

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое
оборудование машиностроительного производства»
дневной формы обучения*



Могилев 2023

УДК 531.8
ББК 22.21
С33

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«31» августа 2023 г., протокол № 1

Составитель канд. техн. наук, доц. С. Н. Хатетовский

Рецензент канд. техн. наук, доц. М. Н. Миронова

Методические рекомендации к лабораторным работам предназначены для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» дневной формы обучения.

Учебное издание

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 44 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

Меры безопасности при проведении лабораторных работ.....	4
1 Лабораторная работа № 1. Пульт управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS	5
2 Лабораторная работа № 2. Ручное управление перемещением рабочих органов фрезерного станка с ЧПУ HAAS.....	14
3 Лабораторная работа № 3. Привязка инструмента на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.....	15
4 Лабораторная работа № 4. Линейная интерполяция на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.....	16
5 Лабораторная работа № 5. Круговая интерполяция на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.....	19
6 Лабораторная работа № 6. Ручное управление перемещением рабочих органов токарного станка с ЧПУ HAAS.....	21
7 Лабораторная работа № 7. Привязка инструмента на токарном станке с ЧПУ HAAS.....	22
8 Лабораторная работа № 8. Черновая и чистовая обработка на токарном станке с ЧПУ HAAS.....	23
Список литературы	23

Меры безопасности при проведении лабораторных работ

На рабочем месте должно находиться все только необходимое для работы на данном станке. Все лишние предметы необходимо убрать.

Перед пуском станка необходимо опробовать работу механизмов станка вручную. При наличии обнаруженных дефектов станок не включать и принять меры по устранению неисправностей.

Обрабатываемая заготовка и режущий инструмент должны быть надежно закреплены.

При работе на станках держать заготовку руками категорически запрещается.

Необходимо проверить исправность предохранительных ограждений, имеющих на станке. Ограждения должны быть надежно закреплены.

Категорически запрещается снимать ограждения во время работы станка.

При работе на токарных станках не разрешается стоять против патрона.

Трогать руками вращающиеся инструменты и изделия запрещается.

1 Лабораторная работа № 1. Пульт управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS

Цель работы – изучить пульт управления фрезерным станком с ЧПУ.


Краткие теоретические сведения

Средства управления и их назначение описаны в таблице 1.

Таблица 1 – Средства управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS






Значок	Название	Описание
	«POWER ON»	Включить станок
	«POWER OFF»	Выключить станок
	«EMERGENCY STOP»	Остановить перемещения по всем осям, остановить шпиндель и устройство смены инструмента, выключить подачу СОЖ
	«HANDLE JOG»	Переместиться по оси в режиме «HAND JOG»/Переместиться по окну/Указать границу выделяемого текста программы в режиме «EDIT» (предварительно нажать «F2»)/Указать позицию, после которой предполагается вставить выделенный текст или копию выделенного текста в программе (режим «EDIT»)
	«CYCLE START»	Запустить программу в режиме «MDI» или «MEM»/Запустить программу в режиме «MEM», «MDI», «DNC» (предварительно выбрать графическое окно)/Запустить активную программу в графическом окне (предварительно выбрать режим «EDIT»)
	«FEED HOLD»	Остановить перемещения по всем осям
	«USB»	Подключить внешнее устройство
	«MEMORY LOCK»	Включить/Отключить защиту данных от изменения
	«SETUP MODE»	Блокировать/Разблокировать защитные функции станка
	«SECOND HOME»	Ускоренно переместиться в точку с координатами, заданными в G154 P20
	«AUTODOOR OVERRIDE»	Открыть/Закрыть опциональную автоматическую дверь

Окончание таблицы 1

Значок	Название	Описание
	«WORKLIGHT»	Включить/Отключить опциональные внутренний светильник рабочей зоны и освещение высокой яркости




Функциональные клавиши описаны в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональные клавиши пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS

Значок	Описание
	Сбросить сигнал об ошибке/Удалить введенный текст/Прервать программу/Прервать пробный прогон программы
	Переместится в исходное положение по всем осям для инициализации СЧПУ/Переместиться в нуль станка по всем осям
	Выбрать режим восстановления автоматического устройства смены инструмента (АУСИ)
	Выполнить функции в зависимости от контекста
	Записать коррекцию длины инструмента (предварительно выбрать окно коррекции длины инструмента и перейти в ячейку записи)
	Выбрать следующий инструмент для АУСИ
	Разжать инструмент в режиме «MDI», «ZERO RET», «HAND JOG»
	Записать коррекцию нуля детали по оси (предварительно выбрать окно коррекции нуля детали и перейти в ячейку записи)

Клавиши толчковых движений описаны в таблице 3.

Таблица 3 – Клавиши толчковых движений пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS

Значок	Описание
	Запустить опциональный шнек удаления стружки в прямом направлении
	Остановить опциональный шнек удаления стружки
	Запустить опциональный шнек удаления стружки в обратном направлении

Окончание таблицы 3

Значок	Описание
	Выбрать ось (нажать и отпустить)/Переместиться по оси (предварительно выбрать режим «HAND JOG», нажать «JOG LOCK»)/Переместиться по оси в режиме «HAND JOG» (нажать и удерживать). Для выбора «+B»/«-B» предварительно нажать и отпустить «SHIFT»
	Блокировать/Разблокировать толчковое перемещение по оси
	Переместить вверх опциональное программируемое сопло СОЖ
	Переместить вниз опциональное программируемое сопло СОЖ
	Включить/Отключить опциональную систему охлаждения шпинделя






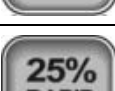

Клавиши толчковых движений описаны в таблице 4.

Таблица 4 – Клавиши толчковых движений пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS

Значок	Описание
	Запустить опциональный шнек удаления стружки в прямом направлении
	Остановить опциональный шнек удаления стружки
	Запустить опциональный шнек удаления стружки в обратном направлении
	Выбрать ось (нажать и отпустить)/Переместиться по оси (предварительно выбрать режим «HAND JOG», нажать «JOG LOCK»)/Переместиться по оси в режиме «HAND JOG» (нажать и удерживать). Для выбора «+B»/«-B» предварительно нажать и отпустить «SHIFT»
	Блокировать/Разблокировать толчковое перемещение по оси
	Переместить вверх опциональное программируемое сопло СОЖ
	Переместить вниз опциональное программируемое сопло СОЖ
	Включить/Отключить опциональную систему охлаждения шпинделя


Клавиши ручной коррекции описаны в таблице 5.

Таблица 5 – Клавиши ручной коррекции пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS

Значок	Описание
	Уменьшить текущую подачу на 10 %
	Установить запрограммированную подачу
	Увеличить текущую подачу на 10 %
	Уменьшить текущую скорость вращения шпинделя на 10 %
	Установить запрограммированную скорость вращения шпинделя
	Увеличить текущую скорость вращения шпинделя на 10 %
	Переключить маховичок на изменение подачи с приращением ± 1 %
	Переключить маховичок на изменение скорости вращения шпинделя с приращением ± 1 %
	Вращать шпиндель в направлении хода часовой стрелки
	Вращать шпиндель в направлении против хода часовой стрелки
	Остановить шпиндель
	Ограничить скорость быстрых перемещений долей максимально возможного значения






Клавиши дисплея описаны в таблице 6.

Таблица 6 – Клавиши дисплея пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS




Значок	Описание
	Выбрать окно активной программы/Выбрать окно неактивной программы
	Выбрать окно координат/Переключить окно координат
	Выбрать окно коррекции нуля детали/Выбрать окно коррекции длины инструмента
	Выбрать окно текущих команд
	Выбрать окно сигналов об ошибках/Выбрать окно сообщений
	Выбрать окно параметров/Выбрать окно данных диагностики
	Выбрать окно настроек/Выбрать графическое окно
	Выбрать окно справки, калькулятора и т. п./Активизировать окно помощи

Клавиши курсора описаны в таблице 7.

Таблица 7 – Клавиши курсора пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS

Значок	Описание
	Переместиться в верхнюю позицию по окну/Активизировать область просмотра графического окна (предварительно выбрать графическое окно, нажать «F2», изменить положение и размеры области просмотра)
	Переместиться на одну позицию вверх по окну/Выполнить поиск в программе в режиме «MDI», «EDIT», «MEM» предварительно введенного текста в направлении к началу программы/переместить область просмотра графического окна вверх (предварительно выбрать графическое окно, нажать «F2»)
	Переместиться на одну позицию вниз по окну/ Выполнить поиск в программе в режиме «MDI», «EDIT», «MEM» предварительно введенного текста в направлении к концу программы/переместить область просмотра графического окна вниз (предварительно выбрать графическое окно, нажать «F2»)
	Переместиться на одну позицию влево по окну/переместить область просмотра графического окна влево (предварительно выбрать графическое окно, нажать «F2»)
	Переместиться на одну позицию вправо по окну/переместить область просмотра графического окна вправо (предварительно выбрать графическое окно, нажать «F2»)





Окончание таблицы 7

Значок	Описание
	Переместиться на одну страницу вверх по окну/Переключить окно/увеличить область просмотра графического окна (предварительно выбрать графическое окно, нажать «F2»)
	Переместиться на одну страницу вниз по окну/Переключить окно/уменьшить область просмотра графического окна (предварительно выбрать графическое окно, нажать «F2»)
	Переместиться в нижнюю позицию по окну

Клавиши курсора и «HANDLE JOG» используются для указания границы выделяемого текста программы в режиме «EDIT» (предварительно нажать «F2»), а также для указания позиции, после которой предполагается вставить выделенный текст или копию выделенного текста в программе.



Буквенные клавиши описаны в таблице 8.

Таблица 8 – Буквенные клавиши пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS













Значок	Описание
	Выбрать другой регистр (нажать и отпустить)/Активировать ввод строчных символов (нажать и удерживать).
	Ввести символ конца блока/Ввести символ «/» (предварительно нажать «SHIFT»).
	Ввести символ «(»/Ввести символ «[» (предварительно нажать «SHIFT»)
	Ввести символ «)»/Ввести символ «]» (предварительно нажать «SHIFT»)

Клавиши режимов описаны в таблице 9.


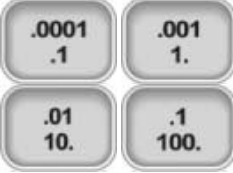










Таблица 9 – Клавиши режимов пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS

Значок	Описание
	Выбрать режим редактирования активной программы/Выбрать режим редактирования неактивной программы
	Вставить введенный текст в позицию после выделенного элемента программы/Вставить копию выделенного текста программы (предварительно клавишами курсора или «HANDLE JOG» указать позицию, после которой предполагается вставить копию текста)/Создать каталог на внешнем носителе памяти (предварительно выбрать носитель и набрать имя каталога)

Продолжение таблицы 9




Значок	Описание
	Заменить выделенный элемент программы на введенный текст/Переместить выделенный текст программы (предварительно клавишами курсора или «HANDLE JOG» указать позицию, после которой предполагается вставить текст)/Изменить номер выделенной программы в режиме «LIST PROG» (предварительно ввести новое имя)/Изменить номер программы (предварительно ввести номер программы)/Сохранить программу в режиме «MDI» как нумерованную (предварительно нажать «HOME», ввести имя программы)
	Удалить выделенный элемент программы/Удалить выделенный текст программы
	Отменить до 9 последних изменений, внесенных в программу/Отменить выделение текста программы
	Выбрать режим активной программы
	Включить/Выключить покадровый режим
	Выбрать режим пробного прогона программы (предварительно выбрать режим «MEM» или «MDI»)
	Включить/Выключить дополнительный останов программы. При включении до запуска программы дополнительного останова станок будет остановлен, если в запущенной впоследствии программе будет выполнен код M1. Однако, в зависимости от состояния функции опережающего просмотра блоков (G103) может произойти немедленный останов программы. Включение в процессе выполнения программы будет актуально только со следующей строки программы
	Включить/Выключить опцию удаления блока. При включении этой опции блоки, начинающиеся косой чертой («/»), не выполняются. Если эта опция включена, если косая черта находится внутри строки программы, то будут игнорироваться только команды, стоящие после косой черты. Действие опции удаления блока начинается через две строки после включения за исключением случаев использования коррекции на радиус фрезы. В такой ситуации действие опции не начнется в течение выполнения, по крайней мере, четырех последующих строк. Состояние опции удаления блока сохраняется после выключения питания
	Выбрать режим ручного ввода данных («MDI»)/Выбрать режим группового числового управления («DNC»)
	Включить/Выключить подачу СОЖ
	Ориентировать шпиндель и зажать его
	Переместить АУСИ вперед/назад

Окончание таблицы 9

Значок	Описание
	Выбрать режим толчковой подачи
	Задать величину толчковой подачи (скорость подачи в режиме «DRY RUN»). Верхние числа в режиме дюймовых измерений задают величину скорости подачи на каждый щелчок маховичка. При работе фрезерного станка в режиме миллиметровых измерений при толчковой подаче верхнее число умножается на десять. Нижнее число используется в режиме «DRY RUN»
	Выбрать режим возврата
	Переместиться в исходное положение по всем осям (при инициализации СЧПУ)/Переместиться в нуль станка по всем осям
	Установить выделенную координату в ноль/Активировать меню для работы с таблицей (предварительно выделить ячейку таблицы)
	Переместится в исходное положение по одной оси для инициализации СЧПУ (предварительно нажать клавишу с маркером оси)/Переместится в нуль станка по одной оси (предварительно нажать клавишу с маркером оси)
	Переместится в нуль станка/Переместиться в нуль станка по одной оси (предварительно нажать клавишу с маркером оси)
	Выбрать режим списка нумерованных программ. В этом режиме становится доступным окно списка нумерованных программ
	Сделать выделенную нумерованную программу активной/Создать нумерованную программу (предварительно выбрать носитель памяти, ввести имя программы)/Редактировать выделенную нумерованную программу (предварительно нажать «EDIT» для перехода в окно активной или неактивной программы)/Использовать как горячую клавишу в многофункциональном редакторе программ
	Передать выделенную нумерованную программу через последовательный порт RS-232
	Загрузить нумерованную программу через последовательный порт RS-232
	Стереть выделенную нумерованную программу/Стереть нумерованную программу, имя которой предварительно введено (предварительно выбрать носитель памяти)/Стереть выбранные нумерованные программы/Стереть все нумерованные программы (предварительно выделить пункт «ALL» в списке нумерованных программ)/Стереть программу в режиме «MDI»/Использовать как горячую клавишу в многофункциональном редакторе программ

Цифровые клавиши описаны в таблице 10.

Таблица 10 – Цифровые клавиши пульта управления фрезерным станком с ЧПУ HAAS

Значок	Описание
	Удалить последний введенный символ/Сбросить активный элемент управления окном
	Ввести пробел
	Записать введенный текст в последующую позицию относительно выделенного элемента программы/Записать введенное значение параметра/Активировать выделенный элемент управления окном/Выбрать выделенную номерованную программу/Активировать область просмотра в графическом окне (предварительно выбрать графическое окно, нажать «F2», изменить положение и размеры области просмотра)/Создать номерованную программу в режиме «LIST PROG» (предварительно выбрать носитель памяти и ввести имя программы)/Выделить текст программы в режиме «EDIT» (предварительно нажать «F2» и установить клавишами курсора или «HANDLE JOG» границу выделяемого текста)/Вставить копию выделенного текста программы в режиме «EDIT» (предварительно клавишами курсора или «HANDLE JOG» указать позицию, после которой предполагается вставить копию выделенного текста)

Перечень используемого оборудования

Фрезерный станок с ЧПУ HAAS TM-1 (SMINIMILL), симулятор пульта управления.

Порядок выполнения работы

- 1 Включить симулятор пульта управления и станок.
- 2 Активизировать поочередно окна дисплея пульта управления.
- 3 Активизировать поочередно режимы.
- 4 Выключить симулятор пульта управления и станок.

Содержание отчета

Описание основных окон дисплея пульта управления и режимов.

Контрольные вопросы

- 1 Какие органы управления расположены на пульте? Каково их назначение?
- 2 На какие группы делятся клавиши на пульте управления? Каково их назначение?
- 3 В каких режимах возможна работа на станке? Каково их назначение?
- 4 Какие основные окна предоставляет дисплей пульта управления? Каково их назначение?

2 Лабораторная работа № 2. Ручное управление перемещением рабочих органов фрезерного станка с ЧПУ HAAS

Цель работы – освоить основные способы ручного управления перемещением рабочих органов фрезерного станка с ЧПУ.

Краткие теоретические сведения

В основном станки с ЧПУ используются для обработки деталей по программе. Однако при наладке станка с ЧПУ приходится вручную управлять перемещением рабочих органов.

Перечень используемого оборудования

Фрезерный станок с ЧПУ HAAS TM-1 (или SMINIMILL), симулятор пульта управления.

Порядок выполнения работы

1 Включить станок. Для этого нажать кнопку «POWER ON» и дождаться загрузки системы. Повернуть кнопку «EMERGENCY STOP». После самодиагностики станка на дисплее появится или окно сообщений, или окно сигналов об ошибках.

2 Проанализировать сообщения или сигналы об ошибках. При необходимости выполнить указания. Сбросить сигналы об ошибках, нажимая необходимое число раз клавишу «RESET».

3 Переместиться в исходное положение по всем осям, нажав клавишу «POWER UP»/«RESTART». Станок готов к работе.

4 Запустить программу прогрева, если станок до включения долго не работал. Для этого выполнить следующую последовательность действий: нажать клавишу «SELECT PROG»; при помощи клавиш курсора или маховика «HANDLE JOG» выделить вкладку «ПАМЯТЬ» в окне списка нумерованных программ; при помощи клавиш курсора или маховика «HANDLE JOG» выделить программу прогрева; нажать клавишу «WRITE/ENTER», после чего программа прогрева станет активной; выбрать режим «MEM», после чего программа прогрева станет готова к запуску; нажать кнопку «CYCLE START».

5 Дождаться окончания выполнения программы прогрева.

6 Выбрать режим «HAND JOG». В этом режиме переместиться по каждой из осей станка в обоих направлениях. Для этого использовать три основных способа ручного управления перемещением. Использовать клавиши ручной коррекции.

7 Выключить станок. Для этого отвести рабочие органы станка от исходного положения не менее, чем на 1", нажать кнопку «EMERGENCY STOP», затем кнопку «POWER OFF».

Содержание отчета

Описание основных способов ручного управления перемещением рабочих органов станка с ЧПУ.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего используется ручное управление перемещением рабочих органов станка с ЧПУ?
- 2 На какие этапы можно разделить сеанс работы на станке с ЧПУ?
- 3 Как включить станок с ЧПУ?
- 4 Как осуществить обработку сигналов об ошибках и сообщений на станке с ЧПУ?
- 5 Как осуществить перемещение в исходное положение на станке с ЧПУ?
- 6 Как осуществить запуск нумерованной программы на станке с ЧПУ?
- 7 Для чего нужна программа прогрева станка с ЧПУ?
- 8 Как выключить станок с ЧПУ?
- 9 Каковы возможности режима «HAND JOG»?

3 Лабораторная работа № 3. Привязка инструмента на фрезерном станке с ЧПУ HAAS

Цель работы – освоить методику привязки инструмента на фрезерном станке с ЧПУ.

Краткие теоретические сведения

Привязка инструмента выполняется для задания положения инструмента относительно детали при программировании.

Перечень используемого оборудования

Фрезерный станок с ЧПУ HAAS TM-1 (или SMINIMILL), симулятор пульта управления, концевая фреза, призматическая деталь, станочные тиски.

Порядок выполнения работы

- 1 Предварительно установить тиски по индикатору, установить в шпиндель фрезе, закрепить в тисках деталь.
- 2 Подготовить станок к работе.
- 3 Привязать инструмент к детали по оси Y.
- 4 Привязать инструмент к детали по оси X.

- 5 Привязать инструмент по оси Z.
- 6 Выключить станок.

Содержание отчета

Описание методики привязки инструмента на фрезерном станке с ЧПУ.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего выполняется привязка инструмента на станке с ЧПУ?
- 2 Каковы основные этапы привязки инструмента на фрезерном станке с ЧПУ?
- 3 В каком режиме выполняется привязка инструмента на станке с ЧПУ?
- 4 Что такое коррекция нуля детали? Как она считывается и куда она записывается?
- 5 Что такое коррекция длины инструмента? Как она считывается и куда она записывается?

4 Лабораторная работа № 4. Линейная интерполяция на фрезерном станке с ЧПУ HAAS

Цель работы – освоить программирование линейной интерполяции. Изучить ввод программы в режиме MDI. Изучить графический режим станка с ЧПУ.

Краткие теоретические сведения

Программа пишется как множество инструкций для станка с ЧПУ, заданных в некотором порядке.

Но СЧПУ понимает инструкции, если они заданы в машинном коде. Машинный код включает подготовительные функции G и вспомогательные функции M.

Символ – это наименьшая часть программы.

Существует три типа символов: цифра 0...9, буква A...Z, специальный символ.

При помощи чисел формируются целые и дробные числа с фиксированной точкой. Числа могут быть как положительные, так и отрицательные.

Слово – это буквенно-цифровая комбинация, которая может обозначать как инструкции, так и их параметры.

Внутри слова недопустимо использовать пробелы. Лидирующие нули чисел могут быть опущены. Знак «+» можно также опускать. Опускать можно и последний нуль числа, находящийся после десятичной точки.

Слова записываются в т. н. адресном формате.

Адрес – это первая буква слова, обозначающая определенный регистр.

За адресом следуют данные – комбинация цифр и специальных символов.

Блок – это комбинация слов.

Для идентификации блока и соответствующей ему строки в программе используется нумерация с N1. Программа может быть написана с использованием нумерации или без нее. Блоки должны разделяться символом «;» (конец блока), а первая и последняя строки программы должны содержать только символ «%». Кроме этого, после начального символа «%», второй строкой, следует указывать имя программы, начинающейся буквой O, после которой записывается номер и символ «;». Комментарий заключается в круглые скобки. Комментарий, следующий за именем программы, виден в списке программ на пульте управления. Программа также может содержать символ «/». Этот символ используется для задания т. н. опционального блока. Если блок содержит этот символ, любая информация, следующая за этим символом, будет игнорироваться, когда активна специальная кнопка при выполнении программы.

При подготовке программы на компьютере можно использовать любой текстовый редактор. При этом символы «;» и «%» можно не использовать.

Коды, задающие инструкции, могут быть помещены в любом порядке в блоке программы. Некоторые коды могут быть размещены в любом месте блока, некоторые только в определенной позиции. При этом некоторые коды нельзя комбинировать в одном блоке (те коды, которые входят в одну и ту же группу). Коды, которые активны более, чем в одном блоке, в котором они определены, называются модальными. Немодальные коды активны только в пределах блока, где они определены, и немедленно забываются станком после их выполнения. Некоторые коды действуют по умолчанию при включении станка с ЧПУ.

В одном блоке может быть только один M код, который традиционно располагается в конце.

Часто применяемые коды представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Часто используемые коды

Код	Параметр	Описание
G0	X – координата по оси X Y – Координата по оси Y Z – Координата по оси Z	Ускоренное позиционирование
G90		Абсолютное позиционирование
G91		Относительное позиционирование
G1	X – координата по оси X Y – координата по оси Y Z – координата по оси Z F – скорость интерполирования в миллиметрах (дюймах) в минуту R – радиус закругления C – величина фаски	Линейная интерполяция
	T	Функция инструмента
M6		Смена инструмента
	S	Шпиндельная функция
M3		Включить вращение шпинделя по ходу часовой стрелки

Окончание таблицы 11

Код	Параметр	Описание
M4		Включить вращение шпинделя против хода часовой стрелки
M5		Останов шпинделя
M8		Включение подачи СОЖ через сопла
M9		Выключение подачи СОЖ через сопла
M30		Конец программы
G54		Рабочая система координат. Возможно использовать номера до G59 включительно
G43	<i>H</i> – код коррекции	Коррекция длины инструмента
G49		Отмена коррекции длины инструмента
G28	<i>X</i> – координата по оси <i>X</i> <i>Y</i> – координата по оси <i>Y</i> <i>Z</i> – координата по оси <i>Z</i>	Возврат в нуль станка
G53		Выбор системы координат станка

Перечень используемого оборудования

Фрезерный станок с ЧПУ HAAS TM-1 (или SMINIMILL), симулятор пульта управления, концевая фреза, призматическая деталь, станочные тиски.

Порядок выполнения работы

- 1 Предварительно установить тиски по индикатору, установить в шпиндель фрезу, закрепить в тисках деталь.
- 2 Подготовить станок к работе.
- 3 Привязать инструмент.
- 4 Отвести фрезу от торца детали.
- 5 Нажимать «CURNT COMDS», пока не будет выбрано окно с перечнем активных кодов. Изучить список кодов, активных по умолчанию.
- 6 Ввести программу.
- 7 Нажимать «SETNG GRAPH», пока не будет активировано графическое окно.
- 8 Нажать «CYCLE START» – будет запущена программа в графическом режиме.
- 9 Настроить область просмотра.
- 10 Нажать «SNGLE BLOCK» – будет выбран покадровый режим запуска программы.
- 11 Нажимать периодически «CYCLE START», пока программа не завершится.
- 12 Выключить станок.

Содержание отчета

Описание программы.

Контрольные вопросы

- 1 Какие коды активны по умолчанию при включении станка с ЧПУ?
- 2 Что такое линейная интерполяция?
- 3 Что такое абсолютное позиционирование?
- 4 Что такое относительное позиционирование?
- 5 Каков примерный порядок обработки детали?
- 6 Какие основные средства редактирования программы в режиме MDI имеются на станке?
- 7 Как запустить программу режима MDI в графическом окне?
- 8 Какие основные средства навигации по графическому окну имеются на станке?
- 9 Как запустить программу режима MDI в графическом окне в режиме покадрового выполнения?
- 10 Как сохранить программу режима MDI как нумерованную?

5 Лабораторная работа № 5. Круговая интерполяция на фрезерном станке с ЧПУ HAAS

Цель работы – освоить программирование круговой интерполяции; изучить особенности режима «DRY RUN».

Краткие теоретические сведения

Формат команд круговой интерполяции приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Формат команд круговой интерполяции

Код	Параметр	Описание
G2	X – координата по оси X Y – координата по оси Y Z – координата по оси Z I – расстояние по оси X от начала дуги до ее центра J – расстояние по оси Y от начала дуги до ее центра K – расстояние по оси Z от начала дуги до ее центра R – радиус дуги F – скорость подачи в миллиметрах (дюймах) в минуту	Круговая интерполяция по часовой стрелке

Окончание таблицы 12

Код	Параметр	Описание
G3	X – координата по оси X Y – координата по оси Y Z – координата по оси Z I – расстояние по оси X от начала дуги до ее центра J – расстояние по оси Y от начала дуги до ее центра K – расстояние по оси Z от начала дуги до ее центра R – радиус дуги F – скорость подачи в миллиметрах (дюймах) в минуту	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G17		Задать плоскость обработки XU

Перечень используемого оборудования

Фрезерный станок с ЧПУ HAAS TM-1 (или SMINIMILL), симулятор пульта управления, концевая фреза, деталь прямоугольной формы, станочные тиски.

Порядок выполнения работы

- 1 Предварительно установить тиски по индикатору, установить в шпиндель фрезу, закрепить в тисках деталь.
- 2 Подготовить станок к работе.
- 3 Привязать инструмент.
- 4 Отвести фрезу от торца детали.
- 5 Снять деталь со станка.
- 6 Загрузить программу.
- 7 Запустить программу в графическом режиме.
- 8 Нажать «MEM» – будет выбран режим активной программы.
- 9 Нажать «DRY RUN» – будет выбран режим пробного прогона программы.
- 10 Нажать «SINGLE BLOCK» – будет выбран режим покадрового выполнения программы.
- 11 Нажимать «CYCLE START», пока не будут выполнены все блоки программы.
- 12 Выключить станок.

Содержание отчета

Описание программы.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое круговая интерполяция?
- 2 Как она программируется?
- 3 В чем заключаются особенности режима «DRY RUN»?

6 Лабораторная работа № 6. Ручное управление перемещением рабочих органов токарного станка с ЧПУ HAAS

Цель работы – освоить основные способы ручного управления перемещением рабочих органов токарного станка с ЧПУ.

Краткие теоретические сведения

В основном станки с ЧПУ используются для обработки деталей по программе. Однако при наладке станка с ЧПУ приходится вручную управлять перемещением рабочих органов.

Перечень используемого оборудования

Токарный станок с ЧПУ HAAS ST-20Y, симулятор пульта управления.

Порядок выполнения работы

1 Включить станок. После самодиагностики станка на дисплее появится или окно сообщений, или окно сигналов об ошибках.

2 Проанализировать сообщения или сигналы об ошибках. При необходимости выполнить указания. Сбросить сигналы об ошибках.

3 Переместиться в исходное положение по всем осям. Станок готов к работе.

4 Выбрать режим «HAND JOG». В этом режиме переместиться по каждой из осей станка в обоих направлениях. Использовать клавиши ручной коррекции.

5 Выключить станок. Для этого отвести рабочие органы станка от исходного положения не менее, чем на 1", нажать кнопку «EMERGENCY STOP», затем кнопку «POWER OFF».

Содержание отчета

Описание основных способов ручного управления перемещением рабочих органов станка с ЧПУ.

Контрольные вопросы

1 Для чего используется ручное управление перемещением рабочих органов станка с ЧПУ?

2 На какие этапы можно разделить сеанс работы на станке с ЧПУ?

3 Как включить станок с ЧПУ?

4 Как осуществить обработку сигналов об ошибках и сообщений на станке с ЧПУ?

5 Как осуществить перемещение в исходное положение на станке с ЧПУ?

6 Как выключить станок с ЧПУ?

7 Каковы возможности режима «HAND JOG»?

7 Лабораторная работа № 7. Привязка инструмента на токарном станке с ЧПУ HAAS

Цель работы – освоить методику привязки инструмента на токарном станке с ЧПУ.

Краткие теоретические сведения

Привязка инструмента на токарном станке осуществляется двумя способами: в ручном режиме и с использованием щупов.

Перечень используемого оборудования

Токарный станок с ЧПУ HAAS ST-20Y, симулятор пульта управления, упорно-проходной резец, деталь цилиндрической формы.

Порядок выполнения работы

- 1 Предварительно установить деталь в патроне, резец – в револьверной головке.
- 2 Подготовить станок к работе.
- 3 Привязать инструмент по оси X.
- 4 Привязать инструмент по оси Z.
- 5 Выключить станок.

Содержание отчета

Описание методики привязки инструмента на токарном станке с ЧПУ.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего выполняется привязка инструмента на станке с ЧПУ?
- 2 Каковы основные этапы привязки инструмента на токарном станке с ЧПУ?
- 3 В каком режиме выполняется привязка инструмента на станке с ЧПУ?
- 4 Что такое коррекция длины инструмента? Как она считывается и куда она записывается?

8 Лабораторная работа № 8. Черновая и чистовая обработка на токарном станке с ЧПУ HAAS

Цель работы – изучить циклы черного и чистового точения.

Краткие теоретические сведения

На токарном станке с ЧПУ используются следующие основные стандартные циклы точения: G70 – чистовое точение; G71, G72, G73 – черновое точение.

Перечень используемого оборудования

Токарный станок с ЧПУ HAAS ST-20Y, симулятор пульта управления, упорно-проходной резец, деталь цилиндрической формы.

Порядок выполнения работы

- 1 Предварительно установить деталь, установить инструмент.
- 2 Подготовить станок к работе.
- 3 Привязать инструмент.
- 4 Отвести резец от детали.
- 5 Загрузить программу.
- 6 Запустить программу в графическом режиме.
- 7 Запустить покадрово программу в рабочем режиме.
- 8 Выключить станок.

Содержание отчета

Описание программы.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы параметры стандартных циклов точения?
- 2 Какой инструмент применяется для чистового точения?

Список литературы

1 **Жолобов, А. А.** Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ: учебное пособие / А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. М. Федоренко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2009. – 339 с.

2 **Колошкина, И. Е.** Основы программирования для станков с ЧПУ: учебное пособие / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. – Москва: Юрайт, 2019. – 260 с.