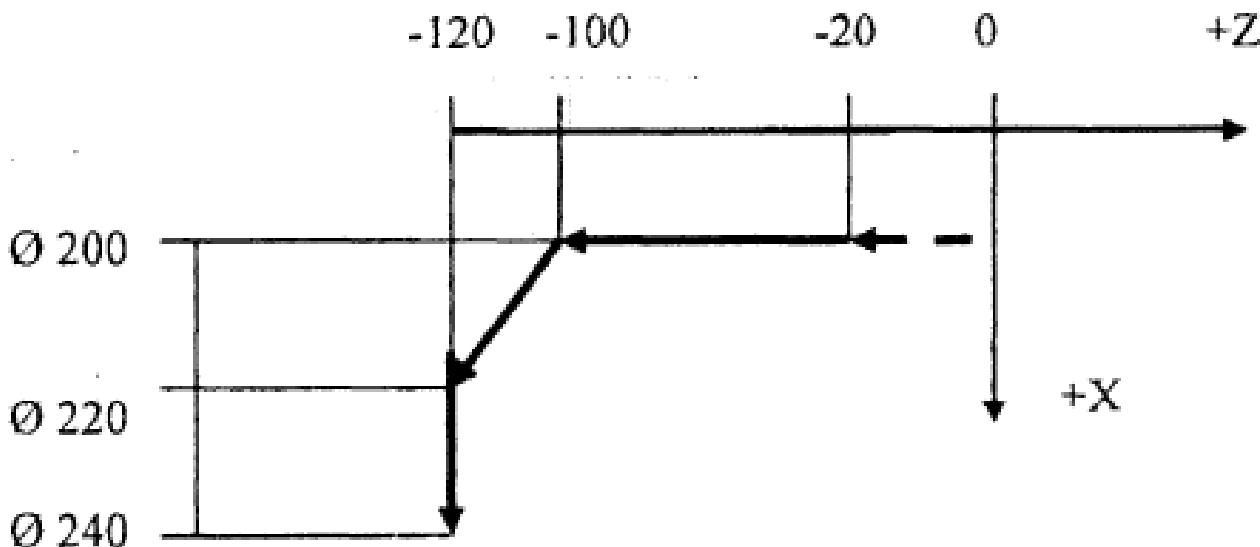


Рисунок 14 - Траектория движения инструмента

Фрагмент УП

№40 G00Z-20

№50 G01Z-100F0.3

№60 X220 Z-120

№70 X240

1.3 Пример круговой интерполяции

Формат: $N10 [G02, G03] [другие G] [оси] i j [операнды корректировки] [скорость подачи] [вспомогательные функции]$, где $[оси]$ - если третья ось не запрограммирована, то интерполяция будет осуществляться в определенной имеющимися осями плоскости (X, Z); i, j - являются адресными словами, выражающими координаты центра окружности.

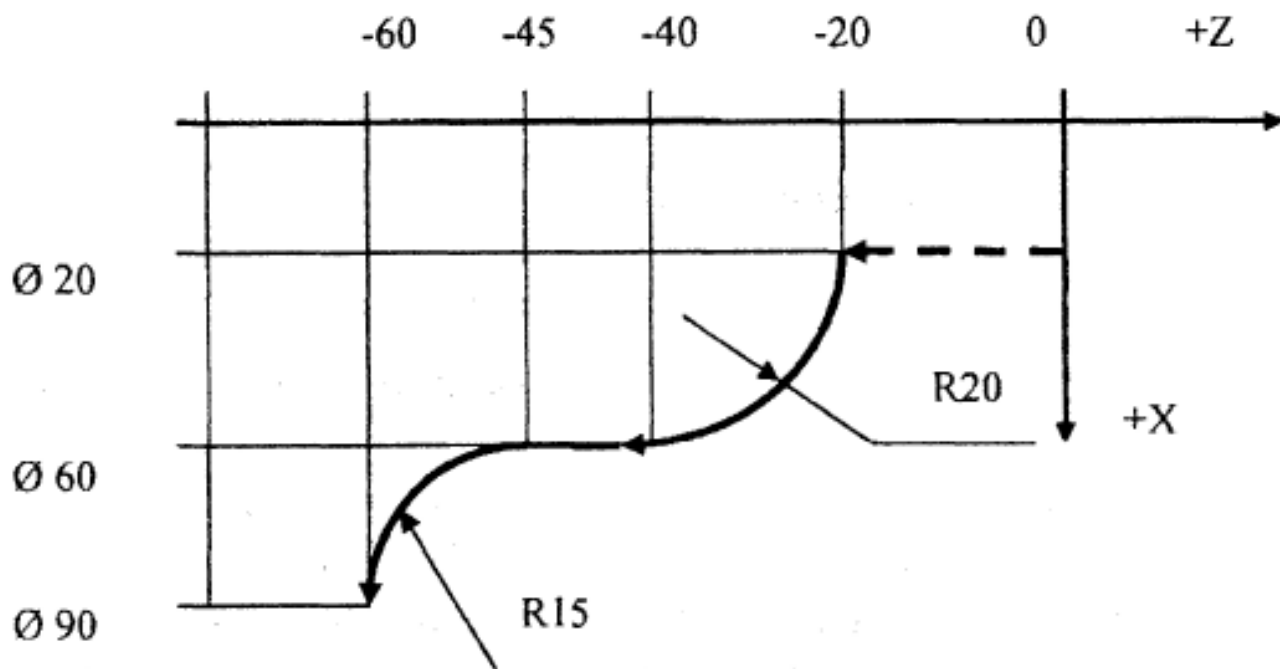


Рисунок 15 - Траектория движения инструмента

Фрагмент УП

№50 G90 G00 Z-20

№70 G02 X60 Z-40 I-40 J20 F02

№80 G01 Z-45

№90 G03 X90 Z-60 I-45 J90

№100 G01 X...Z...

1.4 Пример программирования дуги менее 360°

Программирование дуги менее 360° осуществляется через задание координат конечной точки и радиуса. Начало и конец дуги определяются заданными параметрами и точками пересечения с другими образующими линиями (дугами). Формат: $N35 [G02, G03] [другие G] [оси] R \ [операнды корректировки] [скорость подачи] [вспомогательные функции]$, где R -

адресное слово, выражающее радиус дуги окружности, цифровая часть которой может быть выражена в явной или неявной форме (параметр E).

Знак «+» или «-» перед значением R определяет одно из двух возможных решений: «+» - для дуги от 0° до 179,999°; «-» - для дуги от 180° до 359,999°.

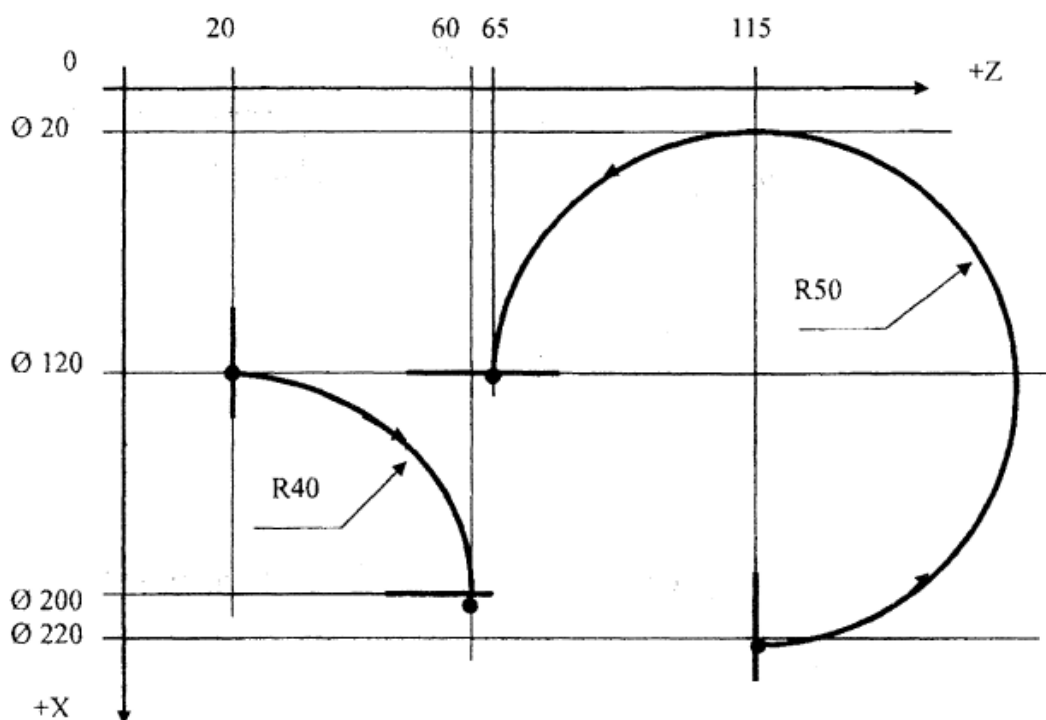


Рисунок 16 - Траектория движения инструмента

Фрагмент УП

№110 G02 X200 Z20 R+40 F0.2

№120 G02 X120 Z115 R- 50 F0.1

2. Примеры используемых циклов обработки

2.1 Примеры нарезания резьбы с постоянным шагом

Нарезание резьбы с постоянным или переменным шагом на цилиндрической или конической поверхности определяет цикл G33. При этом координируются (связываются) движение подачи с вращением шпинделя. Формат: G33 [оси] K [+ - I] [R], где [оси] представлены символом оси и цифровым значением в явной или неявной форме (параметр E); K - шаг резьбы (в случае переменного шага необходимо ставить начальное значение); [+ - I] - изменение шага («+» - увеличивающийся шаг; «-» - уменьшающийся шаг; [R] - задает полярную координату (угол поворота) шпинделя в градусах относительно нулевой точки при нарезаний многозаходной резьбы. Нарезание резьбы осуществляется с постоянным и переменным шагом. Выполнение данной операции возможно с применением дублирующей функции G34.

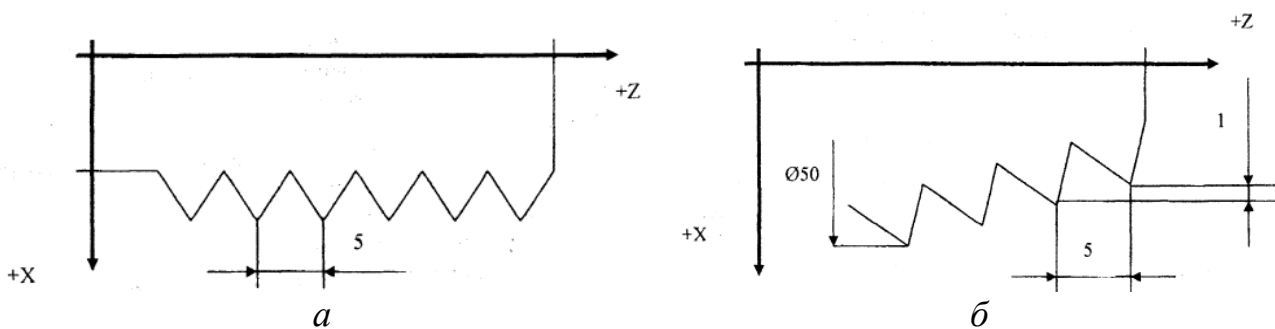


Рисунок 17 - Нарезание резьбы: а - цилиндрическая резьба; б - коническая резьба

Фрагмент УП
№30 G33 Z-50 K5

Фрагмент УП
№65 G33 X50 Z-50 K5.1

2.2 Пример нарезания резьбы с использованием цикла «FIL»

Цикл нарезания одно - и многозаходной резьбы на цилиндрической или конической поверхности за несколько проходов осуществляется при задании трехбуквенного кода «FIL».

Формат: *FIL*, *Z...*, *X...*, *K+-...*, *L...*, *R...*, *T...*, *P...*, *a...*, *b...*, где *Z* - конечный размер по *Z*; *X* - конечный размер по *X*; *K* - шаг резьбы (знак «+» означает нарезание резьбы вдоль оси *Z*); *L* - число проходов черновых и чистовых (задаются через точку); *R* - расстояние между инструментом и деталью (по умолчанию *R*= 1); *T* - четырехзначный код, определяющий тип нарезаемой резьбы; первые две цифры могут означать: *00* - нарезание с конечным пазом; *01* - без конечного паза - врезание под углом; *10* - нарезание с конечным пазом; *11* - нарезание без конечного паза - врезание радиально; третья цифра: «0» или «1» - внешнее или внутреннее нарезание резьбы соответственно; четвертая цифра: «0» или «1» или «2» - нарезание метрической, дюймовой и нестандартной резьбы (по умолчанию *T0000*); *P* - число заходов резьбы (по умолчанию *P* = 1); *a* - угол резьбы (для нестандартной); *b* - глубина резьбы.

Резьба без конечного паза не может быть получена в кадровом режиме.

Пример нарезания резьбы с использованием цикла «FIL»:

Фрагмент УП
№30 FIL, Z4, K2, L5.1, R2

2.3 Пример постоянного цикла сверления G 81

Цикл может быть использован для операций растачивания, развертывания, центровочного сверления. Программирование цикла G81 идентично программированию циклов G82, G86, G89. Формат: *N...G...Z...F...*, *N...X0*, *N...G80*.

2.4 Пример постоянного цикла глубокого сверления G83 с разгрузкой стружки

Для сверления глубоких отверстий программируется цикл глубокого сверления G83. Формат: $G83 [R Z...I... [K...] [J...]$, где R - начальная координата отверстия; Z - координата дна отверстия; I - приращение координаты по Z после каждой разгрузки стружки (вывода сверла из отверстия); K - коэффициент (доля) уменьшения параметра I (до достижения величины J); J - минимальное приращение цикла разгрузки стружки. Пример постоянного цикла G83 (глубокое сверление с разгрузкой стружки) приведен на рисунке.

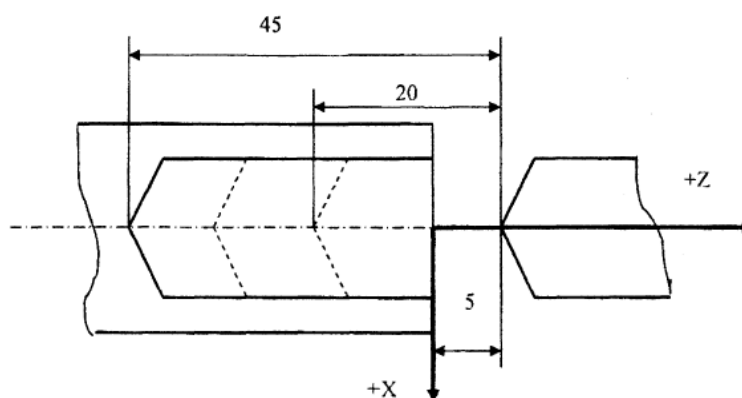


Рисунок 18 - Сверление

Фрагмент УП

№60 G83 Z-45, K.8 J10

Переладов Александр Борисович

Дмитриева Ольга Венедиктовна

Аникеев Алексей Викторович

**Подготовка управляющих программ на симуляторах
СЧПУ многоцелевых станков**

Методические указания к выполнению комплекса лабораторных работ
по дисциплине «Управление в автоматизированном производстве»
для студентов очной и заочной форм обучения
направления 220700.62
«Автоматизация технологических процессов и производств»

Авторская редакция

Подписано к печати 11.02.14	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №1
Печать цифровая	Усл. печ. л. 2,0	Уч.-изд. л. 2,0
Заказ 64	Тираж 50	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.