

**Using
Mach3Turn**

**Руководство пользователя
по установке, настройке
и управлению**

Использование Mach3Turn



ИЛИ

**Как ухаживать и чем кормить любимца
-токарный станок с ЧПУ, управляемый Mach3**

All queries, comments and suggestions welcomed via support@artofenc.ca

Mach Developers Network (MachDN) is currently hosted at:

<http://www.machsupport.com>

© 2003/4/5/6 Art Fenerty and John Prentice

© 2007 Перевод: Mariobad Inguz & Andrew Ivanov

e-mail: mariobad@mail.ru <http://www.mariobad.ru>

Front cover: A vertical borer circa 1914

Эта версия мануала соответствует релизу Mach3Turn Release 1.84

Содержание

1.	Предисловие.....	10
2.	Введение в системы станков с ЧПУ (CNC).....	12
2.1	Компоненты систем с ЧПУ.....	12
2.2	Что нужно для установки Mach3.....	13
3.	Обзор программного обеспечения Mach3.....	14
3.1	Инсталляция (установка).....	14
3.1.1	Скачивание.....	14
3.1.2	Инсталляция	15
3.1.3	Важность перезагрузки.....	15
3.1.4	Настройка иконок рабочего стола.....	16
3.1.5	Тестирование результата инсталляции.....	16
3.1.6	Запуск утилиты DriverTest в случае сбоя Mach3.....	17
3.1.7	Сведения для ручной инсталляции и деинсталляции драйвера.....	17
3.2	Экраны программы.....	18
3.2.1	Типы объектов на экране программы.....	19
3.2.2	Использование кнопок и клавиш быстрого вызова.....	19
3.2.3	Ввод данных в окно ЦИ.....	20
3.3	Перезеды (ручное позиционирование).....	20
3.4	Ручной Ввод Данных (РВД)	22
3.5	Мастера – САМ без применения специализированного софта.....	22
3.6	Выполнение программы G-кодов.....	26
4.	Вопросы аппаратных подключений.....	28
4.1	Безопасность.....	28
4.2	Чем управляет Mach3.....	28
4.3	Управление экстренным останом (EStop).....	30
4.4	Параллельный порт ПК	30
4.4.1	Параллельный порт и его история.....	30
4.4.2	Сигналы логики.....	30
4.4.3	Электрические помехи и «дороговатый дымок».....	31
4.5	Опции управления осями.....	32
4.5.1	Шаговые и серво двигатели.....	32
4.5.2	Вычисления для приводов осей.....	33
4.5.3	Как работают сигналы Шага и Направления (Step и Dir).....	35
4.6	Концевые выключатели и переключатели Баз.....	35
4.6.1	Стратегии.....	35
4.6.2	Выключатели.....	37
4.6.3	Где располагать выключатели.....	38
4.6.4	Как использовать в Mach3 совмещенные выключатели.....	38
4.6.5	Принятие Баз в действии.....	39
4.6.6	Другие опции и советы по Базам и Концевикам.....	40
4.7	Управление шпинделем.....	40
4.8	Индексация импульсов шпинделя.....	42
4.9	Охлаждение.....	43
4.10	Ручной генератор импульсов.....	43
4.11	Генератор подкачки- мониторинг импульсов.....	44
4.11	Другие функции.....	44

5.	Выбор компоновки Mach3 управления Вашим станком.....	45
5.1	Стратегия конфигурирования.....	45
5.2	Определение единиц по умолчанию.....	45
5.3	Начальное конфигурирование двигателей и портов.....	46
5.4	Выбор Входных и Выходных сигналов, предполагаемых к использованию.....	47
5.4.1	Сигналы осей и шпинделя, которые Вы будете использовать.....	47
5.4.2	Входные сигналы, которые Вы будете использовать.....	48
5.4.3	Эмуляция входных сигналов.....	50
5.4.4	Выходные сигналы.....	50
5.4.5	Определение входов РГИ и энкодера.....	51
5.3.5.1	Энкодеры.....	52
5.3.5.2	Ручные генераторы импульса.....	52
5.4.6	конфигурирование шпинделя.....	52
5.4.6.1	Управление охлаждением.....	52
5.4.6.2	Управление функциями шпинделя.....	53
5.4.6.3	Управление мотором шпинделя.....	53
5.4.6.4	Общие параметры.....	54
5.4.6.5	Коэффициенты шкивов.....	54
5.4.6.6	Специальные функции.....	54
5.4.7	Таблица опций точения.....	55
5.4.7.1	Режим X.....	55
5.4.7.2	Нарезание резьбы по умолчанию.....	56
5.5	Тестирование.....	56
5.6	Настройки двигателей.....	57
5.6.1	Вычисление Шагов на Единицу (steps per unit)	58
5.6.1.1	Расчеты механических приводов.....	58
5.6.1.2	Вычисление Шагов двигателя на Оборот (motor steps per revolution).....	58
5.6.1.3	Вычисление Шагов двигателя на Оборот в Mach3.....	59
5.6.1.4	Расчет Шагов на Единицу (steps per unit) в Mach3.....	59
5.6.2	Настройка максимальной Скорости двигателей.....	60
5.6.2.1	Практическое испытание скорости двигателя.....	60
5.6.2.2	Вычисление максимальной скорости двигателя.....	61
5.6.3	Вопросы по Ускорению.....	61
5.6.3.1	Инерция и силы.....	61
5.6.3.2	Тестирование различных значений Ускорения.....	62
5.6.3.3	Почему надо избегать крупных ошибок серводвигателя.....	62
5.6.3.4	Выбор значения Ускорения.....	62
5.6.4	Сохранение и тестирование осей	63
5.6.5	Конфигурирование остальных осей.....	64
5.6.6	Настройка двигателя шпинделя.....	64
5.6.6.1	Конфигурирование ШИМ и Шаг и Направление двигателя шпинделя.....	65
5.6.6.2	Скорость двигателя, частота вращения шпинделя и шкивы.....	65
5.6.6.3	Тестирование привода шпинделя.....	67
5.7	Прочие конфигурации.....	67
6.	Управление Mach3 и выполнение Управляющей Программы.....	68
6.1	Введение.....	69
6.2	Методы управления программой.....	69
6.2.1	Переключение между экранами.....	69
6.2.1.1	Сброс (Reset)	69
6.2.1.2	Сообщения	69
6.2.2	Группа Органов Управления осями.....	70
6.2.2.1	Цифровая Индикация координат	70
6.2.2.2	Режим оси X.....	70
6.2.3	Органы Управления двигателем.....	70
6.2.3.1	Шпиндель.....	71
6.2.3.2	Подача.....	71

6.2.4	Переезды, скорость Переездов и Органы Управления приращениями.....	72
6.2.4.1	Переезды.....	72
6.2.4.2	Прочие настройки в приращениях.....	73
6.2.5	Органы Управления настройками станка.....	73
6.2.6	Выбор системы координат.....	73
6.2.7	Строка ручного ввода данных РВД (MDI).....	74
6.2.8	Принятие Баз/Базирование.....	74
6.2.8.1	Оси, оборудованные выключателями баз (Home).....	74
6.2.8.2	Оси без выключателей баз (Home).....	75
6.2.8.3	Состояние базирования.....	75
6.2.8.4	Перемещение в положение Баз.....	75
6.2.8.5	Координаты станка.....	75
6.2.8.6	Ноль детали.....	75
6.3	Использование Мастеров.....	75
6.3.1	Что такое Мастера программы.....	75
6.3.2	Управление Мастерами.....	76
6.3.3	Редактирование сгенерированных Мастерами УП.....	77
6.4	Загрузка и выполнение УП G-кодов.....	77
6.4.1	Введение.....	77
6.4.2	Автоподготовка (Auto Prep).....	77
6.4.3	Авто Режим (Auto Cycle).....	78
6.4.4	Редактирование Управляющей программы (УП).....	79
6.4.5	Ввод УП, написанной вручную.....	79
6.4.6	Выполнение Вашей программы.....	79
6.5	Принципы нарезания резьбы на станках с ЧПУ.....	80
6.5.1	Основное в нарезании резьбы.....	80
6.5.2	Скорость и глубина погружения.....	80
6.5.3	Врезание (поперечная подача).....	80
6.5.4	Нарезание резьбы с помощью Мастера.....	81
6.5.4.1	Параметры нарезания резьбы.....	81
6.5.4.2	Создание УП G-кодов.....	83
6.5.4.3	Установки для инструмента и нарезание резьбы.....	84
6.5.4.4	Точная настройка.....	84
6.5.4.5	Диагностирование неполадок.....	85
7.	Рабочие настройки и Таблица инструмента.....	86
7.1	Определение заготовки.....	86
7.1.1	Ось X - Диаметр/Радиус.....	87
7.1.2	Установка «нуля» по оси Z.....	87
7.2	Контрольная Точка и Инструменты.....	88
7.2.1.1	Расчетная Точка резания.....	89
7.2.1.2	Координаты Программы и Координаты Станка.....	89
7.2.1.3	Использование различных инструментов.....	90
7.2.1.4	Обобщение.....	91
7.3	Базирование на станке.....	107
7.3.1	Базирование.....	92
7.3.1.1	Принятие Баз, если на осях нет выключателей баз.....	92
7.3.1.2	Принятие Баз на осях, оснащенных выключателями баз.....	92
7.3.2	Связь Координат Программы с Координатами Станка.....	93
7.3.2.1	Настройка X методом касания.....	93
7.3.2.2	Установка X методом тестовой обработки.....	95
7.4	Зажим заготовки в патроне и установка Программных координат Z.....	95
7.4.1	Z=0 на краю детали, который ближе к задней бабке.....	95
7.4.2	Z=0 в отрезной канавке детали.....	95
7.4.3	Повторное выполнение.....	96
7.5	Использование нескольких инструментов.....	96
7.5.1	Введение.....	96
7.5.2	Выбор инструмента.....	96

7.5.3	Таблица инструмента.....	97
7.5.3.1	Структура Таблицы инструмента.....	98
7.5.3.2	Выбор инструмента в качестве эталонного.....	99
7.5.3.3	Описание данных отрезного/проходного инструмента в таблице инструмента.....	99
7.5.3.4	Настройка параметров инструмента.....	99
7.5.3.5	Настройки таблицы инструмента для специальных инструментов.....	101
7.5.3.6	Коррекции износа.....	101
7.6	Задний резцедержатель.....	102
7.7	За кулисами.....	103
7.7.1	Система координат Станка.....	103
7.7.2	Рабочие коррекции (Коррекции крепежа).....	103
7.7.3	Координаты Программы.....	104
7.7.4	Другие вопросы режимов Радиуса и Диаметра.....	104
8.	Расширенные опции конфигурирования.....	105
8.1	Конфигурирование Баз.....	105
8.1.1.1	Скорость и направление возвратов на Базы.....	105
8.1.1.2	Положение переключателей Баз.....	106
8.1.1.3	Расположение баз для G28.....	106
8.1.2	Люфты и их погашение.....	106
8.1.3	Конфигурации Программных Ограничений.....	107
8.1.4	Начальные штатные конфигурации.....	107
8.1.5	Прочие логические конфигурации.....	109
8.2	Как сохраняется информация Профиля.....	112
9.	Компенсация режущей кромки резца.....	113
9.1	Предисловие к описанию компенсации.....	113
9.2	Как определяются коррекции.....	114
9.3	Потенциальные трудности.....	115
10.	Язык G- и M-кодов в Mach3.....	116
10.1	Некоторые термины и определения.....	116
10.1.1	Линейные оси.....	116
10.1.2	Масштабирование.....	116
10.1.3	Контрольная точка.....	116
10.1.4	Согласованность линейных перемещений.....	116
10.1.5	Подача.....	117
10.1.6	Движение по дуге.....	117
10.1.7	Охлаждение.....	117
10.1.8	Задержка.....	117
10.1.9	Единицы.....	117
10.1.10	Текущее положение.....	118
10.1.11	Выбор плоскости.....	118
10.1.12	Таблица инструмента.....	118
10.1.13	Смена инструмента.....	118
10.1.14	Режимы управления маршрутом.....	118
10.2	Взаимодействие с программным интерпретатором.....	119
10.2.1	Блокировка корректирования Поддачи и Скорости.....	119
10.2.2	Опция «Block Delete».....	119
10.2.3	Дополнительный программируемый останов.....	119
10.3	База данных инструмента.....	119
10.4	Язык Управляющей Программы.....	119
10.4.1	Обзор.....	119
10.4.2	Параметры.....	120
10.4.3	Координатные системы.....	122
10.5	Формат кадра.....	122
10.5.1	Номер кадра.....	122

10.5.2	Метка подпрограммы.....	124
10.5.3	Элементы кадра.....	124
10.5.3.1	Число.....	124
10.5.3.2	Установочный параметр.....	125
10.5.3.3	Выражения и бинарные функции.....	125
10.5.3.4	Значение унарных функций.....	125
10.5.4	Установочные параметры.....	126
10.5.5	Комментарии и сообщения.....	126
10.5.6	Повторы объектов в кадре.....	126
10.5.7	Порядок расположения объектов в кадре.....	127
10.5.8	Команды и режимы станка.....	127
10.6	Модальные группы.....	128
10.7	G коды.....	129
10.7.1	Ускоренное прямолинейное перемещение – G00.....	129
10.7.2	Линейное перемещение со скоростью Подачи – G01.....	130
10.7.3	Круговые перемещения со скоростью Подачи –G02 и G03.....	131
10.7.3.1	Формат радиуса дуги.....	131
10.7.3.2	Формат центра дуги.....	131
10.7.4	Задержка (пауза в выполнении) – G04.....	132
10.7.5	Установка Смещения координатной системы и Коррекции на инструмент – G10.....	132
10.7.6	Выбор плоскости – G17, G18 и G19.....	133
10.7.7	Единицы длины – G20 и G21.....	133
10.7.8	Возврат на Базу G28 и G30.....	133
10.7.9	Референция осей G28.1.....	134
10.7.10	Нарезание резьбы – G32.....	134
10.7.11	Коррекция на радиус инструмента – G40, G41 и G42.....	135
10.7.12	Ввод и отмена масштабов G50 и G51.....	135
10.7.13	Временное смещение Координатной системы – G52.....	135
10.7.14	Перемещения в Абсолютных координатах – G53.....	136
10.7.15	Выбор Рабочих коррекций координатной системы – G54 – G59 и G59 P~.....	136
10.7.16	Выбор режима управления маршрутом – G61 и G64.....	137
10.7.17	Постоянный цикл G73 – Сверление с периодическим «отскоком».....	137
10.7.18	Постоянный цикл – Нарезание резьбы G76.....	137
10.7.19	Постоянный цикл – Точение G77.....	138
10.7.20	Постоянный цикл – Торцевание G78.....	139
10.7.21	Отмена модальных перемещений – G80.....	139
10.7.22	Постоянные циклы G81 – G89.....	139
10.7.22.1	Предварительное и промежуточное перемещения.....	140
10.7.22.2	Цикл G81.....	140
10.7.22.3	Цикл G82.....	141
10.7.22.4	Цикл G83 и G83.1.....	142
10.7.24.5	Цикл G85.....	142
10.7.24.6	Цикл G86.....	142
10.7.24.7	Цикл G88.....	143
10.7.24.8	Цикл G89.....	143
10.7.23	Режимы задания расстояний перемещений G90 и G91.....	143
10.7.24	Смещения по G92 – G92, G92.1, G92.2, G92.3.....	144
10.7.25	Режимы задания Подачи – G93, G94 и G95.....	145
10.7.26	Уровень возврата из постоянного цикла G98 и G99.....	145
10.8	Имеющиеся M-коды.....	146
10.8.1	Останов и завершение программы – M00, M01, M02, M30.....	146
10.8.2	Управление шпинделем – M03, M04, M05.....	147
10.8.3	Смена инструмента M06.....	147
10.8.4	Управление охлаждением – M07, M08, M09.....	147
10.8.5	Перезапуск с первого кадра – M47.....	148
10.8.6	Управление корректировками – M48 и M49.....	148
10.8.7	Вызов подпрограммы – M98.....	148
10.8.8	Выход из подпрограммы.....	149

10.9	Макро М-коды.....	149
10.9.1	Обзор макросов.....	149
10.10	Другие коды ввода.....	149
10.10.1	Установка Подачи - F.....	149
10.10.2	Установка частоты вращения шпинделя - S.....	149
10.10.3	Выбор инструмента - T.....	150
10.11	Ошибки в процессе обработки.....	150
10.12	Порядок выполнения.....	151

11. Приложение 1 – Скриншоты Mach3

12. Приложение 2 – Примерные схемы

13. Приложение 3 - Запись параметров конфигураций

1. Предисловие



Любые узлы и агрегаты станков потенциально опасны. Управляемый компьютером станок еще более опасен, чем станок, управляемый вручную, так как компьютер в состоянии управлять даже обработкой, зажатой в четырехкулачковом патроне станка, 8-дюймовой чугуновой болванки с частотой вращения в 3000 об/мин!

С помощью этого руководства мы попытаемся представить Вам безопасные методы работы и управления оборудованием, но поскольку мы, естественно, детально не знаем Ваш станок и конкретные условия его работы, мы не несем никакой ответственности за повреждения оборудования или другой ущерб, вызванный Вашими действиями. Кроме того, Вы несете ответственность при несоблюдении законов действующих в Вашем государстве или штате касательно оборудования и выходной продукции.

Если Вы в чем-либо сомневаетесь, обратитесь за помощью к квалифицированным специалистам, чтобы не нанести вреда себе или окружающим.

Этот документ детально поясняет, как ПО Mach3Mill будет взаимодействовать с Вашим станком, как его настроить на различные способы осевых перемещений и какие языки ввода и форматы программирования нужно использовать, чтобы превратить Ваш станок в мощную токарную CNC систему. Стандартный станок обычно выполняет точение и вертикальную фрезеровку.

Дополнительный документ, доступный (a wiki) онлайн на www.machsupport.com *Customising Mach3* детально рассказывает, как изменить формат экранов программы, разработать собственные экраны и Мастеров и установить связь с некоторыми аппаратными средствами.

Настоятельно рекомендуем Вам присоединиться к одной из групп онлайн-дискуссий по Mach3.

Для одной из групп хостинг предоставлен Yahoo! и содержит посты с техническими описаниями, вопросами и указаниями на баги в версиях ПО Mach3, находящихся на стадии разработки (Development versions).

Другая группа форума обсуждает прикладные вопросы использования Mach3 на станках с ЧПУ.

Ссылки на обе ветви обсуждения даны на домашней страничке www.machsupport.com.

На форумах в общение вступает большое число квалифицированных инженеров, специализирующихся в различных областях производства. Здесь Вы также можете наладить контакты с представителями предприятий, производящих станки и оборудование. Если же Вам необходима квалифицированная поддержка, то приобретайте систему у региональных представителей, и Вы всегда сможете рассчитывать на помощь местных специалистов по Mach3.

Некоторая часть данного руководства отпечатана серым цветом. Там описываются некоторые возможности ПО, которые пока не реализованы в Mach3. Характеристики, описания которых напечатаны серым цветом, не обязательно будут реализованы в будущем.

Благодарим большую команду сотрудников Национального Института Стандартизации (NIST), господина Steve Blackmore – пионера в использовании Mach2 и Mach3 за его вклад в разработку CAM постпроцессоров и просмотр и редактирование документации, а также многочисленную армию пользователей Mach3, без которых результаты экспериментов, данные и конструктивные комментарии не могли бы появиться на страницах данного мануала.

ArtSoft Corporation непрерывно работает над улучшением своего продукта, и все предложения направленные на его дальнейшее совершенствование будут с благодарностью приняты.

Господа Art Fenerty и John Prentice имеют права на авторство этой работы. Права на копирование данного мануала предоставляются исключительно для ознакомления и для использования с лицензионными и демонстрационными копиями Mach3. Продавать копии этого документа не разрешено.

Прилагаются все усилия, чтобы сделать это руководство наиболее полным и по возможности точным, но никаких гарантий в успешности результатов его использования не дается. Информация предоставлена по принципу «как есть». Авторы и издатели не несут никакой ответственности в случае возникших поломок и ущерба, нанесенного в результате пользования информацией, данной в этом мануале.

Вы соглашаетесь с этими условиями, если решаете установить ПО Mach3.

Windows XP и Windows 2000 зарегистрированная товарная марка Microsoft Corporation. Если в руководстве использована Ваша товарная марка, обратитесь в ArtSoft Corporation и в следующем издании вопрос будет улажен.

2. Введение в системы станков с ЧПУ (CNC)

2.1 Компоненты систем с ЧПУ

Эта глава познакомит Вас с терминологией используемой в тексте данного руководства и поможет Вам понять назначение различных компонентов системы с Числовым Программным Управлением для фрезерования.

Основные составляющие системы с ЧПУ для фрезерования показаны на рисунке 1.1.

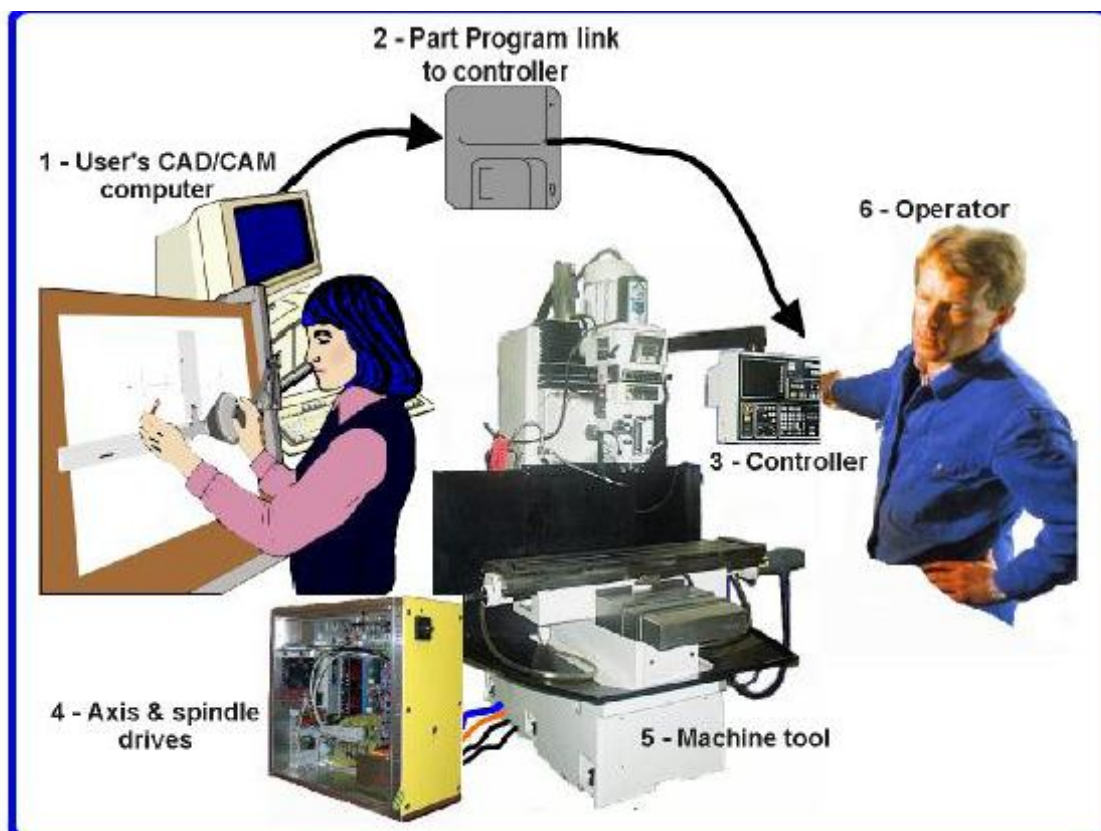


Рисунок 1.1 – Типичные системы станков с ЧПУ

Разработчик - дизайнер обычно работает с системой автоматизированного проектирования CAD/CAM, используя персональный компьютер.(1). Результатом его работы являются управляющие программы УП, часто представляемые в виде файла G-кодов, которые по локальной сети или посредством дискет (2) или других носителей информации передаются контроллеру станка (3). Контроллер станка переводит УП на язык команд, понятных станку, на основе которых инструмент производит обработку заготовки. Движение по осям Станка (5) производится с помощью винтовых, ременных или ременных передач, вращение на которые передается от серводвигателей или шаговых двигателей. Сигналы от Контроллера станка усиливаются драйвером (4) и приобретают мощность и соответствующую продолжительность, чтобы воздействовать на двигатели.

Хотя здесь описывается токарный станок, но руководство подходит и для токарного станка с наклонной станиной и для вертикального расточного станка. Мы будем использовать термин «токарный станок», имея в виду различные варианты станков с функциями вращения. Отдельный мануал посвящен модифицированию Mach3 и использованию Mach3 с фрезерными и аналогичными станками.

Часто Контроллер станка может запускать и останавливать мотор шпинделя (или даже управлять его скоростью), может включать и выключать охлаждение и контролировать, чтобы УП или сам Оператор станка (6) не вывели обрабатываемую головку станка за его концевые пределы.

Контроллер станка также связан с различными кнопками, клавиатурой, измерительным оборудованием, колесом Ручного генератора импульсов (РГИ), джойстиком, что также позволяет оператору вручную управлять станком, запускать и останавливать УП. Контроллер станка имеет дисплей и оператор станка всегда в курсе того, что происходит.

Вследствие того, что команды G-кодовых программ могут требовать сложных координатных перемещений по осям станка, Контроллер станка способен выполнять множество вычислений в режиме реального времени (например, фрезерование по спирали (винтовая интерполяция) требует большого количества тригонометрических вычислений). Так сложилось, что Контроллер является одной из дорогостоящих составляющих оборудования.

2.2 Что нужно для установки Mach3

Mach3 - это пакет программного обеспечения, который работает на ПК и превращает его в экономичный Контроллер станка (3) на рисунке 1.1. Он также включает в себя набор функций (называемых Мастера Mach3), позволяющих создавать несложные Управляющие Программы (УП) путем ввода данных в диалоговом режиме, таким образом не прибегая к использованию дополнительных CAD/CAM программ.

Для работы Mach3 Вам нужно иметь Windows XP (или Windows 2000), идеально, на процессоре 1GHz и с разрешением монитора 1024 x 768 пикс. Стационарный компьютер дает лучшие результаты, по сравнению с ноутбуками и значительно дешевле. Кроме того, Вы можете использовать этот компьютер и для других работ (таких, как (1) на рисунке 1.1 – работа в CAD/CAM приложениях), когда он не занят управлением Вашим станком.

Mach3 обычно работает через один или, дополнительно, через два параллельных порта (порты принтера) и, по желанию, через серийный порт (COM порт) по протоколу ModBus.

Драйвера двигателей осей Вашего станка должны принимать импульсы шага и сигналы направления. Фактически все драйвера шаговых двигателей работают подобно современным сервосистемам переменного и постоянного тока с цифровыми датчиками обратной связи (в данном мануале далее они будут именоваться энкодерами). Если Вы модернизируете старый станок с ЧПУ, сервомоторы которого управлялись счетно-решающим устройством (стойкой), Вам придется оснастить станок комплектом новых драйверов для всех осей станка.

3. Обзор программного обеспечения Mach3

Вы еще читаете этот документ? Очевидно, Вы решили, что Mach3 найдет свое место в Вашей мастерской! Лучше всего, прямо сейчас скачать бесплатную демонстрационную версию программы и испытать ее на своем компьютере. Необязательно для этого подключать станок, можно пока обойтись без него.

Если Вы приобрели систему в сборе у дилера, некоторые или все нижеследующие пункты инсталляции Вы можете пропустить, так как Mach уже у Вас установлен.

3.1 Инсталляция (установка)

Mach3 распространяется ArtSoft Corp. через Интернет. Вы скачиваете пакет из одного инсталляционного файла (который для данного релиза приблизительно равен 9 Мегабайтам). Он работает нелимитированное время, как демонстрационная версия с некоторыми ограничениями по скорости, размеру файлов УП и отсутствием некоторых опций (например, нарезания резьбы). Когда Вы приобретете лицензию, она разблокирует демонстрационную версию уже установленную и скомпонованную на Вашем оборудовании. Все подробности о ценах и опциях узнавайте на веб-узле ArtSoft Corporation. www.artofcnc.ca

После установки Mach3 у Вас появится программное обеспечение для фрезерной (Mill) и токарной (Turn) обработки. Фактически, принципы работы обоих направлений общие, хотя пользовательский интерфейс несколько различен, основываясь на различии в требованиях к станкам. Когда Вы приобретете некоторый опыт в работе с Mach3Turn, то Вы заметите, что здесь много общего с профилем Mach3Mill (фрезерование) и кое-что можно будет взять на вооружение оттуда для Ваших токарных работ.

3.1.1 Скачивание

Загрузите пакет с www.artofcnc.ca, используя *Сохранить как...* из меню правой кнопки мыши, поместив инсталляционный файл в любую удобную Вам рабочую директорию (например, Windows\Temp). Вы должны иметь в Windows права Администратора.

Когда загрузка закончится, Вы можете сразу устанавливать программу, выбрав кнопку *Открыть* в диалоге загрузки или закрыть диалог, если планируете установить позднее. Когда Вы захотите установить программу, Вам нужно будет просто открыть закаченный файл. Например,

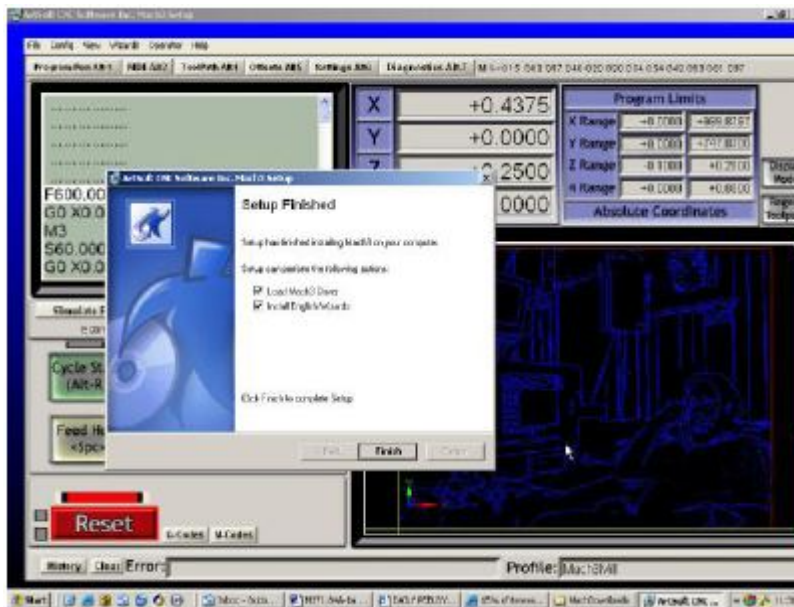


Рисунок 3.1 – Экран инсталлятора

запускаете Проводник Windows (щелчок правой кнопкой мыши по кнопке *Пуск (Start)*, и двойной клик по загруженному файлу в рабочей директории.

3.1.2 Инсталляция

Подключать станок пока не нужно. Если Вы только начинаете знакомство с Mach3, лучше отсоединить станок перед инсталляцией. Найдите место, где провода от станка подключены к компьютеру. Выключите компьютер, станок и его оборудование и отсоедините 25-пиновый разъем(ы) на задней панели компьютера. Теперь снова включите Ваш ПК.

Когда Вы запустите закаченный файл, Вам придется выполнять обычные для программ Windows шаги инсталляции, такие, как принятие лицензионных соглашений и выбор папки для Mach3.

Во время инсталляции на заднем фоне показана картинка стандартного экрана Mach3Mill, но Вы не волнуйтесь, Mach3Turn устанавливается тоже.

В завершении диалога пометьте галками чекбоксы у строчек *Загрузить драйвер Mach3 (Load Mach3 Driver)* и *Инсталлировать Мастера Подсказок на английском (Install English Wizards)* и затем кликните по кнопке *Finish*. Далее Вас попросят перезагрузить ПК перед использованием программного обеспечения Mach3.

3.1.3 Важность перезагрузки

Перезагрузка **жизненно важна**. Если Вы ее не сделаете, то получите серьезные сбои в системе, которые можно будет устранить, лишь используя Панель Управления Windows, деинсталлируя драйвер вручную. **Поэтому, перезагрузите ПК сейчас.**

Если Вам интересно узнать, почему перезагрузка необходима, читайте следующие абзацы. Если нет – переходите к следующему пункту.

Хотя Mach3 представляет собой цельную программу, в действительности при использовании она является набором из трех составляющих: драйвера, который устанавливается в Windows подобно принтеру или сетевому драйверу, графического пользовательского интерфейса (GUI) и объекта ОСХ, который принимает и отправляет сообщения GUI. Есть резон в наличии трех частей комплекса (например, это дает возможность специалистам писать свои программы для управления Mach3, без собственного GUI), но драйвер – это самая важная и удачная его часть.

Mach3 должен очень точно посылать синхронизированные сигналы для управления осями станка. Windows предпочитает брать на себя управление обычными пользовательскими программами, но здесь это не нужно. Ведь Mach3 не может вести себя как «обычная пользовательская программа»; она должна находиться на самом нижнем уровне в среде Windows (чтобы оперировать прерываниями). Кроме того, работая на максимально возможной скорости (для каждой оси возможность обращения - 45,000 раз в секунду) драйвер нуждается в настройке своего собственного кода. Windows не одобряет этого (с целью защиты от вирусов), поэтому требуется специальное разрешение. Этот процесс и осуществляется при перезагрузке. И, если Вы не совершите перезагрузку, Windows выдаст Голубое окно, появляющееся при системных сбоях, и драйвер будет заперчен. И будет только один выход – удалять драйвер вручную.

Дав это страшное предупреждение, честно добавим, что перезагрузка необходима, только если Вы установили драйвер на этом ПК в первый раз. Если Вы обновляете Вашу систему новой версией, то перезагрузка не принципиальна, хотя сообщение в конце инсталляции остается.. Windows XP грузится довольно быстро, так что можно подождать, перезагрузка не повредит.

3.1.4 Настройка иконок рабочего стола

Итак, Вы перезагрузили ПК. Мастер инсталляции создал на рабочем столе иконки основных программ. Ярлык Mach3.exe – это отправной пункт пользовательского интерфейса. Если Вы запустите его, Вас попросят выбрать профиль, который Вы хотите использовать. Mach3Mill, Mach3Turn - это ярлыки на рабочем столе, которые непосредственно запускают соответствующие профили. Для запуска программы обычно пользуются ими.

Далее создайте значки ярлыков на рабочем столе для других программ Mach3. Воспользуйтесь Проводником Windows (щелчок правой кнопкой мыши по кнопке *Пуск (Start)*), чтобы попасть в нужную папку. Затем, кликнув правой кнопкой мыши по файлу Mach3Screen.exe, создайте для него ярлык. Повторите операцию для файла OCXDriverTest.exe и файла KeyGrabber.exe. Перетащите эти ярлыки на Ваш рабочий стол.

Программы Screen Designer и другие, предназначенные для манипуляций со скриншетами, Вы можете отдельно скачать на официальном сайте.

3.1.5 Тестирование результата инсталляции

Сейчас мы настоятельно рекомендуем Вам протестировать систему. Mach3 – это не простая программа. Windows предоставляет ей большую свободу по части выполнения ее работ; но ее работоспособность зависит от некоторых факторов. Например, QuickTime's system monitor (qtask.exe), работающий в фоновом режиме, способен срывать выполнение программы. Кроме того, есть еще программы, о которых Вы возможно и не знаете, которые тоже способны на это. Windows запускает множество процессов в фоновом режиме, некоторые из которых отражаются в трее, другие не обнаруживают себя. Другие источники неконтролируемых воздействий – это локальная сеть, сконфигурированная на основе автоматического скоростного режима. Фактическая скорость Вашей сети должна быть настроена на 10 Mbps или 100 Mbps. Наконец, компьютер, имеющий доступ к Интернету, может быть «награжден» модулями – роботами, которые шпионят за Вами и отсылают информацию по сети владельцам установленных у Вас программ. Этот трафик может создавать помехи Mach3 и Вам в Ваших действиях. Используйте специальные приложения, типа "Spybot", для наведения порядка в программном обеспечении Вашего компьютера.

По причине этих факторов (это важно, хотя и необязательно), протестируйте Вашу систему, если есть подозрение на какие-нибудь ошибки, или если Вы просто хотите убедиться, что установка прошла успешно. Двойной клик на ярлыке DriverTest запустит тест.

Скриншот показан на рисунке 3.1.

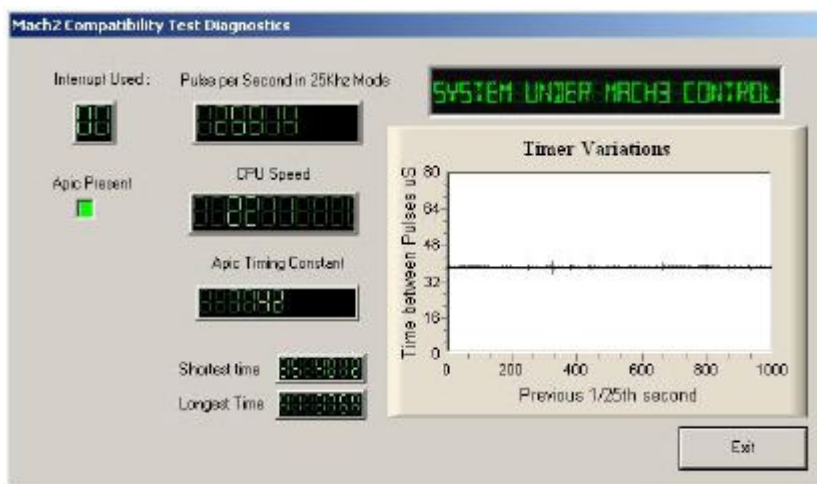


Рисунок 3.2 Дисплей программы DriverTest

Вы можете не обращать внимания на все окошки, кроме окна Частоты импульсов. Она должна иметь достаточно устойчивое значение в районе 24,600Hz, но может сильно варьироваться на разных системах. Это не говорит о том, что таймер импульса неустойчив, это может означать, что компьютер сильно перегружен и его процессы замедлены. Поскольку Mach3 занимает высокий приоритет в системе, синхронизация во времени из-за более низкого приоритета часто запаздывает. Поскольку

размерность импульса основывается на секунде времени Windows, из-за колебания системного времени Windows величина импульса может казаться «плавающей», даже если она на самом деле стабильна. В основном, если у Вас экран теста совпадает с изображенным на рисунке 3.1, все работает нормально. Закрывайте (когда она даст знак) программу **DriverTest** и переходите к пункту **Экраны** ниже.

Знаковок Windows могут заинтересовать некоторые моменты. Белое прямоугольное окно показывает анализ синхронизации. Во время тестирования на нем отображается линия с небольшими отклонениями, которые появляются на этой линии циклически. Это должны быть отрезки не длиннее четверти дюйма или около того для 17" монитора на большинстве систем. Даже если эти колебания превышают указанный порог, не переживайте, а вставьте инструмент для обработки и проведите тест на перемещения, чтобы убедиться, что движения при ручных переездах или по команде G0/G1 достаточно ровные и гладкие.

Проводя процедуру тестирования, Вы можете столкнуться со следующими проблемами:

1. "Driver not found or installed, contact Art." "Драйвер не найден или не установлен. Свяжитесь с Арт Финерти." - по каким-то причинам драйвер не загружен в Windows. Эта проблема возникает на системах управляемых Windows XP, базы данных драйверов которой имеют повреждения. Выход из создавшейся ситуации - переустановка Windows. Или, возможно, Вы работаете под Win2000. Эта Операционная Система имеет баг, из-за которого драйверу не удастся нормально загрузиться. В этом случае необходимо установить драйвер вручную (см. пункт ниже).

2. Если система ведет обратный отсчет ...3...2...1.. и затем начинает перезагрузку, одна из следующих двух причин имела место. Либо Вы **не** совершили перезагрузку, когда Вас об этом просили, либо драйвер дефектный или не стыкуется с Вашей системой. В этом случае, читайте пункт ниже, в котором рассказывается, как удалить драйвер, а затем переустановить его вручную. Если Вы столкнулись с этой проблемой, обращайтесь на e-mail, представленный на www.artofcnc.ca, и Вам будет оказана помощь.

Некоторые системы оснащены материнской платой имеющей APICтаймер, но BIOS его не использует. Это нарушает нормальную инсталляцию Mach3. Пакетный файл DOS "specialdriver.bat" можно запустить в окне DOS. Это дает возможность использовать драйвер на контроллере старше i8529. Вам придется повторять эту процедуру всякий раз, когда Вы будете загружать обновления версии Mach3, так как устанавливаемый при этом новый драйвер будет заменять собою этот специальный драйвер.

3.1.6 Запуск утилиты DriverTest в случае сбоя Mach3

Если вследствие ряда причин во время работы Mach3 происходит сбой программы – это может случиться по вине неисправных аппаратных средств или программного бага - Вам необходимо как можно быстрее после выхода из строя Mach3 запустить приложение DriverTest. Если Вы задержитесь на пару минут, драйвер Mach3 вызовет сбой Windows с обычным в такой ситуации голубым окном восстановления системы. Если Ваш Mach3 неожиданно отказал, запуск теста DriverTest восстановит драйвер до стабильной кондиции.

По завершении работы приложения, если программа Mach3 не стабилизировалась, попробуйте через какое то время запустить ее заново. Всё должно наладиться.

3.1.7 Сведения для ручной инсталляции и деинсталляции драйвера

Вам необходимо прочесть следующий текст, если Ваши попытки запустить программу OCXDriverTest заканчиваются неудачей.

Драйвер (Mach3.sys) может быть установлен или удален вручную с помощью Панели управления Windows. Диалоговое окно немного различно для Windows 2000 и Windows XP, но шаги выполнения идентичны.

- ~ Открываете Панель управления и дважды кликаете по иконке или строке *Система*.
- ~ Или для XP, выбираете *Установка оборудования* и вызываете *Мастера установки оборудования*. (Как Вы помните драйвер Mach3 работает на самом нижнем уровне Windows). Windows будет искать новое оборудование (и не найдет).
- ~ Сообщите Мастеру, что устройство уже подключено и переходите к следующему шагу.
- ~ Вам будет представлен список установленного оборудования. Прокрутите список книзу и выберите *Добавление нового устройства* и идите далее.
- ~ На следующей страничке выбирайте *Установка оборудования, выбранного из списка вручную*.
- ~ Следующий список будет включать *Mach1/2 pulsing engine*. Выберите его и двигайтесь далее.
- ~ Кликните *Установить с диска* и укажите путь к Вашей папке Mach3 (C:\Mach3 по умолчанию). Windows найдет файл *Mach3.inf*. Выберите этот файл и кликните *Открыть*. Windows установит драйвер.

Драйвер может быть деинсталлирован еще проще.

- ~ Откройте Панель управления и дважды кликаете по иконке или строке Система
- ~ Выбираете *Оборудование*, затем *Диспетчер устройств*
- ~ Вам будет представлен список устройств и их драйверов. Щелчок правой кнопкой мыши по Mach3 Driver предоставит Вам опцию по его удалению. Будет удален файл Mach3.sys из папки Windows. Копия останется там.

И последнее, на что надо обратить внимание. Windows сохраняет всю информацию о Ваших конфигурациях Mach3 в Profile file. Эта информация не удаляется после деинсталляции драйвера и удаления других файлов Mach3, она остается даже когда Вы апгрейдите систему.

Маловероятно, что Вам понадобится полностью очистить систему, в этом случае удалите и .XML profile file или все файлы .XML profile file.

3.2 Экраны (или страницы) программы

Теперь Вы можете приступить к испытанию Mach3. Мы наглядно покажем Вам, как сделать настройки станка, Вам нужно будет поэкспериментировать с Mach3 вместе с нами. Вы можете "представить" станок и узнать много полезного, даже если станка с ЧПУ у Вас пока нет. Если же станок у Вас есть, убедитесь, что он пока не подсоединен к ПК.

Mach3 разработан так, что очень легко модифицировать его экраны под конкретную работу. Это означает, что экраны (скриншеты) Вашего пакета Mach3 могут не совпадать с изображенными в Приложении 1. Если это так, то Ваш поставщик должен был предоставить Вам скриншоты экранов подходящих к Вашей системе.

Двойной клик по иконке Mach3Turn запускает программу. Вы увидите экран Приветствия (*Welcome*), подобный изображенному в Приложении 1.

Обратите внимание на красную кнопку *Сброс(Reset)*. Она имеет мигающий Красный индикатор (имитирующий светоизлучающий диод). Если Вы нажмете на эту кнопку, красный индикатор погаснет. Mach3 готов к работе!

Если Красный индикатор сброса не перестает мигать, то, вероятно, в Вашей системе сохранился старый файл XML (файл профиля) или что-то подключено к Вашему параллельному порту (портам).

В этом случае Вы можете временно поработать с программой с нажатой кнопкой *Offline*, т.е. в Автономном режиме. В Меню *Operator (Operator)* Вы можете нажать на пункт *Автономное управление (Control Offline)* и работать с программой с временно немигающим индикатором кнопки *Сброс*.

3.2.1 Типы объектов на экране программы

На экране Приветствия (Welcome) кликните мышью по кнопке, выводящей на экран *Ручное управление (Manual)*. Вы увидите, что этот экран содержит следующие типы объектов:

- ~ Кнопки (например, *Шпиндель (Spindle)*, *База X (Home X)* и т.д.)
- ~ ЦИ или Цифровую индикацию. То, что должно отображаться в числах, помещено в окошки ЦИ. Главные из них, конечно, окна положения по осям X и Z, а также для большинства станков - Скорость шпинделя (Spindle speed).
- ~ Световые индикаторы (различных размеров и форм)
- ~ Окно отображения маршрутов УП (в данный момент это пустой квадрат на Вашем экране)
- ~ Строка РВД (MDI) (Ручного Ввода Данных)

Есть еще один важный элемент управления, не представленный на экране *Ручное управление (Manual)*:

- ~ Окно отображения Управляющей программы G-кодов (со своей полосой прокрутки)

Кнопки и Строка РВД предназначены для ввода Ваших команд в Mach3.

Окна ЦИ отображают состояние Mach3 или могут использоваться для ввода Ваших данных. Когда Вы вводите данные, их фоновый цвет меняется.

Окна G-кодов и отображения маршрутов предназначены для передачи информации Вам от Mach3. Вы, однако, можете манипулировать ими (например, прокручивать текст программы G-кодов, зуммировать, вращать и сдвигать изображение в окне отображения маршрутов).

3.2.2 Использование кнопок и клавиш быстрого вызова

На стандартном экране Mach3 большинство кнопок имеют свои т.н. «горячие клавиши». Нажать на названные клавиши – это то же, что и кликнуть мышью по кнопке на экране. На экране *Ручное управление (Manual)* кнопке *Выход (Quit)* соответствует клавиша «Q». Они обе возвращают Вас на экран *Приветствия (Welcome)*. При включенном экране *Приветствия (Welcome)* Вы можете попытаться нажать клавиши клавиатуры «M», «A», «T» и «D», которые вызывают экраны программы *Ручное управление (Manual)*, *Авто (Auto)*, *Инструмент (Tooltable)* и *Диагностика (Diags)*. Хотя буквы показаны из верхнего регистра, т.е. заглавные (для удобства чтения), Вы **не должны** нажимать клавишу *Shift*, когда пользуетесь «горячими клавишами».

В процессе работы удобнее минимизировать время работы с мышью. Если Вы сами сконструировали и построили станок, Вы можете на пульте управления станком разместить физические переключатели для управления Mach3 посредством клавиатурного эмулятора (например, Ultimarc IPAC) или через интерфейс ModBus. Полное описание данной опции дано в документации *Customising Mach3 wiki*.

Если кнопки нет на текущем экране, клавиши быстрого вызова для этой кнопки будут неактивны.

Есть некоторые специальные «горячие клавиши» - Системные, которые активны на всех экранах. Глава 5 расскажет, как их настроить.

3.2.3 Ввод данных в окно ЦИ

Вы можете ввести новые данные в любое окно Цифровой Индикации, щелчком по нему мышью, нажатием его «горячих клавиш» (когда имеются) или Системных «горячих клавиш», закрепленных за ЦИ, и перебирать их с помощью клавиш со стрелками.

Попробуйте ввести подачу, скажем, 45.3 на экране *Ручное управление (Manual)*. Нажмите клавишу *Enter* для подтверждения введенного или клавишу *Esc* для возвращения к исходному значению. Щелчок мышью по любому другому окну ЦИ равносильно нажатию клавиши *Esc*.

Backspace и *Delete* не используются при вводе данных в ЦИ.

Важно: Не всегда возможно вводить Ваши данные в окна ЦИ. Например, реальная скорость шпинделя, отображаемая в окошке ЦИ, является значением, вычисленным Mach3. Любые введенные Вами сюда значения будут отвергаться. Вы можете ввести любые значения в окна ЦИ осей, но Вы не должны этого делать, пока детально не изучите Главу 7. Инструмент так переместить **нельзя!**

3.3 Переезды (ручное позиционирование)

Вы можете переместить инструмент относительно любой точки Вашей заготовки вручную, используя различные способы Переездов.

Переезды возможно осуществлять на тех экранах программы, где имеется кнопка *Переезд Вкл/Выкл (Jog ON/OFF)*. Эта кнопка является переключателем, т.е. один клик по ней включает Переезды, следующий клик – отключает их. Светодиод горит, когда Переезды включены.



Рисунок 3.3

Самый простой способ осуществить Переезды на Вашей системе – это воспользоваться клавишами клавиатуры Up/Down и клавишами со стрелками Влево/Вправо. Попробуйте это сделать (конечно, при включенных Переездах) и Вы увидите, что в окошках Цифровой индикации осей X и Z начнут бежать цифры. Если подключен станок, то его инструмент придет в движение. Если же ничего не произойдет или движение будет очень медленным, введите значение 25 в окно ЦИ *Замедление переездов (Slow Jog %)* (см. рисунок 3.5). Не забудьте нажать клавишу *Enter* для подтверждения введенного значения.

Клавиши со стрелками по умолчанию настроены на перемещение по главным осям. Вы можете отконфигурировать эти клавиши согласно Вашим условиям (см. Главу 5), например для станка, у которого инструмент расположен позади центровочной линии.

По-соседству с кнопкой *Переезд Вкл/Выкл (Jog ON/OFF)* расположена кнопка *Режим переезда (Jog Mode)* (см. рисунок 3.4). Она завязана со светодиодом *Переезды пошаговые (Jog Inc)*.

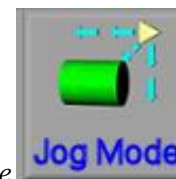


Рисунок 3.4

Если светодиод *Переезды пошаговые (Jog Inc)* горит, включенный кнопкой *Режим переезда (Jog Mode)*, то каждое нажатие на клавиши Переездов будет сопровождаться перемещением по осям на фиксированное расстояние, которое Вы можете задать сами.

На рисунке 3.5 Вы можете видеть, как конфигурируется скорость для Непрерывных (Постоянных) Переездов и задается размер шага для Пошаговых Переездов.

В Постоянном режиме движение по выбранным осям будет продолжаться, пока Вы удерживаете клавишу нажатой. Скорость переездов устанавливается в окне ЦИ *Замедление переездов (Slow Jog %)*. Вы можете ввести любое значение от 0.1% до 100%, чтобы подобрать нужную Вам скорость. Кнопки «-» и «+» рядом с окном ЦИ могут изменять значения с шагом в 5% (или 0.1 %, когда скорость меньше 5%).

Если Вы будете удерживать нажатой клавишу *Shift*, переезд будет совершаться на полной скорости для этой оси, какая бы корректировка скорости не была бы установлена в окне ЦИ *Замедление переездов (Slow Jog %)*. Это позволяет Вам быстро переместиться в нужное место, а затем, отпустив *Shift*, аккуратно позиционироваться в нужную точку.

В способе *Переезды пошаговые (Jog Inc)*, каждое нажатие клавиш переезда будит перемещать оси на расстояние указанное в окошке ЦИ ниже надписи *Шаг Переезда (Jog Cycle)*. В нем Вы можете установить любое нужное Вам значение путем ввода значения в окошко ЦИ или используя кнопки «->» и «+», перебирая по возрастающей значения шага переезда, сохраненные в специальной таблице, о чем буде рассказано позднее.. Движение будет выполняться на текущей скорости подачи. Если Ваша подача задается в формате Подача/оборот, Вы должны определить скорость шпинделя в окне ЦИ *S*, прежде чем совершить перемещение.

Если у Вас возникают проблемы с Пошаговыми переездами, то лучше разберитесь с ними сейчас. Вы найдете очень полезным для себя эту опцию, когда будете короткими управляемыми перемещениями позиционировать инструмент на заготовке.

Один или два ротационных энкодера могут взаимодействовать (через входные пины параллельного порта) с Mach3 в качестве Ручных Генераторов Импульсов РГИ (MPG).

Кроме этого существует еще много других возможностей осуществления Переездов в Mach3. Две описанные выше – наиболее удобны для точения. Если Вы используете РГИ, то Вам понадобится доступ ко всем пунктам управления в данной опции Переездов. Они появятся, если Вы нажмете клавишу *Tab*. Окно, всплывающее при этом, показано на рисунке 3.6. Следующее нажатие клавиши *Tab* прячет это окно.

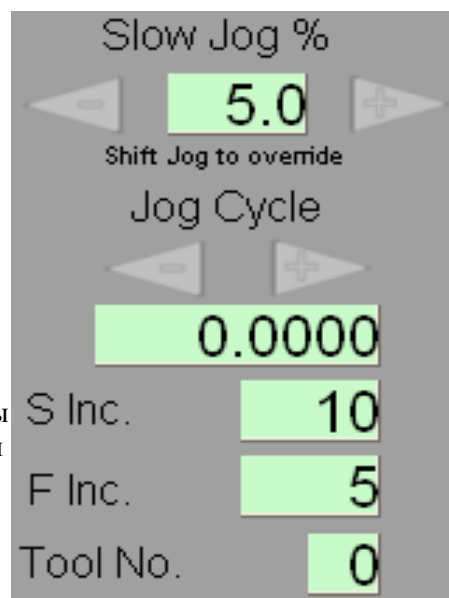


Рисунок 3.5 Переезды и другие органы управления

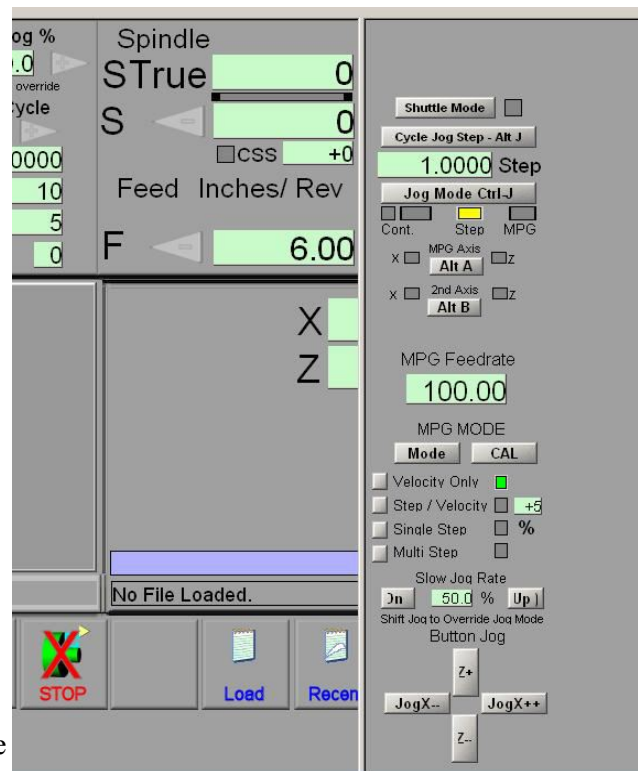


Рисунок 3.6 Всплывающее окно Переездов

3.4 Ручной Ввод Данных (РВД)

Используйте мышь или клавиатурные сокращения, чтобы вызвать экран Ручное управление (*Manual*).

На экране имеется строка для ввода данных. Чтобы сделать ее активной необходимо кликнуть по ней мышью либо нажать клавишу *Enter*. В поле для ввода Вы можете набрать любой доступный для выполнения кадр, запускаемый клавишей *Enter*. Для отмены выполнения кадра нажмите *Esc*. Клавиша *Backspace* (*Забой*) используется для исправления ошибок в набранном.

Если Вы знаете какие-либо команды G-кодов, попробуйте ввести их. Если нет – введите кадр:

G0 X1.6 Z-2.3



Рисунок 3.7 Неактивная строка РВД



Рисунок 3.8 Ввод данных в строку РВД

который переместит инструмент в координаты $X = 1.6$ единиц и $Z = 2.3$ единиц (не путайте 0 – «ноль» после G с буквой «О»!). Вы увидите в окне ЦИ осей новые координаты положения инструмента.

Попробуйте выполнить несколько различных команд (или G0 по разным направлениям). Если Вы воспользуетесь клавишами со стрелками Вверх и Вниз, Вы увидите, как Mach3, используя историю команд, перебирает набранные Вами команды, чтобы избавить Вас от повторного ввода уже набранного. Когда Вы пользуетесь строкой РВД, над ней появляется всплывающее окошко, показывающее сохраненный в памяти текст.

Строка РВД (или кадр G-кодов, как ее называют) может содержать несколько команд, они будут выполняться в определенном порядке, как описано в Главе 10, необязательно слева направо. Например, введенная скорость подачи, к примеру, F2.5 будет распространяться на любое перемещение, даже если F2.5 стоит в середине или в конце кадра. Если Вы сомневаетесь в очередности выполнения команд в строке РВД, разделите их на разные кадры.

3.5 Мастера – САМ без применения специализированного софта

Mach3 дает возможность воспользоваться дополнительными экранами, позволяющими автоматизировать весьма сложные задачи и предоставляющими пользователю необходимую информацию. В этом значении они подобны так называемым Мастерам функционирующим во множестве Windows приложениях, управляющих Вашими действиями посредством предоставления наводящей информации.

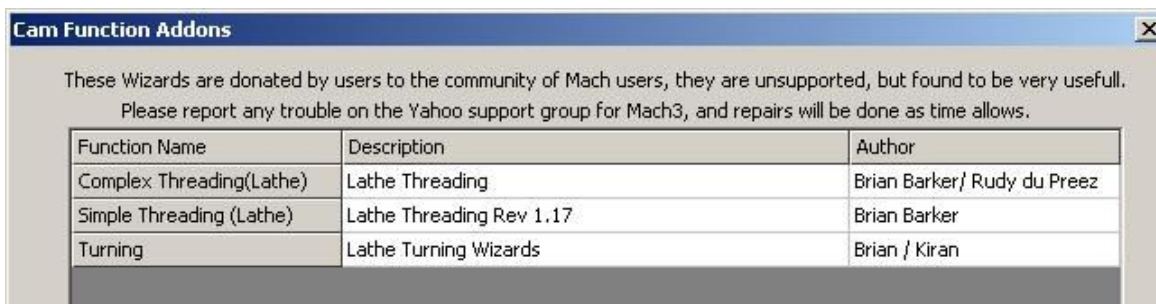


Рисунок 3.9 Примерный список установленных Мастеров

В Mach3Turn, например, есть Мастера для уменьшения диаметра по длине бруска, точение с заострением, получения радиуса на бруске и резьбонарезание. Когда Вы приобретете опыт работы в этой сфере и изучите G-кодовые программы, Вы сможете писать свои собственный Мастера.

Воспользоваться ими легко. В Меню *Мастера* выберите *Выбор мастера (Pick Wizard)*. На экране появится таблица Мастеров, имеющихся в Вашем распоряжении (рисунок 3.9). Для примера дважды кликните по строке *Lathe Turning Wizards* (Мастер точения на токарном станке), которая имеется в стандартном наборе всех релизов Mach3 и (или) нажмите *Выполнить (Run)*.

Текущий экран Mach3 сменится экраном, показанным на рисунке 3.10. Кликните по окошку *Внешнее заострение (OD Taper)*, это несложный, но довольно интересный пример. Вам будет представлен экран с некоторыми установленными по умолчанию значениями для формирования точенки. Введите необходимые значения. Пример на рисунке 3.11 в метрических единицах для радиального программирования, подача в миллиметрах в минуту. Запомните, что после каждого ввода чисел в окна Цифровой Индикации нужно нажимать клавишу *Enter* для закрепления введенного. Простой клик по другому окошку ЦИ уберет незакрепленные данные.

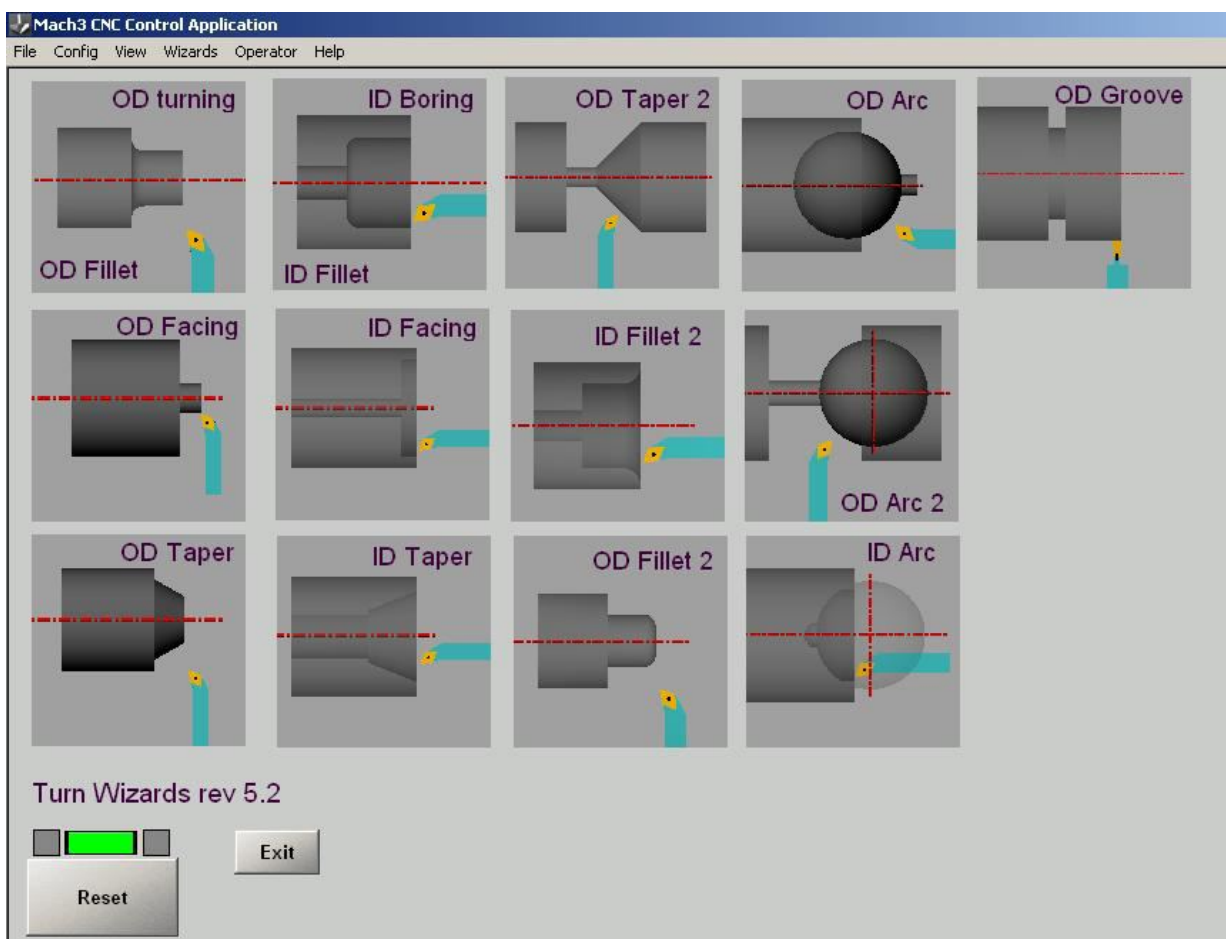


Рисунок 3.10 Меню Мастера точения

Когда Вы закончите создание заострения, нажимайте кнопку *Создать УП (PostCode)*. Создастся G-кодовая программа и загрузится в Mach3. См. рисунок 3.12. Окно визуализации отобразит полученный Вами результат. Вы можете пересмотреть введенные Вами параметры, уменьшив область обработки или вообще изменить установки программы.

При желании Вы можете сохранить настройки (*Save Settings*), чтобы они были представлены Вам при следующем входе в этот Мастер.

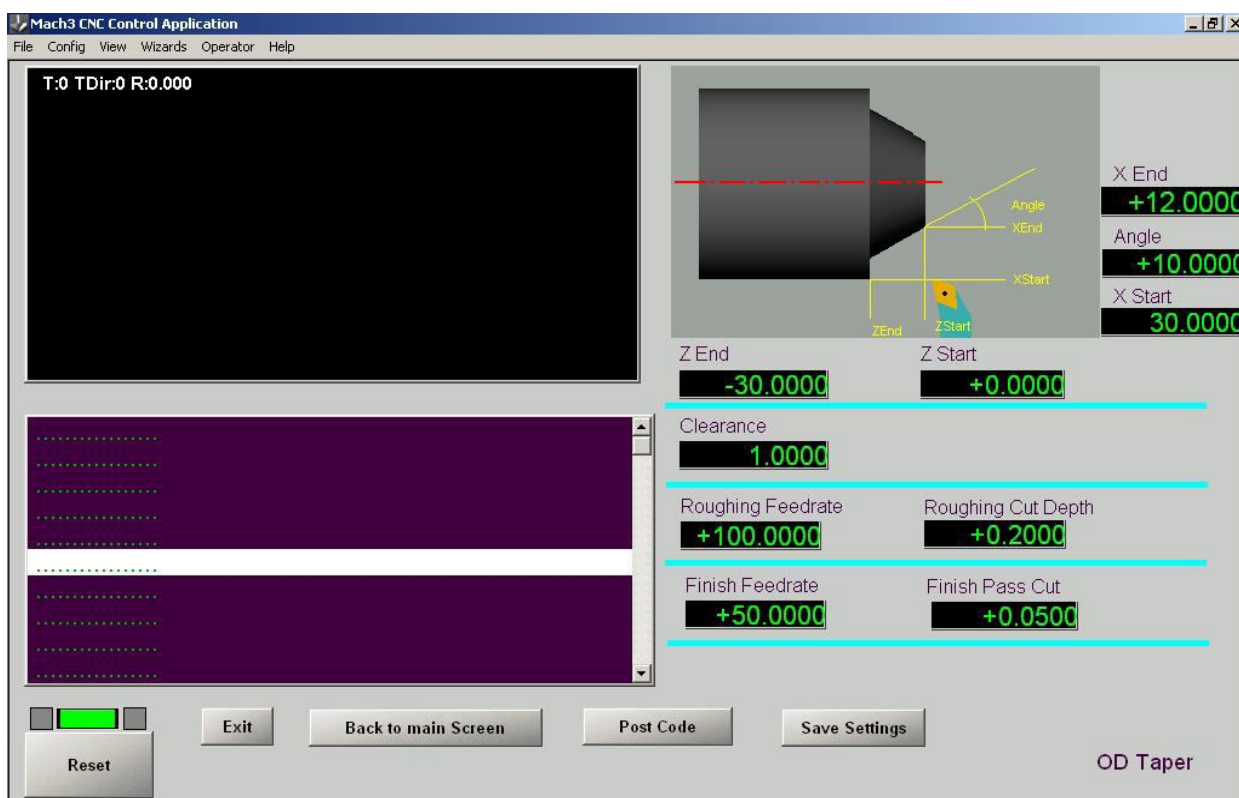


Рисунок 3.11 Ввод параметров конусной обработки

Когда Вы нажмете *Выход (Exit)*, вновь появится экран Mach3, с которого Вы зашли в Мастер. Если это не иЕсли это не экран *Авто (Auto)*, нажмите кнопку Выйти (Quite) для выхода на экран Приветствия (Welcome) и кликните по кнопке *Авто (Auto)*.

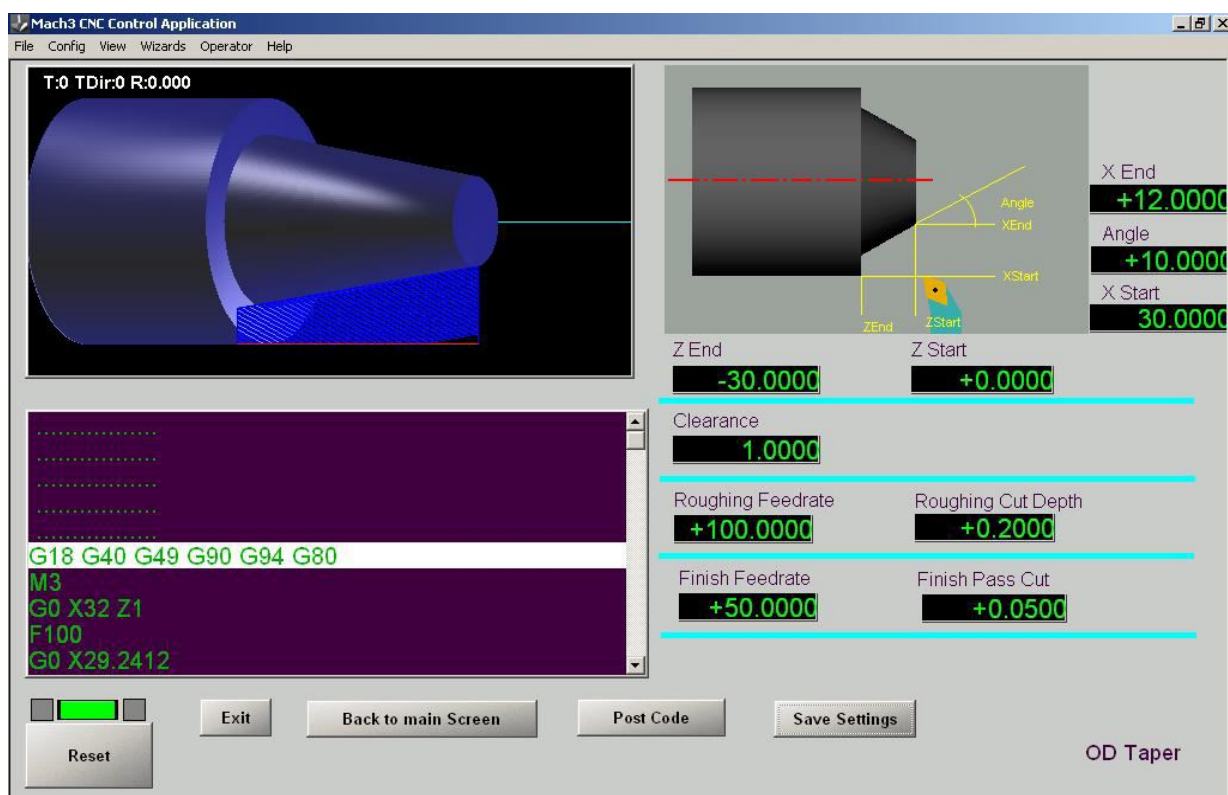


Рисунок 3.12 G-коды конусной обработки

Есть два экрана, использующих Автоматические операции. Первый из них – это *Авто Подготовительный* экран (*Auto Preparation*). См. рисунок 3.13. На этом экране Вы можете осуществлять Переезды инструмента, менять частоту вращения шпинделя и принимать текущее

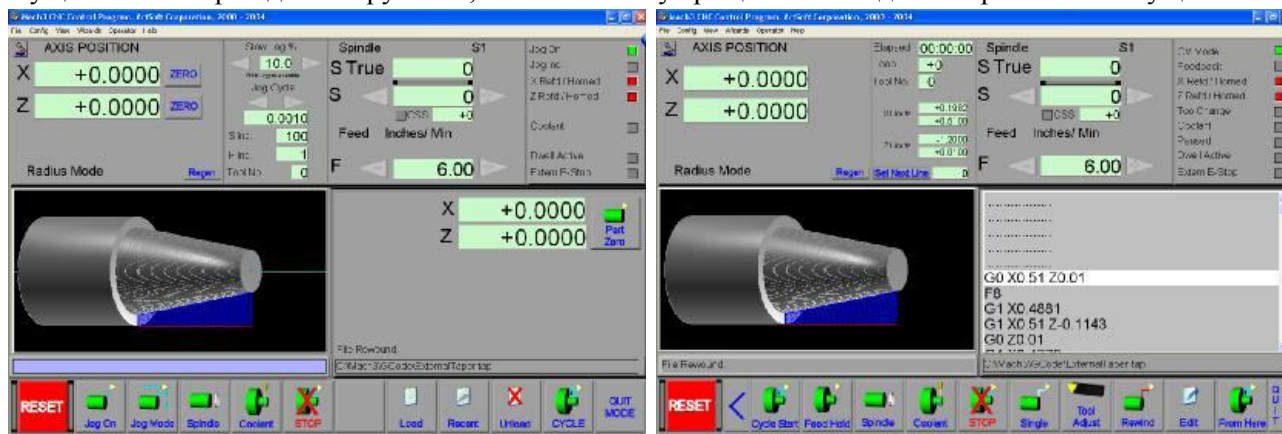


Рисунок 3.13 Экран Автоподготовки

Рисунок 3.14 Экран Авто Режим

положение инструмента по осям X и Z в качестве Нуля (Zero). Позже, когда Вы подключите токарный станок, Вы вероятно вставите в патрон брусок и совершите Переезд до касания с его поверхностью, а затем, используя кнопку *Обнулить (Zero)*, примите это положение инструмента по оси Z за Ноль. Или, в качестве альтернативы, Вы можете кликнуть по кнопке *ЦП (Cycle)*, чтобы перейти на экран *ЦП (Auto Cycle)*, см. рисунок 3.14.

Экран *ЦП (Auto Cycle)* позволит Вам запустить на выполнение Управляющую Программу, сгенерированную Мастером.

Маршруты обработки будут показаны в окне визуализации. Различные типы перемещений (например, ускоренные программные переезды, прямые подачи и дуги подачи) будут отображаться разными цветами. Этот процесс часто происходит быстрее, чем чтение здесь написанного.

Далее используйте кнопку *Пуск (Cycle Start)* для запуска программы на выполнение. Окна ЦИ будут показывать координаты перемещения инструмента на станке, а линии в окне визуализации будут подсвечиваться согласно перемещениям инструмента.

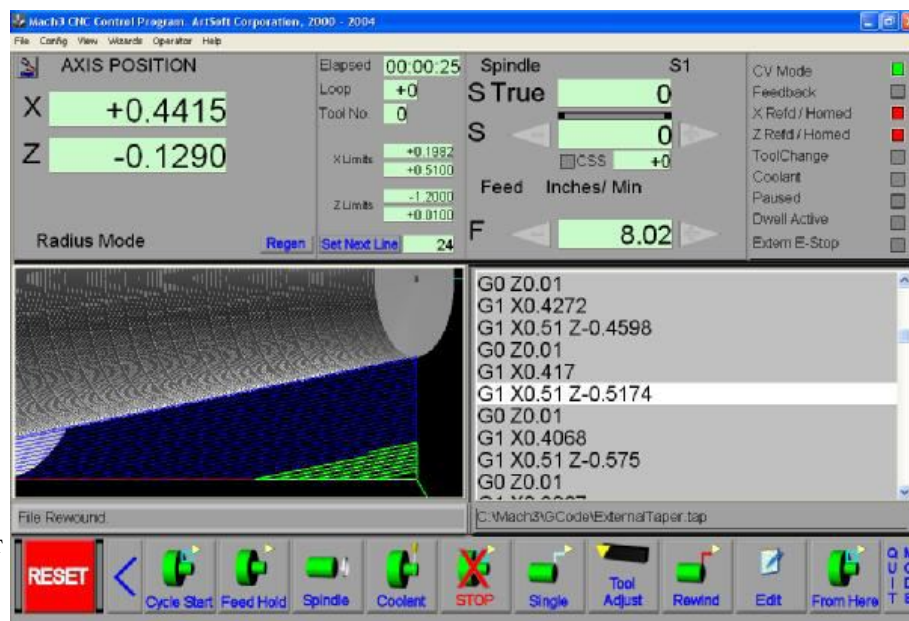


Рисунок 3.15 Сгенерированная Мастером УП в работе

Это проиллюстрировано на рисунке 3.15. При просмотре Вы можете увеличивать изображение, чтобы рассмотреть детали и очередной кадр G-кодов будет подсвечиваться в окне G-кодов. Когда выполняется УП, Вы можете сделать паузу в обработке нажатием кнопки *Пауза (Feed Hold)*, а также запустить покадровое выполнение УП, выбрав режим *По кадрам (Single)*. Все эти функции позднее будут детально описаны.

3.6 Выполнение программы G-кодов

Пришло время , когда Вы можете попытаться ввести и отредактировать собственную УП. Вы свободно сможете ее отредактировать, не покидая Mach3, но так как мы еще не познакомились с принципами, которые используются в редакторе, это будет для нас легче, чем создавать УП вне Mach3.

Используйте Блокнот Windows чтобы ввести следующие кадры в текстовый файл и сохраните его в удобной Вам папке (Мои документы, к примеру) как TurnDown.tap

Когда Вы выберете *Сохранить как...* (Save as) для своего файла, в графе *Тип файла (Type of Saves)* выберите *Все файлы (All Files)*, чтобы Блокнот не сохранил его, как текстовый файл.

```
G00 X0.3 Z0.05
F4
S1000 M0
G01 X0.28
G01 Z-1.2 (первый рез)
G00 X0.3
G00 Z0.05
G01 X0.26
G01 Z-1.2 (второй рез)
G00 X0.3
G00 Z0.05
M30 (отмотка к началу)
```

Снова здесь все "0" это цифры «ноль». Не забудьте нажать клавишу *Enter* после кадра с командой M30.

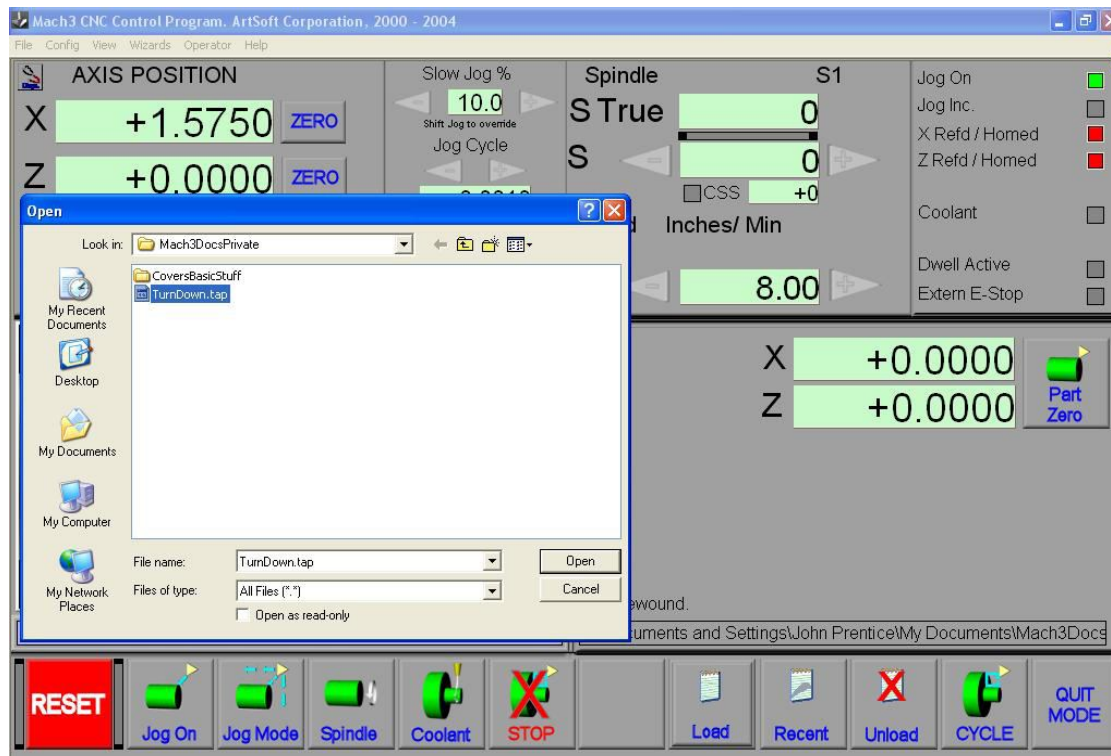


Рисунок 3.16 Загрузка G-кодовой УП, написанной вручную

Далее идите на экран *Авто (Auto Preparation)*, используя кнопку *Выйти (Quit)* и переход на экран *Приветствия (Welcome)*. Используйте кнопку *Загрузить (Load)* или Меню *Файл>Загрузить G-коды (File>Load G-code)* для загрузки своего файла – рисунок 3.16.

В окне визуализации Вы увидите результат обработки – рисунок 3.17. Теперь Вы можете перейти на экран *УП (Auto Cycle)*, чтобы запустить свою Управляющую Программу.

Примечание: Вы должны всегда запускать к выполнению УП сохраненные на жестком диске, а не с флоппи-диска или USB-накопителя, так как Mach3 нуждается в высокоскоростном доступе к файлу, который активен в памяти. Файл программы не должен быть «только для чтения».

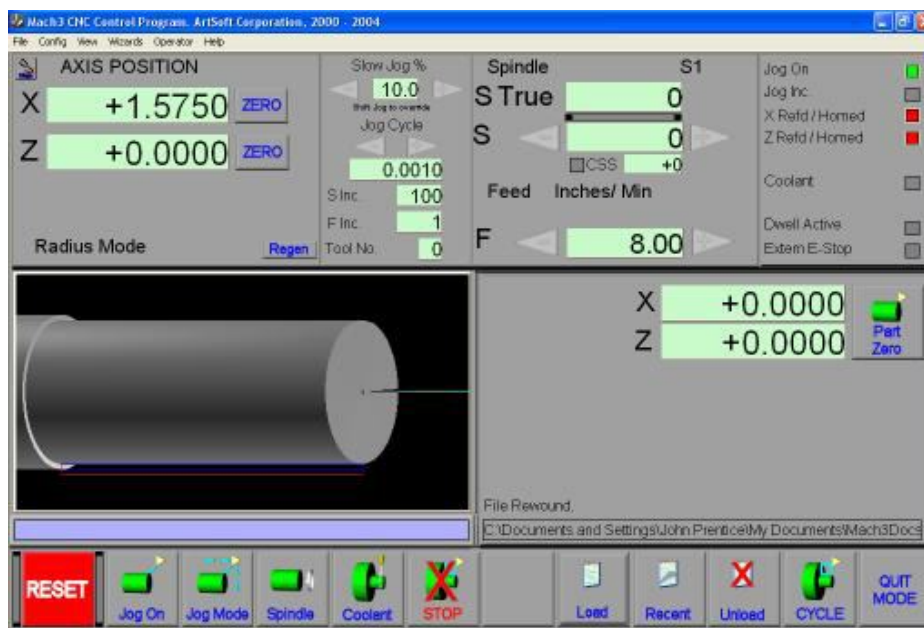


Рисунок 3.17 Загруженная программа G-кодов

4. Вопросы аппаратных подключений

Эта глава расскажет Вам об аспектах аппаратных подключений. Глава 5 предоставит Вам детальное описание конфигурирования подключений к Mach3.

Если Вы покупаете станок с уже установленной на нем Mach3, то Вам можно пропустить эту главу (разве, что ознакомиться с ее содержанием из общего интереса). Ваш поставщик предоставил Вам всю информацию о подключении составляющих частей системы.

Прочитав эту главу, Вы узнаете, как управлять Mach3 и как подключать стандартные компоненты такие, как шаговые двигатели и микровыключатели. Мы надеемся, что Вы разберетесь в приведенных здесь несложных схемах, если – нет, то обратитесь к кому-нибудь за помощью, сейчас – самое время. При первом чтении, текст, начиная с пункта 4.6, наверное, покажется Вам довольно сложным.

4.1 Безопасность. Это важно



Любые узлы и агрегаты станков потенциально опасны. С помощью этого руководства мы попытаемся представить Вам безопасные методы работы и управления оборудованием, но поскольку мы детально не знаем Ваш станок и конкретные условия его работы, мы не несем никакой ответственности за повреждения оборудования или другой ущерб, вызванный Вашими действиями. Кроме того, Вы несете ответственность при несоблюдении законов действующих в Вашем штате или государстве касательно оборудования и выходной продукции..

Если Вы в чем-либо сомневаетесь, обратитесь за помощью к квалифицированным специалистам, чтобы не нанести вреда себе или окружающим.

4.2 Чем управляет Mach3

Mach3 очень гибкая программа, созданная для управления широкой гаммой токарных и расточных станков (а также, не рассматриваемых в этом руководстве, фрезерных станков). Ключевые характеристики станков, управляемых Mach3, следующие:

~ Частичное ручное управление. Кнопка Аварийного останова (EStop) обязательно должна присутствовать на любом станке.

~ Две оси, расположенные под прямым углом друг к другу (обозначенные как X и Z)

~ Инструмент, движущийся относительно вращающейся заготовки. Начальные положения осей фиксируются относительно заготовки.

И дополнительно:

~ Переключатели, сообщающие, когда инструмент находится в положении «База».

~ Переключатели, определяющие ограничения разрешенного относительного движения инструмента.

- ~ Управление скоростью (частотой вращения) и / или направлением вращения шпинделя.
- ~ Механические устройства для смены используемого инструмента.
- ~ Переключатель или переключатели, взаимно блокирующие ограничители станка.

В большинстве случаев, станок подключается к компьютеру, на котором установлен Mach3, через параллельный (принтерный) порт(ы) компьютера. Простой станок использует один порт, комплексному - требуется два.

Управление сигналами, которые некритичны по времени может также происходить посредством подключения через серийный порт специального устройства, использующего ModBus протокол (например, плата Roman ModIO или Программируемый Логический Контроллер) или посредством "эмулятора клавиатуры", который генерирует псевдо нажатия клавиш в ответ на сигналы ввода.

Mach3 может запускать шпиндель, вращать его в любом направлении и выключать его. Также возможно управление скоростью вращения (в об/мин) и наблюдение за углом его наклона для выполнения таких задач, как нарезание резьбы.

Mach3 может включать и выключать два типа подачи охлаждения.

Mach3 наблюдает за Estop и контролирует использование выключателей Баз, защитного оборудования и концевых выключателей.

Mach3 сохраняет свойства до 256 различных инструментов. Однако, если в Вашем станке предусмотрена автоматическая смена инструмента или магазина, Вам придется управлять ею самостоятельно.

4.3 Управление экстренным остановом (EStop)

В любом станке должна быть предусмотрена одна или более кнопок экстренного останова (EStop); обычно это большие кнопки красного цвета, по форме напоминающие гриб. Они должны быть расположены так, чтобы до них можно было легко достать с любого места, на котором Вы можете оказаться в процессе управления станком.

Кнопка экстренного останова должна останавливать любые действия станка настолько быстро, насколько это возможно, с учетом безопасности этих действий; шпиндель должен прекратить вращение, а оси должны прекратить движение. Эти действия должны производиться **не** посредством программы, так что, речь идет о реле и контакторах. Цепь должна сообщать Mach3 о Ваших действиях, и для этого существует специальный, обязательный вход для этих целей. Как правило, для экстренного останова обесточивания станка недостаточно, потому что заряда, сохраняющегося в сглаживающих конденсаторах постоянного тока, может хватить, чтобы позволить двигателям работать еще некоторое время.

Станок не должен быть в состоянии продолжить работу до тех пор, пока не будет нажата кнопка "Сброс" (Reset). Если кнопка экстренного останова фиксируется при нажатии, тогда станок не должен быть в состоянии продолжить работу до тех пор, пока Вы не отпустите ее путем поворота головки.

Как правило, после экстренного останова дальнейшая обработка детали невозможна, но, по крайней мере, Вы сами и Ваш станок будет в безопасности.

4.4 Параллельный порт ПК

4.4.1 Параллельный порт и его история

Когда компания IBM создала первый персональный компьютер (привод флоппи диска на 160 килобайт, 64 килобайта оперативной памяти RAM!), она предусмотрела интерфейс для подключения принтера, используя 25-ти контактный соединительный кабель. Это был прародитель параллельного порта, который сейчас есть на большинстве компьютеров. Так как это очень простой способ передачи данных, он использовался не только для подключения принтера, но и для многих других задач. Вы можете передавать данные между компьютерами, подключать периферийные устройства, такие как сканеры и ZIP-приводы, и, конечно же, использовать его для управления станком.

Так как большинство этих функций в наше время взял на себя USB порт, то параллельный порт теперь свободен для его использования в Mach3. Заметьте, тем не менее, что USB кабель-переходник от принтера не может использоваться для подключения станка.

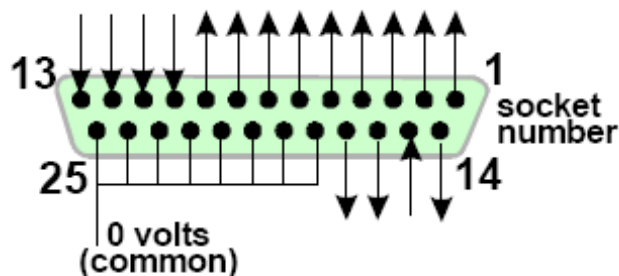


Рисунок 4.1 Разъём-мама параллельного порта (вид на ПК сзади)

Разъём на ПК – это разъём-«мама» D типа, с 25 отверстиями. Это гнездо расположено на задней панели компьютера и выглядит, как изображено на рисунке 4.1. Стрелки показывают направление движения информации относительно компьютера. Так, например, 15-тая ножка (пин) - это ввод в ПК.

4.4.2 Сигналы логики

При первом прочтении можно пропустить этот раздел, и вернуться к нему, если у Вас возникнут какие-либо осложнения. Полезно будет прочитать его, имея под рукой документацию к электронным приводам осей.

Все входящие и выходящие из Mach3 сигналы являются цифровыми двоичными (т.е. нули и единицы). Напряжение для этих сигналов поддерживается ножками ввода и вывода параллельного порта. Эти напряжения измеряются относительно 0 вольтовой линии компьютера (которая подключена к ножкам с 18 по 25 разъема порта)

Первыми по использованию интегральными схемами (серия 74xx) есть (логика транзистор-транзистор). В схемах TTL любое напряжение между 0 и 0.8 вольт называется “lo” (низким) а любое между 2.4 и 5 вольт – “hi” (высоким). Подключение отрицательного напряжения или чего-либо, более 5 вольт, вызовет дымок. (Некоторые люди, даже, считают, что эти интегрированные схемы, каким-то образом, работают с использованием дыма. На самом же деле, никто еще не видел, чтобы плата заработала, после того, как она задымилась!) Параллельный порт был создан на основе TTL, и по сей день, эти напряжения определяют сигналы "lo" и "hi". Обратите внимание, что в худшем случае различие между ними составляет всего лишь 1.6 вольт.

Конечно, что "lo" представляет собой логический ноль или логическую единицу, говорится приблизительно. Однако, как объясняется ниже, обозначать "lo" как единицу целесообразнее в большинстве практических интерфейсных схем. Часто это характеризуется, как сигнал «Activ Low».

Для того чтобы сигнал вывода что-либо сделал, некоторый ток должен пройти по подключенной цепи. Когда это “hi”, ток пройдет по направлению из компьютера. Когда “lo”, ток пройдет по направлению в компьютер. Чем больше тока будет двигаться по направлению внутрь, тем сложнее держать его напряжение близко к нулю, и тем ближе к разрешенному пределу в 0.8 вольт будет находиться “lo”.

Одновременно, исходящий ток “hi” понизит напряжение и приблизит его к пределу в 2.4 вольт. Так что, при **большом** количестве перемещающегося тока, разница между “lo” и “hi” будет даже меньше чем 1.6 вольт, и сделает систему ненадежной. Наконец, допускается в 20 раз больше тока входящего в “lo”, чем исходящего из “hi”.

Это означает, что лучше назначить логическую единицу “lo” сигналом. Понятно, почему этот метод назвали логикой **активной lo**. Главный практический недостаток состоит в том, что устройство, подключенное к параллельному порту, должно иметь питание 5 вольт. Иногда оно берется из компьютерного игрового порта или из источника питания подключенного устройства.

При переключении к сигналам входа, компьютеру понадобится определенное количество тока (меньше 40 микроампер) для “hi” вводов, и некоторое количество он обеспечит сам (меньше 0.4 миллиампер) для вводов “lo”.

Так как материнские платы современных компьютеров имеют множество встроенных возможностей в одном чипе, включая и параллельный порт, мы испытывали системы, где напряжение подчиняется только правилам “lo” и “hi”. Можно заметить, что станок, который запускался на старой системе, может начать «капризничать» после апгрейда. Похоже что пины с 2 по 9 имеют сходные свойства (они являются пинами передачи данных при печати). Пин 1 также важен при печати, но остальные ножки выводов мало используются, и могут оказаться недостаточно мощными для работы. Хорошо изолирующая плата breakout board (смотрите следующий раздел) защитит Вас от подобных проблем электронной совместимости.

4.4.3 Электрические помехи и дороговатый дымок

Даже если Вы пропустили предыдущую часть, эту Вам следует прочитать!



Вы могли заметить, что ножки с 18 по 25 подключены к 0 вольт линии питания компьютера. **Рисунок 4.2 – Два примера плат breakout board** Все сигналы внутри и снаружи компьютера родственны этому. Если Вы подключите к нему много длинных проводов, особенно если они проходят рядом с проводами, обеспечивающими высокое напряжение на двигателях, то они получают входящий ток, который потом создаст напряжения, которые подобны шумам и могут создать ошибки. Таким образом можно даже испортить компьютер.

Приводы осей и, возможно, шпинделя, которые Вы подключите к Mach3 через параллельный порт, скорее всего, будут работать на напряжении между 30 и 240 вольт и смогут обеспечивать ток, силой во множество ампер. Правильно подключенные, они не причинят вреда компьютеру, **но** случайное короткое замыкание может сжечь материнскую плату компьютера и в некоторых случаях даже CD-ROM и жесткие диски.

По этим двум причинам строго рекомендуется приобрести устройство, называемое "isolating breakout board". Это обеспечит Вас легко подключаемыми терминалами, отдельным 0 вольт (общим) для всех приводов, переключателей Баз и т. д. и позволит избежать превышения разрешенного тока на входах и выходах порта. Эта breakout board, электроника Ваших приводов и элементы питания должны быть аккуратно помещены в металлические корпуса, чтобы понизить риск создания помех для радио и телевизионных сигналов у Ваших соседей. Если же Вы построите «крысиное гнездо», риск короткого замыкания, и, вследствие, трагедии, повышается. На рисунке 4.2 показаны три, из доступных на рынке breakout boards.

Заметьте, что хотя D-разъем компьютера всегда - «мама», различные платы breakout boards имеют разнообразные разъемы, так что Вам нужно найти подходящий кабель-переходник «папа-папа» или «папа-мама».

Аминь.

4.5 Опции управления осями

4.5.1 Шаговые и серво двигатели

Есть два возможных типа движущей силы для приводов осей:

- ~ Шаговые двигатели
- ~ Серводвигатели (пост. или перем. тока)

Каждый из них может передвигать оси движение посредством ходовых винтов (прямых или шарико-винтовых). Максимальная скорость двигателя будет определять передаточное отношение, необходимое для сообщения двигателя со станком.

Свойства биполярного шагового двигателя:

1. Низкая стоимость
2. Простое 4-х проводное подключение к двигателю
3. Почти не требует ухода
4. Скорость двигателя ограничена примерно 1000 оборотами в минуту, а вращающий момент ограничен, примерно, 3000 унциями на дюйм (21 Nm). Максимальная скорость зависит от работы двигателя или электроники привода на их максимально допустимом напряжении. Максимальный вращающий момент зависит от работы двигателя на его максимально допустимой силе тока (ампер).



Рисунок 4.3 – Маленький сервомотор DC с энкодером (слева) и редуктором

5. Для производственных нужд, шаговики станка должны управляться отдельным микрошаговым контроллером, для обеспечения плавности действий на любой скорости с соответствующей эффективностью.

6. Шаговики обычно обеспечивают только управление открытыми циклами. Это означает, что существует возможность потери шагов при большой нагрузке, и это не сразу станет заметно для пользователя станка. Этот недостаток может быть преодолен при помощи специального оборудования.

С другой стороны, серводвигатель это:

1. Относительно высокая цена (особенно для двигателей пост. тока)
2. Требуется провода и для двигателя и для энкодера
3. Требуется уход за щетками (на двигателях переменного тока)
4. Скорость двигателя может достигать 4000 оборотов в минуту, и вращающий момент практически не ограничен (если позволит Ваш бюджет!), но нужно ставить понижающий редуктор на винт.
5. Используется управление закрытыми циклами, так что положение привода всегда должно быть правильным (иначе будет подан сигнал о сбое)

На практике, шаговые двигатели обеспечивают вполне достаточную производительность на стандартных станках вплоть до бриджпорт фрезерных головок и 6 дюймовых токарных центров, если, конечно, Вам не требуется исключительно высокая точность и скорость работы.

Стоит сделать пару предупреждений:

Во-первых, сервосистемы на старых станках могут оказаться не цифровыми; т.е. они не способны управляться серией шаговых импульсов и сигналов направления. Чтобы использовать старый двигатель с Mach3, Вам придется заменить счетно-решающее устройство (которое определяет положение) квадратурным энкодером и поменять **всю** электронику.

Во-вторых, избегайте б/ушных шаговых двигателей, если не можете получить заводскую информацию о них. Они могут быть спроектированы для 5-ти фазных операций, могут некорректно работать с современными отдельными микрошаговыми контроллерами, и могут иметь намного меньший уровень крутящего момента, чем современные двигатели с такими же характеристиками. Если их проверить, то может оказаться, что они были случайно размагничены и теперь бесполезны. Если Вы не можете целиком положиться на свои умения и опыт, тогда приводы осей стоит покупать у известных производителей, которые обеспечивают информационную и иную поддержку товара. Если Вы купите качественный товар, то Вам не придется тратить деньги **дважды**.

4.5.2 Вычисления для приводов осей

Полный набор вычислений для осей был бы слишком сложен, все равно у Вас, скорее всего, нет всей необходимой информации (такой например, как максимально необходимая сила резания и т.п.). Некоторые вычисления, однако, необходимо сделать для успешной работы и это будет основой для Вашего конфигурирования оборудования.

Если Вы читаете это руководство просто для поверхностного ознакомления, тогда эту часть можно пропустить.

Более детальная информация о вычислениях представлена в Главе 5.

Пример 1 – ТОКАРНЫЙ СТАНОК КРЕСТОВОЙ КОНСТРУКЦИИ (единицы-дюймы)

Мы начнем с проверки минимально возможного расстояния движения. Это абсолютное ограничение по точности выполняемой на станке работы. После мы проверим высокие скорости и крутящий момент.

Предположим, например, что Вы создали шестидюймовый токарный станок крестовой конструкции с перекрестными направляющими движения (ось X). Вы собираетесь использовать винт с резьбой в одну нить, с шагом в 0.1 дюйм. Ваша цель, достичь минимального движения в 0.0001 дюйма. Это 1/1000 оборота вала двигателя, если он напрямую соединен с винтом.

(а) Направляющие с шаговыми двигателями

Минимальный шаг шагового двигателя зависит от того, каким образом он управляется. Обычно это 200 полных шагов на оборот. Следует использовать микрошаг для гладкого передвижения на высшем значении скорости подачи, и многие контроллеры позволяют производить 10 микрошагов на один полный шаг. Такая система обеспечивает 1/2000 оборота, как минимальный шаг, что нас вполне устраивает.

Теперь обратите внимание на возможную быструю скорость подачи. Предположим скромненько, что максимальная скорость двигателя – 500 оборотов в минуту. Это дает скорость 50 дюймов в минуту, или около 5 секунд для преодоления всей длины направляющих. Этот результат является удовлетворительным.

На такой скорости электронике микрошагового привода двигателя требуется 16,666 ($500 \cdot 200 \cdot 10 / 60$) импульсов в секунду. На компьютере с частотой 1 ГГц, Mach3 может генерировать одновременно по 35,000 импульсов в секунду для каждой из осей. Так что, с такой задачей она справится без проблем.

Теперь следует выбрать требуемый для станка крутящий момент. Одним из способов измерить его, является установка станка на тяжелейший рез, который, как Вы считаете, Вам когда-нибудь придется сделать, применив наибольший затяг (скажем 12”) на ручном колесике, применяемом на направляющих, закрутив до отказа балансировочную пружину (или настроив под эти цели пружину от кухонных весов). Крутящий момент для этого реза (в унциях-дюймах) – считанный баланс (в унциях) $\times 12$. Другой способ, это использовать размер и спецификации двигателя, которые, как Вы знаете, стоят на таком же станке с такими же направляющими и винтом!

Если скорость подачи находится в разумных пределах, Вы можете рассмотреть вариант снижения передаточного отношения до 2:1 (применив, скажем, зубчатую ременную передачу), что должно удвоить крутящий момент на винте и будет проще, чем связь с двигателем через вал.

(b) Направляющие с серводвигателями

Опять же, посмотрим на размер одного шага. В серводвигателе присутствует энкодер, указывающий электронике привода, где он находится. Он состоит из разбитого на слоты диска, и генерирует четыре «квадратурных» импульса для каждого слота на диске. Таким образом диск с 300 слотами генерирует 300 циклов на оборот (CPR). Для коммерческих энкодеров этого откровенно мало. Электроника энкодера будет выводить 1200 квадратурных тактов на оборот (QCPR) вала двигателя.

Электроника привода в серводвигателе обычно поворачивает двигатель на один квадратурный такт на входящий импульс шага. Электроника некоторых узкоспециализированных серводвигателей может умножать и/или делить импульсы шага на константу (т.е. один импульс шага двигается пятью квадратурными импульсами или 36/17 импульсами). Это часто называют **электронным передаточным отношением**.

Так как максимальная скорость серводвигателя около 4000 оборотов в минуту, нам определенно потребуется уменьшение скорости на механическом приводе. 5:1 будет довольно ощутимо. Это даст нам движение на 0.0000167” за шаг, что намного лучше, чем требуемое (0.0001”).

Какую максимально быструю скорость мы получим? Имея 35,000 шаговых импульсов в секунду, мы получим 5,83 оборотов $[35000/(1200*5)]$ главного винта в секунду. Это подходит, если продолжительность движения направляющих 4” составляет 8 секунд. Обратите внимание, что скорость ограничена количеством импульсов, подаваемым Mach3 а не скоростью двигателя. В примере это около 1750 оборотов в минуту. Если бы энкодер давал больше импульсов на оборот, ограничение было бы еще жестче. Часто придется использовать электронику серводвигателя с электронным передаточным отношением, чтобы обойти это ограничение, если у Вас энкодер с высоким количеством тактов.

Наконец, проверим доступный крутящий момент. На серводвигателе требуется менее безопасный отступ, чем на шаговом двигателе, потому что серводвигатель не имеет проблемы «потери шагов». Если требуемый станком крутящий момент слишком высок, тогда двигатель может перегреться или электроника привода превысит допустимое напряжение, но точностью Вы останетесь довольны.

Пример 2 – ТОКАРНЫЙ СТАНОК С ДЛИННЫМИ ОСЯМИ (в метрических единицах)

Для оси Z Вам потребуется движение на расстояние от 600мм до 1000мм, в зависимости от длины станины токарного станка.

Выберем минимальный шаг в 10 микрон (0.01 мм) с шагом винта в 5 мм.

Допустим, мы хотим нарезать резьбу с шагом 2 мм при частоте вращения шпинделя 700 об/мин. Для этого требуется $2 / 5 * 700 = 280$ об/мин на винте оси Z. Это возможно при прямом шаговом приводе или даже при 2 : 1 редукции.

Вычисление крутящего момента на этом станке сложнее, чем на фрезере с крестовой схемой конструкции, учитывая массу передвигаемого портала, инерцию, длительность ускорения и замедления, что, наверное, важнее, чем сила реза. Чужой опыт или самостоятельные эксперименты будут лучшим решением. Если Вы присоединитесь к группе поддержки Mach3 на www.machsupport.com, Вам станет доступным, весь опыт сотен других пользователей, выложенный там.

4.5.3 Как работают сигналы Шага и Направления (Step и Dir)

Mach3 подает исходящий импульс (логика 1) на вывод Step для каждого совершаемого осью шага. Выход Dir будет задан до появления шаговых импульсов.

График логической волны будет похож на показанный на рисунке 4.4.

Промежуток между импульсами будет тем меньше, чем выше скорость шагов.

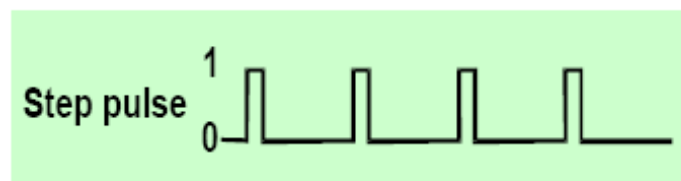


Рисунок 4.4 Форма волны импульса шага

Шаговая электроника привода обычно использует настройки Активной Lo для сигналов Step и Dir. В Mach3 нужно указать, что эти выводы являются Активной Lo.

Если этого не сделать, то сигналы Step все равно

волны будут подниматься и опускаться на графике, но привод будет считать, что расстояние между импульсами - это сами импульсы и наоборот, и из-за этого работоспособность станка становится довольно сомнительной, и на двигатель нельзя будет рассчитывать. «Инвертированные» импульсы показаны на рисунке 4.5



Рисунок 4.5 Неправильная конфигурация

4.6 Концевые выключатели и переключатели Баз

4.6.1 Стратегии

Концевые выключатели (Limit) используются для того, чтобы не давать осям X и Z двигаться слишком далеко и тем самым избежать возможного повреждения станка. Концевики менее полезны на токарных станках, чем на фрезерных станках, так как много вещей вызывает их поломку, особенно на оси Z. Например, концевик, который обычно предотвращает от удара инструментом об патрон станка не спасет от удара об небрежно перемещаемый выдвижной шпиндель расточного станка (борштангу). Аналогично, очень легко врезаться в заднюю бабку при одновременном движении в минус по X и в плюс по Z. Однако, для предела в минус по X концевые выключатели всегда очень полезны.

Если Вы имеете на станке быстрые и/или мощные приводы подачи, Вы скорее всего захотите установить концевые выключатели на обоих концах перемещений по осям, чтобы уберечь шариковый винт и гайку.

Также ось может содержать и выключатель Баз (Home). Mach3 может получить команду передвинуть одну (или обе) оси в начальное положение. Выгода этого способа в том, что программное обеспечение не может само знать, где находится инструмент, когда система включается. Если Вы не поставите выключатели Баз, то Вам придется каждый раз перегонять оси в требуемое начальное положение «на глаз».

Выключатель Базы особенно нужен для оси X. Дело в том, что для имеющегося инструмента X-координата геометрической оси (линии центров) шпинделя и задней бабки всегда должна быть нулем. При фрезеровке все нули выбираются, в зависимости от расположения заготовки на столе и ее толщины, но в токарном профиле линия центров всегда должна быть X=0.

Выключатели Баз могут располагаться в любом месте оси, и эти координаты определяете Вы для Mach3. Эти выключатели не обязательно должны находиться в положении **Ноль Станка**.

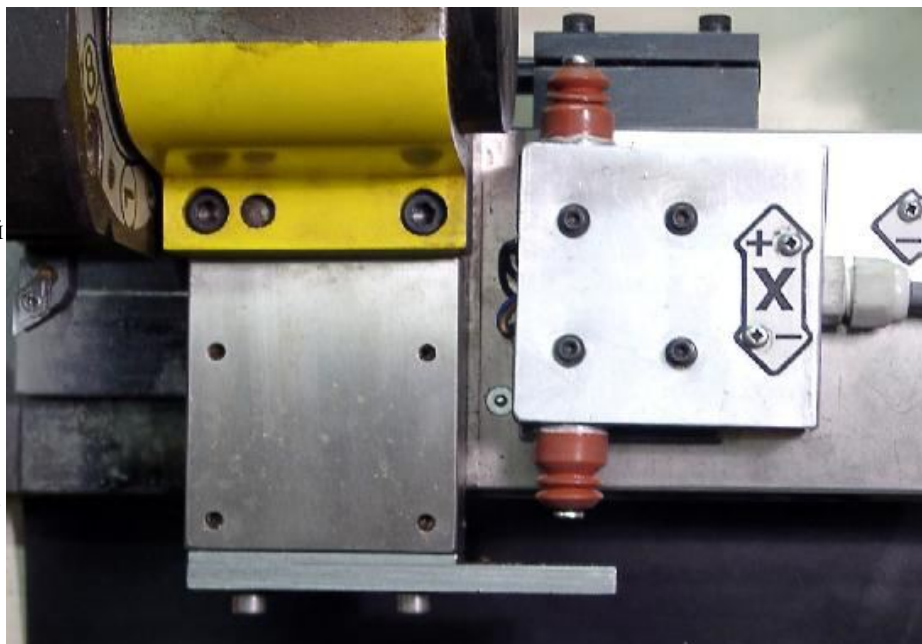


Рисунок 4.6 - Выключатель концев./базы закрепленный на салазках. Сверху концевой выключатель для движения в минус по оси X.

Можно заметить, что каждой оси **может** потребоваться три выключателя (т. е. 2 выключателя limit по оба конца оси и 1 выключатель home). Так что минимальная конфигурация токарного станка потребует 6 вводов параллельного порта для управления ими. Это плохо, так как параллельный порт содержит только 5 вводов! Эта проблема может быть решена тремя способами:

- ~ Концевые выключатели подключаются к дополнительной логике (возможно к электронике привода) и эта логика выключает привод, когда достигнут предел. Отдельные соотносящиеся выключатели подключают вводы к Mach3
- ~ Один пин может управлять всеми вводами одной оси, а Mach3 отвечает за управление обоими концевиками и определением Базы
- ~ Выключатели могут быть подключены посредством эмулятора клавиатуры.

Первый способ является лучшим, и обычно используется для очень больших, дорогих или быстрых станков, когда сохранность оборудования нельзя доверить программе и ее настройкам. Подсоединяемые к электронике привода выключатели могут быть «умными», и после достижения предела, разрешать движение только в направлении от ограничителя. Это безопаснее чем просто отключение, когда пользователь может вручную перегнуть станок за выключатель, но требует наличия подходящего привода.

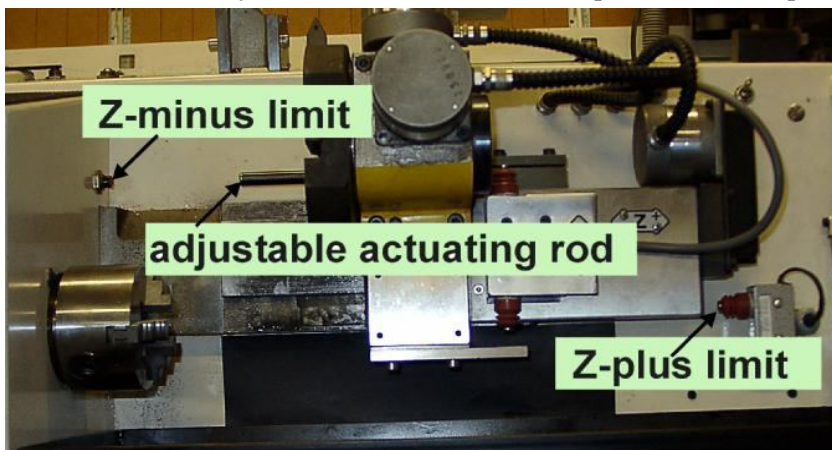


Рисунок 4.7 - Концевые выключатели Z станка с рисунка 4.6

При использовании второго способа можно использовать только два ввода в Mach3, а также требуется только два выключателя на ось, так как один концевик и выключатель базы могут вместе использовать один выключатель. Это, наверное, наилучшее решение для средних и малых токарных станков.

В третьем способе имеются некоторые ограничения, так как серийный интерфейс имеет намного большее время отклика, чем параллельный порт, но его хватает для концевых выключателей на станке без высокоскоростной подачи. Про архитектуре данного вопроса смотрите в мануале *Mach3 Customisation* wiki.

4.6.2 Выключатели

При подборе выключателей, необходимо решить для себя несколько вещей.

(а) Если Вы собираетесь ставить два выключателя на один ввод, тогда подключать их следует таким образом, чтобы при работе сигнал был логической единицей (1) (т.е. функция логического ИЛИ). Это просто сделать для механических выключателей. Если контакты у них хорошо замыкаются, и они подключены последовательно, как показано на рисунке 4.8 тогда они дадут Активный Hi сигнал, если один из них работает в данный момент. Обратите внимание, что для надежности Вам придется вывести ввод на параллельный порт. Так как механические выключатели могут

выдерживать очень значительное напряжение, то приводится цифра порядка 470R, которая дает ток около 10 миллиампер. Так как подключение проводов к ним может быть довольно долгим и приводящим к шумам, убедитесь, что у Вас хорошее

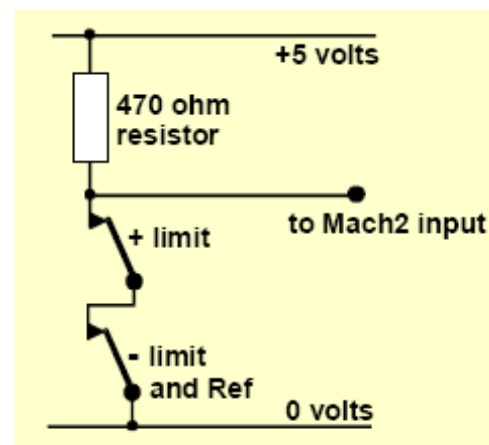


Рисунок 4.8 – Два NC механических выключателя дают логическое ИЛИ

подключение Вашего ввода к 0 вольт линии (рама Вашего станка не будет хорошим решением) и используйте экранированные кабели, с экраном, подключенным к главному заземлению Вашего контроллера.

Если Вы используете электронные выключатели, такие, как поделенный на слоты детектор со светодиодом и фототранзистором, тогда Вам понадобится какой-либо проводник ИЛИ (это может быть «проводное или», если ввод Активного Lo управляется открытыми коллекторными транзисторами).

(b) Оптические переключатели, если забыть об охлаждении, должны прекрасно работать на металлообрабатывающем станке, но могут отказывать в случае наличия мелкой древесной стружки (пыли).

Не используйте магнитные переключатели на станках, которые работают с ферросодержащими металлами, иначе магнитная начинка может быть повреждена.

(c) Срок службы, как, функция количества повторений операции, особенно для механических выключателей, очень сильно зависит от качества самого переключателя, жесткости его крепления и действующего рычага. Размещение как на рисунке 4.6 было бы очень неточным. Способность выдерживать многочисленные повторения очень важна для выключателя, используемого как База.

(d) Избыточное движение – это движение выключателя, возникающее, после того как он сработал. У концевого выключателя оно может быть связано с инерцией привода. Подбирайте выключатели, которые не выходят из строя при избыточном движении в $\frac{1}{4}$ дюйма и выше.

4.6.3 Где располагать выключатели

Выбор положения для установки выключателей часто приводит к компромиссу между тем, чтобы держать их подальше от стружки и пыли и необходимостью гибкого сочленения проводов, которые подходят к выключателям.

Например, на рисунке 4.6 показаны выключатели, удачно расположенные вне рабочей зоны инструмента. Выключатель оси Z на рисунке 4.7 имеет фиксированную проводку, не мешающую коммуникациям охлаждения.

Использование одного кабеля, содержащего провода обеих осей может показаться Вам удобным решением (например, поместив оба набора концевиков на суппорте). Не поддавайтесь соблазну использовать многожильный кабель для подведения проводов к двигателю и выключателям. Возможно, Вам захочется провести два отдельных кабеля рядом, и этому ни что препятствовать не будет, если оба экранированы (плетенкой или фольгой) и экраны заземлены в одной общей точке на электроприводе.

Вы можете найти для себя полезным обзор промышленных станков, помещенный на дискуссионных форумах и, возможно, Вас посетят мысли, как эти идеи применить в своем оборудовании.

4.6.4 Как использовать в Mach3 совмещенные выключатели

Этот параграф описывает настройку небольших станков, где Mach3 контролируется выключателями намного чаще, чем внешняя логика Estop.

Для полного понимания этого Вам также придется прочитать главу по настройке Mach3 в Главе 5, но основные принципы довольно просты. Вы подключаете два концевых выключателя к одному входу.

Вы указываете Mach3 направление для движения в процессе поиска выключателя Баз. Концевой выключатель на конце оси совпадает с выключателем Базы.

Обычно, когда Mach3 двигается по оси и обнаруживает, что концевой выключатель становится активным, выполнение программы прекращается (как при нажатии EStop) и сообщается, что сработал концевой выключатель. Вы не сможете продолжить движение по оси пока:

- 1) не нажмете *Автосброс концевика (Auto limit override)* (кнопка на экране *Установки (Settings)*). В этом случае Вам надо кликнуть по кнопке *Сброс (Reset)* и вручную съехать с концевика. Потом Вы должны заново откалибровать базы станка.
- 2) не кликните по кнопке *Блокировка концевика (Override limits)*. Красный мигающий светодиод сообщит Вам, что временно включен обход. Вам тоже следует нажать *Сброс (Reset)* и отогнать ось, а после отключить саму блокировку и мигающий светодиод. Опять, следует провести перекалибровку. Вход также может быть настроен на блокировку концевых выключателей пределов, так что Вы можете подключить выключатели к своей панели управления.

Обратите внимание, что хотя Mach3 и использует ограничения в скорости Переезда, это не сможет помешать Вам «выехать» за выключатель и, возможно, разбить детали станка о механический ограничитель. **Будьте очень осторожны.**

4.6.5 Принятие Баз в действии

Когда Вы запрашиваете Принять Базы (с помощью кнопки или G-кода) ось (или оси), имеющие настроенный переключатель баз начнет двигаться (на настраиваемой низкой скорости) в определенном направлении, пока не сработает переключатель Баз. Потом ось двинется назад в обратном направлении, чтобы «съехать» с переключателя. Во время Принятия концевика не работают.

После проведения процедуры Принятия Баз оси, ноль или другое значение, определенное в окне диалога *Конфигурации>Штатные (Config>State)*, может быть загружено в окно ЦИ оси в качестве абсолютной координаты станка. Если использовать ноль, тогда положение переключателя Баз будет совпадать с нулевым положением станка для этой оси. Если калибровка идет в отрицательном направлении по оси (обычно по X и Y), тогда возможно придется загружать в окно ЦИ что-то вроде $-0.25''$. Это значит что база на полдюйма ближе, чем предел. На это тратится кое-какое движение по оси, но если Вы немного ошибетесь, когда будете совершать переезд в положение базы, Вы не «наедете» на предел по случайности. Также смотрите *Программные ограничения (Software Limits)*, для того чтобы узнать другой метод решения этой проблемы.

Если случится, что Вы уже находитесь на выключателе, который является и концевиком и Базой и Вы попытаете провести калибровку **до того**, как «съедете» с выключателя, то произойдет движение в противоположном направлении (потому что Вы уже находитесь на пределе База) и остановится, когда «съедет» с выключателя. Это хорошо, если у Вас отдельные выключатели Баз или предел Принятия Баз находится **на конце оси**. Если же Вы находитесь на другом переключателе предела (а Mach3 не может этого знать, так как они общие) тогда ось будет двигаться в противоположном от базы направлении, пока не упрется, что может привести к повреждениям оборудования. Поэтому мы советуем, всегда **осторожно «съезжать» с выключателя и только потом принимать базу.**

4.6.6 Другие опции и советы по Базам и Концевикам

Раздельные высокоточные выключатели Баз

Оси X и Y на станках с высокой точностью могут иметь раздельные выключатели баз для достижения требуемой точности.

Подключение группы концевиков разных осей вместе

Так как Mach3 не запоминает, **какой** концевик и какой оси сработал, то все пределы могут быть настроены на использование одной «ИЛИ» и подведены к одному входу концевика. Тогда для каждой оси можно назначить собственный выключатель Баз, подключенный к соответственному вводу. Так что станок с тремя осями все равно требует четыре входа.

Подключение группы выключателей баз разных осей вместе

Если Вы **сильно** ограничены в количестве входов в Mach3, то Вы можете связать все выключатели баз на использование одной ИЛИ, и назначить срабатывание всех входов баз на этот сигнал. В этом случае за один раз Вы сможете калибровать только одну ось, так что все кнопки *Принять все (REF All)* нужно убрать с экрана. Также, все выключатели Баз должны быть расположены на концах соответствующих осей (в максимуме в положительную сторону оси).

4.7 Управление шпинделем

Mach3 может управлять шпинделем тремя разными способами, либо Вы можете пропустить нижеизложенное, и управлять им вручную.

1. Реле/контактор для включения (по часовой или против часовой стрелки) и выключения двигателя.
2. Двигатель управляется импульсами Step и Dir (т.е. шпинделем управляет серводвигатель).
3. Двигатель управляется сигналом с Широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

1. Управление включением/выключением двигателя

Этот способ требует, чтобы Вы управляли частотой вращения шпинделя в ручную. Это очень неудобно при работе на токарном станке, так как Вам может хотеться изменять частоту вращения в зависимости от диаметра на данном участке УП во время обработки. Если это возможно, мы советуем подключать Mach3 так, чтобы можно было управлять частотой вращения шпинделя на программном уровне.

Команда M03 и кнопка экрана требуют запуска шпинделя в направлении по часовой стрелке. Команда M04 требует запуск шпинделя в направлении против часовой стрелки. Команда M05 запрашивает остановку шпинделя. Команды M03 и M04 могут быть настроены на активацию внешних сигналов выхода, которые могут быть назначены пинам выходов параллельного порта. Затем Вы подключаете эти выходы (возможно с помощью реле) для управления контактором двигателя Вашего станка.

Хотя все звучит просто, на практике нужно быть очень осторожным. Если только не будет крайней необходимости в запуске шпинделя в обратную сторону, лучше обрабатывать M3 и M4 одинаково, или разместить M4 на сигнал, который никуда не подключен.

Без этого, в случае ошибки, сигналы по и против часовой стрелки могут быть активированы одновременно. Из-за этого может произойти короткое замыкание контактов главного источника питания. Существуют специальные механически взаимно блокирующие реверсивные контакторы, и

если Вы собираетесь использовать вращение шпинделя против часовой стрелки, Вам следует поставить именно их. Другая сложность состоит в том, что G-кодовое определение позволяет использовать M04, когда шпиндель вращается по часовой стрелке под управлением M03 (и наоборот). Если Ваш им шпинделем управляет двигатель переменного тока, то даже просто изменение направления при вращении на полной скорости создаст очень большие силы на приводе станка и может сжечь предохранитель переменного тока. Mach3 на программном уровне может производить фиксированные задержки для этих сигналов, но Вы должны подходить к этому с осторожностью, особенно, если привод шпинделя очень мощный.

Смотрите также заметку об ограничении на количество Сигналов Активации Реле в параграфе об Охлаждении.

2. Управление Шагом и Направлением двигателя

Если двигатель Вашего шпинделя является серводвигателем с приводом шага и направления (как приводы осей), тогда можно настроить два сигнала выхода для управления его скоростью и направлением вращения. Mach3 примет во внимание различные шаговые приводы и коробки передач, находящиеся между двигателем и шпинделем. Подробности смотри в главе Настройка Двигателя в Главе 5.

3. Управление двигателем при помощи ШИМ

Как альтернатива управлению Шагом и Направлением, Mach3 дает исходящий сигнал Широтно-импульсной модуляции, длительность цикла которого - это процент от полной скорости, который Вам нужен. Можно, например, преобразовать длительность цикла сигнала в напряжение (сигнал ШИМ для 0% времени дает 0 вольт, 50% дает 5 вольт и 100% дает 10 вольт) и использовать его для управления индуктивностью двигателя с разной частотой привода инверсии. Как вариант сигнал ШИМ может быть использован для переключения триодного тиристора в простом контроллере скорости постоянного тока.

Рисунки 4.9 и 4.10 показывают ширину импульса на соответственно 20% цикла и 50% цикла.

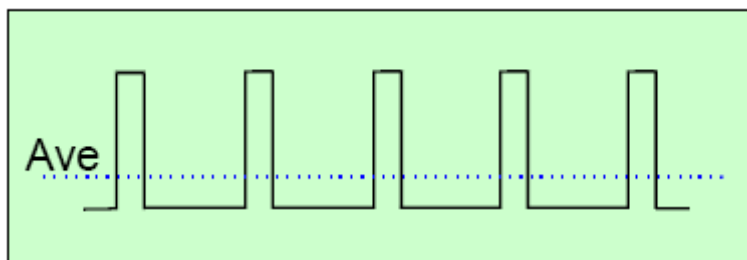


Рисунок 4.9 – 20 % сигнал ШИМ

Для того, чтобы преобразовать ШИМ сигнал скорости шпинделя в импульсный сигнал прямого напряжения он должен быть изменен. В сущности, цепь использует поиск усредненного сигнала ШИМ. С электроникой следует быть осторожнее, так как входы многих контроллеров двигателей ШИМ **не изолированы от магистрали**. Мы настоятельно рекомендуем Вам использовать промышленные интерфейсные платы (например, Homann Digispeed или Campbell Spindle Motor Controller) в целях обеспечения безопасности.

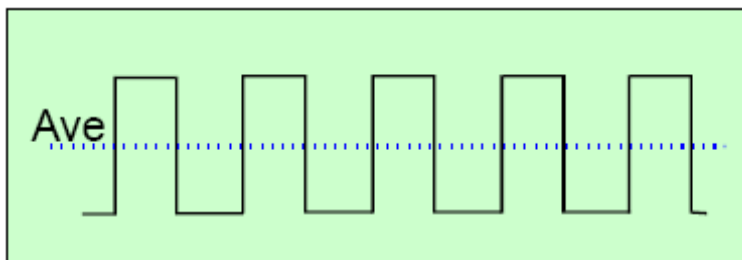


Рисунок 4.10 – 50 % сигнал ШИМ

Сигнал ШИМ - это вывод на ножке Шага шпинделя. Следует принять особые меры для выключения двигателя на низкой скорости используя выводы по часовой стрелке/против часовой стрелки двигателя.

Примечание: Многие пользователи обнаруживают, что ШИМ и другие вариации управления скоростью шпинделя часто служат серьезным источником электрических помех, которые могут вызывать проблемы с использованием приводов осей станка, чувствительности концевиков и т.д. Мы настоятельно рекомендуем Вам использовать оптически изолированные платы breakout board, экранировать кабели и прокладывать силовые кабели подальше от кабелей управления.

4.8 Делительное устройство для индексации импульсов шпинделя

При нарезании резьбы Mach3 важно знать точное угловое положение шпинделя. Оно может определяться двумя способами, которые в общем похожи друг на друга.

Рисунок 4.11 показывает шпиндель оснащенный шлицевым диском. Шлицы обнаруживаются сенсором, состоящим из инфракрасного светодиода и фототранзистора, расположенных так, что диск вращается между ними. Они размещены в алюминиевом блоке находящемся ниже диска. Mach3 имеет вход для одного или более импульсов, генерируемых за каждый оборот шпинделя.

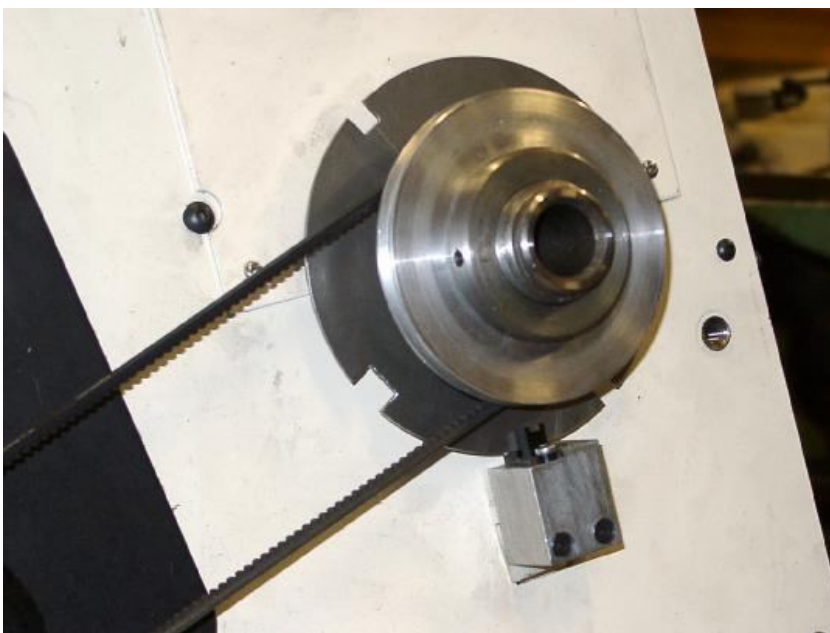


Рисунок 4.11 – Датчик положения шпинделя

Также можно использовать рефлективный оптический датчик «следящий» за белыми полосками на зачерненном шкиве или шестерне. Этот способ требует большего регулирования при настройке, но дает надежные сведения, которым можно доверять.

Диск, показанный на рисунке 4.11 имеет четыре шлица. Шлиц, который на рисунке находится в положении 8 часов циферблата, шире, чем другие по крайней мере на 50%. Другие шлицы приблизительно равномерно расположены по окружности диска. Особенной точности здесь не нужно, так как Mach3 калибруется своими силами и даже обнаруживает то количество шлицев (или полос для рефлективного датчика), которое находится в использовании.

Однако, шпиндели с умеренной величиной инерции прекрасно работают и с одним шлицем. Мы советуем первоначально работать с одним шлицем или меткой, если Вы еще не успели обзавестись диском с большим их количеством.

Для надежного управления Mach3 нуждается в импульсе по крайней мере 200 микросекунд от шлица. Вы может вычислить угол между шлицами или ширину следующим образом:

Предположим, что максимальная частота вращения Вашего шпинделя N (оборотов в минуту).

Угол между шлицами α (в градусах) равен:

$$\alpha = 0.0012 \times N$$

Если диаметр диска D (в дюймах или миллиметрах), то ширина шлица W (в тех же единицах) будет приблизительно такой:

$$W = 0.0088 \times \alpha \times D$$

Итак, для примера, если максимальная частота вращения шпинделя 3000 об/мин и диаметр диска 100мм, тогда:

$$\text{Альфа} = 0.0012 \times 3000 = 3.6 \text{ град.}$$

$$\text{Ширина шлица} = 0.0088 \times 3.6 \times 110 = 3.48 \text{ мм}$$

$$\text{Большой на 50 \% слот по ширине} = 3.48 \times 1.5 = 5.22 \text{ мм}$$

Например, на рисунке 4.11 имеется три шлица шириной около 4 мм и один шириной около 8 мм.

Вы увидите, что не получится использовать диск с большим количеством шлицев или отверстий или использовать обычный энкодер. Импульсы были бы слишком быстрыми. Организация считывания на оригинальном делительном устройстве обычно может быть упрощенной, когда подгоняется к старому токарному станку. Они часто имели множество шлицев для скоростного считывания вместе с единичным шлицем делительного устройства.

Кроме синхронизации операций нарезания резьбы, Mach3 также использует индексацию импульсов для отображения текущей частоты вращения шпинделя и можно на этой основе его использовать и для управления подачей методом за оборот, а не за минуту.

4.9 Охлаждение

Сигналы выходов могут использоваться для управления клапанами или насосами водяного или газообразного охлаждения. Они включаются экранными кнопками или командами M07, M08 или M09.

4.10 Ручные генераторы импульсов

Часто бывает нужно управлять токарным станком с Числовым программным управлением вручную. Mach3 в своем составе имеет мощное средство управления Переездами, но наиболее интуитивно доступное ручное управление может быть получено при использовании ручного колеса, соединенного с энкодером (РГИ). Рисунок 4.12 показывает панель управления опытного образца такого оборудования.

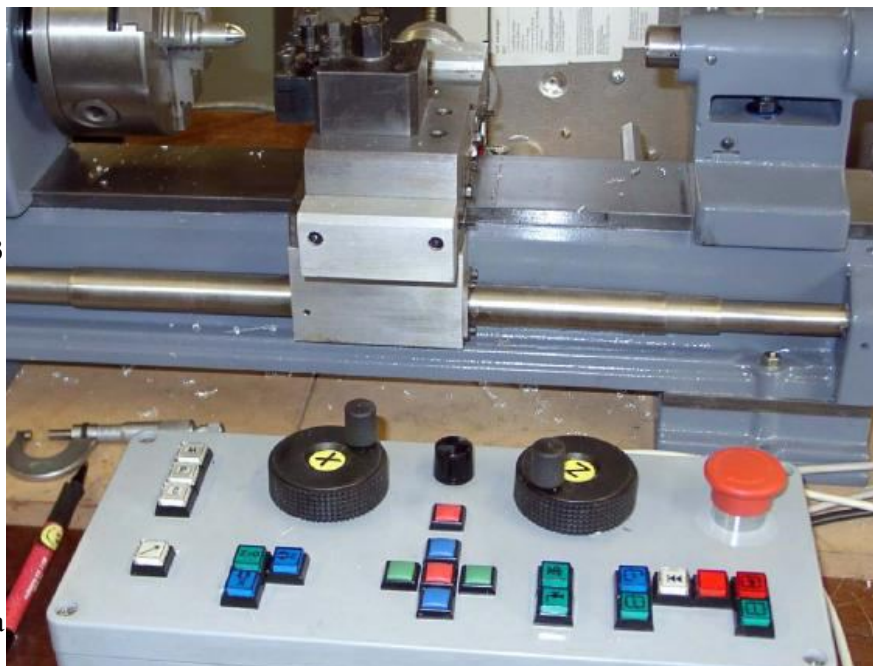


Рисунок 4.12 Стол токарного станка с двумя РГИ

Традиционные РГИ управляются нажатием кнопок и вращением колеса. Ручным вращением колеса многие операторы лучше чувствуют станок и прекрасно им управляют.

4.11 Генератор подкачки – мониторинг импульсов

При нормальной работе Mach3 выдает постоянный ряд импульсов с частотой примерно 12,5 килогерц на один или оба параллельных порта. Этих сигналов не будет, если Mach3 не загружена, находится в режиме Estop или если генератор ряда импульсов по какой-либо причине отказал. Этот сигнал можно использовать для зарядки накопителя через диодную подкачку (отсюда и название) чей вывод, показывая работоспособность Mach3, включает приводы осей и шпинделя и т.п.

4.12 Другие функции

Mach3 содержит 16 OEM Триггерных сигналов ввода, которые Вы можете приспособить под свои нужды. Например они могут использоваться для имитации нажатия кнопок или для вызова написанного пользователем макроса.

Первые три из этих входов могут эмулироваться нажатием клавиш с клавиатурного порта компьютера без физического подключения к параллельному порту. Все детали архитектуры Input Emulation даны в мануале *Mach3 Customisation* wiki. Диалог установки показан в Главе 5.

Ввод #1 может использоваться для задержки в выполнении Управляющей Программы. Он может быть подключен к линии безопасности Вашего станка.

Шесть Реле Активации выходов уже были упомянуты для Шпинделя и Охлаждения. Оставшиеся, могут быть использоваться Вами и управляться в написанном пользователем макросе.

И последняя мысль - перед тем, как поспешить применить к использованию большинство описанных в этом разделе функций, вспомните, что количество доступных вводов/выводов ограничено. Даже используя два параллельных, Вы получите всего десять вводов для поддержки всех функций, и хотя устройство ModBus предоставит еще несколько входов и выходов, они подойдут не для всех описанных функций. Все детали даны в Главе 5.

5. Выбор компоновки Mach3 для управления Вашим станком

Если Вы приобрели станок с уже подключенным к нему компьютером с Mach3, Вам нет необходимости читать эту главу (разве, что из общего любопытства). Ваш поставщик, возможно, сам установил и настроил Mach3 или дал Вам детальные инструкции, как это сделать самим.

Мы рекомендуем Вам иметь бумажную копию описания настроек Mach3, которая Вам понадобится, если Вам со временем придется переустанавливать программу. В программном обеспечении Mach3 имеется XML файл, в котором отображаются все настройки программы, и его можно просматривать.

5.1 Стратегия конфигурирования

Эта глава содержит множество элементарных указаний, однако, мы рекомендуем Вам ничего не упустить и придерживаться предлагаемой нами стратегии. Правильная стратегия заключается в том, чтобы читать пункт данной инструкции и одновременно отрабатывать его на компьютере и станке. Мы будем предполагать, что Вы уже установили и протестировали Mach3, как описано в Главе 3.

Фактически, вся работа, описываемая в данной главе, основана на действиях с диалоговыми окнами, доступными из Меню Конфигурации (Config). Указания в тексте, например, Конфигурации>Логические (Config>Logic), говорят Вам о том, что нужно выбрать пункт Логические... (Logic...) из Меню Конфигурации (Config).

5.2 Определение собственных единиц измерения

Первая вещь, которой следует заняться при настройке свойств Вашего станка, это выбор единиц – миллиметры (метрическая система мер) или дюймы? Управляющую Программу (УП) Вы можете запускать в любых единицах, в которых Вам удобнее. Но математически, конечно, немного проще конфигурировать систему в тех же единицах, в которых спроектированы Ваши приводы и механизмы (например, шарико-винтовые пары). Так, винт с резьбой 0.2" (5 витков на дюйм) легче конфигурировать в дюймовой системе, нежели в миллиметровой. Аналогично, 2-х миллиметровый винт легче задавать для миллиметровой системы. Для перехода между единицами нужно просто умножить или делить значения на 25.4.



Рисунок 5.1 – Диалог установки единиц

Но с другой стороны, все же для многих гораздо предпочтительнее работать в тех единицах, к которым они привыкли. Есть способ заблокировать окна ЦИ от ввода других единиц, в каких бы единицах не была написана УП. Переключение между единицами в УП осуществляется при помощи кодов G20 and G21.

Так что, выбор за Вами. Используйте диалог в Меню Конфигурации>Установка единиц (Config>Setup Units) для выбора между мм или дюймами (см. рисунок 5.10).

Один раз, установив единицы, Вы не должны их менять при выполнении последующих этапов настройки и работы, дабы не погрузиться в полнейшую неразбериху.

Когда Вы заходите в Меню Конфигурации>Выбор единиц (Config>Setup units), на экране появляется текстовое окошко с напоминанием о выборе единиц.

5.3 Начальное конфигурирование двигателей и портов

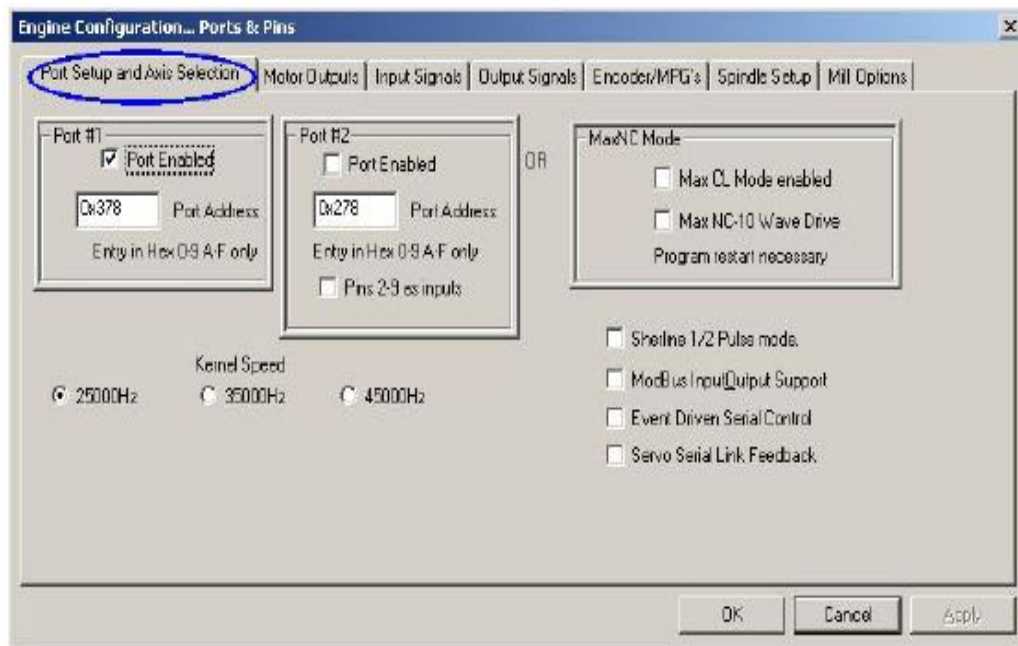


Рисунок 5.2 – Окно Настройка портов и выбор осей

Первый диалог предлагаемый к использованию, это Конфигурации>Порты и пины (Config>Ports and Pins). Данный диалог содержит несколько окон, а начальное из них показано на рисунке 5.2.

Если Вы собираетесь задействовать только один параллельный порт материнской платы Вашего компьютера, то адресом Порта 1, по умолчанию, является значение 0x378 (т.н. шестнадцатеричный 378).

Если Вы используете одну или более встроенных PCI карт, Вам необходимо установить адрес каждой из них. Среди них множество стандартов. Запустите Панель управления Windows из Меню Пуск. Дважды кликаете по значку Система и выбираете в Свойствах системы окошко Оборудование. Щелкаете по кнопке Диспетчер

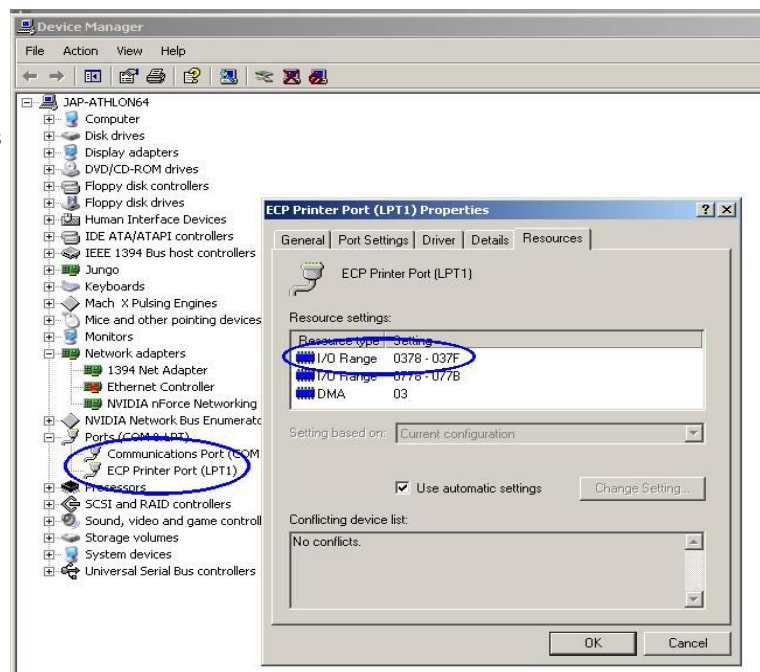


Рисунок 5.2 Определение адреса порта PCI

устройств. Раскрываете дерево устройств на значке Порты (Com и LPT). Дважды кликаете на первом LPT или ECP порте. Появляется новое окно. Выбираете в нем кнопку Ресурсы. Первые цифры в Параметрах первой строки I/O и есть искомый адрес. Запишите это значение и закройте диалог.

Примечание: монтаж и демонтаж любой из PCI карт может привести к смене адреса PCI параллельного порта, даже, если Вы его не трогали.

Если Вы собираетесь задействовать второй порт, Вам необходимо повторить вышеописанную процедуру для этого порта.

Закройте Диспетчер устройств, Свойства системы и Панель управления.

Введите адрес Вашего первого порта (не указывайте префикс 0x для указания на шестнадцатеричное значение, так как Mach3 его и так подразумевает).

Если необходимо выберите Активен (Enabled) для Порта 2 и введите его адрес. Если Вам требуется много входных сигналов для Вашего станка, Вы можете пометить галкой *Пины 2-9 как Входы (Pins 2-9 as Inputs)* и получите 13 входов на порте 2.

Далее Вам необходимо выбрать скорость ядра (Kernel speed). Если Вы пользуетесь демонстрационной версией программы (то есть еще не приобрели и не установили именную лицензию), то Вы можете пользоваться только частотой в 25000 Гц. Величина скорости ядра влияет на максимальное значение импульсов, которые Mach3 имеет на выходе. Если Вы используете сервоприводы на осях или для шпинделя и они имеют энкодеры с высокой дискретностью (более 200 ед/об), Вы можете спокойно оставить частоту 25000 Гц. Это будет максимумом для центрального процессора для других функций, таких как обновление окна визуализации обработки.

Внимание: Если Вы изменили скорость ядра, то Вы **должны** перенастроить все Ваши оси и шпиндель во избежании остановки двигателей и блокировки компьютера.

Если Вы не подключаете специальные аппаратные средства, оставьте чекбоксы Sherline1/2 Pulse Mode, ModBus Input/Output, Event Driver Serial control, Servo Serial Link Feedback и MAX NC mode неотмеченными галками.

Теперь кликните по кнопке *Применить (Apply)*, чтобы сохранить эти значения. Это очень важно.

Mach3 не запомнит введенные значения, если Вы перейдете к другому окну или закроете диалог Порты и Пины не нажав *Применить (Apply)*.

5.4 Выбор Входных и Выходных сигналов, предполагаемых к использованию

После того, как Вы установили основные конфигурации, можно определить, какие Входные и Выходные сигналы Вы собираетесь применять, и какие параллельные порты и их пины Вы будете для этого задействовать. В имеющейся у Вас документации на Вашу breakout board, разработанной специалистами, имеется информация о используемых выходах, а также ее можно почерпнуть в файле скелетного вида (.XML), уже имеющегося у Вас (в папке [C:\Mach3](#)).

5.4.1 Сигналы осей и шпинделя, которые Вы будете использовать

Сначала обратите внимание на окно *Выходы двигателей (Motors Outputs)*. Оно показано на рисунке 5.4.

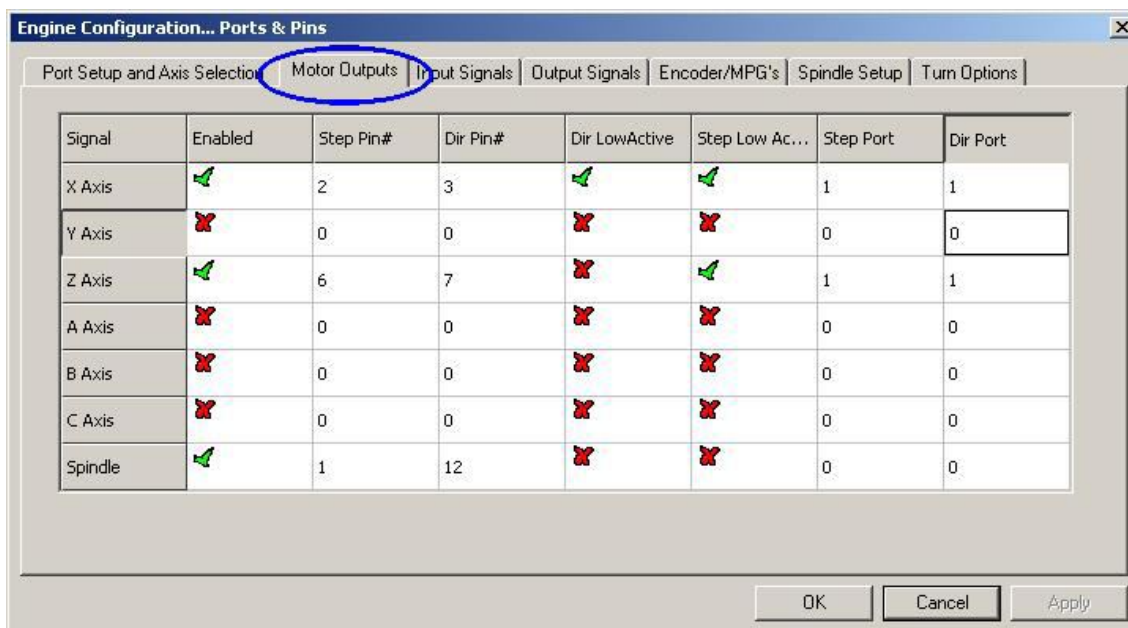


Рисунок 5.4 – Определение подключений для осей и управления шпинделем

Определите, куда подключаются драйвера осей X и Z Вашего станка и проставьте соответствующие данные в полях таблицы и активируйте (*Enabled*) эти оси. Если подключенные устройства (например, шаговый драйвер Gecko 201 stepper driver) управляются сигналами active-lo, убедитесь, что для них помечены столбцы сигналов *Шага* и *Направления* (*Steps* и *Dir*).

Маловероятно, что Вы используете оси Y, A, B или C при токарной обработке, так что не активируйте их (пусть будет стоять красный крестик).

Если скорость Вашего шпинделя регулируется в ручном режиме, то с этой таблицей работу можно закончить. **Кликните по кнопке Принять (Apply), чтобы сохранить введенное в это окно.**

Если регулировка скорости вращения Вашего шпинделя будет осуществляться с помощью Mach3, Вам необходимо активировать (*Enabled*) Шпиндель в этой таблице и распределить Шаги по портам и пинам (*Steps pin/port*), если Вы используете *Широтно-импульсную модуляцию ШИМ (PWM)* и реле для изменения направления вращения. Или распределить *Шаги и Направление* (*Steps* и *Direction*) по портам и пинам, если это осуществляет полное управление. Если сигналы - active-lo, то Вам необходимо задать их здесь. Когда закончите, **кликните по кнопке Принять (Apply), чтобы сохранить введенное в это окно.**

5.4.2 Входные сигналы, которые Вы будете использовать

Теперь откройте окно *Входные сигналы (Input Signals)*. Оно показано на рисунке 5.5.

Будем считать, что Вы выбрали одну из стратегий представленных в Главе 4.6.

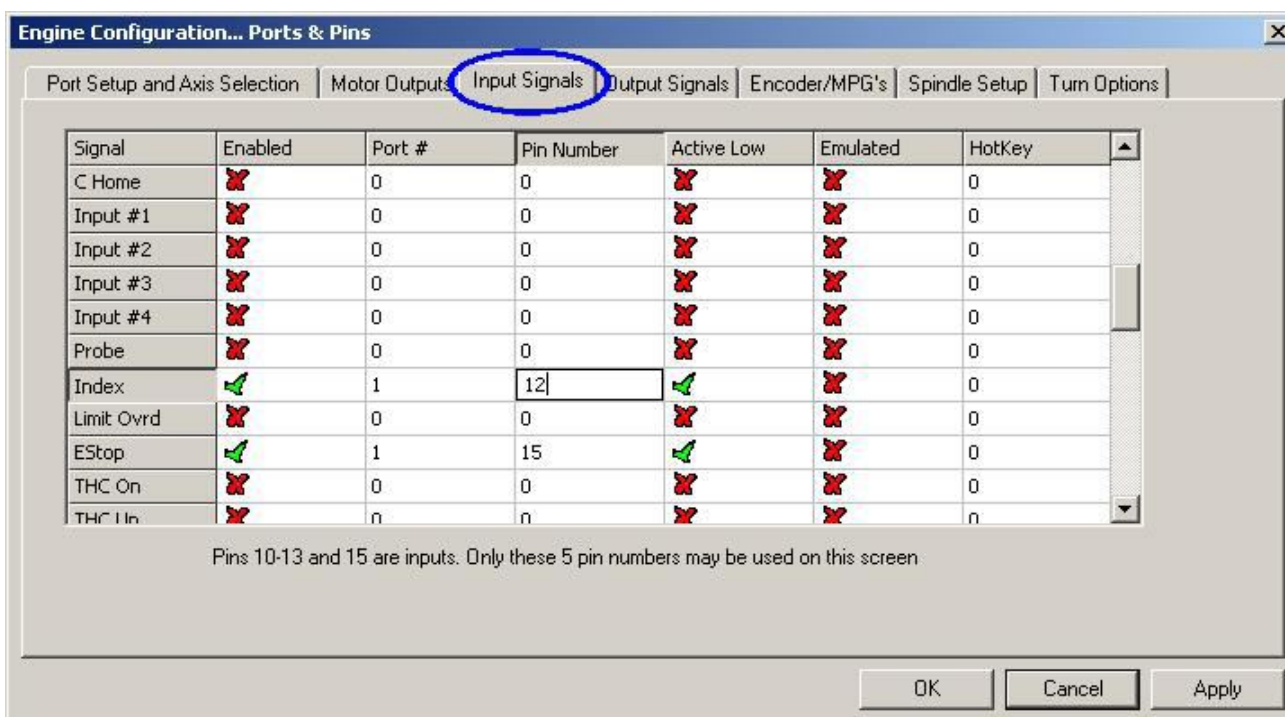


Рисунок 5.5 – Входные сигналы (Input signal)

Если Вы используете стратегию №1 и концевые выключатели завязаны с триггером Аварийного останова EStop или драйвера осей могут блокироваться электронными драйверами, не помечайте окошки входов Концевых выключателей.

При использовании стратегии №2, Вы, возможно, имеете выключатели Баз на осях X и Z. Активируйте окошки *База... (Home...)* для этих осей и определите *Порт/Пин (Port/Pin)* для каждого подключения. Если Вы объединяете Концевые выключатели с выключателями Баз, то Вы должны активировать окошки *Концев.выкл --, Концев.выкл. ++ (Limit --, Limit ++)* и *База... (Home)* для каждой оси и распределить по пинам *База... (Home), Концев.выкл --, Концев.выкл. ++ (Limit --, Limit ++)*.

Так как привода осей Y, A, B и C Вы не активировали, то не активируйте входные сигналы этих осей. Заметьте, что полоса прокрутки покажет нижние строки в таблице, которые не видны на рисунке 5.5.

Вход 1 (Input #1) специально предназначен для того, чтобы останавливать выполнение УП в местах, где нарушается безопасность. Два других входа (и Вход 1, если он не используется для охранной блокировки) доступны для Вашего использования и могут быть настроены на выполнение Ваших макросов. *Вход 4 (Input #4)* может быть использован для подключения внешней кнопки, включающей функцию Покадровое выполнение (Single Step). Позднее Вы обязательно захотите это сделать.

Активируйте и заполните строку *Индекс.пульс (Index Pulse)*, если Вы имеете датчик шпинделя с одним шлицем или меткой.

Активируйте и заполните строку *Блокировка концевиков (Limits Override)*, если Вы хотите поручить Mach3 управление Вашими концевыми выключателями, и на станке имеется внешняя кнопка, нажатие на которую позволяет Вам «съехать» с концевика. Если у Вас нет такой кнопки, Вы можете использовать кнопку на экране программы для включения этой функции.

Активируйте и заполните строку *Аварийный стон (Estop)*, чтобы показать пользователю, что имеется обязательный аварийный останов.

Активируйте и заполните строки входов *OEM trigger (OEM Trigger)*, если Вы хотите, чтобы электрические сигналы могли активировать OEM функции, без использования соответствующих экранных кнопок.

Активируйте и заполните строку *Тайминг (Timing)*, если Вы имеете датчик шпинделя с **более чем одним** шлицем или меткой.

Щуп (Probe) для оцифровки, а также *УВФ вкл. (THCOn)*, *УВФ вв. (THCUp)* и *УВФ вн. (THCDown)* не применяются в Mach3Turn.

Если Вы имеете один параллельный порт, то для Вашего использования доступно 5 входов, если у Вас два параллельных порта – то 10 входов.

Как указано выше, Вы можете разделить сигналы Концевых Выключателей и выключателей Баз. Заметьте, что энкодеры требуют по два входа на ось (для А и В сигналов квадратуры, которые они генерируют). Учитывая сложность поиска коротких сигналов, имеется компромисс – пользоваться ли такими вещами, как физическая блокировка Концевиков, чтобы сохранить сигналы.

Вы также можете рассмотреть использование устройства ModBus для некоторых входных сигналов.

Кликните по кнопке Принять (Apply), чтобы сохранить введенное в это окно.

5.4.3 Эмуляция входных сигналов

Если Вы поместили столбец *Эмуляция (Emulated)* для входных сигналов, то номер *Порта/Пина (Port/Pin)* и состояние *Active Low* для этих сигналов будет игнорироваться, но введенное в столбец *Горячие клавиши (Hotkey)* будет интерпретироваться правильно. Когда сообщение о нажатии клавиши (key down) сохраняется с кодом, то порядок значений Горячих клавиш (Hotkey) будет такой, что сигналы будут считаться активными. Когда сохраняются сообщения о снятии нажатия с клавиши (key up), они будут неактивными.

Сигналы нажатия и отпуска (key up и key down) обычно поступают от клавиатурного эмулятора (типа Ultimarc IPAC или Hagstrom), которые производятся переключателями, подключенными к их входам. Это позволяет загрузить свободные пины Ваших параллельных портов большим количеством переключателей, но может давать значительную задержку перед сменой в переключателях и сообщения о Сигналах нажатия и отпуска (key up и key down) могут теряться Windows.

Эмулированные сигналы не используются для *Индекса (Index)* и *Тайминга (Timing)* и не должны использоваться для *Аварийного останова (EStop)*.

5.4.4 Выходные сигналы

Используйте таблицу *Выходные сигналы (Output signals)* для определения необходимых Вам выходов. Смотрите рисунок 5.6.

Вы, вероятно, захотите использовать один Активный выход (и драйверы всех осей подключить к нему). На самом деле, если Вы используете опцию Генератор подкачки импульса, то Вы можете подключить драйверы Ваших осей к его выходу.

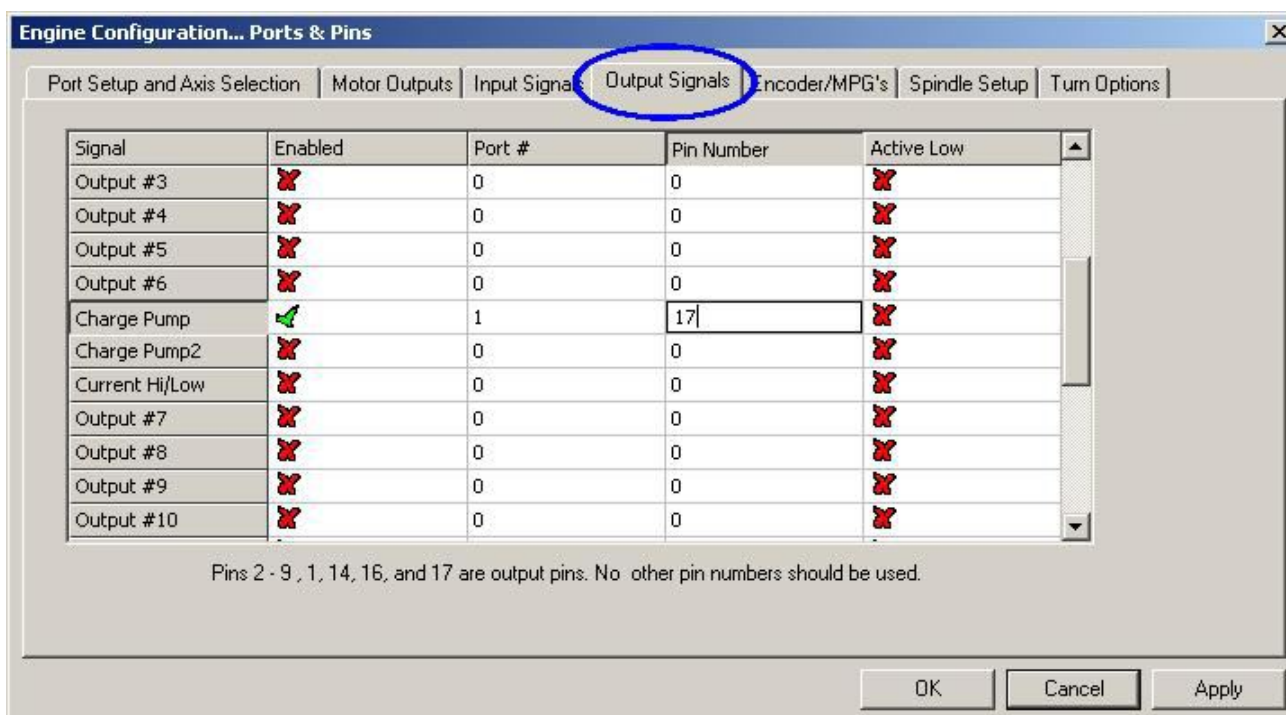


Рисунок 5.6 – Выходные сигналы (Output signal)

Строка *Подкачка накопителя (Charge Pump)* должна быть выбрана, если Ваша breakout board принимает этот импульс на входе, последовательно подтверждая корректность выполнения операций Mach3. Строка *Подкачка накопителя 2 (Charge Pump2)* должна быть выбрана, если Ваша вторая breakout board подключена ко второму порту или желаете самостоятельно верифицировать действия над вторым портом.

Кликните по кнопке **Принять (Apply)**, чтобы принять введенное в это окно.

5.4.5 Определение входов РГИ и энкодера

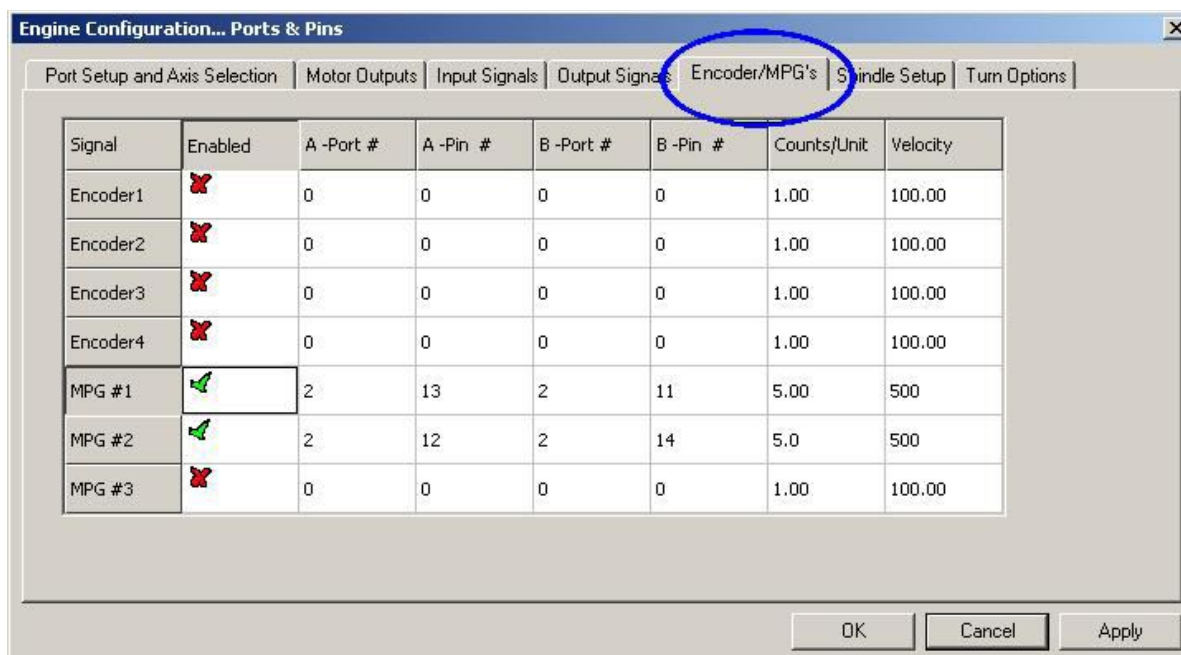


Рисунок 5.7 – Входы энкодера

Таблица Энкодер/РГИ (Encoder/MPGs) используется для подключения и разрешения линейных энкодеров или Ручных Генераторов Импульса (MPG), используемых для Переездов по осям.

Этот диалог не нуждается в столбце active-lo, так как если отсчет энкодера осуществляется ошибочно, то просто необходимо производить подкачку для пинов, предназначенных для входов А и В.

5.4.5.1 Энкодеры

Значение *Чисел/Единицу (Count per Unit)* должно быть установлено в соответствии с дискретностью энкодера. Таким образом, линейная шкала, линованная по 20 микронов, продуцирует число на каждые 5 микронов (вспомните квадратурные сигналы), это 200 чисел на единицу (миллиметр). Если у Вас в качестве рабочих единиц – дюймы, то это будет $200 \times 25,4 = 5080$ чисел на единицу (дюйм). Значение *Скорость (Velocity)* не используется.

5.4.5.2 Ручные Генераторы Импульса

Значение *Чисел/Единицу (Count/Unit)* используется для определения количества квадратурных чисел, необходимых для генерации Mach3 движения посредством РГИ. Для энкодера со 100 чисел/единицу удобна цифра 2. Для более высоких дискретностей Вы должны увеличивать эту цифру, чтобы добиться желаемой Вами механической чувствительности. Мы нашли, что с энкодером 1024 ч/ед хорошо работает число 100.

Значение *Скорость (Velocity)* определяет масштабирование импульсов, посылаемых осям, управляемых РГИ. Снижение значения задаваемого для *Скорости (Velocity)* убыстряет перемещение по оси. Это значение нужно подбирать опытным путем, вращая РГИ так быстро, как это удобно Вам.

5.4.6 Конфигурирование шпинделя

Следующая таблица в окне Меню Конфигурации>Порты и Пины (Config>Port&Pins) это *Настройка шпинделя (Spindle Setup)*. Она используется для определения процессов, в которых будет вестись управление Вашим шпинделем и системой охлаждения. Вы можете выбрать, чем позволить управлять Mach3: только включать и выключать вращение шпинделя или осуществлять полный контроль над его скоростью с помощью сигналов Широтно-импульсной модуляции ШИМ (PWM) или сигналов Шага и Направления. Диалог показан на рисунке 5.6.

5.4.6.1 Управление охлаждением

Код М7 может включать Жидкостный (Flood coolant) охладитель, код М8 может включать Газообразный хладогент (Mist coolant) и команда М9 выключает любой или оба этих охлаждения. Секция Охлаждения (Flood Mist) диалога определяется, когда выходные сигналы принятые к использованию осуществляют эти функции. Порты и пины для выходов уже должны быть заданы в таблице *Выходные Сигналы (Output Signals)*.

Если Вы не собираетесь пользоваться этой опцией, пометьте галкой *Блокир.реле Жидк/Газобразн. (Disable Flood/Mist Relays)*.

5.4.6.2 Управление функциями шпинделя

Если управление шпинделем осуществляется вручную или с использованием сигналов ШИМ, Mach3 может управлять направлением вращения и включать и выключать его (используя коды M03, M04 и M05), используя два выхода. Порты и пины для выходов уже должны быть заданы в таблице *Выходные Сигналы (Output Signals)*.

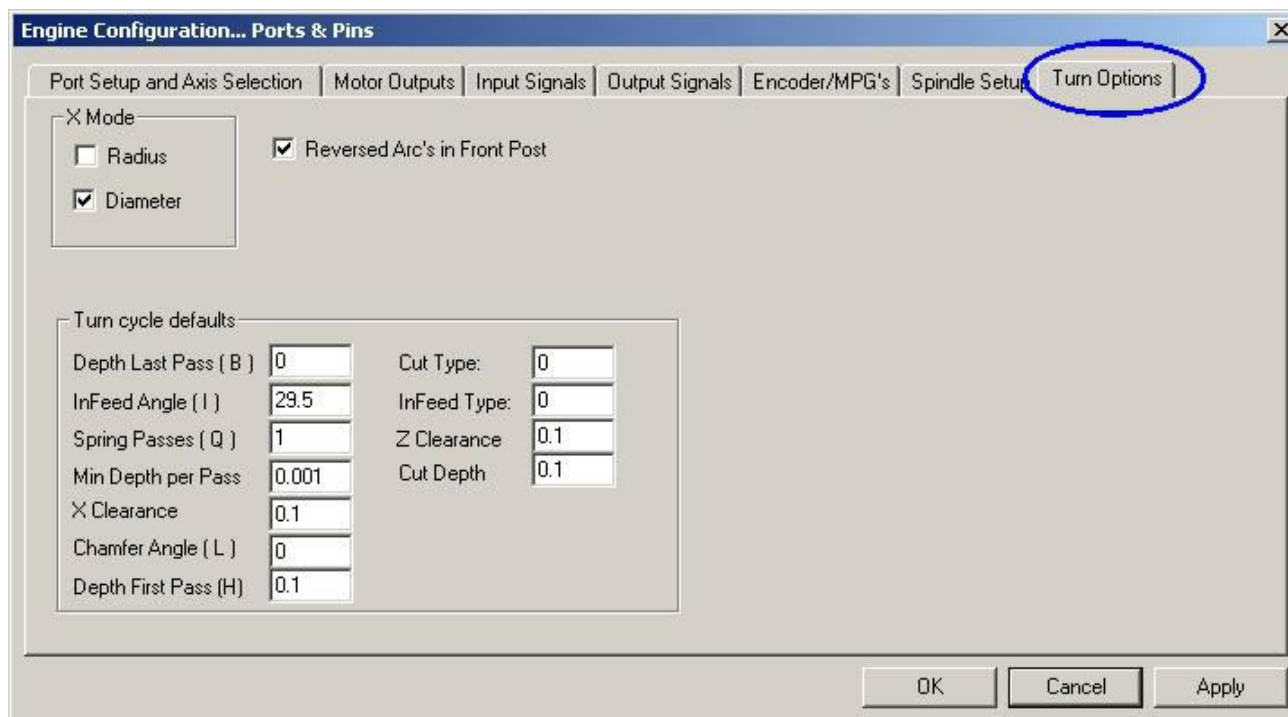


Рисунок 5.8 – Настройка шпинделя

Если у Вас шпиндель контролируется сигналами Шага и Направления (Step и Direction), то Вы не нуждаетесь в этом управлении. Коды M03, M04 и M05 будут генерироваться автоматически импульсами.

Если Вы не собираетесь пользоваться этой опцией, пометьте галкой *Блокир.реле шпинделя (Disable Spindle Relays)*.

5.4.6.3 Управление мотором шпинделя

Пометьте галкой *Исп.выход мотора шпин. (Use Motor Control)*, если Вы хотите использовать управление посредством ШИМ (PWM) или сигналов Шага и Направления (Step и Direction) для шпинделя. Если Вы пометите этот чекбокс, то выберите между *Управление с ШИМ (PWM Control)* и *Шаг/Напр.мотора (Step/Dir Motor)*.

Управление ШИМ (PWM)

Сигнал ШИМ – цифровой сигнал с квадратной формой волны, где процент времени сигнала есть высоко определенный процент от полной скорости мотора, которую он в состоянии развить.

Предположим, что Вы имеете мотор с ШИМ приводом с максимальной скоростью 3000 об/мин, тогда по рисунку 4.9 будет произведен запуск мотора на скорости $3000 \times 0.2 = 600$ об/мин. Аналогично сигнал на рисунке 4.10 даст запуск на скорости 1500 об/мин.

Если частота 5 Гц, Mach3, работающий на скорости ядра в 25000 Гц, может давать на выходе 5000 различных скоростей. Перемещение на 10 Гц уменьшает это число до 2500 различных скоростей, но это всего-лишь размер разрешающей способности одного или двух оборотов в минуту.

Слабая частота квадратной волны увеличивает время, что дается при запуске мотора, чтобы заметить, что скорость изменена, как было запрошено. Между значениями в 5 и 10 Гц имеется хороший компромисс. Выбранная частота в водится в окошко *Баз.частота ШИМ (PWMBase Freq)*.

Большое количество драйверов и моторов имеет нижний предел скорости. Естественно, охлаждение вентилятором весьма неэффективно на низких скоростях, поскольку высокий крутящий момент и ток не терпят неподвижности. Окошко *Минимал. ШИМ % (Minimum PWM%)* позволяет Вам ввести процент от максимальной скорости, на котором Mach3 будет останавливать выходящий сигнал ШИМ.

Вы должны знать, что драйвера электроники ШИМ могут также иметь настройку минимальной скорости, а также конфигурация шкивов Mach3 (см. соответствующий пункт руководства) позволяет Вам устанавливать минимальную скорость. Естественно, Вы должны стремиться установить лимит шкива немного выше, чем *Минимал. ШИМ %* или предел на программном уровне, т.к. это урезает скорость и/или дает заметную ошибку в передаче, а не просто останавливает ее.

Шаг и Направление мотора шпинделя

Эта функция позволяет изменять темп скорости вращения, управляя им при помощи импульсов шага или полного сервоконтроля.

Вы можете использовать конфигурацию Mach3 шкивов (см. пункт 5.5.6.1) для определения минимальной скорости, если это необходимо для мотора или его электроники.

Заметьте, что Вам ненужно иметь сервопривод шпинделя для каких-то функций Mach3Turn. На самом деле можно нарезать резьбу вполне успешно даже с ручным управлением частотой вращения шпинделя.

5.4.6.4 Общие параметры

Эта опция позволяет Вам управлять задержкой после старта и остановки вращения шпинделя перед выполнением Mach3 каких-либо команд (т. н. Пауза (Dwell)). Эта задержка может использоваться, чтобы дать время для разгона при обработке и обеспечивать защиту на программном уровне от поломок при переходе с вращения по часовой стрелке в сторону против вращения стрелки и наоборот. Время задержки вводится в секундах.

5.4.6.5 Коэффициенты шкивов

Mach3 управляет скоростью вращения мотора Вашего шпинделя. Вы программируете скорость шпинделя, задавая значение параметра S. Система шкивов Mach3 позволяет Вам задавать передаточное отношение между ними для четырех шкивов или настройки редуктора. Чтобы лучше разобраться в вопросе, обратитесь к пункту 5.5.6.1 ниже.

5.4.6.6 Специальные функции

Лазера режим (Laser mode) должно быть не отмечено галкой.

Исп.подачу шпинд.в синхр.режиме (Use Spindle feedback in sync mode) должно оставаться всегда непомеченным.

Управл.Замкнут.циклами шпинделя (Closed Loop Spindle Control), когда помечено галкой, относится к программным сервоциклам, которые пытаются сопоставлять реальную скорость шпинделя от сенсора Индекс(Index) или Тайминг (Timing) с требуемой параметром S. Точная скорость шпинделя, вероятно, особо не важна и эта функция не используется в Mach3Turn.

Если Вы используете данную опцию, значения P, I и D должны варьироваться в пределах от 0 до 1. Переменная P контролирует увеличение циклов и их чрезмерных значений, заставляющих скорость колебаться, или ищет около запрашиваемого значения превышающие его колебания. Переменная D воздействует ослабляюще так, что стабилизирует эту генерацию, используя (с учетом изменений) производную скорости. Переменная I дает долгосрочное представление на различия между реальной и запрашиваемой скоростью, увеличивая точность для достижения устойчивого состояния. Настройка этих значений облегчается при использовании диалога, открываемого в Меню Оператор>Калибровка шпинделя (Operator>Calibrate spindle).

Усреднять скорость шпинделя (Spindle Speed Averaging), когда помечено галкой, дает Mach3 возможность усреднять время между импульсами индекс/тайминг свыше нескольких оборотов, когда это обусловлено реальной скоростью шпинделя. Вы должны найти это полезным для приводов шпинделя с очень низкой инерцией или там, где управление имеет тенденцию выдавать кратковременные изменения в скорости.

5.4.7 Таблица опций токарной обработки

Последняя таблица диалоге Меню Конфигурации>Порты и Пины (Config>Port & Pins) это *Опции точения (Turn Options)*. Смотрите рисунок 5.7.

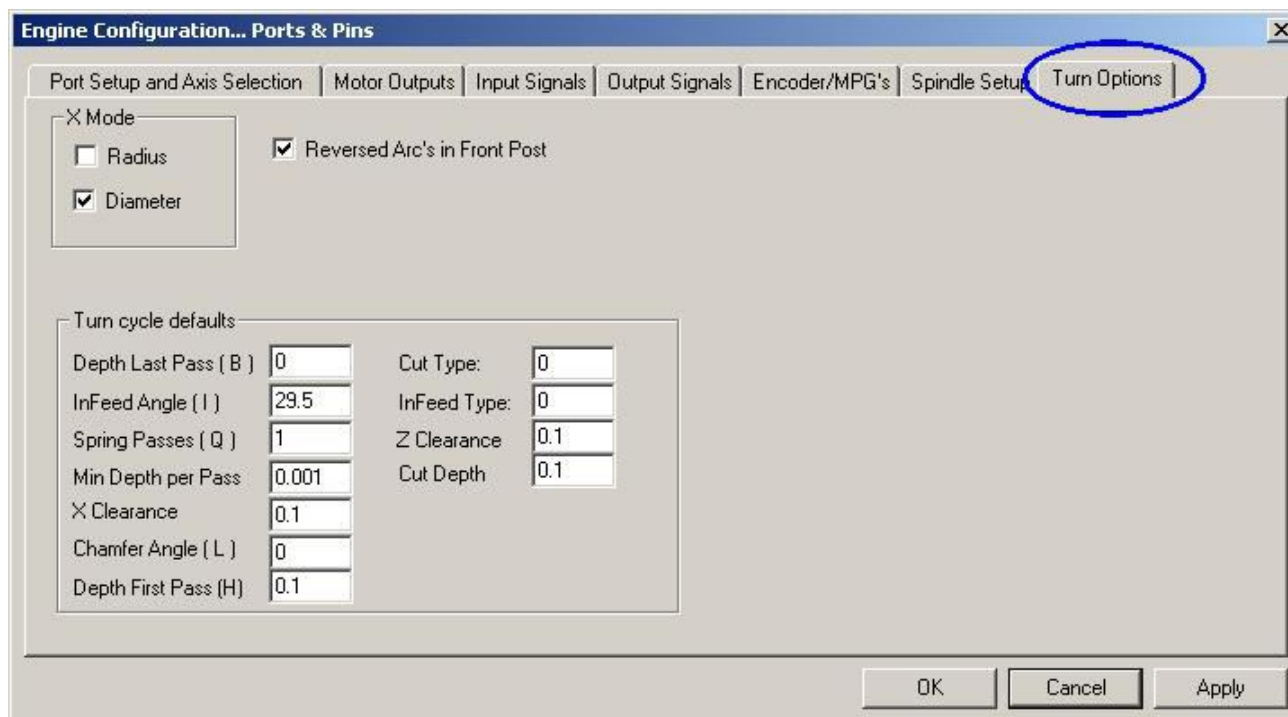


Рисунок 5.7 – Таблица опций токарной обработки

5.4.7.1 Режим X

Чекбок *Режим X (X mode)* определяет, будет ли координата X интерпретироваться как радиус обрабатываемой заготовки или как ее диаметр.

Вы должны решить, какой режим лучше подходит для Ваших методов работы. Не надо колебаться при выборе режима. В частности, Вы должны использовать режим, который соответствует кодам, выходящим из постпроцессора Вашей САМ-системы.

Заметьте, что для дуг определенных G-кодами, при использовании неверного режима будут получаться перемещения либо в два раза больше, либо в половину от нужного.

В режиме *Диаметр (diameter)* окно ЦИ оси X показывает значение диаметра и число при индексе X в G-кодах интерпретируется как диаметр. Коррекции в таблице инструмента, для крепежа и положения концевых выключателей, тем не менее, не будут умножаться на два; они будут иметь действительный размер.

5.4.7.1 Нарезание резьбы по умолчанию

Большинство пользователей не сильно волнуются по этому вопросу, так как их САМ-постпроцессор или Мастер Mach3 обычно предоставляет требуемую информацию по умолчанию для задания параметров нарезания резьбы. Эти значения по умолчанию, однако, опускаются в постоянном цикле G76 (резьба).

5.4 Тестирование

Ваше ПО теперь скомпоновано достаточно для того, чтобы провести небольшие тесты Вашего оборудования. Некоторые выключатели (такие, например, как выключатели баз) можно протестировать, замыкая и размыкая их вручную.

Запустите Mach3Turn и вызовите экран *Диагностика (Diagnostics)* (рисунок 5.8). Он имеет набор светодиодов, отражающих логические уровни входов и выходов. Убедитесь, что сигнал *Аварийный стоп (Emergency Stop)* не активен (красный светодиод *Аварийн. ситуац. (Emergency)* не мигает), и нажмите кнопку *Сброс (Reset)* на экране. Мигание светодиода должно прекратиться.

Проверьте выключатели Баз и концевики. Убедитесь, что соответствующие светодиоды горят желтым цветом, когда эти сигналы активны.

Далее, если у Вас имеются подключения по *Реле Активизации (Relay Activation)* для выходов на охлаждение, то Вы должны кликнуть по строке РВД (MDI) и ввести коды типа M07, M09 и т.д., чтобы повключать и повывключать выходы, чтобы убедиться в их работоспособности. Соответствующие красные выходные светодиоды должны загораться. Станок должен отвечать на Ваши действия, кроме того, Вы можете проверять напряжение сигналов на плате breakout board с помощью мультиметра авометра.

Внимание: Если Вы еще не закончили настройку параметров шпинделя для ШИМ или привода Шага и Направления, то разумней будет пока это не включать.

Эти тесты покажут, правильно ли задан адрес Вашего параллельного порта и правильно ли подключены входы и выходы.

Если Вы имеете два порта, и для обоих из них все сигналы протестированы, Вы можете переключаться между конфигурациями, чтобы выключатели баз и концевые выключатели настроены корректно. Не забывайте про кнопку *Применить (Apply)*, когда проводите тестирование. Если всё в порядке, можете сохранять Ваши конфигурации.

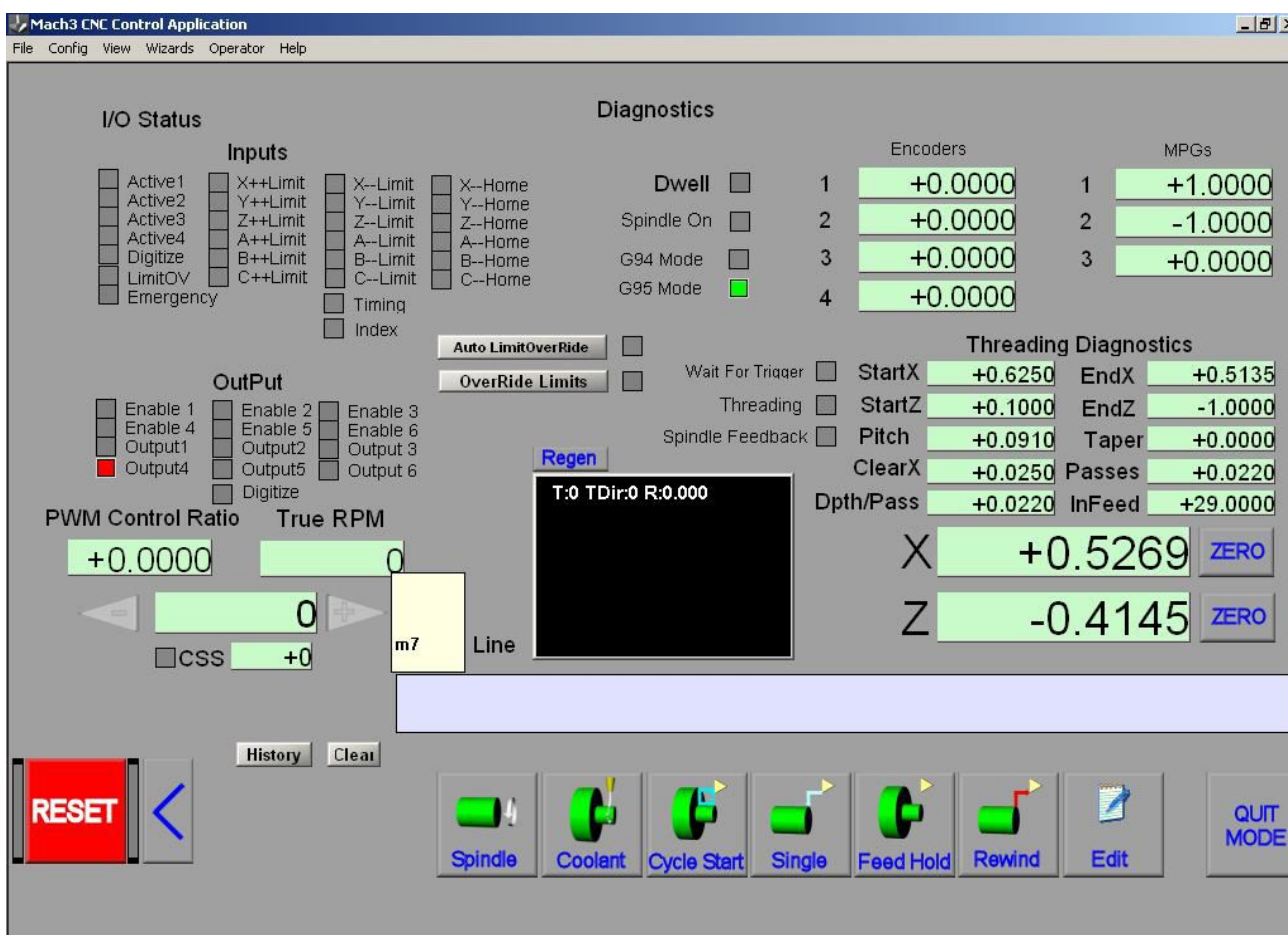


Рисунок 5.8 Тестирование входов и выходов

Если возникли неполадки, лучше разобраться с ними сейчас, чем, когда уже будете пытаться запускать движения по осям. Если у Вас нет мультиметра, то Вам надо купить или позаимствовать у кого-то Пробник логики или Адаптер D25, которыми Вы можете проверить состояние пинов. В сущности, Вам нужно увидеть, что (а) сигналы из и в компьютер неверны (т.е. Mach3 не делает то, что Вы хотите или ожидаете увидеть) или (б) нет сигналов между разъемом D25 и Вашим станком (т.е. проблемы в коммуникациях или в конфигурировании платы breakout board или станка). Иногда 15 минут помощи Ваших друзей могут решить такие проблемы, которые Вы считали неразрешимыми.

5.6 Настройки двигателей

Все детали – немного позже, а сейчас пришло время двигаться – причем, буквально! Этот параграф описывает методы настройки приводов осей Вашего станка и, если его скорость управляется Mach3, привода шпинделя.

Общая стратегия настройки привода для всех осей следующая: (а) вычисление количества шаговых импульсов, которое должен посылать привод каждой оси за единицу движения (в мм или дюймах) инструмента или стола станка, (б) установка максимальной скорости двигателя и (с) и установка приемлемого темпа ускорения/замедления перемещения.

Мы советуем Вам заниматься каждой осью по отдельности. Удобнее всего начать с оси Z, поскольку ее наиболее легко использовать для того, чтобы проверить ваши вычисления. Вы можете запускать двигатели, если хотите, даже еще до механического их соединения со станком.

Ну что ж, теперь можно подсоединять питание к драйверам электроники Ваших осей. Дважды проверьте провода между драйверами и Вашим компьютером (или Вашей breakout board). Не перепутайте силовые провода и интерфейсные соединения, а то может повалить дым! (нац. канадский юмор).

5.6.1 Вычисление Шагов на Единицу (*steps per unit*)

Количество шагов, посылаемое Mach3 на единицу перемещения, зависит от механики привода (т.е. шага ходового винта шарико-винтовой пары, вида передачи от двигателя к винту), свойств шагового двигателя или энкодера серводвигателя и микрошагового или электронного «передаточного отношения» в электронных драйверах. Мы рассмотрим все эти три аспекта вместе.

5.6.1.1 Расчеты механических приводов

Мы переходим к вычислению числа оборотов вала двигателя (*об/ед двигателя*) для перемещения по оси на одну единицу длины. Это число, скорее всего, будет больше, чем 1 – для дюймов, и меньше, чем 1 – для миллиметров. Но вычисляется это значение одинаково и для дюймов и миллиметров, и очень просто, при помощи калькулятора.

Для ходового **винта и гайки** Вам надо знать исходный шаг винта (определяемый по количеству витков на единицу длины) и число заходов. Дюймовый винт может быть определен в «витках на дюйм» (*внд*). Шаг винта - это $1/\text{внд}$ (т.е. для винта: шаг однозаходной резьбы с 8 *внд* это - $1/8 = 0.125$ ")

Если винт многозаходный, умножают исходный шаг на число заходов и получают эффективный шаг. Следовательно, **эффективный шаг винта** – это расстояние перемещения по оси за один **оборот винта**.

Теперь Вы можете вычислить значение **оборотов винта на единицу** длины:

$$\text{оборотов винта на единицу} = 1 / \text{эффективный шаг винта}$$

Если винт непосредственно вращается двигателем, то это - «оборотов вала двигателя на единицу». Если двигатель оснащен шестерней, цепной или зубчато-ременной передачей, передающими вращение на винт, то в вычисление добавляются Nm зубьев на шестерне (звездочке) двигателя и Ns зубьев шестерни (звездочки) винта:

$$\text{оборотов двигателя на единицу} = \text{оборотов винта на единицу} \times N_s / N_m$$

Например, допустим, Ваш 8 *внд* винт подсоединен к двигателю зубчатым ремнем с 48-ми зубьевым колесом на винте и 16-ти зубьевым колесом на двигателе. Тогда шаг от вала двигателя будет равен

$8 \times 48 / 16 = 24$ (**Замечание:** сохраняйте все числа в процессе вычислений в калькуляторе, чтобы не набегали погрешности из-за округления).

Для метрических единиц измерения принцип аналогичен. Допустим, двухзаходный винт имеет расстояние между витками 5 мм (а , следовательно эффективный шаг равен 10 мм) и получает вращение от двигателя, у которого на валу колесо с 24 зубьями. Колесо самого винта имеет 48 зубьев. Тогда, значение *оборотов винта на единицу* = 0.1 и *оборотов двигателя на единицу* будет $0.1 \times 48 / 24 = 0.2$

5.6.1.2 Вычисление Шагов двигателя на Оборот (*motor steps per revolution*)

Обычная приемистость всех современных шаговых двигателей 200 шагов на оборот (т.е. 1.8 град. на шаг). Заметьте, что некоторые старые шаговики имеют значение 180 шагов на оборот, но, вероятно, что Вам они не попадутся, так как, скорее всего, Вы будете использовать современное оборудование.

Обычная приемистость серводвигателя зависит от энкодера, сидящего на его валу. Приемистость энкодера обычно определяется в CPR (циклов на оборот - cycles per revolution). Так как на выходе действует два квадратурных сигнала, эффективная приемистость будет составлять четыре этих значения. Об CPR узнавайте из других источников.

5.6.1.3 Вычисление Шагов двигателя на Оборот в Mach3

Мы настоятельно рекомендуем Вам использовать микрошаговые электронные привода для шаговых двигателей. Если Вы поступите по другому, и будете использовать полношаговые и полушаговые драйвера, то Вам понадобятся более крупные двигатели, грешащие резонансом, что ограничивает возможности работы на некоторых скоростях.

Некоторые микрошаговые привода поддерживают фиксированное число микрошагов (обычно 10), в то время, как другие шаговики можно конфигурировать. В последнем случае, Вы все равно придете к использованию числа 10, как к наилучшему варианту. Это означает, что Mach3 необходимо посылать 2000 импульсов на оборот для шаговика оси.

Некоторые серво привода требуют одного импульса на число квадратуры от энкодера двигателя (что дает 1200 шагов на оборот для 300 CPR энкодера). Другие применяют электронное «передаточное отношение», посредством чего Вы можете умножать входные шаги на целое число, а, иногда, и делить результат на некоторое целое число. Умножение входных шагов может быть очень полезно при работе с Mach3, так как скорость небольших серводвигателей с высокой приемистостью может лимитироваться максимальным уровнем импульса, который может генерировать Mach3.

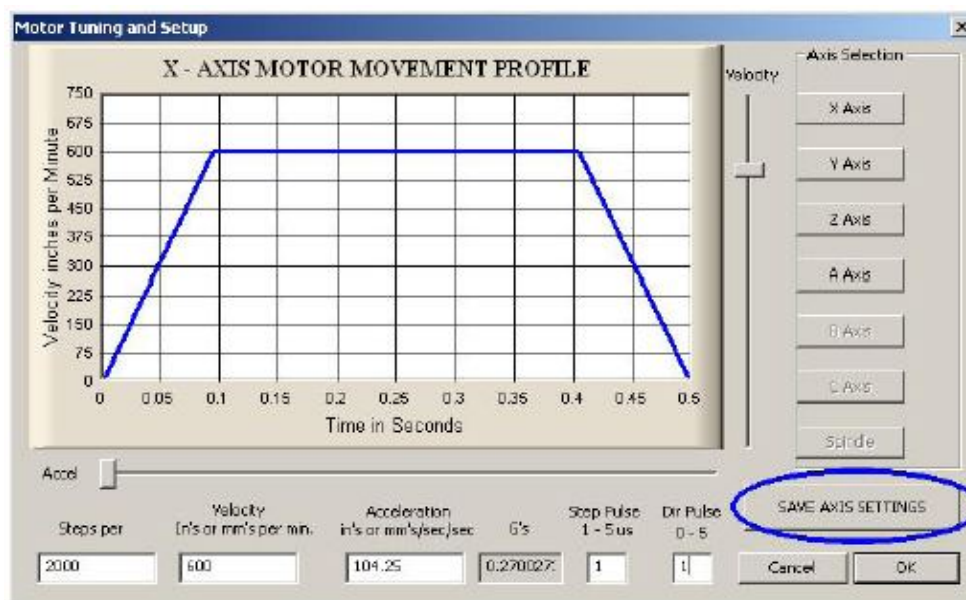


Рисунок 5.9 –Диалог настройки двигателя

5.6.1.4 Расчет Шагов на Единицу (steps per unit) в Mach3

Итак, можно произвести окончательный расчет:

Mach3 шагов на единицу = *Mach3 шагов на оборот* x *Оборотов двигателя на единицу*

(Mach3 steps per unit = Mach3 steps per rev x Motor revs per unit)

Рисунок 5.9 показывает диалог в Меню *Конфигурации>Настройка двигателей (Config>Motor Tuning)*. Кликните по кнопке для выбора оси, которую Вы собираетесь конфигурировать и введите вычисленное значение *Mach3 шагов на единицу* в окошко над кнопкой *Сохранить (Save)*. Это значение может быть дробным числом, так что Вы можете добиваться интересующей Вас точности. **Кликните Сохранить настройки (Save Axis Tuning) прямо сейчас, чтобы потом не забыть это сделать.**

5.6.2 Настройка максимальной Скорости двигателей

Используя диалог Меню *Конфигурации>Настройка двигателей (Config>Motor Tuning)*, перемещайте ползунок Скорости (Velocity) и Вы увидите график изменения скорости во времени, для некоторого воображаемого перемещения. Движение по осям разгоняется, может быть какое-то время устойчивым и затем замедляется. Пока что установите скорость на максимум. Используйте ползунок *Ускорения (Acceleration)* чтобы настроить уровень ускорения/замедления (они всегда одинаковы).

Когда Вы пользуетесь ползунками, значение в полях *Скорость (Velocity)* и *Ускорение (Acceleration)* изменяются. Скорость - в единицах в минуту. Ускорение - в единицах в секунду в квадрате. Максимально доступная для выбора скорость будет ограничена максимальным уровнем импульсов Mach3. Предположим, что Вы установили его на 35,000 Гц и 400 шагов на единицу, тогда максимально возможная *Скорость (Velocity)* будет $35000 / 400 = 87.5$.

Однако этот максимум не обязательно будет безопасен для Вашего двигателя, механизма привода или станка: это всего лишь доступное в Mach3 значение. Вы можете сделать необходимые вычисления или проверить на практике. Давайте сначала попрактикуемся.

5.6.2.1 Практическое испытание скорости двигателя

Вы сохранили настройки для осей после задания шагов на единицу. Нажмите ОК в диалоге и убедитесь что все подключено. Нажмите Сброс, чтобы его светодиод перестал мигать.

Вернитесь в Меню *Конфигурации>Настройка двигателей (Config>Motor Tuning)* и выберите ось. Используйте ползунок Скорости чтобы установить график примерно на 20% от максимума. Нажмите клавишу Стрелка Вверх на клавиатуре. Ось должна передвигаться в положительном направлении. Если она убегает, выберите скорость пониже. Если еле движется, выберите большую. Клавиша Стрелка Вниз заставит ось двигаться в другую сторону (отрицательное направление).

Если направление неверно, тогда сохраните настройки оси и **также** (а) либо поменяйте настройки Low Active для ножек направления осей в Меню *Конфигурации>Порты и пины>Выходные пины* (и нажмите *Принять Apply*) или (b) проверьте наличие галочек для осей в Меню *Конфигурации>Инверсия двигателей (Config>Motor Reversals)*. Также, можно просто выключить и поменять местами **одну** пару, подключенную к двигателю из электроники привода. Для щеточных двигателей сервопривода Вам нужно поменять местами оба провода на якорь и А и В входа из энкодера.

Если шаговый двигатель издает посторонние звуки, значит он неправильно подключен (проводами), либо Вы пытаетесь запустить его на слишком высокой скорости. Маркировка проводов шаговика (особенно для восьмипроводных) иногда не совсем ясна. Нужно обратиться к документации на двигатель и электронику привода.

Если серводвигатель убегает на полной скорости или клацает и показывает сбой драйвера, тогда подключение цепи (или энкодера) требует полного пересмотра (подробности ищите в документации к серводвигателю). Если же возникают другие проблемы, то Вы виноваты сами, если не прислушались к

совету покупать свежие и поддерживаемые производителем продукты – правильно покупать – это покупать один раз!

Большинство приводов будут нормально работать с минимальной шириной импульса в 1 микросекунду и не нуждаться в задержке, отмечаемой для пина *Dir (Direction PreChange)*. Если при тестировании у Вас возникли проблемы (например, двигатель сильно шумит) для начала проверьте, не перепутаны ли шаговые импульсы (*Низкое напряжение* неправильно настроено на вкладке *Выходные пины* окна *Порты и пины*), потом можно, например, попробовать увеличить ширину импульса до, скажем, 5 микросекунд. Интерфейс Шага и Направления очень прост, но так как это важная часть, при неправильной настройке будет очень трудно обнаружить неполадку без осциллографа или очень детальной перепроверки.

5.6.2.2 Вычисление максимальной скорости двигателя

Если Вам хочется вычислить максимальную скорость двигателя, то читайте эту главу.

Есть множество факторов, определяющих максимальную скорость оси:

- ~ Максимально допустимая скорость двигателя (возможно 4000 оборотов в минуту для серводвигателя или 1000 оборотов в минуту для шагового)
- ~ Максимально допустимая скорость шарико-винтовой пары (зависит от длины, диаметра, способа закрепления оконечника оси)
- ~ Максимальная скорость привода ремня или понижающего редуктора
- ~ Максимальная скорость, которую поддерживает электроника привода без выдачи сообщения о сбое
- ~ Максимальная скорость, допустимая фрикционными качествами направляющих

Для Вас наиболее важны первые два пункта. Нужно будет обратиться к спецификациям производителя, вычислить разрешенные скорости винта и двигателя и соотнести их к единицам в секунду движения оси. Задайте это максимальное значение для нужной оси в окне *Скорость (Velocity)* в Меню Конфигурации>Настройка двигателей (Config>Motor Tuning).

На он-лайн Yahoo! group и на Форуме Вы сможете получить советы от огромной армии пользователей программ со всего мира по интересующим Вас вопросам.

5.6.3 Вопросы по Ускорению

5.6.3.1 Инерция и силы

Ни один двигатель не способен моментально изменить скорость механизма. Крутящий момент необходим для задания углового момента вращающимся частям (включая и сам двигатель) и этот крутящий момент, превращенный механизмом (винт и т.д.) в силу, должен давать ускорение частям станка и инструменту или заготовке. Некоторое количество силы тратится также на преодоление трения и собственно для того, чтобы заставить инструмент работать (резать).

Mach3 будет ускорять (и замедлять) двигатель с заданным уровнем (прямая скорости временной кривой). Если двигатель обеспечивает больше крутящий момент, чем необходимо для работы (резки), преодоления трения и инерции на заданном уровне ускорения, тогда все в порядке. Если же крутящего момента не хватает, тогда либо двигатель встанет (если шаговый), либо повысится погрешность положения для серводвигателя. Если погрешность станет слишком высокой, тогда привод, возможно,

сообщит о неисправности, но, даже, если и не сообщит, то точность резки все равно пострадает. Далее это будет объяснено более детально.

5.6.3.2 Тестирование различных значений Ускорения

Попробуйте запустить и остановить станок с разными положениями ползунка Ускорения в окне Настройки Двигателей. При низком значении ускорения (пологий уклон на графике) Вы сможете услышать, как увеличивается и понижается скорость.

5.6.3.3 Почему надо избегать крупных ошибок серводвигателя

Большинство перемещений, заданных в Управляющей Программе (УП), подразумевают одновременное согласованное движение по двум и более осям. Так при движении из $X=0$, $Y=0$ в $X=2$, $Y=1$ Mach3 переместит ось X вдвое быстрее, чем ось Y. Это не только координирует движения на постоянной скорости, но также гарантирует, что при ускорении и замедлении применяется необходимая скорость, и ускорение всех движений производится для скорости, доступной для самой медленной оси.

Если для данной оси Вы выберете слишком высокое значение ускорения, Mach3 будет полагать, что это значение может использоваться, но так как на практике ось задерживается после получения команды (т. е. серво погрешность высока), то маршрут выполнения будет неточным.

5.6.3.4 Выбор значения Ускорения

Принимая во внимание массу подвижных частей станка, моменты инерции двигателя и винта, силу трения и крутящий момент двигателя, вполне возможно вычислить какого ускорения можно достичь с заданной погрешностью.

Однако, если Вы хотите наилучшим образом отстроить станок, мы рекомендуем задавать такое значение, при котором тестовый запуск и останов звучат для уха нормально. Да, это не совсем по-научному, но обычно дает хорошие результаты.



Рисунок 5.10 –Установка нулевого положения

5.6.4 Сохранение и тестирование осей

Наконец, не забудьте нажать *Сохраните Настройку Оси!* для сохранения уровня ускорения перед тем, как двигаться дальше.

Если Вы протестировали привода двигателей Ваших осей, то пришло время установить их.

Далее Вам надо протестировать значение ускорения и максимальной скорости путем выполнения какого-либо перемещения G00, используя строку Ручного Ввода Данных (MDI). Mach3 способен производить Переезды более гладко, чем это происходит при программных перемещениях, так как тут не происходит ошибок в синхронизации в движении сразу по нескольким осям. Если же Вы слышите грубый звук при перемещении, то Вы должны слегка уменьшить значения в настройках скорости и/или ускорения.

Теперь следует проверить ваши вычисления отношения шагов/единицу (steps per unit), используя строку РВД на экране *Диагностика(Diagnostics)*, задав определенное перемещение по G00. Для грубой проверки можно воспользоваться стальной линейкой. Более точный тест можно провести с помощью индикаторной стойки (ИС) и калиброванной прокладки.

Предположим, что Вы тестируете ось Z и используете 3-х дюймовую калиброванную прокладку.

Используйте экран РВД (MDI), чтобы выбрать дюймы и абсолютные координаты. (G20 G90) Установите ИС подальше от патрона станка, коснувшись плоской поверхности суппорта. Переедьте по оси Z так, чтобы щуп ИС просто коснулся суппорта, как показано на рисунке 5.10. Убедитесь, что движение в положительном направлении по оси Z закончено, во избежании проблем с люфтами.

Установите шкалу ИС на ноль.

Теперь кликните по окошку ЦИ оси Z, введите 0 (ноль) и нажмите *Enter*.

Переместитесь в положение $Z = -3.5$ с помощью кода G00 Z-3.5. Промежуток должен быть около половины дюйма. Если нет, то тогда что-то не так с вычисленным Вами значением Шагов на Единицу. Проверьте и исправьте его.

Вложите калиброванную прокладку и передвиньтесь на $Z = -3.0$ посредством команды G00 Z-3.0. Это движение в положительном направлении по Z, как и переезд, так что эффект люфта в механизмах будет погашен. Значение на ИС покажет ошибку позиционирования. Она должна быть совсем небольшой. На рисунке 5.13 показана калиброванная прокладка в действии.

Уберите прокладку и переместитесь по G00 Z0, чтобы проверить нулевое значение. Повторите тест, чтобы получить набор из примерно 20 значений и посмотрите, насколько различается позиционирование. Если будет на лицо большой разброс в показаниях, то имеется какая-то механическая неисправность или погрешность. Если Вы получите последовательно повторяющиеся ошибки, тогда можно подстроить значение Шагов на Единицу для достижения максимальной точности.

Теперь нужно проверить, не теряются ли шаги на оси в повторяющихся движениях на скорости. Уберите калиброванную прокладку. Выполните, используя строку РВД, команду G00 Z0 и установите нулевое значение на индикаторной стойке.

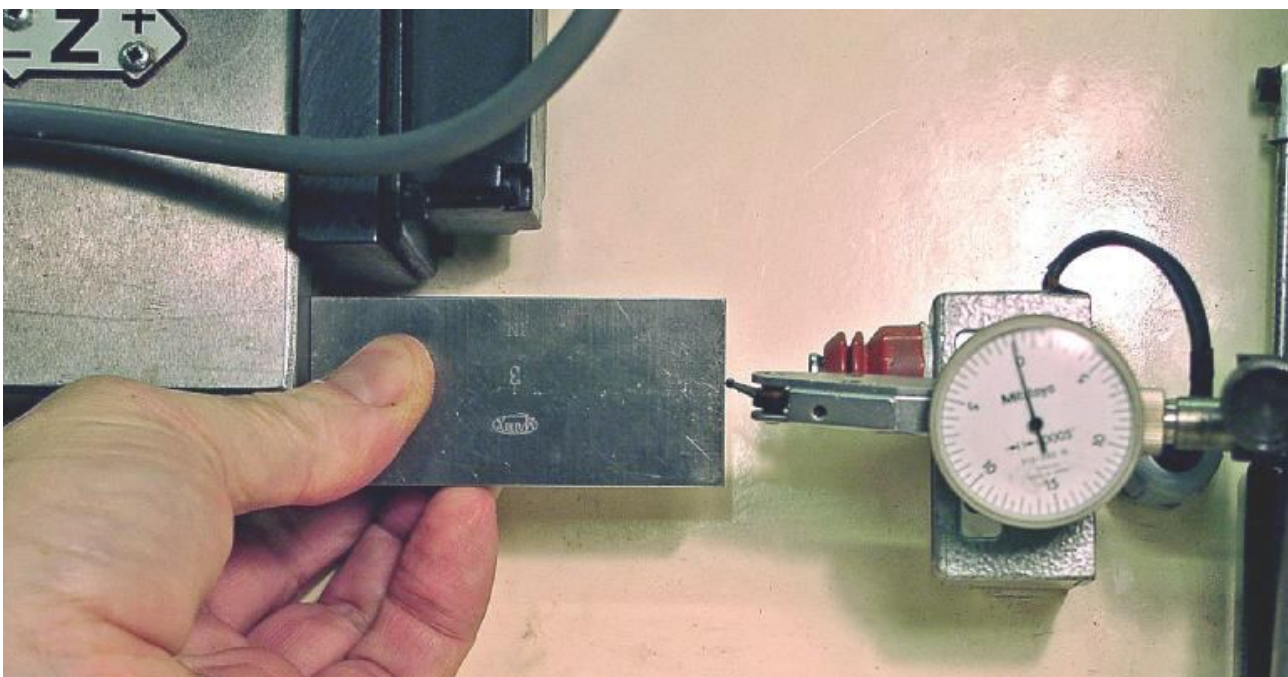


Рисунок 5.14 – Применение калиброванной прокладки

Используйте редактор для ввода следующей программы:

```

F1000 (это быстрее, чем возможно, но Mach3 ограничит скорость)
G20 G90 (Дюймы и Абсолют)
M98 P1234 L50 (запустить подпрограмму 50 раз)
M30 (стоп)
O1234
G1 Z-3
G1 Z0 (перемещение обратно на подаче)
M99 ( возвращение )
  
```

Нажмите *Start (Cycle Start)* для выполнения. Убедитесь, что звук перемещений ровный.

После окончания шкала ИС должна, разумеется, показывать 0. Если что-то не получается, то придется осуществить тонкую подстройку максимального уровня ускорения оси.

5.6.5 Конфигурирование остальных осей

Используя полученный опыт по первой оси, Вы сможете быстро повторить весь процесс для остальных осей.

5.6.6 Настройка двигателя шпинделя

Если скорость двигателя Вашего шпинделя фиксирована или управляется вручную, то эту главу можно пропустить. Если двигатель включается и выключается в разных направлениях с помощью Mach3, то это будет настроено с помощью реле выводов.

Если Mach3 используется для управления скоростью шпинделя либо через сервопривод, принимающий импульсы Шага и Направления, либо через МШИ (PWM) контроллер двигателя, то эта глава расскажет, как настроить Вашу систему.

5.6.6.1 Конфигурирование ШИМ и настройки Шаг и Направление двигателя шпинделя

ШИМ: Мы уже рассматривали конфигурирование ШИМ (PWM) привода шпинделя. По окончании настройки шпинделя запомните максимальную скорость двигателя (т.е. скорость при 100% потоке импульсов).

Шаг и Направление привод конфигурируется в том же диалоге, что и приводы осей. Сначала Вам нужно знать максимальную скорость, с которой Вы хотите, чтоб Ваш двигатель работал. Она зависит от его конструкции и должна быть указана на табличке, имеющейся на нем. Вы, конечно, можете выбрать скорость поменьше, чем заявленная производителем.

Далее Вы должны подсчитать, сколько шаговых импульсов должно поступить в драйвер электроники, чтобы повернуть вал на один оборот. Это зависит от конструкции двигателя, различных энкодеров на его валу и «электронных передаточных отношений» в драйвере электроники. Вы должны произвести расчет, опираясь на документацию к двигателю и его приводу. Это число – есть значение для ввода окно *Шагов/Единицу (Steps per Unit)*. Если это значение больше, чем 500, то Вы, вероятно, будете иметь проблемы в Mach3 при запуске двигателя на полную скорость. Если у Вас есть регулировка «электронного передаточного отношения», то используйте ее для уменьшения *Шагов/Единицу (Steps per Unit)* для полной скорости.

Далее, установите скорость, чтобы движение было гладкое, как описывалось в настройках для осей, чтобы значение *Скорость (Vel)* было максимальное, по Вашему выбору. Единицы – обороты в секунду, так что, если Вам нужно 3000 об/мин, Вам надо ввести $(3000 : 60) = 50.0$ в окошко *Скорость (Vel)*.

Если Вам понадобится большое число *Шагов/Единицу (Steps per Unit)*, Вы можете обнаружить, что Mach3 не позволяет скорость, которую Вам требуется. Вы можете обойти это, используя «электронное передаточное отношение» вашего привода, уменьшая число шагов за единицу или настройкой частоты ядра (kernel frequency) на 35000 или даже на 45000 Гц. **Заметьте:** если Вы меняете скорость ядра, Вам будет необходимо перенастроить оси.

И наконец, Вы должны настроить ускорение. Это лучше всего делать на слух, добиваясь плавного старта при запуске шпинделя на самых скоростных шкивах. Вы можете ввести значение в окошко ускорения, и выставить такое небольшое значение, какое трудно выставить при помощи ползунка. Если Вы желаете, Вы можете сделать ускорение около 10 секунд!

Замечание: На некоторых маленьких токарных станках патрон навинчивается на хвостовик шпинделя. Не делайте замедление для ускорения очень резким, иначе патрон может открутиться.

5.6.6.2 Скорость двигателя, скорость шпинделя и шкивы

Итак, Вы можете поручить Mach3 управлять скоростью двигателя. При работе и Вы и УП (посредством адреса S в тексте УП) опираетесь на скорость **шпинделя**. Конечно, скорости двигателя и шпинделя зависят от шкивов или шестерен связывающих их. Мы будем использовать термин "шкив" для обозначения обоих типов привода.

Настройки для шкивов, которые мы игнорировали ранее устанавливаются в диалоге *Настройки шпинделя (Spindle Setup)* в меню Конфигурации>Порты и Пины (Config>Ports and Pins).

Если у Вас нет возможности управлять скоростью двигателя, то выбирайте Шкив 4 с высокой максимальной скоростью как, например, 10,000 оборотов в минуту. Это предотвратит жалобы Mach3, если Вы будете запускать программу с адресом S, требующим, скажем, 6000 оборотов в минуту.

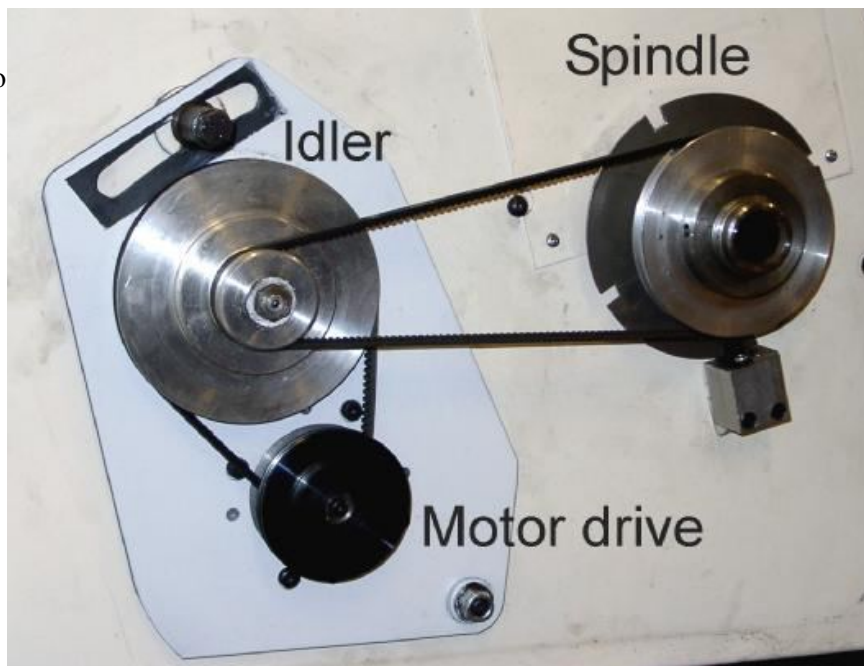
Есть два пункта включающих использование шкивов. Когда система настраивается (это то, что Вы сейчас делаете), Вы определяете до 4 возможных комбинаций шкивов. Они задаются с помощью физических размеров шкивов или передаточного отношения шестерен. После, когда запускается УП, оператор определяет, какой шкив (1-4) используется.

Передаточное отношение ремённой передачи станка задаются в меню Конфигурации>Порты и Пины (Config>Ports and Pins) в окне диалога *Настройки Шпинделя (Spindle Setup)* (рисунок 5.6). Под Передаточным отношением ремённой передачи минимальная и максимальная скорость четырех наборов шкивов определяется вместе с используемым

Рисунок 5.14 – 4-х скоростной привод шкивов на медленной скорости по умолчанию. Максимальная скорость это скорость, на которой шпиндель будет вращаться, когда двигатель работает на полной скорости. Полная скорость достигается 100% шириной импульса в ШИМ (PWM) и на установленном значении *Скорости* в окне Настройки Двигателей "Ось шпинделя" для Шага и Направления.

Как пример, предположим, что позиция, которую мы назовем "Шкив 1", это отношение (нисходящее) 5:1 от двигателя к шпинделю, а максимальная скорость двигателя - 3600 оборотов в минуту. Это означает, что максимальная скорость Шкива 1 будет установлена на 720 оборотов в минуту ($3600 : 5$). Далее, допустим, что Шкив 4 имеет отношение (восходящее) 4:1. При той же самой скорости двигателя его максимальная скорость будет равна 14,400 оборотов в минуту (3600×4). Остальные шкивы (если имеются) будут иметь промежуточные значения. Шкивы не обязательно располагать по мере увеличения скорости, но какая-то логическая связь для облегчения управления станком должна присутствовать.

Рисунок 5.15- Шкивы, настроенные на высокую скорость



Минимальная скорость нужна, чтобы предотвратить работу двигателя на скорости ниже минимального уровня.

Mach3 использует информацию об передаточном отношении ремённой передачи следующим образом:

- Когда подпрограмма выполняет команду S или значение введено в окно ЦИ задания скорости, то это значение сравнивается с максимальной скоростью для выбранного в данный момент шкива. Если запрошенная скорость больше максимальной, возникает ошибка.
- Когда подпрограмма выполняет команду S или значение введено в окно ЦИ задания скорости, то это значение сравнивается с минимальной скоростью для выбранного в данный момент шкива. Если запрошенная скорость меньше минимальной, возникает ошибка.
- Иначе, процент от максимума для шкива, который был запрошен, и используется для задания ширины МШИ или импульса Шага, генерируется для получения этого процента из максимальной скорости двигателя, заданной в окне *Настройки двигателей (Motor Tuning)* для параметра "*Ось шпинделя*" (*Spindle Axis*).

Например, максимальная скорость шпинделя для Шкива №1 - 1000 оборотов в минуту. Задание S1100 будет являться ошибкой. Величина S600 выдаст импульс, шириной в 60%. Если максимальная скорость Шага и Направления 3600 оборотов в минуту, то двигатель будет двигаться на 2160 оборотах в минуту (3600 x 0.6).

Если Вы имеете привод, который теряет шаги, когда для него слишком быстро, то Вы должны установить минимальную скорость немного выше, чем скорость, на которой Ваш привод еще обрабатывает заготовку.

5.6.6.3 Тестирование привода шпинделя

Если у Вас есть тахометр или стробоскоп, то Вы можете измерить скорость шпинделя Вашего станка. Если же нет, то придется оценивать ее на глаз и экспериментальным путем.

На экране *Ручное управление (Manual)* Mach3 выберите шкив, который позволяет совершать 900 оборотов в минуту. Установите ремень или редуктор в соответствующее положение. Затем введите 900 в окно ЦИ S. Измерьте или оцените скорость. Если она не соответствует нужной, надо перепроверить вычисления и настройки.

Также, можно проверить скорость всех шкивов тем же путем, но с применимым набором скоростей.

5.7 Прочие конфигурации

Имеется большое количество опций конфигурирования в Mach3Turn. Вы можете увидеть их в Меню Конфигурации (Config). Вы обнаружите, что настройки по умолчанию позволят Вам действительно вполне удовлетворительно использовать Ваш станок.

Когда Вы захотите заняться ими, обратитесь к Главе 8, где они детально рассмотрены.

6. Управление Mach3 и выполнение Управляющей Программы

Эта глава объясняет назначение экранов программы Mach3, с помощью которых производятся установки и выполнение работы на станке. Она предназначена для операторов станка и программистов, создающих Управляющие программы (УП) для системы работающей под Mach3.

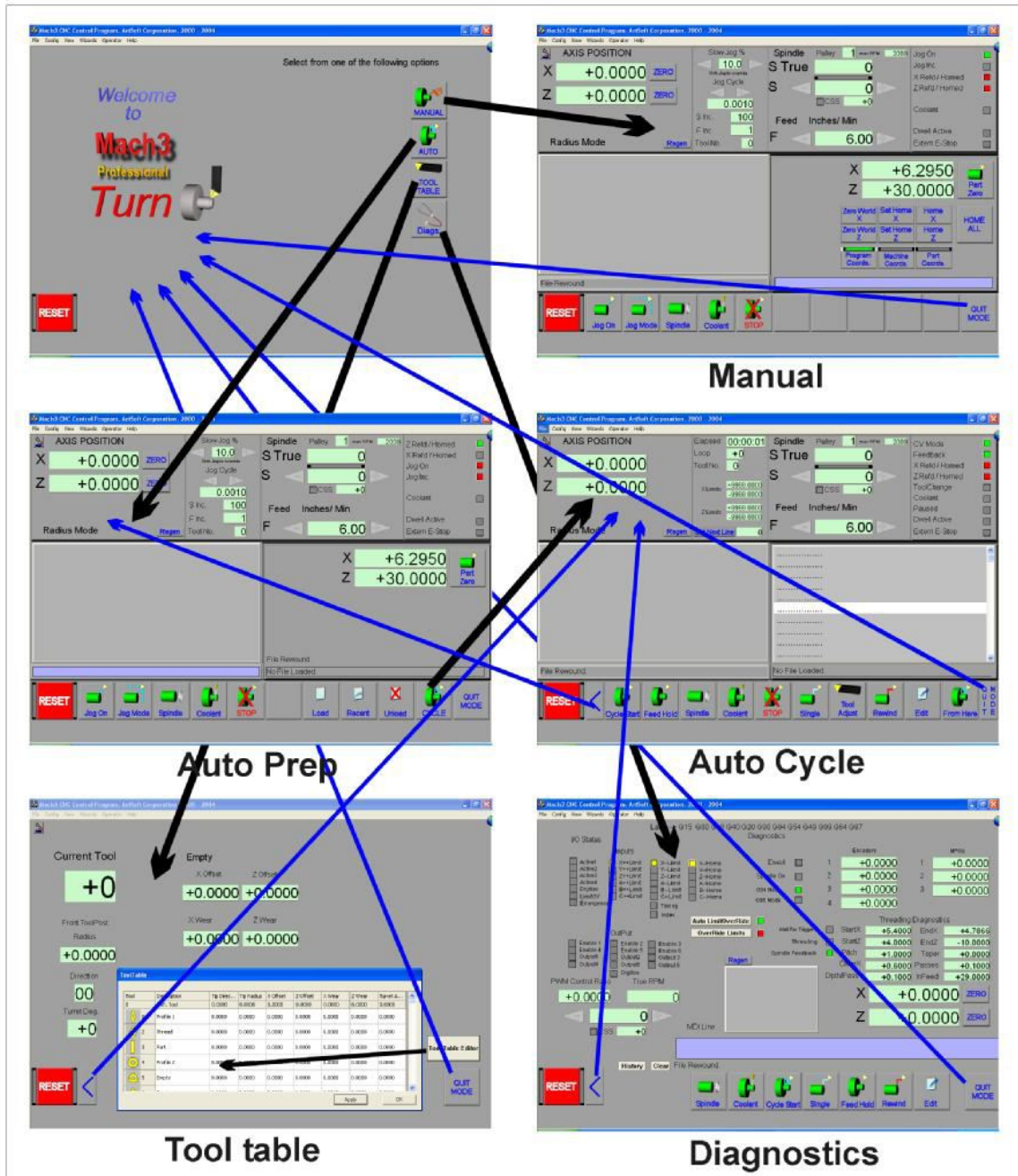


Рисунок 6.1 – Навигация по экранам программы

6.1 Введение

Эта глава содержит большое количество детальной информации. Рекомендуем основательно изучить параграф 6.2, рассказывающий об элементах контроля и управления, помещенных на экранах программы, прежде чем заняться вводом и редактированием УП.

6.2 Методы управления программой

В первый момент знакомства с программой Вы, вероятно, будете удивлены разнообразием опций и данных, отображенных на экранах Mach3, но позже Вы поймете, что в действительности все они организованы в маршруты по последовательности операций выполняемых при токарной обработке (часто это называют «техпроцесс»).

Имеются экраны для ручного управления *Ручное (Manual)*, подготовки к автоматической операции *Авто (Auto Prep)*, запуска Управляющей Программы в автоматическом цикле *УП (Auto Cycle)*, настройки таблицы инструмента *Инструмент (Tool Table)* и диагностирования проблем *Диагно (Diags)*.

Экраны содержат наборы органов управления. Управление – кнопочное или можно вводить информацию в окна Цифровой Индикации (ЦИ) (DRO). Имеются также Надписи-сообщения (Labels) и Светоизлучающие диоды (LED) (точнее, их экранная имитация).

Светодиоды (LED) сгруппированы в панели светодиодов. Некоторые органы управления собраны в группы (семейства) на различных экранах. Это объясняем для начала, а затем опишем техпроцессы для некоторых типичных работ. Наконец, возможно использование экрана Диагно (Diags)

С помощью программы Screen Designer Вы можете добавлять или удалять различные Органы Управления на экранах программы Mach3. Также Вы можете разрабатывать и создавать свои собственные экраны Mach3, в зависимости от конкретных условий Вашей работы. Подробнее - см. мануал *Customising Mach3 wiki*.

6.2.1 Переключение между экранами

Эта группа Органов управления и пути переходов между экранами, при нажатии соответствующих кнопок показаны на рисунке 6.1. Кнопка *Выйти (Quit Mode)* позволит Вам вернуться на экран *Приветствия (Welcome)*, а кнопки *Назад (<) (Back)* переместят Вас с текущего экрана в соответствующее место для продолжения работы.

6.2.1.1 Сброс (Reset)

Все экраны программы содержат кнопку *Сброс (Reset)*. Это - кнопка-переключатель. До нажатия *Сброса* ее светодиод мигает красным цветом. Когда система в устойчивом состоянии, светодиод гаснет, при изменении некоторых кондиций Генератор подкачки импульса требует нажатия этой кнопки, что приводит систему в норму.

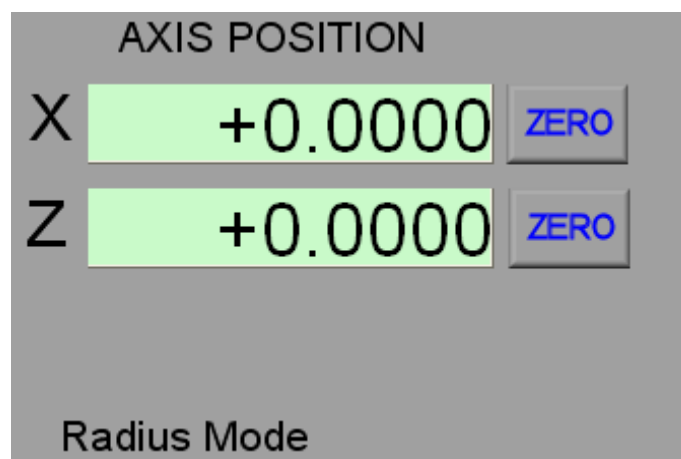
6.2.1.2 Надписи – сообщения

Появляющиеся в этой группе сообщения информируют об ошибках, текущем режиме, названии файла текущей УП и используемом профиле.

6.2.2 Группа Органов Управления положением по осям

Эта группа обеспечивает управление текущим положением инструмента (или, точнее, контрольной точки). См. рисунок 6.2.

Оси имеют следующие Органы Управления:



6.2.2.1 Цифровая Индикация координат

Значения в окнах ЦИ отображаются в текущих единицах (G20/G21), если опция ввода единиц в ЦИ заблокирована в диалоге Меню Конфигурации>Логические (Config>Logic). Здесь отображаются координаты контрольной точки в выбранной системе координат. Обычно, это координатная система текущих Рабочих коррекций (начальная 1 – по G54) плюс все смещения по коду G52 или G92. Но можно переключиться и на отображение Абсолютных координат – Координат Станка.

Рисунок 6.2 Органы Управления положением осей

Кнопка *Обнулить (Zero)* позволит Вам придать Вашей контрольной точке координаты 0.0. Это обновляет и соответствующую Рабочую Коррекцию. Вы также можете вводить новые значения непосредственно в окна ЦИ осей. Это изменит текущие Рабочие коррекции, придав контрольной точке введенные Вами значения координат в текущей координатной системе. Кнопка *Обнулить (Zero)* – это то же самое, что и ручной ввод в окно ЦИ координат 0.0.

6.2.2.1 Режим X (X mode)

Надпись-сообщение, имеющаяся на экране программы, информирует о том, какой из режимов выбран: Режим Радиуса (Radius mode) или Режим Диаметра (Diameter mode). Этот выбор режимов определяет, как интерпретировать значения координат оси X в окнах ЦИ и определяет положение по оси X в текущей УП.

6.2.3 Группа Органов управления перемещениями

Группа Органов управления Перемещениями позволяет устанавливать и отслеживать скорость шпинделя и темп подачи перемещений инструмента. Органы управления представлены на рисунке 6.3.

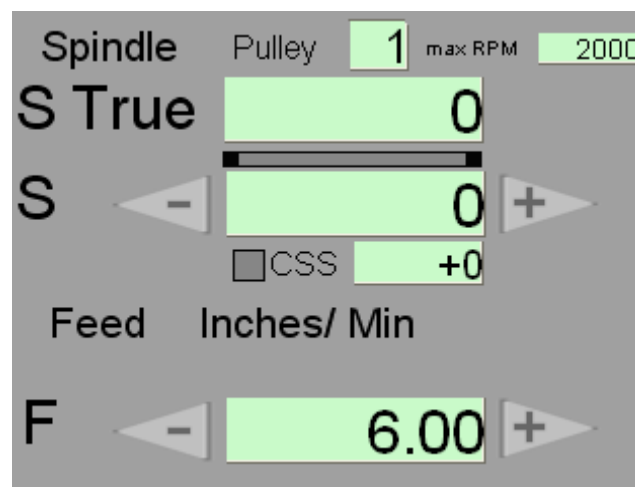


Рисунок 6.3 – Органы управления перемещениями

6.2.3.1 Шпиндель

Окно ЦИ *S* отображает текущую частоту вращения шпинделя. Она устанавливается в УП или в строке РВД значением при индексе *S*, а также непосредственным вводом значения в окошко ЦИ с последующим нажатием клавиши *Enter* или кликами по стрелкам со значками - и +.

Светодиод над окошком ЦИ *S* светится, когда шпиндель находится во вращении.

Группа Органов управления показывает номер шкива и его максимальную скорость. Вы можете задать шкив путем ввода его номера (цифры от 1 до 4) в окошко ЦИ *Шкив (Pulley)* с последующим нажатием клавиши *Enter*.

Вы не можете запускать скорость меньшую, чем минимальная скорость или большую, чем максимальная скорость, заданные для конкретного шкива. Такие действия вызывают появление сообщения об ошибке и урезание скорости до позволенного предела.

Окно ЦИ *S* реалнь. (*S True*) отображает действительную частоту вращения шпинделя, снимаемую со входов *Timing* или *Index*.

Управляющая программа (УП) или строка РВД могут запрограммировать частоту вращения шпинделя с целью задания постоянной Скорости резания ПСР (CSS) для обработки. Это особенно удобно при торцевании заготовки с большим диаметром. CSS-режим вводится в действие кодом *G96* с параметром *S*, задающим Скорость резания (surface speed). В этом режиме частота вращения шпинделя увеличивается с уменьшением значения координаты *X* контрольной точки, пока не достигает своей максимальной величины.

В окнах ЦИ *S* и ПСР (SCC) отображается текущее состояние параметров, и светодиод горит, когда режим ПСР (CSS) активен.

6.2.3.2 Подача

Когда Управляющая программа (УП) не запущена на выполнение, окошко ЦИ *F* показывает текущую заданную скорость Подачи. Она задается числом при индексе *F* в УП или непосредственным вводом значения в окно ЦИ или набором значения в строке РВД. Когда УП выполняется, отображается реальная подача, которая является суммарной скоростью перемещения по обеим осям в максимально возможном для этих осей значении.

Надпись-сообщение, имеющаяся на экране профиля, показывает заданные пользователем единицы подачи: миллиметры или дюймы.

Подача (feedrate) представляет собой скорость перемещения конца инструмента при движении по двум осям: *X* и *Z*. Если заданное значение подачи для оси превышает максимально возможную скорость перемещения по этой оси, то реальная величина подачи будет соответственно урезана.

В режиме Подача/Оборот (режим *G95*) реальная скорость перемещения инструмента зависит, разумеется, от частоты вращения шпинделя, считываемой сенсором *Index/Timing*. Если частота вращения шпинделя приближена или равна нулю, то *Mach3* выдает сообщение об ошибке и предлагает выставить значения по умолчанию.

Значение в окне ЦИ *F* может быть пошагово увеличено или уменьшено путем нажатия стрелок со знаками - и + по бокам окошка ЦИ. Величина шага устанавливается в группе Органов управления Шаг.

Предупреждаем: Будьте внимательны при использовании строки РВД для перехода между режимами "подача/минуту" и подача на оборот", так как цифровые величины подачи в этих режимах значительно разнятся. Подача *F* = 6 дюймов в минуту - это довольно медленное перемещение, в то время как *F* = 6

дюймов/оборот - это 700 оборотов в минуту, что является весьма опасным процессом. Также аккуратно пользуйтесь кнопками-стрелками для пошагового уменьшения/увеличения подачи, так как шаг, незначительный для режима "подача/оборот", весьма значителен в режиме "подача/минуту".

6.2.4 Переезды, скорость Переездов, Органы управления в приращениях

6.2.4.1 Переезды

Кнопка *Переезд Вкл (Jog On)* является переключателем, который активирует/деактивирует возможность ручных Переездов на станке. Переезды не возможны на некоторых экранах профиля (например, на экране *Авто-режим (Auto Cycle)*, на которых нет кнопки *Переезд Вкл (Jog On)*). Имеется светодиод в панели светодиодов, который сигнализирует о том, доступна ли возможность Переездов или нет.

Будем считать, что для ручных Переездов по оси X

используются клавиши клавиатуры со стрелками **Вверх** и **Вниз**, а для Переездов по оси Z клавиши со стрелками **Вправо** и **Влево**.



С кнопкой *Переезд Вкл (Jog On)* связана и кнопка *Режим переезда (Jog Mode)*. Предположим, что для ручных Переездов Вы используете только клавиатуру. Вы можете пользоваться двумя режимами Переездов: *Постоянным (Continuous)* и *Пошаговым (или Шаг Incremental (или Step))*.



Рисунок 6.5

В *Постоянном (Continuous)* режиме перемещение по осям происходит всё время, пока Вы удерживаете нажатой клавишу Переезда. Скорость Переезда выставляется в окне *ЦИ %замедления Переезда (Slow Jog%)* в группе Органов управления Шаг (Increments) (см. рисунок 6.6). Если удерживать нажатой клавишу клавиатуры *Shift* при воздействии на какую-либо клавишу Переезда, то значение, установленное в окне *ЦИ %замедления Переезда (Slow Jog%)*, будет игнорироваться, и перемещение будет совершаться на быстрой скорости (которая была подобрана Вами в Настройках двигателя).

В *Пошаговом режиме (Шаг) Incremental (Step)*, о котором сигнализирует светодиод в панели светодиодов, перемещение по оси происходит на один шаг после каждого нажатия клавиши Переезда. Скорость перемещения зависит от текущей подачи (окно *ЦИ F*) и режима подачи (по кодам G94/G95). Размер шага, который используется в текущий момент, отображается в окошке *ЦИ*, расположенном под надписью *Переезды (Jog Cycle)* в группе Органов управления Шаг (на рисунке 6.6 этот размер 0,0010). Вы можете ввести любое нужное Вам значение шага в окошко *ЦИ*. В Mach3 изначально заложен для выбора набор из 10 величин шагов. Шаги из этого набора циклически повторяются в окошке *ЦИ* при нажатии стрелок со значками - и +, расположенными под надписью *Переезды (Jog Cycle)*. Вы можете создать свой собственный набор этих приращений шага, зайдя в диалог меню Конфигурации>Общие конфигурации (Config>General Config..).

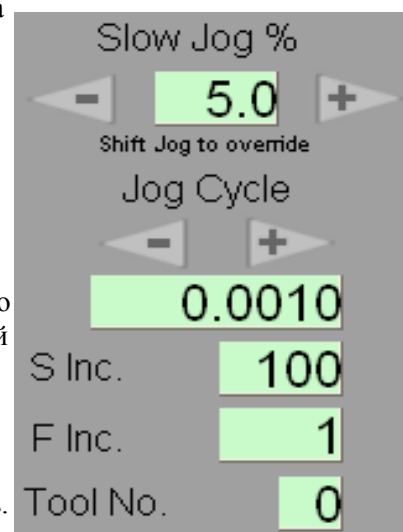


Рисунок 6.6 -Приращения

Примечание. Если, вдруг, Ваши клавиши Переездов не работают, возможно, у Вас в данный момент активна строка РВД (MDI) (описание ниже).

Если это предусмотрено конструкцией станка, Переезды можно осуществлять с помощью колеса РГИ (Ручного генератора импульсов).

Если токарный станок оборудован двумя РГИ, то это значительно улучшает скоростные показатели при установке на станок опытного образца детали. Детально настройки ручных Переездов с помощью РГИ даны в Главе 8.

6.2.4.2 Прочие настройки в приращениях

Окно Цифровой индикации *S Inc.* показывает значение, которое получается из значения показанного в окне ЦИ S после воздействия на кнопки - и +.

Окно Цифровой индикации *F Inc.* показывает значение, которое получается из значения показанного в окне ЦИ F после нажатия на кнопки - и +.

Окно ЦИ *Номер инструм.(Tool No.)* показывает номер инструмента, находящегося в использовании.

6.2.5 Органы Управления настройками станка

Эта группа Органов управления позволяет Вам производить рабочие настройки станка. См. рисунок 6.7.

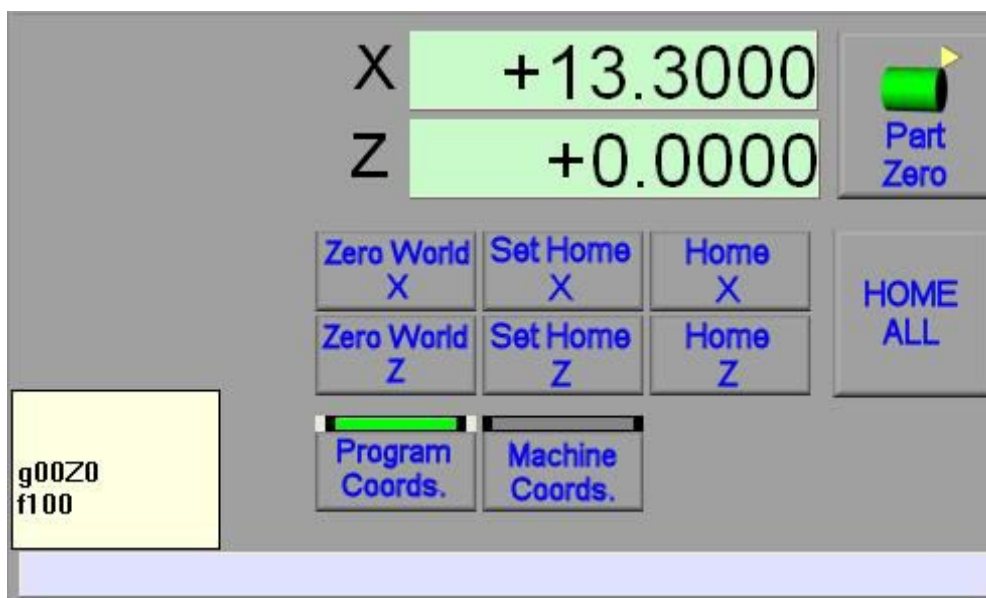


Рисунок 6.7 – Органы управления настройками станка

6.2.6 Выбор системы координат

Обычно окна цифровой индикации (ЦИ) осей показывают координаты контрольной точки с учетом коррекции на инструмент и других рабочих смещений, которые можно вводить непосредственно в окна ЦИ либо в Таблицу коррекций. Это система координат, в которой происходят перемещения по кодам G00, G01, G02/03 и т. д. - нормальный режим работы. В режиме Диаметр (Diameter Mode) значение X будет диаметром детали, которая вращается на станке. Этот режим отображения координат выбирается кнопкой *Координаты Программы* (или *Координаты УП*) (*Program Coords.*) и подтверждается соответствующим светодиодом.

Кнопка *Координаты станка (Machine Coords)* вызывает индикацию координат в абсолютной координатной системе станка. Это положение по осям координат контрольной точки без каких-либо смещений и коррекций. Обычно эта индикация не используется, пока не возникнут какие-нибудь проблемы в использовании таблиц коррекций. Координаты станка всегда отображают истинные дистанции (например, значение X - это радиус, а не диаметр, какой бы режим не был в данный момент выбран на системе).

6.2.7 Строка Ручного ввода данных РВД (MDI)

На рисунке 6.6 строка РВД показана в активном состоянии. Она бледно-серого цвета, и над ней появляется всплывающее окно, показывающее недавно введенные команды РВД.

Чтобы сделать строку РВД активной, нужно кликнуть по ней или нажать на клавишу *Enter* клавиатуры, если текущий экран профиля имеет в себе строку РВД.

Вы можете вводить в строку РВД любые кадры из Ваших Управляющих программ (УП) и запускать их на выполнение нажатием клавиши клавиатуры *Enter*. Строка остается открытой, пока Вы не кликните на любом другом Органе управления программой или пока не нажмете клавишу клавиатуры *Ecs*. Вы можете выбирать из ранее уже введенных команд в строку, перебирая их с помощью клавиш клавиатуры со стрелками Вверх и Вниз. Клавиши *backspace* и *Del* вместе со стрелками Вправо и Влево клавиатуры могут применяться для редактирования введенного в строку РВД.

Примечание. Строка РВД автоматически не закрывается после нажатия клавиши *Enter*. Если Ваши клавиши Переездов не функционируют, то возможно, в данный момент открыта строка Ручного ввода данных.

Перемещения, осуществляемые при включенной Коррекции на радиус носика инструмента, могут иметь вид не такой, как это ожидается, так как данная опция всегда требует предварительного просмотра, опытного выполнения по Управляющей программе.

6.2.8 Принятие Баз / Базирование

Прежде чем начать обработку, Вы должны убедиться, что Mach3 "знает", где инструмент реально расположен по отношению к заготовке. Вы должны всегда предоставлять программе эту информацию, всякий раз когда Вы включаете систему или закрепляете заготовку в патроне станка. Этот процесс здесь мы именуем Принятием за Базы или Принятием баз.

Сейчас мы будем считать, что Вы располагаете только одним инструментом (Инстр.1) (Tool 1). Глава 7 расскажет Вам о использовании в работе нескольких инструментов.

6.2.8.1 Оси оборудованные выключателями Баз (Home)

Если Ваш станок оборудован микровыключателями Баз, то нажатие кнопки *Установить Базу (Set Home)* будет вызывать медленное перемещение по соответствующей оси в направлении ее выключателя *Баз (Home)*. Скорость и направление устанавливаются Вами в диалоге Конфигурации>Базирование/Ограничения (Config>Homing/Limits). Детальное описание смотрите в Главе 8. Когда происходит нажатие выключателя, головка станка несколько отъезжает в обратном направлении, пока выключатель не освободится от нажима.

Текущие абсолютные координаты по оси устанавливается как положение выключателя, задаваемое в диалоге Конфигурации>Базирование/Ограничения (Config>Homing/Limits) (обычно это 0.0 для оси Z и размер заготовки для Инструмента 1 (Tool 1) по оси X).

6.2.8.2 Оси без выключателей Баз (Home)

Когда на обеих осях не установлены выключатели Баз, Mach3 предполагает, что Вы с помощью ручных переездов переместитесь по оси в положение ее Базы, прежде чем нажмете *Установить Базу (Set Home)*.

Текущие абсолютные координаты по оси устанавливается как положение, задаваемое в диалоге Конфигурации>Базирование/Ограничения (Config>Homing/Limits) (обычно это 0.0 для обеих осей).

6.2.8.3 Состояние базирования

Светодиоды на панели светодиодов сигнализируют о том, что Базы приняты (выбрана действительная позиция осей).

6.2.8.4 Перемещение в положение Баз

Кнопки *На Базу X (Home X)* и *На Базу Z (Home Z)* отправляют инструментальную головку в положение Баз, если Принятие Баз уже было проведено.

Кнопка *Все на Базы (Home All)* отправляет головку в положение Базы Z и следом в положение Базы X.

6.2.8.5 Координаты станка

Кнопки *Обнулить (Zero World)* объявляют текущее положение по соответствующей оси координатой 0.0. Перемещения в этом случае не происходит. Функция *Обнулить (Zero World)* не изменяет состояние базирования оси, но будьте внимательны, так изменяются в этом случае действия по запросам *На Базу (Home)* и *Все на Базы (Home All)*.

6.2.8.6 Part zero

Эта функция описывается в контексте настройки инструментов в Главе 7.

6.3 Использование Мастеров программы

6.3.1 Что такое Мастера программы

Мастера Mach3 – это экраны (или наборы экранов), которые помогают автоматизировать ряд задач. В них Вам предлагается вводить Ваши данные в окошки Цифровой индикации (ЦИ). Мастера обычно содержат графические иллюстрации параметров, которые Вы будете вводить в ЦИ. Рисунок 6.22 показывает в работе Мастера обработки Внешней сферы.

Имеется два типа Мастеров.

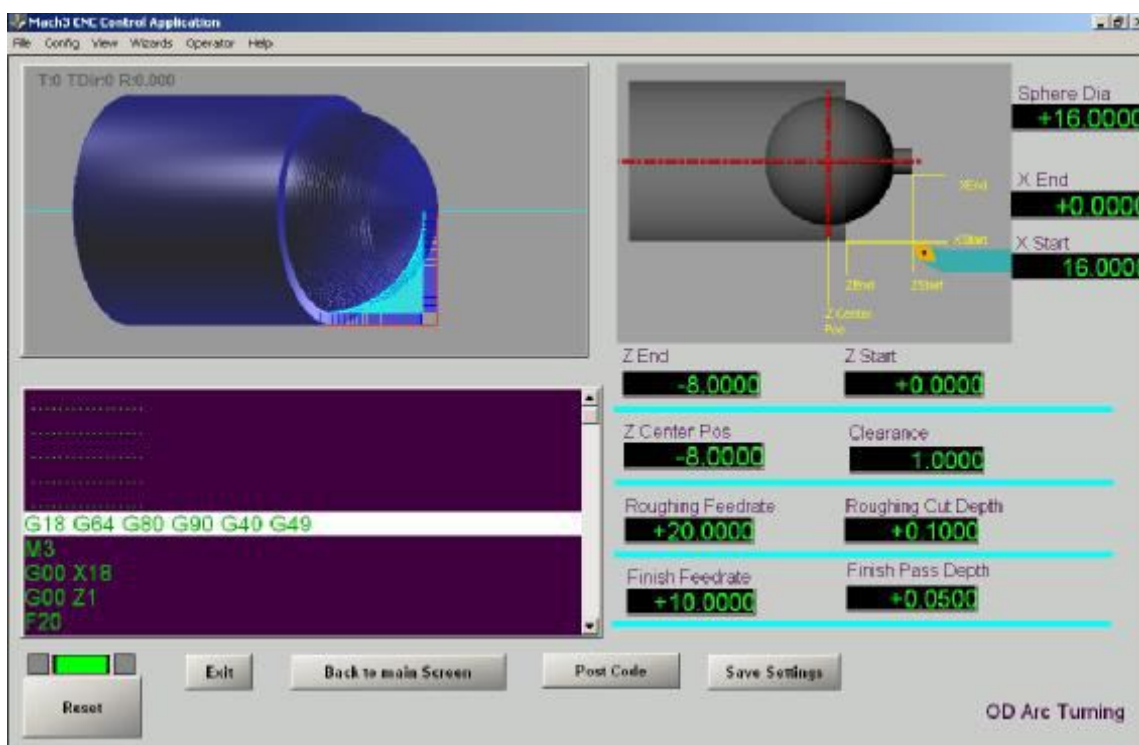


Рисунок 6.22 – Данные, коды и маршруты Мастера

Наиболее обширная группа Мастеров позволяет вводить данные и создавать на их основе УП G-кодов для конкретной детали. Большинство Мастеров показывают в специальном окне текст УП G-кодов, а в другом – соответствующий этим кодам рисунок траектории обработки.

Другой тип Мастеров выполняют обработку, основываясь на данных из Вашей Управляющей программы (УП). Этот тип Мастеров предназначен для несложных операций.

Несколько Мастеров поставляются вместе с Mach3Turn, но на сайте MachSupport также доступны и другие Мастера по ссылкам пользователей Mach3 и организаций, снабжающих своими Мастерами собственный станки и оборудование. Если Вы имеете какой-то опыт в написании G-кодовых УП, Вы также можете попытаться создать свой собственный Мастер. Как это делается, почитайте в документе *Customizing Mach3 wiki*.

6.3.2 Управление Мастерами

Хотя все Мастера созданы различными авторами в различных форматах, все они имеют следующие Органы управления:

Создать УП (Post Code): Происходит принятие введенных Вами данных и создание на их основе G-кодовых Управляющих программ (УП). Это может быть отменено нажатием кнопки Execute для Мастеров, которые сами не производят обработку.

Сохранить настройки (Save Setting): Это сохраняет текущие введенные в ЦИ данные, чтобы при следующем запуске Мастера, они присутствовали в окошках ЦИ.

Выход (Exit): Возвращение к главному экрану программы Mach3 так, что Вам можно будет запустить сгенерированную Мастером G-кодовую УП с заданными Вами подачей, глубиной резания и параметрами инструмента. Но, тем не менее, предполагается, что Вы сами выставите частоту вращения шпинделя, запустите его, а также охлаждение, до того, как запустите на выполнение УП G-кодов.

6.3.3 Редактирование сгенерированных Мастерами УП

Когда Вы создадите в Мастере УП и выйдете из него, сгенерированная Управляющая программа помещается во Временные файлы. Далее Вы можете редактировать ее и, разумеется, сохранить ее в удобном для Вас месте и папке.

Кроме того, с помощью редактора Вы можете объединять файлы, полученные из разных мастеров, например, как показано на рисунке 7.1. Этим путем Вы можете создавать довольно сложные УП, не пользуясь специализированными CAD/CAM системами.

6.4 Загрузка и выполнение УП G-кодов

6.4.1 Введение

Управляющая программа (УП) G-кодов, написанная вручную, созданная Мастером или в САМ/CAD приложении, запускается на выполнение на экране *Авто (Auto)*.

6.4.2 Автоподготовка (Auto Prep)

Экран программы Автоподготовка (Auto Preparation), показанный на рисунке 6.25, позволяет Вам загрузить G-кодовый файл, совершать ручные Переезды и устанавливать начало координатной системы, задавать подачу и частоту вращения шпинделя (если они не заданы в УП).

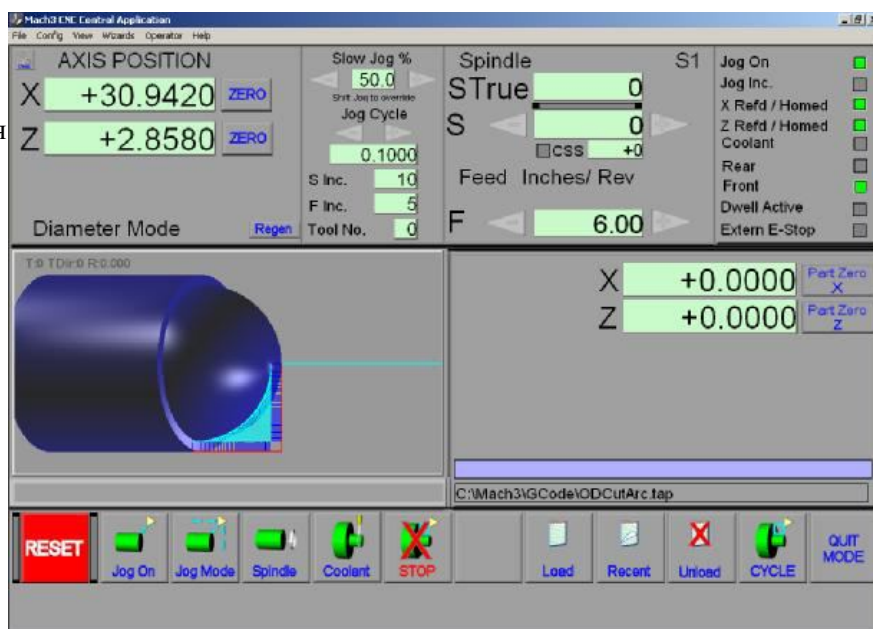


Рисунок 6.25 – Экран Автоподготовка

Кнопка *Загрузить (Load)* вызывает диалог, в котором Вы можете выбрать и загрузить файл Управляющей программы (УП). Когда файл выбран, Mach3 загружает и анализирует коды. Далее генерируется маршрут обработки, который отображается в окне визуализации обработки. Загруженная программа в виде текста отображается в окне G-кодов. Вы можете прокручивать текст УП в этом окне, текущий кадр подсвечивается.

Кнопка *Предыдущий (или Последний) файл (Recent)* вызывает список последних использовавшихся файлов УП. См. рисунок 6.26.

Кнопка *Выгрузить (Unload)* закрывает файл Управляющей программы.

После Автоподготовки Вы можете перейти на экран *Авто Режим (Auto Cycle)*, нажав на кнопку УП (Cycle).

6.4.3 Авто Режим (Auto Cycle)

Этот экран используется для запуска и, если необходимо, редактирования Управляющей программы (УП). См. рисунок 6.27.

Функции кнопок экрана описаны ниже:

Пуск (Cycle Start). Эта кнопка запускает УП на выполнение с текущего кадра (строки УП) или после паузы, а также после остановки по командам M00 и M01.

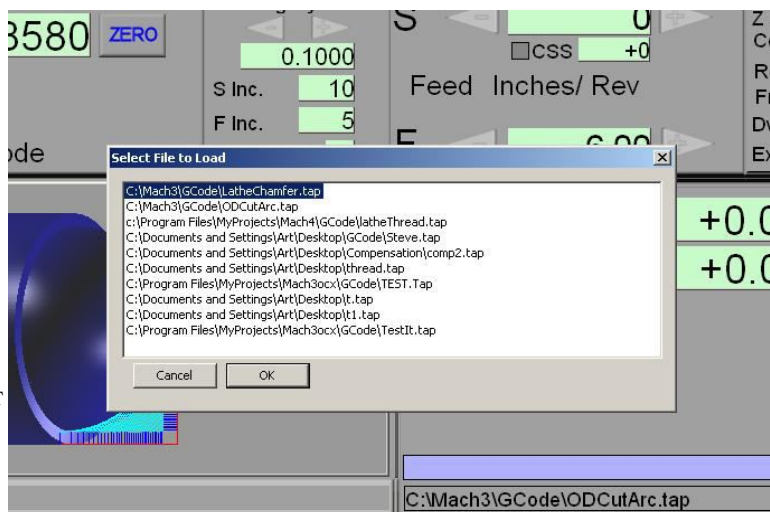


Рисунок 6.26 – Список предыдущих файлов

Пауза (Feed Hold). Кнопка быстро, насколько можно, приостанавливает выполнение УП, но так, что ее можно будет продолжить дальше. Шпиндель и охлаждение будут оставаться включенными, и их при желании можно остановить вручную. Когда нажата кнопка *Пауза (Feed Hold)*, Вы можете производить ручные Перезезды по осям, заменить сломанную фрезу, изменить частоту вращения шпинделя и т.д. Нажатие кнопки *Пуск (Cycle Start)* продолжает выполнение УП.

Стом (Stop) останавливает выполнение УП, насколько это возможно, быстро. Такой останов (в отличие от останова Пауза(Feed Hold)) иногда приводит к потере шагов, продолжение выполнения УП может стать не доступным и токарный станок нуждается в новом Принятии баз.

По кадрам (Single) - это переключатель. В режиме *По кадрам* кнопка *Старт* заставляет Mach3 выполнять только один кадр УП (одну строчку файла УП). Это бывает полезно, например, для пробного выполнения новой УП.

Инструмент (Toll Adjust). Эта кнопка предназначена для редактирования коррекций текущего инструмента или редактирования Таблицы инструментов.

К началу (Rewind). Это перезагрузка УП (грубо говоря, перемотка к началу файла УП).

Правка (Edit). Нажатие кнопки вызывает внешнюю программу-редактор (которая по-умолчанию задана в диалоге меню Конфигурации>Общие конфигурации (Config>General config...)).



Рисунок 6.27 – Экран Авто Режим

6.4.4 Редактирование Управляющей программы (УП)

Если Вы выбрали программу для редактирования УП G-кодов в Меню Конфигурации>Логические (Config>Logic), Вы можете править текст УП, кликнув по кнопке *Правка (Edit)*. Загруженный файл УП откроется назначенным Вами редактором (обычно, это Блокнот).

Когда Вы закончите править файл, его перед выходом необходимо сохранить. Для этого нажмите Да (Yes) в диалоге «Сохранить изменения?» "Do you want to save the changes?".

Во время редактирования Mach3 приостановлен. Если Вы кликните по его окнам, Вы увидите, что они заблокированы.

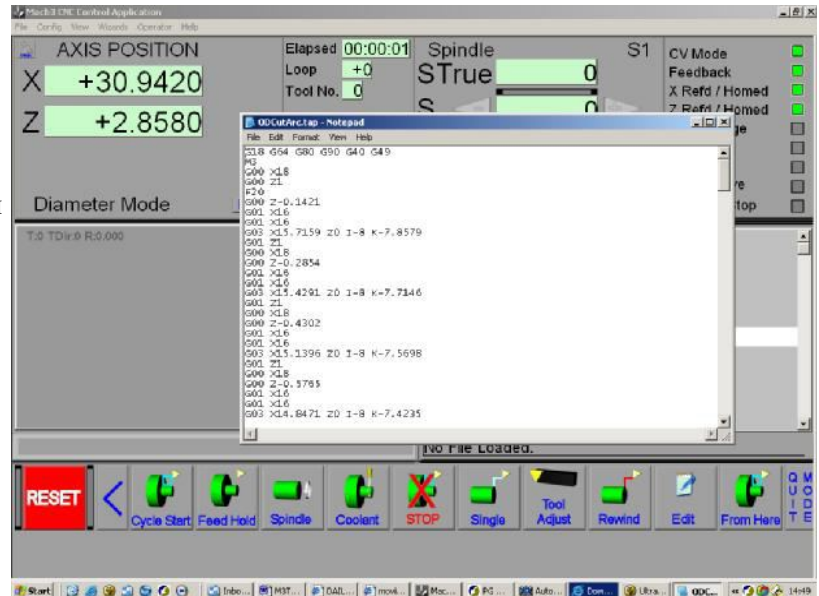


Рисунок 6.28 – Редактирование УП с помощью Блокнота

После редактирования измененные G-коды будут снова проанализированы и произойдет генерация маршрута и Габаритов программы. Также Вы можете произвести регенерирование маршрута нажатием кнопки *Регенер. (Regenerate)*.

6.4.5 Ввод УП написанной вручную

Если Вы хотите написать небольшую Управляющую программу «с нуля» вручную, то создайте её каким-либо редактором вне Mach3 и сохраните.

Правильным считается вначале задать необходимые кондиции станка. Следовательно, необходимо включить в УП коды G17/G18/G19, G20/G21, G40, G49, G61/G62, G90/G91, G93/G94.

Решите, будет ли УП содержать параметр S или скорость шпинделя будет настраиваться вручную или путем введения значения в окно ЦИ с подписью S.

Вы должны убедиться, что необходимая подача задана прежде, чем команды G01/G02/G03 начнут выполняться. Это можно сделать путем ввода соответствующего значения в окно ЦИ, подписанное, как F.

Дальше, при необходимости, выберите Инструмент и/или Рабочие коррекции.

Наконец, перед запуском новой УП мы рекомендуем запустить программу «по воздуху», то есть без касания заготовки, чтобы последний раз убедиться, что никаких проблем не возникнет.

6.4.6 Выполнение Вашей программы

Вы должны с большой осторожностью обкатывать новые Управляющие Программы. Возможно, Вам придется ограничивать подачу или, скажем, скорость шпинделя, чтобы оптимизировать процесс

обработки. Эти изменения совершайте во время программных переездов или нажав кнопку *Пауза (Pause)*, а потом опять запустить программу кнопкой *СТАРТ (Cycle Start)*.

6.5 Принципы нарезания резьбы на станке с ЧПУ

Эта глава расскажет, как Mach3 осуществляет нарезание резьбы таким инструментом, как резец.

Мы предполагаем, что Вы будете использовать одноразовый твердосплавный инструмент, так как в этом случае Вы избегаете трудностей в таком сложном и кропотливом деле, как заточка и шлифовка резцов из быстрорежущей стали.

Примечание: функция нарезания резьбы не доступна в демо-версии (в нелицензионной версии) программы.

6.5.1 Основное в нарезании резьбы

В принципе, нарезание резьбы это резание в режиме подача/оборот заготовки соответственно шагу резьбы. На практике, необходимо выполнить несколько проходов, чтобы достичь требуемой глубины, причем каждый проход должен начинаться в одной и той же «угловой позиции» на заготовке.

Для нарезания резьбы Mach3 использует импульс от датчика импульсов шпинделя, который знает, когда начинается резание (подобно резьбовому индикатору на ручном токарном станке, который сообщает токарю, когда замыкается маточная гайка). Синхронизируя индексы импульсов, Mach3 может также работать в режиме подача/минуту, что совпадает с шагом резьбы.

Хотя принципы просты, расчет положения старта по Z для каждого прохода – довольно кропотливый процесс, поэтому большинство пользователей используют Мастера Mach3 или специальные САМ/САД-приложения для создания УП G-кодов.

6.5.2 Скорость и глубина погружения

Так как всё делается автоматически, без ручного вмешательства, токарные станки с ЧПУ обычно режут резьбу на высокой частоте вращения шпинделя подряд несколько проходов, вместо нарезания по одному проходу в ручном режиме. Если привод Вашей оси Z очень медленный или Вы нарежете резьбу с очень крупным шагом, Вы должны назначать шпинделю скорость между 400 и 1000 об/мин в зависимости от диаметра заготовки.

6.5.3 Врезание (поперечная подача)

При ручном нарезании резьбы врезание осуществляется над верхними резцовыми салазками и подача осуществляется вниз для затылования резьбы. Здесь контролируется износ инструмента и оптимизируется финишный проход.

При нарезании резьбы с помощью ЧПУ имеется несколько различных стратегий процесса. Полное описание производители инструмента прилагают к своим продуктам, и консультации можно получить у них посредством Интернета. Угол врезания - немного меньший, чем половина угла резьбы (например, 29 градусов для резьбы с углом 60 градусов), удобен для большинства работ.

Глубина прохода обычно должна уменьшаться при увеличении ширины реза. Другими словами, в каждом проходе должен быть одинаковый объем снимаемого материала (стружки). Это оптимизирует срок службы инструмента и улучшает качество реза. CAD/CAM-системы и Мастера нарезания резьбы сделают этот расчет за Вас.

6.5.4 Нарезание резьбы с помощью Мастера

Mach3Turn укомплектован простым в использовании Мастером нарезания резьбы, с помощью которого можно нарезать много разнообразных резьб без сложных и трудоемких вычислений. Главный экран Мастера показан на рисунке 6.29.

Вы можете вводить необходимые данные в окна Цифровой индикации Мастера. Если Вы хотите настроить введенные Вами значения в качестве значений по умолчанию, Вы должны кликнуть по кнопке *Сохранить настройки (Save Setting)*. Они запомнятся программой, и когда Вы захотите изменить значения, введенные в окошко ЦИ, Вы кликните по нему, введете новое значение и затем нажмете клавишу *Enter*. Если же Вы просто кликните по другому окошку ЦИ, введя значение, но не подтвердив его нажатием клавиши *Enter*, данное значение будет утеряно.

6.5.4.1 Параметры нарезания резьбы

В примере показаны числовые значения для метрической резьбы. Так же легко Вы можете нарезать и дюймовые резьбы. Текущие настройки Вашей системы: G20 (дюймы) или G21 (миллиметры), Мастер примет к сведению. Вы можете пользоваться Мастером, в независимости от того, какой Вы используете режим – Режим радиуса или Режим диаметра, однако графическая визуализация будет представлена в Режиме диаметра.

X начальн. и X конечн. (X Start и X End). Эти значения определены для положения инструмента на вершине и во впадине профиля резьбы. Точные значения зависят от типа вставной режущей пластины (резца), которую Вы собираетесь использовать. Вставная режущая пластина для резьбы полного профиля предназначена всегда только для одного конкретного шага резьбы (например, для резьбы 1.0 мм по стандарту ISO и для резьбы 1.5 мм по стандарту ISO необходимо использовать различные режущие пластины). Тем не менее, можно получать правильный радиус во впадине профиля резьбы и получать вершину резьбы. Многофункциональная режущая пластина с углом для профиля 60 градусов может нарезать резьбы с различным шагом и с этим углом профиля (например, метрические, UNC и т. д.). Однако, будет получаться довольно маленький радиус во впадине профиля и Вам также необходимо следить за выполнением необходимого диаметра на вершине профиля резьбы. Советуем Вам обратиться к таблицам значений существующих резьб – особенно, если Вам необходима резьба для точной ответственной сборки.

Z начальн. и Длина (Z Start & Length). Предположим, что Вы будете нарезать правую резьбу, если смотреть на шпиндель (т. е. инструмент будет двигаться в направлении отрицательных координат по оси Z). Проще всего, если Z=0 будет расположено на краю заготовки, но это не принципиально. Можно установить Z начальное так, чтобы два или три витка резьбы нарезались без заготовки. Это позволяет движению по оси Z стабилизироваться, так как начало резьбы нарезается «в воздухе». Общая длина резьбы должна включать витки, нарезаемые «в воздухе».

Фаска (Chamfer). Mach3 выводит инструмент на конце резьбы так, что получается фаска, и Вам нет необходимости заранее подготавливать ее при точении. Угол в 45 градусов наиболее удобен для большинства деталей. Если Вы хотите иметь на выходе меньший угол фаски, то Вам нужно иметь привод по оси X с высокими техническими характеристиками.

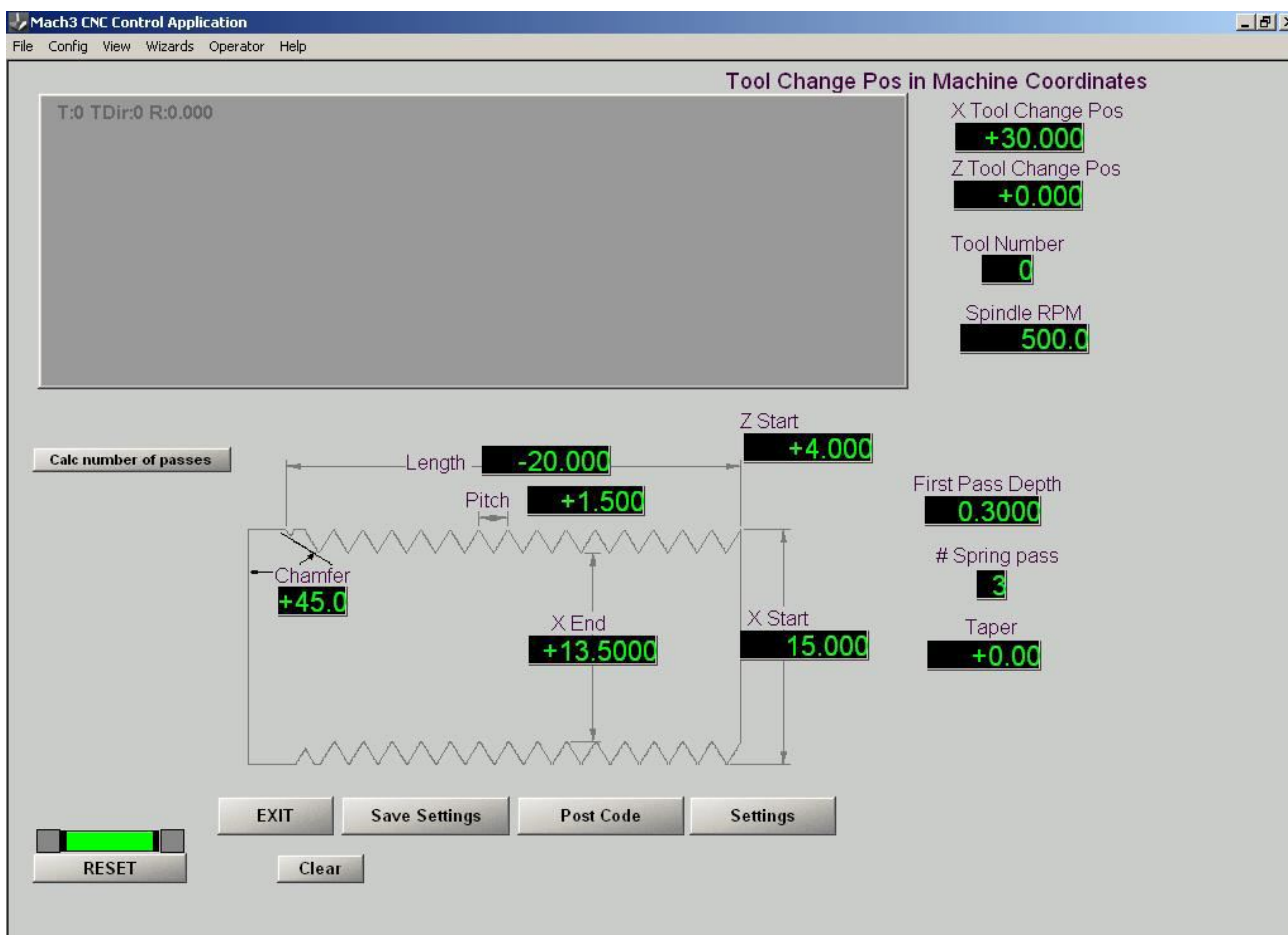


Рисунок 6.29 – Параметры по умолчанию для нарезания резьбы

Шаг (Pitch). Шаг – это расстояние между двумя соседними вершинами профиля резьбы. Для дюймовой резьбы величина шага равна величине обратной числу витков на зуб (т. е. для резьбы 8 дорожек/дюйм шаг равен $0,125''$).

Конус (Taper). Вы можете нарезать конусную резьбу, такую, например, как используется в стальных паровых фитингах. По умолчанию эта величина выставлена на значение 0.0, что применимо для стандартных резьб.

Об/мин шпинделя (Spindle PRM). Здесь Вы устанавливаете необходимую Вам частоту вращения шпинделя. Мастер предупредит Вас, если выбранная Вами частота вращения слишком велика для шага резьбы и возможностей привода оси Z Вашего станка. Слишком медленная скорость шпинделя удобна для чистовой обработки.

Глубина первого прохода (First pass depth). Это глубина первого прохода при нарезании резьбы. Вам нужно сначала поэкспериментировать, чтобы почувствовать, какая глубина нужна для первого прохода. Мастер использует стратегию «равного съема», которая описывалась выше, и так как ширина съема в первом проходе невелика, с глубиной в первом проходе Вы не ошибетесь. Слишком маленькое значение здесь увеличит количество проходов.

Кол-во компенсационных проходов (# Spring Passes). В это окне ЦИ вводится количество проходов, во время которых режется непосредственно диаметр X конечное ($X End$). Во время этих проходов происходит чистовая обработка, которая выбирает напряжения в заготовке, которые выгибают ее, что связано с конструкцией станка и свойствами заготовки. Если же материал заготовки достаточно твердый, то, возможно, можно обойтись без компенсационных проходов и ввести в окно ЦИ значение 0.

Позиция смены инструмента (Tool change position). По умолчанию выбран инструмент для нарезания резьбы под номером 0. Если у Вас введен другой номер инструмента в окно ЦИ *Номер инструмента (Tool Number)*, то Мастер будет программировать смену инструмента, основываясь на этом значении. Даже если Mach3 сконфигурирован на игнорирование смены инструмента, перемещение в положение *Позиция смены инстр.по X (X ToolChange Pos)* и *Позиция смены инстр.по Y (Y Tool Change Pos)* в координатах станка будет производиться. Если на Вашем станке приняты Базы и позиция смены инструмента назначена, то позиция смены инструмента Мастера может вступить с ней в некоторые разногласия.

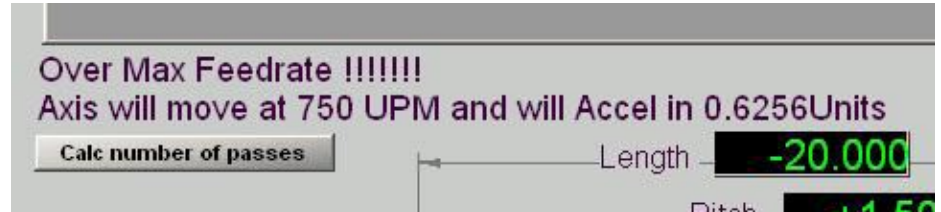


Рисунок 6.30 – Слишком высокая скорость шпинделя

6.5.4.2 Создание УП G-кодов

Когда Вы установили параметры резьбы, Вы можете генерировать G-кодovou Управляющую программу для нарезания резьбы. Нажмите кнопку *Создать УП (Post Code)*.

Если частота вращения шпинделя слишком быстра для Вашей оси Z, Вы получите сообщение об ошибке, как это показано на рисунке 6.30.

Если введенные Вами данные возможно использовать для создания УП, Вы получите в окне визуализации картинку процесса и сообщение о количестве проходов для нарезания этой резьбы. См. рисунок 6.31. Если получится слишком много проходов, Вы должны увеличить значение для *Глубины первого прохода (First Pass Depth)* и затем снова нажать кнопку *Создать УП (Post Code)*. Если получается слишком мало проходов, Вы рискуете сломать резец или заклинить шпиндель, так что лучше уменьшить значение в окошке *Глубина первого прохода (First Pass Depth)*.

Когда Вы будете удовлетворены всеми параметрами, кликните по кнопке *Выход (Exit)* и вернитесь к главному экрану Mach3Turn. Далее переходите на экран *Автомодготовка (Auto Prep)*.

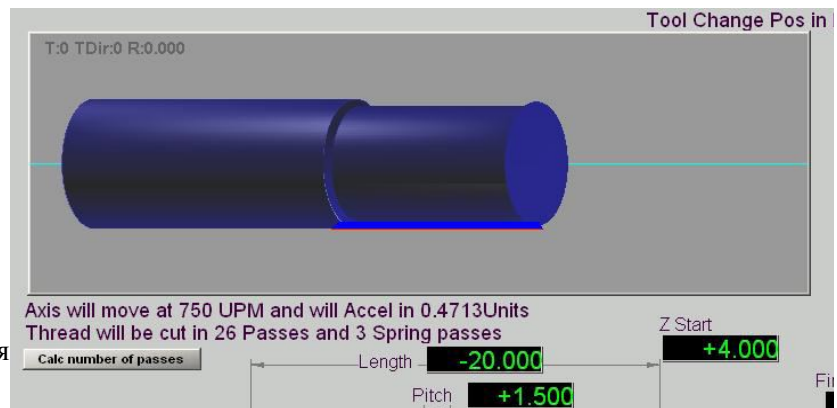


Рисунок 6.31 – Просмотр маршрута обработки

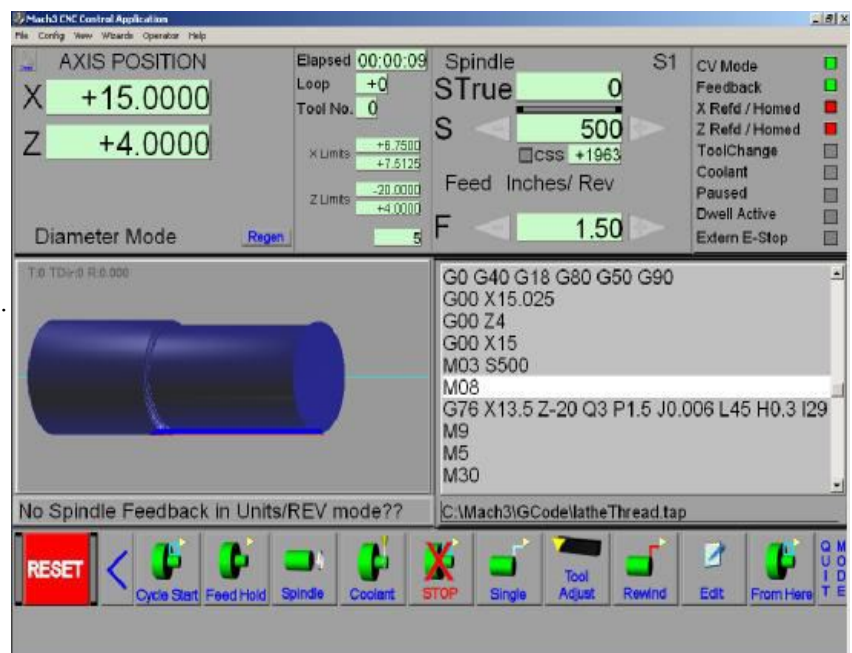


Рисунок 6.32 – Готовность к нарезанию резьбы

6.5.4.3 Установки для инструмента и нарезание резьбы

На экране *Автоподготовка (Auto Prep)* Вы увидите визуализацию маршрута нарезания Вашей резьбы. Если Вы не сделали этого ранее, то загрузите заготовку и установите коррекции на инструмент, так чтобы выполнялся корректный диаметр при обработке, и задайте в правильном месте на заготовке Z=0 (например, на свободном конце заготовки).

Теперь переходите на экран *Авто Режим (Auto Cycle)* (рисунок 6.32). Вы увидите визуализацию обработки и G-коды Вашей УП. Нажмите кнопку *Пуск (Cycle Start)* и резьба начнет нарезаться.

6.5.4.4 Точная настройка

Мастер нарезания резьбы использует некоторые дополнительные значения для проведения тонкой подстройки. Вы можете изменить эти значения, нажав на кнопку *Настройка (Settings)* на главном экране Мастера (см. рисунок 6.29). Появится экран Настроек (рисунок 6.33).

Отвод по X (X Clearance) и Отвод по Z (Z Clearance). Эти величины – значения отвода инструмента по осям после окончания каждого прохода.

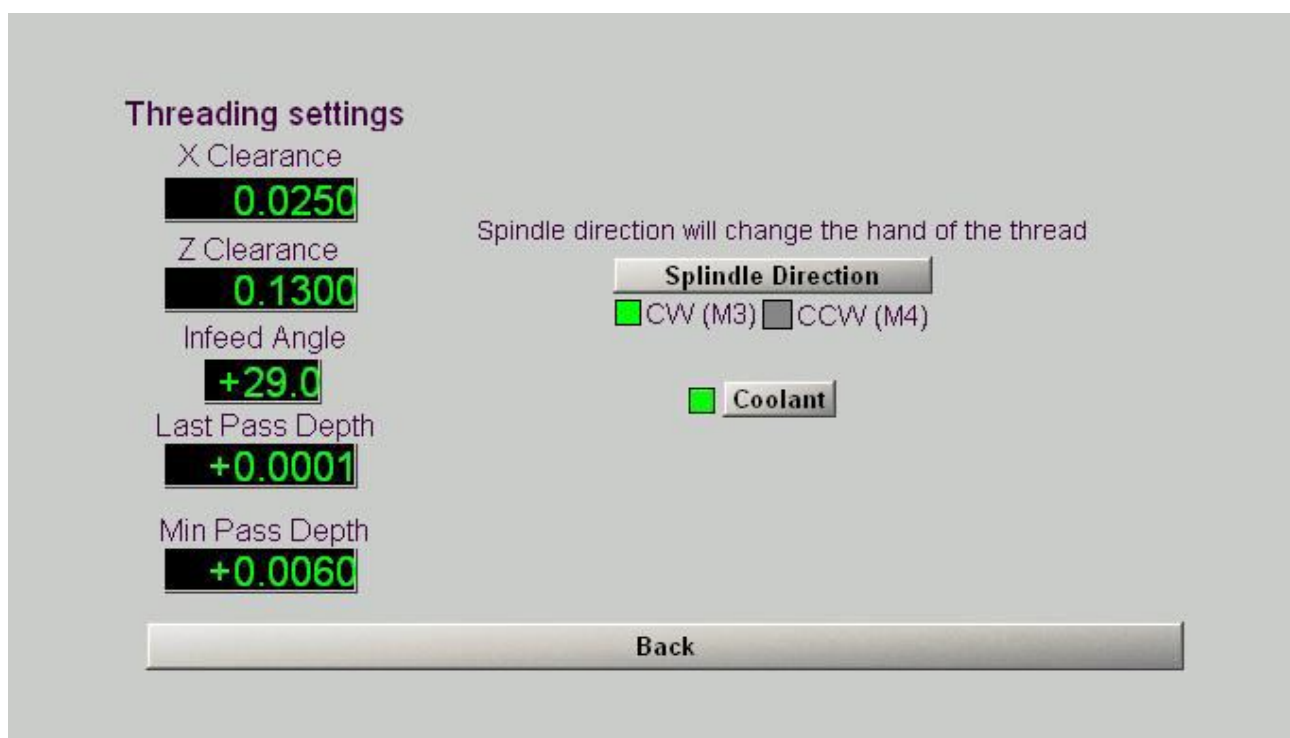


Рисунок 6.33 – Настройки резьбы

Угол врезания (Infeed angle). Это угол траектории маршрута придаваемый инструменту при врезании в каждом проходе. Он должен быть немного меньше, чем угол наклона боковой стороны резьбы (например, 29 градусов подходит для резьбы с углом в 60 градусов и 26,5 градуса может использоваться для резьбы дюймовой).

Глубина последнего прохода (Last Pass Depth). Здесь ограничивается глубина последнего прохода, независимая от вычислений глубины «равного съема».

Мин. глубина прохода (Min Pass Depth). В этом окне ЦИ корректируется вычисление параметра «равного съема». Это может использоваться для предотвращения избыточного истирания инструмента на твердом материале заготовки. Однако, если настройка слишком большая, это увеличивает число

проходов и когда ширина реза будет увеличиваться в районе впадин резьбы, могут начаться вибрации в подпружиненных приспособлениях или может сломаться кончик резца. Предполагается, что *Мин глубина прохода* и *Глубина последнего прохода* настраивается, как маленькое или близкое к нулю значение, если Вы имеете проблемы с истиранием инструмента, когда производятся небольшие резы.

Направление вращения шпинделя (Spindle Direction) и Охлаждение (Coolant). Эти кнопки позволят Вам изменить направление движения винтовой поверхности Вашей резьбы (правая и левая резьбы) (для этого, разумеется, надо иметь и обратный резец) и по желанию включать перед нарезанием резьбы охлаждение.

6.5.4.5 Диагностирование неполадок

Значения выглядят слишком неправильными

Когда Вы обновляете Mach3, значения, сохраненные Вами в окнах ЦИ, заменяются на значения по умолчанию, которые авторы Мастера заложили при его написании. Заложенные в настройках единицы – дюймы (G20), естественно, не подходят для станков с метрическими единицами. Воспользуйтесь кнопкой *Настройка (Setting)*, введите Ваши настройки по умолчанию на главном экране Мастера и кликните по кнопке *Сохранить настройку (Save Setting)*.

Регулировка Первого прохода не дает мне ощутимых изменений в количестве проходов

Вы, вероятно, установили неподобающе большую *Мин глубину прохода (Min Pass Depth)* или, возможно, *Глубину последнего прохода (Last Pass Depth)* на экране *Настройка (Setting)*. Это особенно часто случается, когда забывают поменять единицы из метрических в дюймы.

Мастер не генерирует УП G-кодов

Убедитесь, что Вы не поставили слишком большую частоту вращения шпинделя для выбранного шага резьбы. Настройки для оси Z могут оказаться неверными. Значения в окнах *Шаг (Pitch)* и *Об/мин шпинделя (Spindle PRM)* должны подбираться с умом.

7. Рабочие настройки и Таблица инструмента

Эта глава объясняет, как Mach3 рассчитывает, где точно будет находиться инструмент, когда по команде он будет отправлен в конкретное заданное положение. Здесь излагается понятие Координатной системы, определение Координатной системы Станка, и показывается на примерах, как Вам определять положение точки резания для каждого инструмента, положение заготовки в патроне станка.

При первом чтении глава может показаться Вам слишком сложной. Мы предполагаем Вам опробовать данную здесь технику непосредственно на Вашем станке. Испытывать Mach3 без станка (т. е. автономно) довольно сложно, так как Вам надо видеть действительные маневры инструмента. Кроме того, Вам надо знать хотя бы простые команды G-кодов (типа, G00 и G01).

Программой Mach3 можно пользоваться без знания сведений, данных в этой главе, но изучив их, Вы сделаете Вашу работу более эффективной и безопасной.

7.1 Определение заготовки

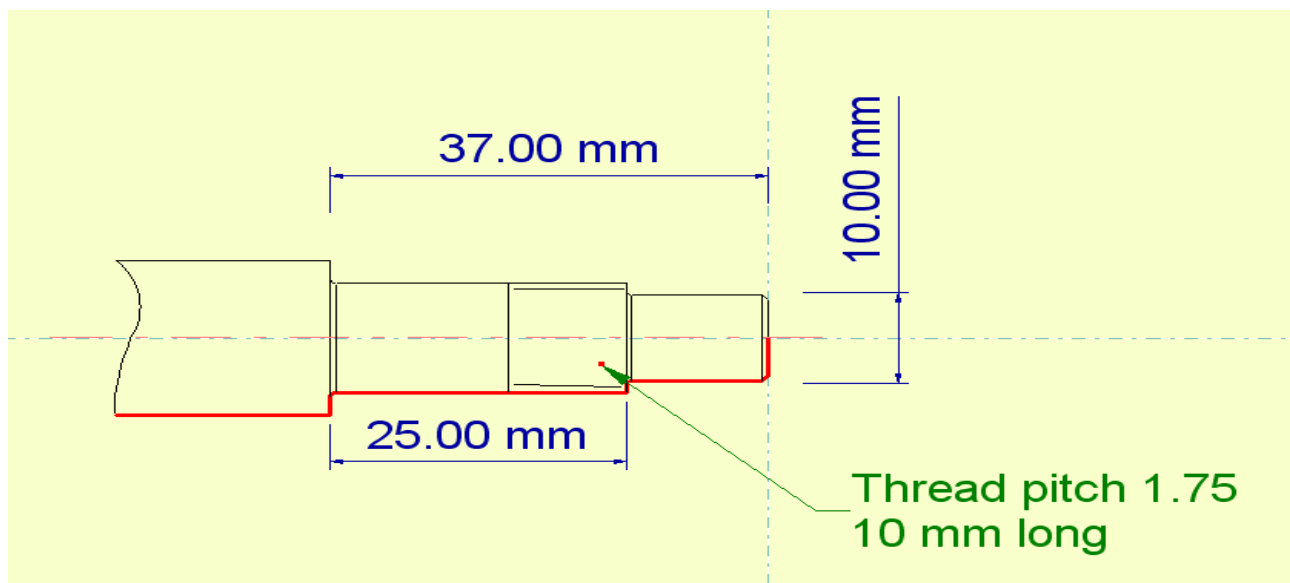


Рисунок 7.1 – Уступчатый конец вала с размерами для ручной токарной обработки

На рисунке 7.1 показан частично образмеренный чертеж конца уступчатого вала с посадочным местом под подшипник, резьбой для его фиксирования на валу и меньшим диаметром для ведущего или приводного шкива. Мы будем использовать в этой главе параметры метрической резьбы, как более удобной для расчетов.

На рисунке 7.2 представлено готовое изделие с накрученной гайкой.

Как перемещать инструмент или инструменты при обработке детали, токарному станку должна давать указания G-кодовая УП. Задачи работы на двух осях немного специфичны.



Рисунок 7.2 – Обработанная деталь

7.1.1 Ось X - диаметр/радиус

Положение инструмента в направлении оси X в конкретной точке зависит от диаметра заготовки в данном месте ее поверхности. $X = 0.0$ - это, разумеется, однозначное расположение: режущая точка резца находится на линии центров станка. А значение $X = 10.0$ уже может, однако, иметь два толкования. Это может быть заготовка с диаметром в 10 мм или радиусом в 10 мм (т. е. диаметр равен 20 мм). То, как Вы хотите, чтобы Mach3 интерпретировал значения X, устанавливается Вами в таблице меню Конфигурации>Порты и Пины - Опции точения (Config>Ports & Pins – Turn Options). Ваш выбор должен зависеть от следующих условий:

- Управляющая программ (УП) создается для одного из режимов - Режима радиуса или Режима диаметра. Это зависит от постпроцессора, используемого в Вашей САМ- системе. Если Вы собираетесь воспользоваться готовой УП, то разберитесь предварительно для какого режима она составлена.
- Если Вы ранее занимались ручной токарной обработкой и пользовались значениями радиусов детали, то, возможно, Вам и дальше будет привычнее работать со значениями радиусов. В Вашем САД/САМ - приложении, координаты профиля вращения откладываются от осевой линии (т. е. отмеряется радиус). В этих случаях - применяйте Режим радиуса.
- С другой стороны, когда Вы обмеряете заготовку микрометром или кронциркулем, Вы получаете размеры диаметра. В окошке Цифровой индикации X отображается это значение. Если это так, то выбирайте Режим диаметра.

В общем, выбор за Вами, оба режима приемлемы. Однажды выбрав режим, старайтесь придерживаться его постоянно. В этой главе мы будем описывать Режим диаметра, а также пояснять, в чем различия с Режимом радиуса в каждом конкретном случае.

7.1.2 Установка «нуля» по оси Z

Как и в случае с выбором Режима радиуса/диаметра, если у Вас есть готовая управляющая программа (УП), Вам надо определиться, какое положение на заготовке принять за $Z = 0$, и как закрепить заготовку на станке, чтобы минимизировать объем отходов обработки. Если Вы создаете свою собственную УП посредством САД/САМ - приложения или Мастера Mach3, то Вы сами выбираете место на заготовке, где будет $Z = 0$. Ниже даны некоторые рекомендации.

Если обработка будет производиться на некотором участке заготовки, как, например, конец вала, рассмотренный выше, то часто бывает удобно принять свободный край заготовки за $Z = 0$. Вся

обработка будет производиться с отрицательным значением Z . Заготовка, естественно, должна подбираться такой длины, чтобы при обработке инструмент не наехал на кулачки патрона станка.

Если обрабатывается составной элемент типа болта или винта, то часто бывает удобно за $Z = 0$ принимать положение на границе различных зон обработки (например, головку болта или винта). В этом случае, обработка будет производиться с положительным значением Z и необходимо закладывать при проектировании небольшой запас по длине между краем обработки и кулачками шпинделя станка.

При растачивании и нарезании внутренней резьбы инструмент, бывает, работает внутри патрона шпинделя, так что $Z = 0$ может даже быть назначено внутри шпинделя.

Снова можно сказать, что все методы приемлемы. Мы будем далее считать, что Вы выбираете $Z = 0$ на конце элемента обработки со стороны задней бабки и будем давать описание различий в технике различных методов задания $Z = 0$. Если Вы хорошо знаете фрезеровку на ЧПУ (профиль Mill), то данные методы выбора нуля по Z напомнят Вам методы выбора $Z = 0$ во фрезеровке: выбор нуля на плоскости необработанной заготовки и принятие за ноль по Z плоскости фрезерного стола.

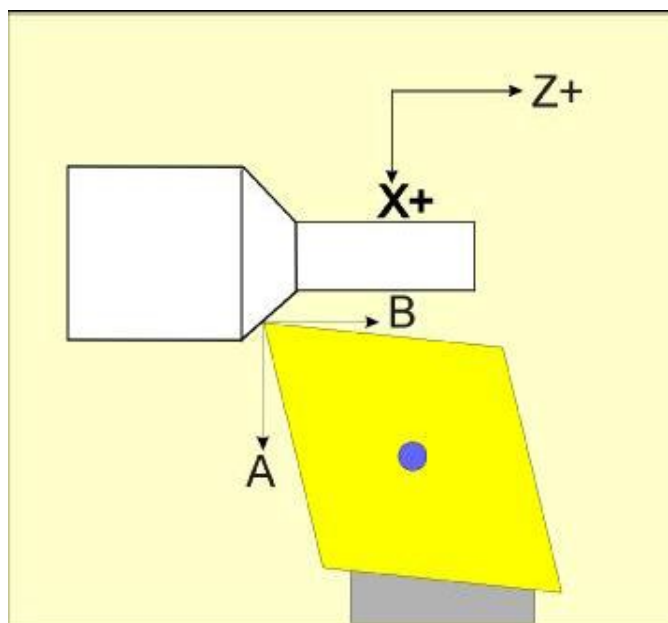


Рисунок 7.3 – «Идеальный» инструмент

7.2 Контрольная Точка и инструменты

Контрольная точка – это X и Z координаты точки относительно начала координат ($X=0$ $Z=0$) программы. Это значение обычно отображается в окнах ЦИ осей и определяет перемещения в УП G-кодов (за исключением случаев, когда в кадре имеется код G53). Здесь, разумеется, рассматривается положение расчетной (эффективной) точки резания инструмента. Здесь следует рассмотреть два состояния режущей точки инструмента.

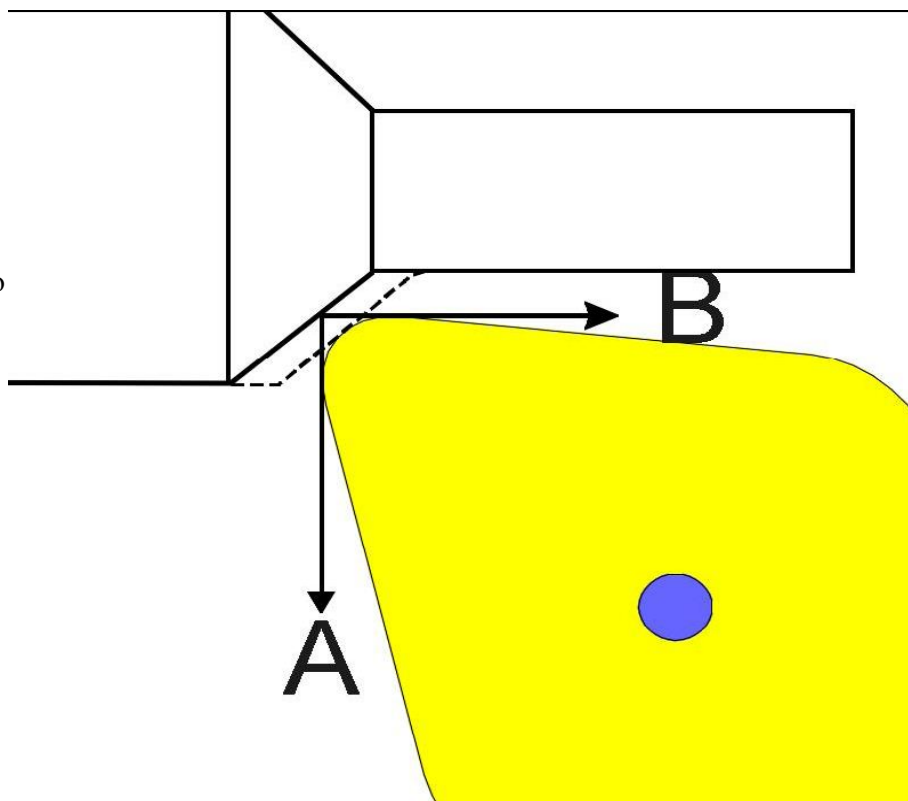


Рисунок 7.4 – Инструмент с радиусным носиком

7.2.1.1 Расчетная точка резания

Сначала, дадим определение «Расчетной точки резания».

На рисунке 7.3 изображен инструмент, у которого режущее окончание вполне острое (т. е. радиус носика равен нулю). Линия «А» показывает перемещение резания, когда происходит торцевание, а «В» - когда происходит точение. Если производится точение конуса, то эти линии встречаются в одной точке и резание производится корректно. Тем не менее, такой резец слишком слаб и, вероятно, очень быстро сломается.

На рисунке 7.4 показан реальный инструмент со слегка преувеличенным радиусом носика. «А» опять показывает линию торцевания, а «В» - линию точения. Линия пересечения этих линий дает Расчетную точку резания. Но Вы можете увидеть, что если этим инструментом точить конус, то резание будет производиться не совсем там, где задумывалось. CAD/CAM программы и Mach3 находят способы корректировки в таких ситуациях и мы не можем говорить здесь о единственной *реальной* точке резания; если носик резца радиусный, то точка резания зависит от угла, по которому производится резание.

7.2.1.2 Координаты Программы и Координаты Станка

Мы установили, что Контрольная точка – это всегда X и Z координаты, относительно начала координат обрабатываемой заготовки.

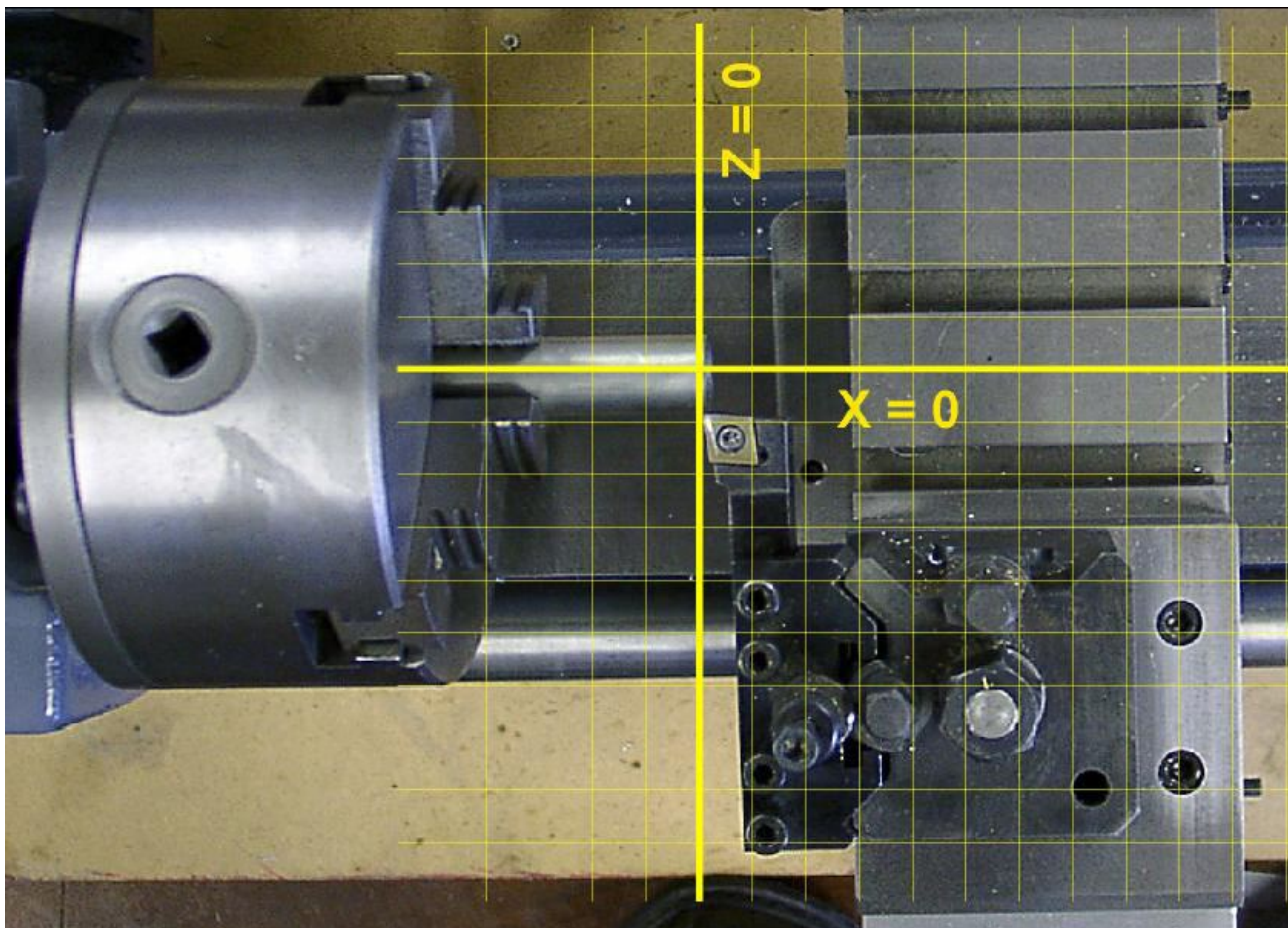


Рисунок 7.5 – Координатная система Программы

Рисунок 7.5 показывает заготовку (диаметр которой 16 миллиметров), на внешнем диаметре и на крайнем торце которой позиционирован кончик резца. Наложенная на рисунок сетка показывает линию центров ($X = 0$) и крайний торец заготовки ($Z = 0$).

Когда Вы включаете компьютер и станок, Mach3 не имеет другого способа узнать, где позиционирован поперечный суппорт и также не знает, где должен быть $X = 0$. Аналогично, при включении Mach3 не знает, где находятся салазки, и после каждой смены заготовки – не знает, насколько глубоко она зажата в патроне, а, следовательно, где должно быть $Z = 0$.

Есть различные способы, чтобы сообщить Mach3, где находятся салазки и координатная система (называемая Координатной системой Станка) связана с Координатной системой Программы. Это будет объяснено ниже. Ваш выбор координат будет зависеть от Ваших личных предпочтений, типа работ того, имеет ли Ваш станок на оси X выключатель База.

7.2.1.3 Использование различных инструментов

Одним инструментом можно выполнить только ограниченный ряд операций токарной обработки. Вы можете производить смену резцов, но так, чтобы резец находился всегда в одном положении. Для этого может быть использовано Устройство автоматической смены инструмента (например, вращающаяся револьверная головка) или другая быстрая система смены инструмента. Набор инструментов для использования на системе Dickson показан на рисунке 7.6.



Рисунок 7.6 – Несколько резцедержателей системы Диксона

Следует заметить, что хотя положение всех данных инструментов совпадает относительно поперечного суппорта при каждом их использовании, Расчетная точка резания для различных инструментов обычно не находится в одинаковом положении; действительно, для левого и правого резца положение Z обычно разное. Это проиллюстрировано на рисунке 7.7. Салазки и поперечный суппорт не перемещались на всех четырех фотографиях, только менялся резцедержатель.

Mach3 имеет Таблицу инструмента, которая сохраняет информацию о 254 различных инструментах, позволяющих учитывать вышеприведенные отличия, так что в одной Координатной системой Программы можно использовать любые необходимые Вам инструменты.

Значения в Таблице инструмента сохраняются на диске и становятся доступными при включении компьютера и станка. Данные в Таблице инструмента меняются только тогда, когда Вы сами заменяете инструмент, что то уточняете, корректируете в связи с износом режущей части резца.

7.2.1.4 Обобщение

Подведем итог сказанному в этом параграфе:

- Контрольная точка – это координаты, в которые основные G-коды УП перемещают инструмент и значения Координатной системы Программы отображаются в окнах Цифровой индикации осей.

- Mach3 должен обнаружить, где салазки и суппорт расположены, когда токарный станок включается. Программа отслеживает их последующие перемещения, используя Координатную систему Станка.

- Резец имеет Расчетную точку резания, когда происходит обработка параллельно осям X

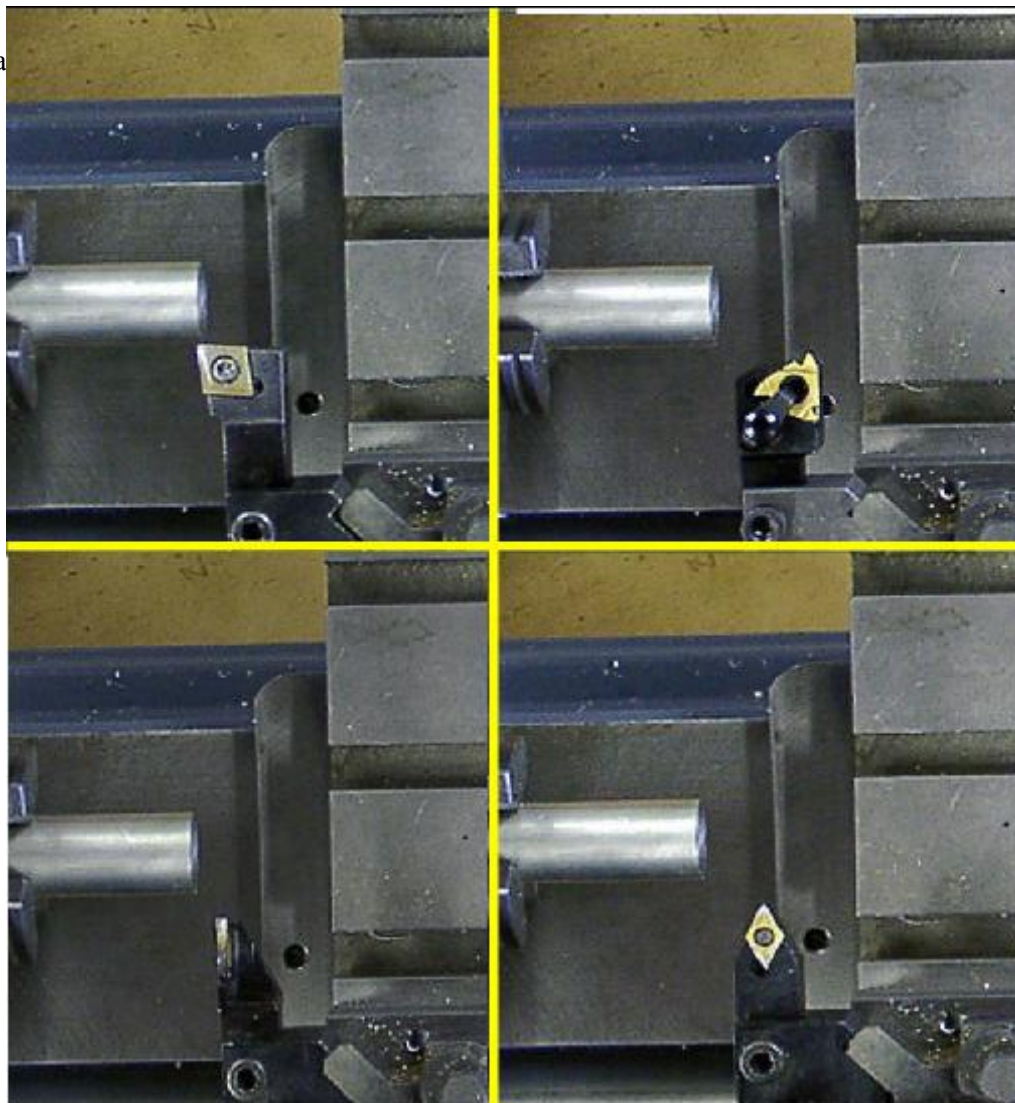


Рисунок 7.7 – Положение режущего конца различных инструментов или Z, но радиус кончика резца влияет на обработку при изготовлении фасок и галтелей.

- Таблица инструмента сохраняет относительные положения для каждого инструмента в памяти компьютера.

7.3 Базирование на станке

Базирование или Принятие Баз – это процесс передачи сведений Mach3 о том, где находятся салазки и суппорт. Вы обычно это делаете всякий раз, когда включаете токарный станок и запускаете Mach3 или улаживания таких проблем, как останов по оси, связанный с проблемой в УП или ошибкой оператора, вроде наезда в режиме ручного Переезда на заднюю бабку станка. Mach3 (в отличии от других систем ЧПУ) не требует, чтобы Вы в первую очередь провели базирование, прежде чем выполнять какие-либо действия, но практика подсказывает, что это неплохое дело.

Предположим, что текущий инструмент имеет номер 1 и он находится в резцедержателе или в активном положении в устройстве смены инструмента. Значение этого станет ясным, когда у Вас в Таблице инструмента появятся и другие данные.

Мы сначала расскажем о Базировании на станке, неимеющем выключателей Баз, а затем покажем различия в процедуре для осей, оснащенных выключателями Баз.

Базирование производится на экране *Ручное управление (Manual)*. Рисунок 7.8 показывает соответствующие процессу кнопки.

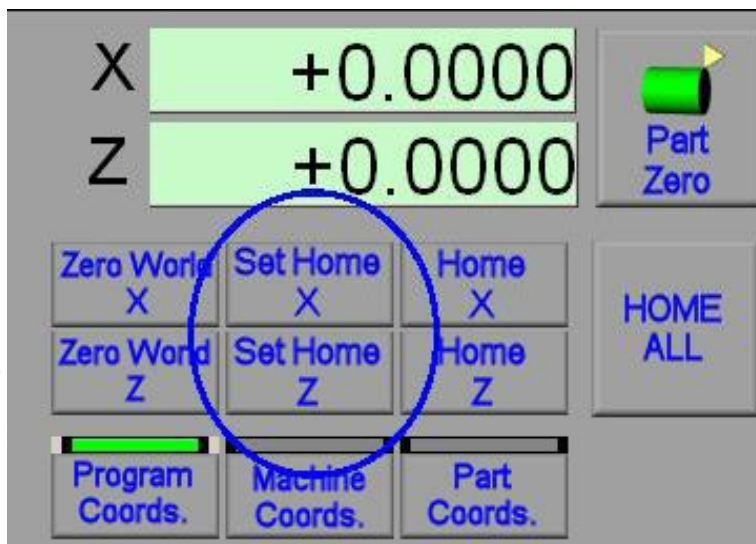


Рисунок 7.8 – Управление Базированием и Коорд. системами

7.3.1 Базирование

7.3.1.1 Принятие Баз, если на осях нет выключателей баз

Произведите Переезд по осям X и Y в положение, которое Вы хотите принять за «Базы». Затем кликните по кнопке *Установить Базу X (Set Home X)*, а затем по кнопке *Установить Базу Z (Set Home Z)*. Так будет определено физическое расположение, в котором будут установлены базы, как 0.0 в Координатной системе Станка. (Более точно это устанавливается значением в столбце *Home Off.* в диалоге меню *Конфигурации>Базирование/Пределы (Config>Homing/Limits)*, где стоит по умолчанию 0).

Обычно, лучше всего, когда $Z = 0$ находится около того места, где задняя бабка крепится к станине станка, а $X = 0$ устанавливается, где поперечный суппорт как можно дальше отодвинут от линии центров станка. Это означает, что X и Z в координатах Станка будут иметь отрицательные значения.

7.3.1.2 Принятие Баз на осях, оснащенных выключателями баз

Если Вы не имеете быстросменного резцедержателя, который позволяет Вам вставлять резцы с высокоточным повторным размещением в резцедержателе, или устройства смены инструмента, тогда Вам не стоит использовать выключатели Баз; Вы должны будете установить положение каждого инструмента, закрепляемого на станке путем ручной подгонки.

Если ось определила выключатель базы, то действие кнопки *Установить Базу (Set Home)* будет отлично от описанного выше. Как упомянуто ранее в описании конфигурирования, один физический выключатель может использоваться Mach3 и как концевик и как выключатель базы. Если Вы имеете концевик, расположенный в направлении плюса по оси X (где наиболее легко врезаться в механические ограничители), тогда его стоит использовать и в качестве выключателя базы. Выключатель может также использоваться и на оси Z, но это намного менее полезно, поскольку каждый раз заготовка вставляется в патрон на разную глубину.

Установить Базу (Set Home) на оси, сконфигурированной с выключателем базы, переместит ось на низкой скорости в положительном направлении, пока выключатель не сработает. Далее произойдет движение в обратном направлении, пока выключатель не освободится, и произойдет остановка. Положение оси в Системе координат Станка тогда установится на значение, имеющиеся в столбце *Home Off.* в диалоге меню Конфигурации>Базирование/Пределы (Config>Homing/Limits), где стоит по умолчанию значение 0.0.

Вы должны заранее предусматривать порядок перемещения на базы. Обычно, лучше сначала двигаться на базу оси X, а потом Z, так как это минимизирует шанс врезаться резцом в заготовку. Вы можете, конечно, сначала отъехать при помощи ручного Переезда от заготовки, прежде чем возвращаться на базы, чтобы избежать ненужных проблем.

Преимущество использования способа - хорошее качество, и поэтому высокая точность при повторных операциях; выключатель базы оси X находится в том положении, которое устанавливается только один раз – при конфигурировании станка.

7.3.2 Связь Координат Программы с Координатами Станка

Mach3 теперь знает, что рездержатель находится в известном положении (или в случае, когда выключателей базы нет, в приблизительно известном) и заносит это в Координаты Станка, как 0.0.

Следующая вещь, которую нужно определить Mach3, это X-дистанция между Расчетной точкой Вашего инструмента и линией центров станка. Эта величина также называется X-интервал или X-смещение между Координатной системой Станка и Координатной системой Программы. Также, здесь прослеживается связь с Рабочими коррекциями (Work) и Коррекциями Крепежа (Fixture offset) во фрезеровке.

Есть два способа сделать это: Вы можете коснуться кончиком резца заготовки в месте с известным диаметром или можете провести тестовое точение, а затем измерить диаметр обработанной заготовки.

Эта процедура обычно проводится на экране *Автомодготовка (Auto Prep)*.

Вы должны сделать это только один раз после базирования. Настройка действительна до тех пор, пока Вы не проведете новое базирование или, конечно, не выключите компьютер. Сейчас мы пока говорим об одном инструменте. Настроив эти Программное (Рабочее (Work)) смещение, мы можем его также использовать для других инструментов без перенастроек, только поместив их данные в Таблицу инструмента. Подробнее об этом будет рассказано ниже.

7.3.2.1 Настройка X при помощи касания

Это быстрый способ, точность которого зависит от Вашего умения почувствовать, когда резец коснется заготовки и сколько он при этом проедет по инерции. Используйте метод Тестовой обработки с максимальной аккуратностью.

Вы можете использовать этот метод на частично обработанной заготовке.

Цель состоит в том, чтобы инструмент просто коснулся поверхности заготовки в месте с известным диаметром. На практике Вы не в состоянии будете увидеть насколько инструмент не касается заготовки при Переезде по X, так что Вам следует воспользоваться набором пластинок-щупов или чем-то в этом роде.

Обычно используют папиросную бумагу, но пластиковая фольгированная обертка от продуктов – тоже весьма удобная штука. Поместите этот самодельный «калибр» между заготовкой и резцом и медленно совершайте ручной Переезд резцом, пока не почувствуете, что бумага или пленка начинает застревать между ними.

Лучший способ, при котором нет риска сломать кончик резца при неосторожном Переезде инструментом, это использовать короткий обломок хвостовика спирального сверла в качестве калибра. Удобно, если он будет около 3 мм (1/8 дюйма) в диаметре. Тщательно измерьте диаметр калибра. На глаз совершите ручной Переезд по оси X так, чтобы промежуток между кончиком резца и поверхностью заготовки был чуть меньше, чем диаметр калибра. Далее очень медленно отъезжайте резцом от заготовки, при этом катая калибр в сужающемся промежутке, образованном заготовкой и косой линией кромки резца. Когда калибр пройдет через Расчетную точку резания, т. е. прокатится между кончиком резца и заготовкой, то это расстояние будет точно соответствовать диаметру калибра.

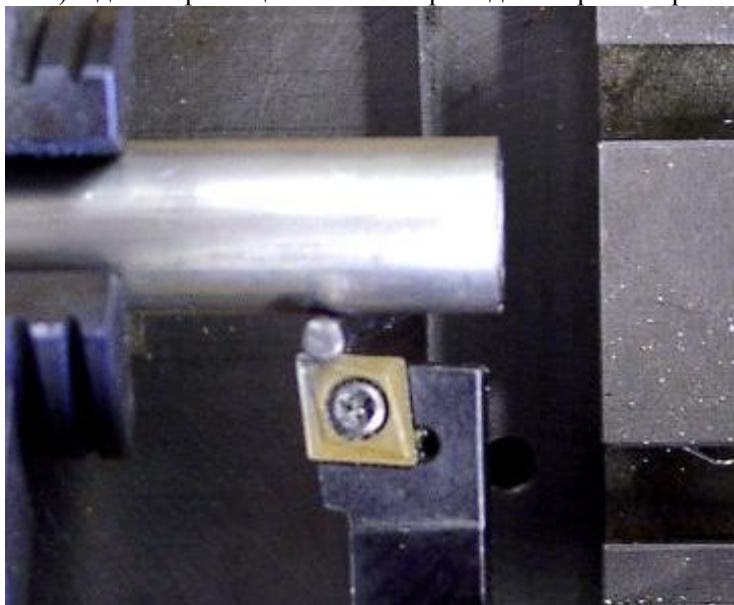


Рисунок 7.9 показывает положение, когда промежуток между резцом и заготовкой еще мал.

Рисунок 7.9 – Касание с цилиндрическим катаемым калибром

Достоинство этого метода состоит в том, что слишком далеко заехав резцом, Вы его не сломаете об заготовку.

Совершив перемещение по оси до касания Вы можете вычислить корректное смещение для инструмента. Предположим, что реальный диаметр заготовки – это D , а диаметр или толщина калибра – g .

Вычислим положение X (P_x):

Mach3Turn в режиме Радиуса:

$$P_x = g + (D / 2)$$

Mach3Turn в режиме Диаметра:

$$P_x = (2 \times g) + D$$

Далее кликнув по окошку ЦИ оси X и используя клавиатуру, введите в него полученное значение P_x . Затем нажмите Enter.

Вы можете произвести расчет для заготовки, которая с биением зажимается в патроне, сняв три или четыре замера P_x проворачивая заготовку, а затем усреднив эти значения. Однако, несомненно, что метод Тестовой обработки, гораздо быстрее и точнее позволяет добиться хорошего результата.

7.3.2.2 Установка X методом тестовой обработки

Зажмите небольшой отрезок круглой заготовки в патроне (диаметр от 12 до 16 мм или ½ дюйма вполне подойдет). Используя медленный ручной Переезд и/или строку РВД, точите, снимая небольшой слой материала. Вам надо проточить только на длину 6 мм (¼ дюйма). Совершите Переезд по оси Z с большой осторожностью, не двигаясь по оси X, так чтобы Вы смогли обмерить проточенный диаметр. Назовем его d .

Введите это значение в окно ЦИ оси X и кликните *Enter*.

7.4 Зажим заготовки в патроне и установка Программных координат Z

Финальный этап, прежде чем запустить УП на выполнение, установка Z-смещения между Координатами Станка и Координатами Программы, так чтобы $Z = 0$ находилось в подходящем месте на заготовке. Помните, что расположение $Z = 0$ зависит от того, как написана УП. Сначала проверьте это, если не уверены.

7.4.1 $Z = 0$ на краю детали, который ближе к задней бабке

Это, наверное, простейшая ситуация. Рассмотрите УП G-кодов и найдите наибольшее отрицательное значение Z, которое там используется. Пределы перемещений по обеим осям отображаются в окошках ЦИ на экране *АвтоРежим (AutoCycle)* (см. рисунок 7.10). Заготовка должна выступать из патрона не меньше, чем на их сумму. Добавьте 6 мм (¼ дюйма) для безопасности и переедьте по оси Z, так чтобы удалиться от кулачков патрона с X около нуля.

Вставьте заготовку в патрон так, чтобы она коснулась режущей кромки резца и зажмите заготовку в патроне.

Если конец заготовки уже ровный и не нуждается в торцевании, то кликните кнопку *Обнулить (Zero)* для оси Z.

Если Вам необходимо отторцевать конец заготовки, то отъедьте по оси X на расстояние, большее, чем диаметр заготовки и переедьте по по оси Z так, чтобы сделать небольшой сьем торцевания. Отторцуйте конец заготовки, если надо повторяя проходы. Затем кликните кнопку *Обнулить (Zero)* для оси Z.

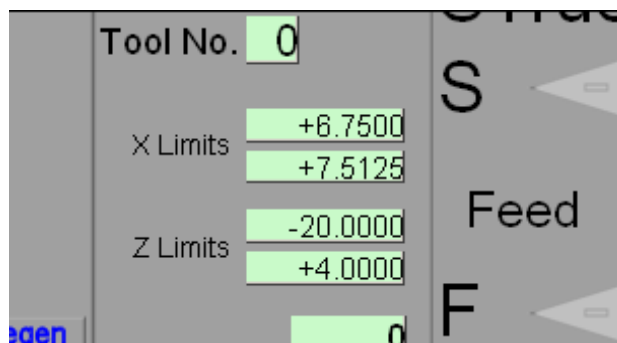


Рисунок 7.10 – Габариты программы

7.4.2 $Z = 0$ в отрезной канавке детали

В этой ситуации тоже посмотрите на структуру УП G-кодов, но ищите наибольшее используемое в ней положительное значение Z. Оно сообщает программе Z координату края детали, который ближе к задней бабке. Переместите инструмент так, чтобы это значение Z по меньшей мере было расстоянием

от кулачков патрона с дополнительным полем безопасности в 12 мм (½ дюйма) или что-то вроде этого – здесь нужно больше, чем в предыдущем случае, для канавки с помощью отрезного точения.

Если конец заготовки уже ровный и не нуждается в торцевании, то введите рассчитанное наибольшее значение *Z* в окно ЦИ оси *Z* и нажмите *Enter*.

Если Вам необходимо отторцевать конец заготовки, то отъезьте по оси *X* на расстояние, большее, чем диаметр заготовки и переедьте по по оси *Z* так, чтобы сделать небольшой съем торцевания.

Отторцуйте конец заготовки, если надо повторяя проходы. Затем введите рассчитанное наибольшее значение *Z* в окно ЦИ оси *Z* и нажмите *Enter*.

7.4.3 Повторное выполнение

Если Вы изготавливаете серию идентичных деталей, Вы можете уберечься от ошибок, когда вводите *Z* координату конца детали, внося значения в окно ЦИ оси *Z* с помощью кнопки *Ноль детали (Part Zero)* на экране *Автоподготовка (Auto Prep)*. Щелчок по этой кнопке подобен вводу значений в окно ЦИ оси *Z*, так что Вам это будет достаточным для установки каждой детали после зажатия ее в патроне или ее торцевании.

Заметьте, что Вам нужно принимать меры, чтобы ось *X* уже была в положении, заданном в ее окне ЦИ нулем детали, когда Вы воспользуетесь этой кнопкой, или все диаметры Вашей детали будут неправильными.

7.5 Использование нескольких инструментов

7.5.1 Введение

Мы убедились, что Вы можете писать свои УП, не беспокоясь о том, как станок будет выполнять задание, потому что Mach3 значения Координат Программы преобразовывает в значения Координат Станка, используя информацию, заданную при настройке станка и при закреплении заготовки в шпинделе. Мы также видели, что могут быть проблемы при использовании разных инструментов, так как их Расчетные точки резания находятся в разных местах.

Этот параграф расскажет Вам, как работать с несколькими инструментами. Мы предполагаем, что Вы имеете сменные твердосплавные режущие пластины на Вашем инструменте, так как их можно заменять без изменения номинального режущего положения инструмента. Если вы используете резцы из быстрорежущей стали и затачиваете и шлифуете их, то Вам надо переустанавливать коррекции на инструмент после каждой заточки. Мы предполагаем, что Вы имеете стандартный «передний» резцедержатель. Mach3 работает и задним резцедержателем (как на станке, показанном на рисунке 4.7), но детальная настройка в этом случае зависит от того, как инструмент настроен на резание - верхней или нижней поверхностью.

7.5.2 Выбор инструмента

Обычно это забота УП – сообщать Mach3, каким инструментом будет вестись обработка, командой в кадре G-кодов. Мастера программы или CAD/CAM системы выбирают инструмент и задают частоту вращения шпинделя, глубину резания, подачу и т. п., удовлетворяющие требованиям обработки – грубого точения, чистого точения, нарезания резьбы и т. д.

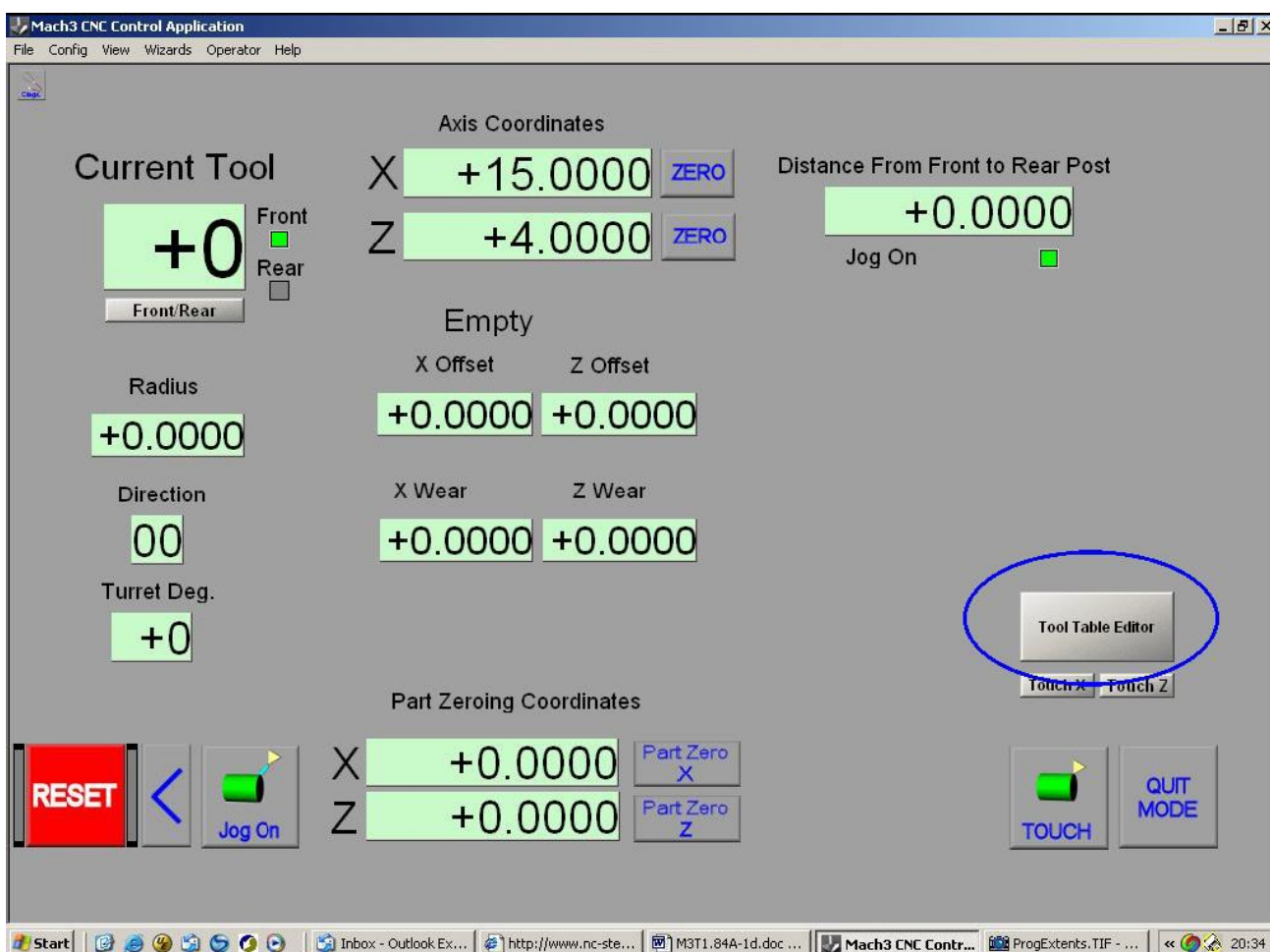


Рисунок 7.11 – Экран инструмента

Процесс смены инструмента с использованием G-кодов в Mach3Turn проще, чем в Mach3Mill. Это связано с тем, что управление фрезерованием рассчитано на ситуации, когда для работы используется очень большое количество инструментов. В токарной обработке с этим попроще.

Процесс смены инструмента выполняется, когда УП вводит в работу параметр T. Он назначает инструмент, который будет использоваться и устанавливает Координаты Программы, учитывая положение Расчетной точки резания. Чтобы увидеть, как смещаются Координаты Программы, обратимся к Таблице инструмента.

7.5.3 Таблица инструмента

Таблица инструмента вызывается нажатием кнопки *Таблица инструмента (Tool Table)* на экране *Приветствия (Welcome)* и нажатием кнопки *Редактировать Таблицу инструмента (Tool Table Editor)*, как показано на рисунке 7.11.

Пример Таблицы инструмента дан на рисунке 7.12.

Инструмент 0 (Tool 0) не используется. Не применяйте его, так большинство CAD/CAM систем не позволят Вам выбрать его при составлении УП. Прокручивая строки в окне, Вы получите доступ к 99 инструментам. Советуем Вам пользоваться небольшими порядковыми номерами для инструментов, так как некоторые CAD/CAM системы имеют ограничения на большие номера для инструментов.







Tool	Description	Tip Dir...	Tip Ra...	X Offset	Z Offset	X Wear	Z Wear	Turret...
0	Ref. Tool	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
 1	Roughing	0.0000	0.4000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
 2	Thread	0.0000	0.0000	2.5600	6.540...	0.2000	0.0000	0.0000
 3	Part	0.0000	0.0000	-4.6000	1.5000	0.3000	0.0000	0.0000
 4	Profile 2	0.0000	6.0000	3.15	-3.4	0.0000	0.0000	0.0000
 5	Finishing	0.0000	0.1000	2.4400	-2.1000	0.0000	0.0000	0.0000
								

Рисунок 7.12 – Редактирование Таблицы инструмента

7.5.3.1 Структура Таблицы инструмента

Значение столбцов таблицы следующее:

Инструмент (Tool): Вводится номер для использования с параметром T. Рисунки инструментов служат лишь, как напоминание о форме инструмента – Mach3 ими не интересуется. Перебирайте ячейки в таблице и кликните по подходящему символу.

Описание (Description): Любой текст для описания функций инструмента. Он высвечивается на экранах Mach3.

Направление режущей кромки (Tip Direction): Это код, определяющий направление, в котором Расчетная точка резания ориентирована, который используется в Компенсации радиуса режущей кромки инструмента. За подробностями обращайтесь к главе 9.

Радиус режущей кромки (Tip Radius): Это используется при точении под углом. За подробностями обращайтесь к главе 9.

X коррекция (X offset), Z коррекция (Z offset), X износ (X wear), Z износ (Z wear): Это расстояния, определяющие положение Расчетной точки резания инструмента.

Угол головки (Turret angle): не используется в текущей версии Mach3, но может применяться в создаваемых пользователем макросах смены инструмента.

Есть различные способы описания относительного положения режущей кромки инструмента (например, Xкоррекция, Xизнос и т.д.) в таблице инструмента. Опишем метод Эталонного инструмента. В этом способе один инструмент, обычно Инструмент №1 (Tool #1), является Эталонным инструментом. Он один используется для настройки заготовки в патроне. Это означает, что X и Z коррекции и коррекции Износа **всегда будут** нулевыми. Коррекции всех остальных инструментов имеют отличия в положении своих режущих точек от режущей кромки Инструмента №1.

Вам не надо пользоваться таблицей инструмента в этом способе, и, действительно, если у Вас имеется устройство предварительной настройки инструментов, Вы можете устанавливать коррекции в таблице

относительно данных, используемых этим устройством. Если Вы разберетесь с принципом Эталонного инструмента, у Вас не будет трудностей с использованием таблицы инструмента в других способах.

7.5.3.2 Выбор инструмента в качестве эталонного

Эталонный инструмент должен быть способен выполнять операции точения и торцевания. Вы должны установить инструмент легкий в использовании в качестве Эталонного инструмента в 1 позиции таблицы. Хорошо, если Вы выберете резец чистовой обработки. Если Вы ограничены в выборе инструмента, Вы можете использовать свои обычные токарные резцы. Пометьте выбранный инструмент четкой надписью "Эталон - Инструмент № 1".

7.5.3.3 Описание данных отрезного/проходного резца в таблице инструмента

Параметр T имеет следующую структуру:

Txxуу

Здесь xx выбирает к использованию инструмент (например, командой устройству смены инструмента) и уу определяет, какой элемент в таблице инструмента определяет коррекции к использованию.

Например, T0101, выбирает инструмент 1 с коррекциями пункта 1 таблицы (обычно 0.0 для Эталонного инструмента), а T0127 выбирает инструмент 1, но с коррекциями пункта 27 таблицы.

Чтобы ввести новый пункт инструмента пользуются экраном Инструмент (Tools) (рисунок 7.11). M сделает Ваш текущий инструмент эталонным инструментом путем ввода T0101 в строку РВД. Вы также можете ввести 0101 (что, на самом деле, 101) в окно Цифровой индикации T. Если у Вас нет устройства автоматической смены инструмента, поместите эталонный инструмент в резцедержатель.

Если Вы еще не сделали этого, то отбазируйте оси и установите Координаты Программы для Xкоррекции, как показано в пункте 7.3.2.2, и Z координату, как показано в пункте 7.4.1. Метод касания обычно недостаточно точен для настройки пунктов таблицы инструмента.

7.5.3.4 Настройка параметров инструмента

Теперь выберем инструмент, параметры которого надо настроить. Убедитесь, что он отцентрован по высоте верно. Решите, какой у него будет номер в таблице инструмента и сделайте на нем пометку. Предположим, что это будет Инструмент 2. Введите 0202 в окно ЦИ № инструмента (Tool #).

Ручным Переездом произведите точение со съемом материала, доводящим форму заготовки до круга в сечении. Измерьте диаметр (и переведите его в радиус, если Вы используете режим Радиуса) обточенной заготовки и введите значение в окошко ЦИ Координаты нуля детали (X Part Zeroing Coordinate). Значение в окне ЦИ оси X не изменяйте.

Далее кликните по кнопке Касание X (Touch X). Этот шаг помечен овалом на рисунке 7.14. Теперь коснитесь обработанной плоскости крайнего торца заготовки (см. рисунок 7.15). Для инструментов, которые не делают торцовочный рез (таких, как проходные или профильные резцы) смотрите методику, данную ниже.

Введите толщину калибра в окно ЦИ Координаты нуля детали (Part Zeroing Coordinates) оси Z и кликните Касание Z (Touch Z).

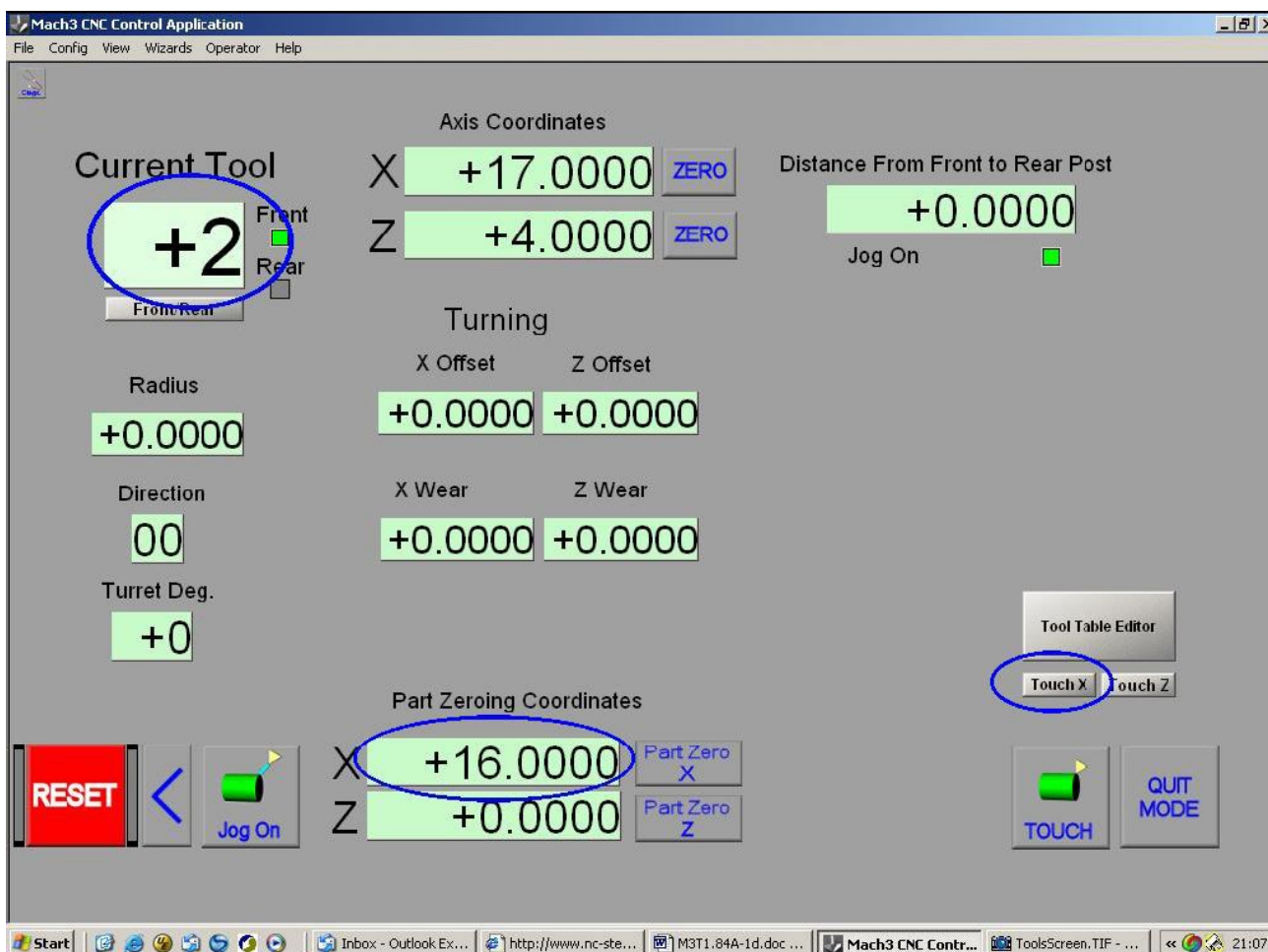


Рисунок 7.14 – Установка коррекции X для инструмента №2

Далее кликните по кнопке *Редактировать таблицу инструмента (Tool Table Editor)*. Выберите иконку и имя для инструмента, а также описание для него. Убедитесь, что значения *X износ (X Wear)* и *Z износ (Z Wear)* нулевые. Кликните *Принять (Apply)* и *OK*, чтобы закрыть таблицу.

Далее Вы можете повторить процедуру для других инструментов. В результате коррекции инструментов относительно эталонного инструмента будут положительными для инструментов, которые обрабатывают ближе к линии центров и ближе к патрону шпинделя.

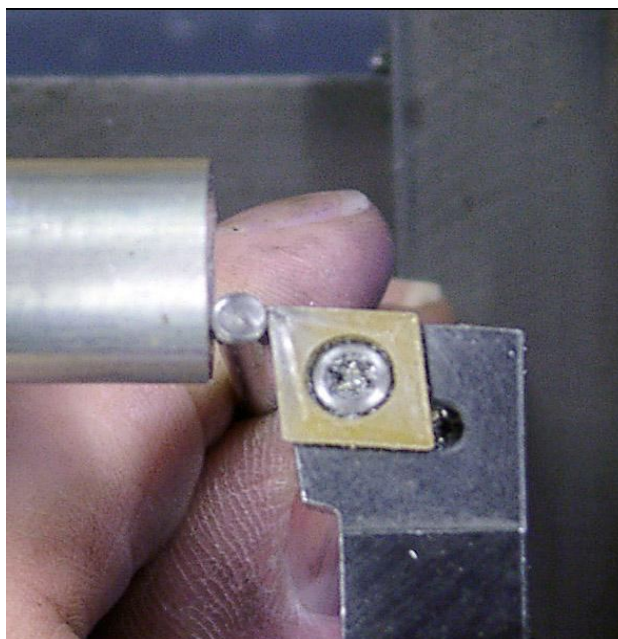


Рисунок 7.15 – Касание Z с цилиндрическим калибром

7.5.3.5 Настройки таблицы инструмента для специальных инструментов

Технические примы для специальных инструментов проиллюстрированы на рисунке 7.16.

Для инструментов, которые не предназначены для торцевания, например, резьбонарезного резца, Вам надо оценивать положение по Z, где режущая кромка инструмента будет резать, только "на глаз". В окне *Координаты нуля детали (Part Zeroing Coordinates)* оси Z нужно установить 0.0 и нажать *Касание Z (Touch Z)*. К счастью, точное положение резания по Z для такого сорта инструментов часто особо не важно.

Для отрезного или канавочного резцов Вы захотите определить край заготовки, который ближе к задней бабке, как Расчетную точку резания. Поместите маленький кусочек стальной пластинки возле крайнего торца заготовки и перемещайтесь по Z, пока инструмент не коснется ее. В окне *Координаты нуля детали (Part Zeroing Coordinates)* оси Z нужно установить 0.0 и нажать *Касание Z (Touch Z)*.

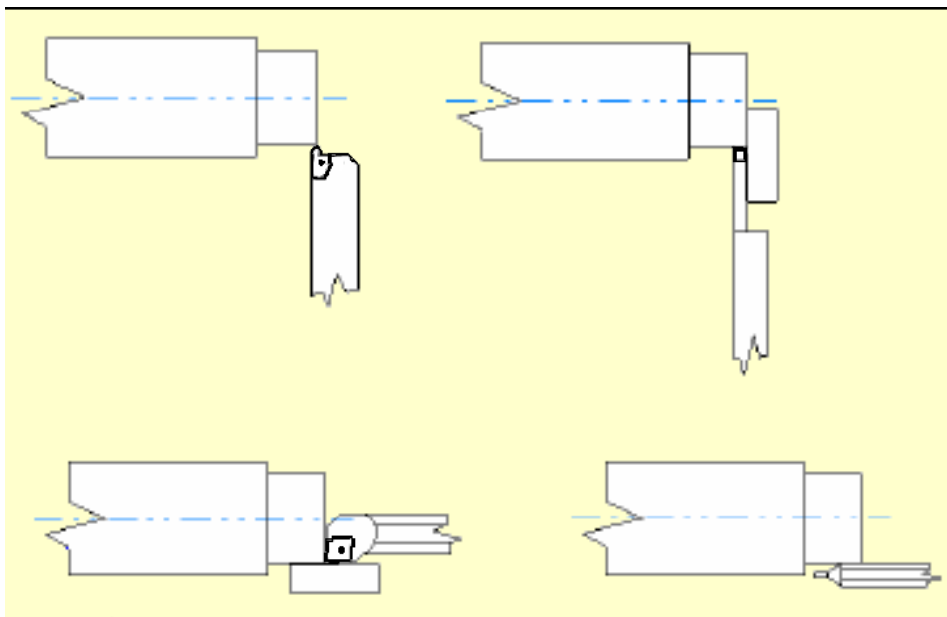


Рисунок 7.15 – Установка специальных инструментов

Для расточной оправки используйте стальную пластинку, которую прикладываете к поверхности вращения заготовки и устанавливаете *X смещение (X Offset)* способом тестового точения, описанного выше.

7.5.3.6 Коррекции износа

Пока мы не вводили никакие значения в столбцы *X износ (X Wear)* и *Z износ (Z Wear)* таблицы инструмента. Когда Mach3 использует коррекции, *Z износ (Z Wear)* вычитается из *Z коррекции (Z Offset)*, прежде чем использовать их, как действительная Z коррекция из эталонного инструмента. То же самое, и для оси X.

Смысл здесь в том, что главные коррекции настраиваются для устанавливаемой на инструмент новой режущей кромки, с учетом того, что размер износа для обрабатываемого участка имеет тенденцию к увеличению. Если Вы обнаружите, что у детали превышен номинальный размер после обработки данным изношенным инструментом, вычислите *X износ (X Wear)* следующим способом:

Измерьте диаметр на участке, где он превышен. Разделите на 2, чтобы получить ошибку радиуса.. Введите эту ошибку в столбец *X износ (X Wear)* для инструмента, который совершал резание.

Измерения по Z часто менее важны, чем диаметры, но, если нужно, Вы можете использовать значения Z износ (Z Wear) тем же способом. Загрузите расстояние, которое обработано сверх длины, в Z износ (Z Wear).. В этом случае ошибку делить на два, разумеется, не надо.

Коррекции износа будут положительными значениями, если изношенный инструмент режет дальше от линии центров и дальше от патрона.

Когда Вы наконец замените изношенную режущую пластину, Вы должны будете сделать аккуратный рез и сбросить значения *Износа (Wear)* на ноль.

7.6 Задний резцедержатель

Большинство стандартных токарных станков точат инструментом, закрепленном на поперечном суппорте впереди заготовки, если смотреть со стороны оператора. Шпиндель вращается по часовой стрелке, если смотреть от задней бабки и резец точит своей режущей кромкой, которая хорошо просматривается.

Это переднее расположение резцедержателя, наиболее общее для токарных станков, переделанных под точение с применением ЧПУ.

Заказные токарные станины с ЧПУ обычно имеют конструкцию "с наклонной станиной", где инструмент находится выше и позади заготовки, если смотреть со стороны оператора. Рисунок 4.7 показывает такое размещение узлов. Это именуется "задним" резцедержателем. Шпиндель часто вращается также по часовой стрелке, так что инструмент режет "исподнизу". Это дает очень хороший отвод стружки вниз станка по наклону станины и, часто, на конвейер. Иногда (как на станке Vohford, приведенном в качестве примера на рисунке 4.7) точение производится сверху и шпиндель вращается против часовой стрелки. Это дает плохой отвод стружки, но легко настраивать инструмент.

Традиционные и заказные «с наклонной станиной» станки могут иметь сразу два резцедержателя – в переднем и заднем положении. Они обычно расположены на одном суппорте и также вместе перемещаются.

Аналогичный прием и в токарно-карусельных станках, которые часто имеют две головки на своих салазках, хотя термины «передний» и «задний» здесь не очевидны. Резцедержатели на этих станках часто могут перемещаться независимо друг от друга.

Документация обычно описывает станки с передним расположением резцедержателя.

Основные вопросы, которые Вам надо рассмотреть, касаясь прочих станков:

- Переезды обычно осуществляются так: поворот колеса РГИ и клавиша со стрелкой вверх клавиатуры производят движение по оси X в направлении от оператора.
- Окно ЦИ оси X показывает положительные значения, когда инструмент движется от линии центров станка. Отрицательные значения – когда инструмент находится за линией центров.
- Управление станком с наклонной станиной, у которого шпиндель вращается по часовой стрелке, подобно управлению обычным токарным станком, но «лежащим на полу». Это значит, что интерпретации дуг выполняемых по часовой и против часовой стрелки (G02 и G03) будет неверной.
- Токарный станок с наклонной станиной со шпинделем, вращающимся против часовой стрелки, будет резать правую резьбу по направлению к задней бабке. Подразумевается, что направление резьбонарезного резца известно и имеется канавка для облегчения старта нарезания резьбы.

Примечание: Текущая версия Mach3Turn поддерживает все перечисленные конструкции с одним поперечным суппортом. Тем не менее, не рекомендуем Вам быстро переключаться между задним и передним резцедержателем без совершения перебазирования и переопределения Координат Программы путем касания.

Документ Customizing Mach3 wiki дает детальное описание процессов настройки и технические требования.

7.7 За кулисами

Если Вы считаете, что описанное выше можно принять за руководство к действию, то Вы можете не читать этот параграф. Однако, многим пользователям интересно, что же происходит в глубинах Mach3; если Вы из их числа, читайте.

7.7.1 Система координат Станка

Как описывалось выше, Mach3 имеет Координатную Систему Станка.

Для токарного станка с выключателями Баз, когда базирование произведено, станок фиксируется относительно этих выключателей, как относительно нулей осей (или других фиксированных значений диалога меню Конфигурации>Базирование/Ограничения (Config>Homing/Limits)), позиционируя салазки/суппорт по этим выключателям.

Для токарного станка не оборудованного выключателями Баз, начало Координатной системы Станка или (если в диалоге меню Конфигурации>Логические (Config>Logic) помечен галкой чекбокс Закрепить ЦИ (Persistent DROs)) координаты при которых Mach3 был закрыт, будут соответствовать положению, где находятся продольные салазки/поперечный суппорт, при загрузке Mach3.

7.7.2 Рабочие коррекции (коррекции Крепежа)

Хотя Mach3Turn вместе с Mach3Mill имеют настройки для 254 «коррекций крепежа» (fixture offsets), они используются в Mach3Turn особым образом, приводя в действие передний или задний резцедержатель, так что Вам нужно использовать исключительно только G54, G55 и пр. команды.

Система коррекций G54 сохраняет относительное положение инструмента в переднем резцедержателе, а G55 коррекции имеют дело с задним резцедержателем. Таким образом можно попытаться настроить токарный станок с оптимизацией двух резцедержателей. Взаимное расположение инструментов в них не меняется, так что ось X настраивается только один раз после принятия баз. Когда Вы переключаетесь на инструмент определенный в заднем резцедержателе, коррекция G55 будет корректироваться, связывая текущую коррекцию G54 с объявленной дистанцией между резцедержателями.

В текущей версии Mach3Turn мы рекомендуем не переключаться динамически между резцедержателями.

Есть опция перезагрузки коррекции G54 (обычно на ноль) из строки таблицы G59.253 (это настраивается в диалоге меню Конфигурации>Логические (Config>Logic) или Вы можете использовать кнопку *Обнулить все (Zero World)* на экране Ручное управление (Manual), установив обе Координаты Станка на ноль в текущем положении продольных салазок/поперечного суппорта и установив коррекцию G54 на ноль.

Нажатие кнопки *Обнулить (Zero)* у осевых окошек ЦИ эквивалентно вводу 0.0 в окно ЦИ.

7.7.3 Координаты Программы

Точка в Системе координат Программы преобразуется в Координаты Станка следующим образом:

- В режиме Диаметра Координаты Программы делятся на 2, становясь радиальными расстояниями.
- Данные в таблице инструмента, выбранного параметром T, и Z износ вычитаются из Z коррекции, а X износ – вычитается из X коррекции, давая действительные значения коррекций инструмента. Эти значения коррекций инструмента далее добавляются к Координатам Программы. (**Заметьте**, что в окнах ЦИ эти значения показываются, как значения диаметров в режиме Диаметра).
- Локальная коррекция G52 используется. **Заметьте**, что значение в G52X_{uv} дается в текущем режиме, а в окне ЦИ коррекция всегда отображается, как радиальное расстояние.
- Значения коррекций G54/G55 (в зависимости от того, в переднем или заднем резцедержателе зажат инструмент) используются, чтобы давать значения в Координатах Станка. Заметьте, что эти значения настраиваются в текущем режиме, но отображаются в окне ЦИ, как расстояния радиальные (т.е. как радиусы).

7.7.4 Другие вопросы режимов Радиуса и Диаметра

Когда Координаты Станка отображают X-координату, это всегда радиус, но когда перемещения совершаются в Системе координат Станка (в кадре есть команда G53), значение параметра X обрабатывается программой, как радиус или диаметр в зависимости от текущего режима..

Аналогично, коррекции, сохраненные в таблице инструмента и таблице коррекций крепежа, определенные в диалоге меню *Конфигурации>Базы/Ограничения (Config>Homing/Limits)* для положений выключателей Баз и пределов программы – это всё значения радиусов, хотя соответствующие окна ЦИ отображают их в текущем режиме.

Мы настоятельно рекомендуем Вам **не производить** смену между режимом Радиуса и режимом Диаметра (в диалоге меню *Конфигурации>Порты и Пины – Опции точения(Config>Ports & Pins Turn Options)* без полного реконфигурирования Mach3.

8. Расширенные опции конфигурирования

Этот раздел описывает дополнительные расширенные опции конфигурирования, которые Вы найдете полезными, когда начнете знакомство с основными функциями токарного станка.

Документ *Customizing Mach3 wiki* даст Вам детальное описание техники контроля опциональной панелью управления, а также созданием скриншотов и мастеров Mach3

8.1 Конфигурирование Баз

8.1.1.1 Скорость и направление возвратов на Базы

Диалог меню Конфигурации>Базы/Ограничения (Config>Homing/Limits) позволяет определить реакцию программы на осуществление операции возврата на Базы и Принятия Баз (G28, G28.1 или кнопка *Установить Базу (Set Home)* на экране) для оси, имеющей выключатель Базы (Home). Рисунок 8.1 показывает этот

диалог. Скорость возвращения используется для предотвращения врезания в стопы осей на полной скорости при поиске переключателей Баз.

Когда Вы производите калибровку, Mach3 не знает положение осей. Направление движения зависит от галки в окошке *База отриц.(Home Neg)*. Если оно отмечено, то соответствующая ось будет двигаться

в отрицательном направлении, пока не станет активным ввод База.

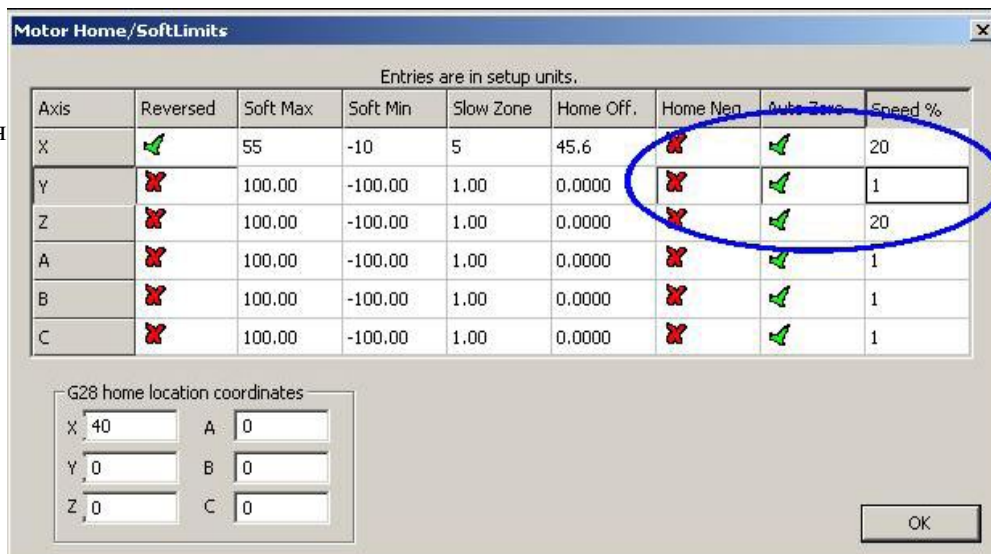


Рисунок 8.1 – Базирование (направления и активация)

Если он уже активен, то движение зависит от того, помечено или не помечено галкой окошко *Защитна выкл.Баз (Home Sw Safety)* в диалоге Меню Конфигурации>Штатные (Config>State). Если галка стоит, движений не будет. Если окошко не помечено, будет происходить движение в положительном направлении.

8.1.1.2 Положение переключателей Баз

Если в окошке ЦИ *Автообнуление (Auto Zero DROs when homed)* стоит галка, тогда окно ЦИ оси примет значение введенное в Меню *Конфигурации>Базы/Ограничения (Config>Home/Softlimits)* в

столбце *Home off* (вместо настоящего Нуля). Эта опция менее необходима на токарном станке, чем в профиле Mill.

Конечно, необходимо иметь отдельные Концевые выключатели и Переключатели Баз, если последние находятся не на концах осей.

5.6.1.4 Расположение баз для G28

Окна G28 – расположение баз по координатам (G28 location coordinates) определяют положение в абсолютных координатах, в которое произойдет перемещение по осям при выполнении кода G28. Значения интерпретируются в текущих единицах (G20/G21). Более подробное описание дано в Главе 10.

8.1.2 Люфты и их погашение

Mach3 будет пытаться компенсировать обратную реакцию в механизме привода оси (т.е. люфт), стараясь приблизиться к каждой требуемой координате с тем же направлением движения. Для таких операций как сверление или растачивание это полезно, но не может преодолеть проблемы станка при непрерывном резе.

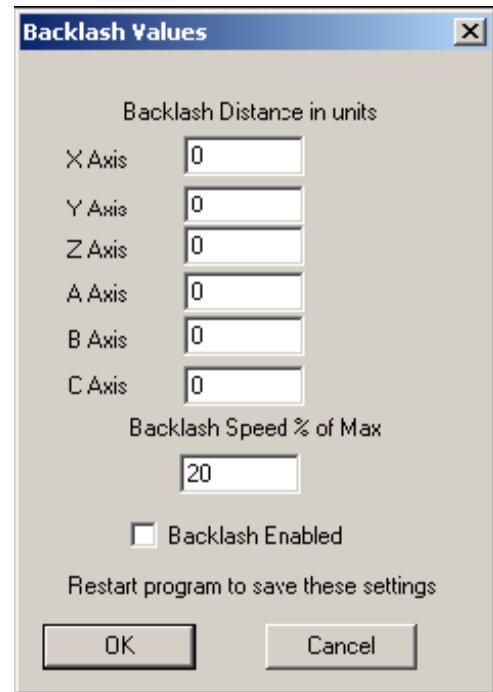


Рисунок 8.2 – Конфигурирование люфтов

Диалог *Конфигурации > Люфты (Config > Backlash)* позволяет указать определенное расстояние, которое ось должна сдать назад для погашения обратной реакции при движении вперед к заданной точке. Скорость, с которой осуществляется это движение, также настраивается. Смотри рисунок 8.2.

Заметка: (а) Эти настройки используются только, когда Компенсация люфта включена с помощью галки в чекбоксе.

(b) Компенсация люфта - это "последний шанс", когда механически конструкция станка уже не может быть улучшена! Опция обычно используется при выключенном режиме Постоянной скорости и системы с шаговиками обычно с нею не работают, так как возможен пропуск шагов.

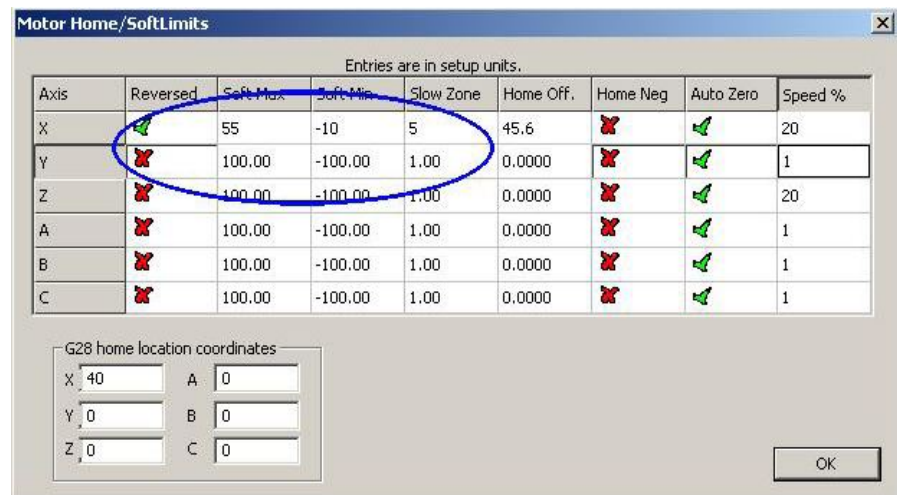


Рисунок 8.3 – Программные ограничения

8.1.3 Конфигурации Программных Ограничений

Как было сказано выше, обычно использование концевых выключателей сопровождается рядом компромиссов, и случайное их срабатывание потребует вмешательства оператора, и может

потребовать перезапуска и перекалибровки системы. Программные ограничения могут дать защиту от такого рода случаев.

Программа откажется позволить оси передвинуться за заданный предел программных ограничений по осям X и Z. Они могут принимать значение в промежутке от -99999 до +99999 единиц для каждой оси. Когда движение будет приближаться к пределу ограничения, скорость движения будет снижаться при посещении Зоны замедления (*Approach Safety zone*). Значения задаются в диалоге меню Конфигурации>Базы/Ограничения (Config>Homing/Limits). См. рисунок 8.3.

Интервал *Зоны замедления (Slow Zone)*– это дистанция до предела ограничения, при «заезде» в которую скорость автоматически уменьшается. Если Зона замедления будет слишком большой, то Вы уменьшите эффективное рабочее пространство станка. Если она слишком мала, то Вы рискуете задеть аппаратные ограничители.

Заданные пределы используются только, когда кнопка нажата кнопка *В установленных пределах (Software Limits)*.

Если УП попытается вывести инструмент за программные ограничители, то это будет расценено, как ошибка.

8.1.4 Начальные штатные конфигурации

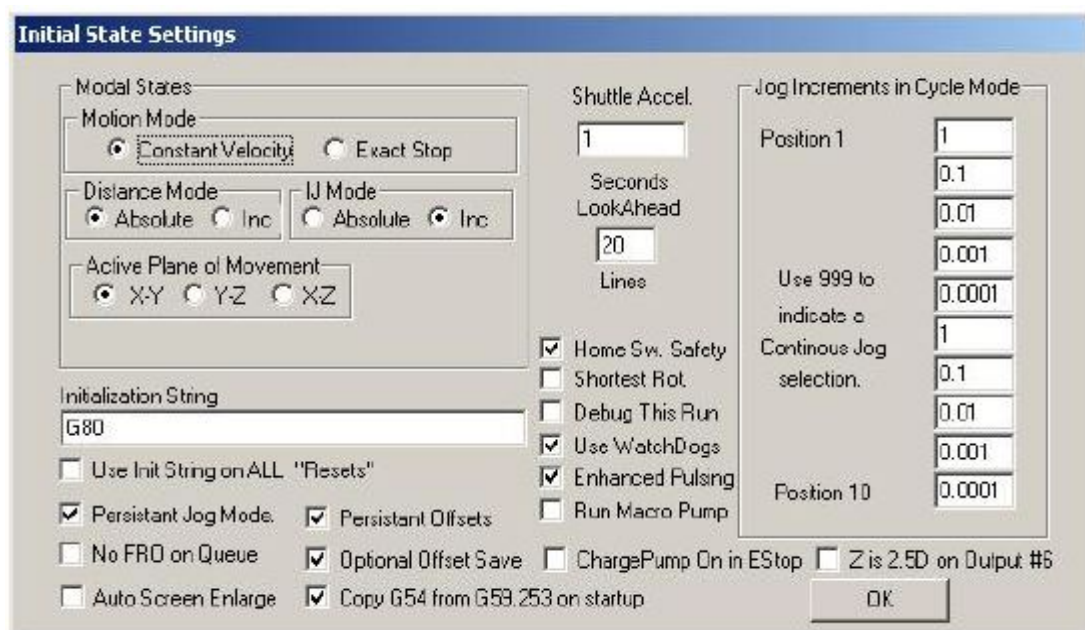


Рисунок 8.4 – Начальные штатные конфигурации

В Меню *Конфигурации>Штатные (Config>State)* открывается диалог, который позволяет определить режимы, которые включаются при запуске Mach3 (начальные штатные установки). Он показан на рисунке 8.4.

Режим перемещения (Motion mode): *Постоянная Скорость (Constant velocity)* задается командой G64, *Точный Стоп (Exact Stop)* задается командой G61. За подробностями отправляйтесь в параграф *Постоянная скорость и Точный останов*. Для токарного станка режим Точного останова обычно не применяется.

Дистанц.режим (Distance mode): *Абсолютный режим (Absolute)* задается кодом G90, *Относительный (Inc)* – задается кодом G91.

Активная плоскость (Active plane): Плоскость всегда должна быть X-Z. Она задается кодом G18.

I/J режим (I/J Mode): Вы можете выбрать один из двух способов задания I и J при движении по дуге. Это сделано для совместимости с различными САМ постпроцессорами и для эмуляции других контроллеров станка. В *Относительном IJ* режиме I и J (их центральная точка) интерпретируются относительно начальной точки данной дуги. Это совместимо с NIST EMC. В режиме *Абсолютных IJ*, I и J являются координатами центра в текущей координатной системе (т.е. с учетом применения коррекций рабочих, на инструмент и переносов нуля по G52/G92). Если круг не может правильно отобразиться или неправильно выполняется при работе, тогда установленный в этом диалоге режим IJ не совместим с созданной Вами Управляющей Программой (УП).

Ошибка в этих настройках - это самая частая причина вопросов от пользователей, которые пытаются обрабатывать по окружности.

Строка инициализации (Initialisation String): набор правильных G-кодов для задания желаемого начального положения Mach3 при запуске. Они применяются, после того как значения введены, так что могут заглушить их. Используйте эту возможность, когда возможно, для избежания путаницы. Если отмечено *Использовать строку иниц.для всех "СБРОСов" (Use Init on ALL "Resets")*, то эти коды будут применены каждый раз как Mach3 будет сброшена - например после EStop.

Другие отмечаемые окошки:

Закрепить режим переезда (Persistent Jog Mode) - если отмечено, будет запоминаться выбранный Вами режим Переезда для последующего запуска Mach3Turn.

Не корректировать подачу, пока выполн.команды (No FRO on Queue), если отмечено, задержит увеличение темпа Подачи при корректировках до тех пор, пока очередь команд, ожидающих выполнения, не опустеет. Это иногда необходимо во избежании превышения разрешенных скоростей или ускорений, когда процент корректировки Подачи (FRO) превышает 100%.

Автозаполнение экрана (Auto Screen Enlarge), если отмечено, это заставит Mach3 увеличивать любой экран программы и все объекты на нем, если он содержит меньше пикселей, чем текущий режим монитора, чтобы заполнить собой весь монитор.

Закрепить коррекции (Persistent Offsets) - если отмечено, будут сохраняться Рабочие коррекции и Коррекции инструмента в постоянных таблицах, которые Вы выбрали, для последующего запуска Mach3Turn. См. также следующий абзац.

Сохр.изменения в коррекциях (Optional Offset Save) - если отмечено, то это подтверждает, действительно ли Вы хотите сохранить изменения, запрошенные в *Закрепить коррекции*.

Копировать G54 из G59.253 при запуске (Copy G54 from G59.253 on startup) - если отмечено, будет проведена реинициализация значений коррекции G54 (т.е. Рабочей коррекции 1) из 253 значений рабочих коррекций при запуске Mach3. Отмечайте, если хотите установить G54, как фиксированную координатную систему (координатную систему станка), даже если предыдущий пользователь использовал другие значения и сохранил нестандартный набор значений. Обычно это очень удобно использовать в Mach3Turn.

Б/о переключателей Баз (Home Sw Safety), если отмечено, предотвратит движение по оси во время базирования, если переключатель База уже активен. Это нужно использовать, если все выключатели Баз расположены на концах осей.

Кратчайшее вращение (Shortest Rot), если отмечено, заставляет любую роторную ось обращаться с данной позицией, как с углом по модулю 360 градусов, и двигаться по кратчайшему пути вращения к этой позиции.

Отладочное выполнение (Debug this run), только для тестирования системы. Пока не устойчиво.

Использовать защиту (Use Watchdogs), если отмечено, подразумевается, что триггеры и EStop в Mach3 вероятно функционируют неправильно. Возможно придется выключить опцию, если у вас случаются неожиданные срабатывания EStop на медленных компьютерах при таких операциях, как, например, выполнение работ с Мастерами.

Использовать МакроПодкачку (Use MacroPump). Должно быть не активизировано, за исключением систем со специальным управлением, контролируемым специальным макросом MacroPump.mls.

Расширение импульса (Enhanced Pulsing), если отмечено, обеспечит лучшую точность временных импульсов (и улучшит плавность шаговых двигателей) за счет использования дополнительного процессорного времени. Вы должны выбирать эту опцию, если используете процессор с частотой 1,2 ГГц или выше.

Включ. Генератор подкачки при нажатии Estop (Charge pump On in Estop) дает непрерывный выход на пине charge pump. Если Вы используете charge pump для активизации/деактивизации приводов осей, то Вы должны оставить окошко не помеченным.

Z в 2,5D на выходе №6 (Z is 2.5D on output #6), не применяется в Mach3Turn.

Приращения переезда в Режиме Цикла (Jog Increments in Cycle Mode): Кнопка *Шаг переезда (Cycle Jog Step)* на экранах программы будет перебирать при нажатии циклически значения из этого списка. Это удобнее, чем набивать вручную значения шага в окошке ЦИ. Для режима *Постоянного перемещения (Cont Jog)* введен специальный код 999.

8.1.5 Прочие логические конфигурации

Функции из диалога Меню *Конфигурации>Логические (Config>Logic)* (см. рисунок 8.5) представлены ниже.

G20/G21 управление (G20/G21 Control): Если помечено галкой *Блокировать ЦИ для ввода единиц (Lock DROs to set up units)*, то даже несмотря на то, что G20 и G21 будут задаваться в УП после адресов X, Y и Z и др. (дюймы или миллиметры), окна ЦИ всегда будут отображать значения в Единицах установленных системой.

Смена инструмента (Tool change): Запрос смены инструмента M6 может быть проигнорирован или использован для вызова макроса M6. Если отмечена Автоматическая Смена Инструмента то макрос НачалоM6/ОкончаниеM6 будет вызван, но *Пуск (Cycle Start)* не придется нажимать ни на одном из этапов.

Закрепить Цифровую Индикацию (Persistent DROs), если отмечено, тогда ЦИ осей при запуске будут принимать те же значения, что были при закрытии Mach3. Обратите внимание, что физическое положение осей вряд ли будет сохранено, если станок обесточить, особенно с микрошаговым приводом.

Блокировать контроль погрешностей (Disable Gouge/Concavity checks), если не отмечено, то во время использования коррекций на инструмент (G41 и G42), Mach3 проверит не слишком ли велик диаметр инструмента для вырезания "внутренних углов" без погрешностей. Отметьте для отключения предупреждения.

Устранение интервалов/Индекс устранения (Debounce interval/Index Debounce): Правильно ли число импульсов Mach3, которые переключатель должен стабильно перенести, для того чтобы их засчитали. Так для системы работающей на 35,000 Гц, 100 даст 3-х миллисекундное устранение ($100/35000=0.0029$ сек). Индекс-пульс и другие вводы имеют независимые настройки.

M01 Control: Если помечено, то настройка по умолчанию для «Дополнительного останова» ("Optional Stop") будет включена на ноль. Кнопка при желании может быть добавлена на экран программы, см. документ *Customizing wkl*.

Конец программы или M30 (Program end or M30): определяет действия, предпринимаемые при окончании УП или «перемотке» ее к началу. Отметьте нужные пункты. **Предупреждение:** перед тем как отмечать отмену коррекций и выполнение G92.1 нужно абсолютно точно представлять себе как работают эти функции, иначе может оказаться, что текущее положение сильно отличается от того, которое Вы ожидали увидеть после окончания программы.

Угловые параметры (Angular properties): Обычно не используется в Mach3Turn. Ось, определенная как угловая, измеряется в градусах (т. е. коды в УП G20/G21 не меняют интерпретацию значений при адресах A, B, C).

Программная безопасность (Program safety): Когда отмечено, Ввод #1 назначается для охранных целей и блокировок.

Редактор (Editor): Имя исполняемого файла, вызываемого нажатием кнопки редактирования G-кода. Кнопка Обзор позволяет найти подходящий файл (например, C:\windows\notepad.exe).

Серийный выход (Serial output): Определяет номер COM порта, используемого как серийный выход и контроля скорости двоичной передачи вывода. Этот порт может быть вписан из VB скрипта в макрос и может использоваться для управления специальными возможностями станка (например, LCD дисплей, магазин инструмента, крепеж по осям, конвейер стружки и т.п.). Не применяется для контроля скорости двоичной передачи устройства ModBus.

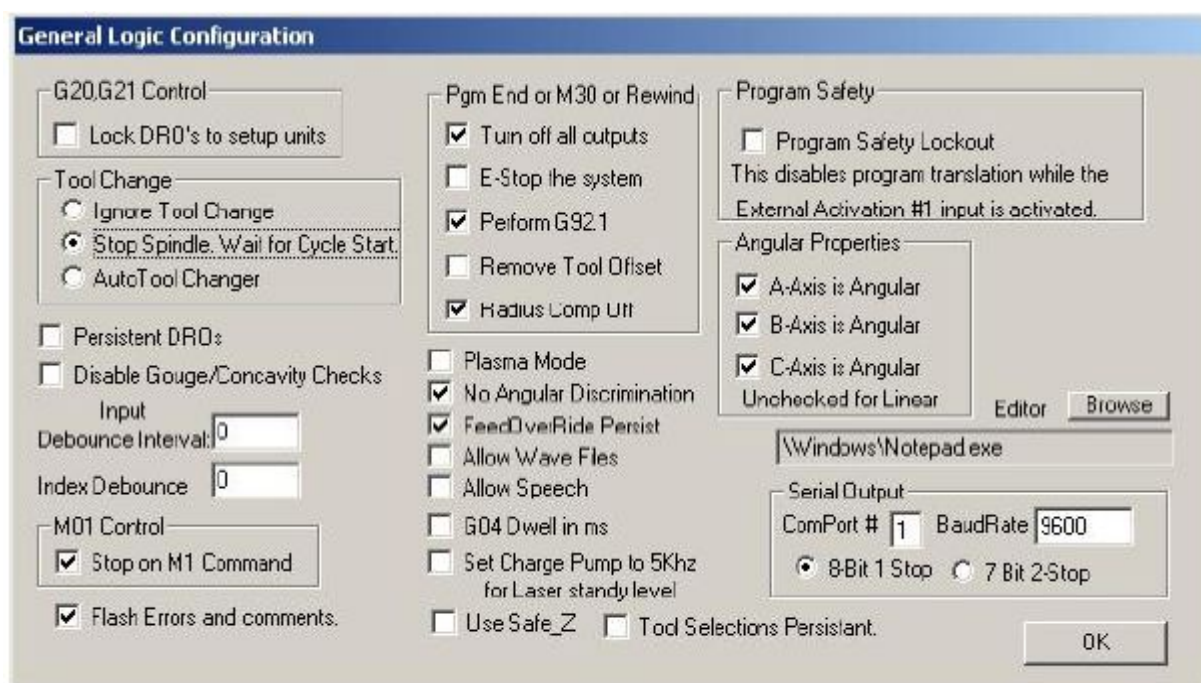


Рисунок 8.5 – Диалог Логических конфигураций

Другие отмечаемые окошки (чекбоксы):

Режим Плазма (Plasma Mode), Не применяется в Mach3Turn.

Нет углового дискриминанта (No Angular Discrimination): Это также релевантно работе с постоянной скоростью. Когда не отмечено, Mach3 будет расценивать изменения направления, угол которых превышает заданное в окне ЦИ *Предел угла (Angular Limit)* значение, как точный останов (даже если задан режим ПС) чтобы избежать чрезмерного скругления углов. Всё, что касается режима Постоянной Скорости, дано в Главе 10.

Устойчивость к корректировкам подачи (FeedOverride Persists), если помечено галкой, то выбранная корректировка подачи будет сохраняться от изменений до конца выполнения УП.

Разрешить Wave файлы (Allow Wave files), если отмечено, позволяет проигрывать звуковые файлы Windows.WAV в Mach3. Это можно использовать например, для сигнализации об ошибках или необходимости обратить внимание на станок.

Разрешить речь (Allow Speech), если отмечено, позволяет Mach3 использовать Microsoft Speech Agent для системных сообщений и текста помощи. Смотрите Настройки Речи в Панели Управления Windows для выбора используемого голоса, скорости речи и пр.

G04задержка в миллисекундах (G04 Dwell param in Milliseconds), если отмечено, то команда G4 5000 даст задержку длительностью в 5 секунд. Если управление не отмечено, то это дает задержку длительностью в 1 час 23 минуты 20 секунд!

Установить Генер.Подкачки на 5кГц для устойч.уровня лазера (Set charge pump to 5kHz for laser standby level), Не применяется в Mach3Turn.

Использовать б/о Z (Use Safe_Z), Не применяется в Mach3Turn.

Сохранять выбранный инструмент (Tool Selections Persistent), если отмечено, при закрытии Mach3Turn выбранный инструмент запоминается.

8.2 Как сохраняется информация Профиля

При запуске Mach3.exe Вас спросят, какой файл Профиля использовать. Они обычно находятся в папке Mach3 и имеют расширение .XML. Вы можете просмотреть и распечатать содержание файлов профиля с помощью Internet Explorer (так как .XML это язык разметки веб-страниц)

Ярлыки создаются инсталлятором таким образом, чтобы запускать определенный профиль Фрезеровка (Mill) или Точение (Turn). Вы можете создать собственные ярлыки, каждый для определенного Профиля, так один компьютер может управлять различными видами станков.

Это полезно если у Вас несколько станков, и они требуют разных значений для настройки двигателей или имеют различную организацию концевиков и выключателей баз.

Можно запустить Mach3.exe и выбрать что-то из списка доступных профилей или создать ярлык специально для своего профиля.

В ярлыке загружаемый профиль указывается аргументом "/p" в поле "Объект" свойств ярлыка. Как пример можете просмотреть свойства ярлыка Mach3Mill. Это можно сделать, например, кликнув правой кнопкой мыши по ярлыку, и выбрать пункт Свойства в меню.

.XML файл профиля **можно** редактировать внешним редактором, но мы **настоятельно** рекомендуем не делать этого, если Вы точно не знаете, что обозначает каждое из значений, так как некоторые пользователи получали очень странное поведение станка из-за неправильного формата файла. Заметьте, что некоторые тэги создаются только, когда значение по умолчанию изменяется посредством меню Mach3. **Намного безопаснее использовать меню Конфигурации программы для изменения XML профиля.**

Примечание: Если Вы создадите свой собственный профиль, Вам надо будет убедиться, что соответствующий макро файл был скопирован в папку C:\Mach3\Macros*имя профиля*.

9. Компенсация радиуса режущей кромки резца

Компенсация радиуса режущей кромки резца – опция Mach3, находящаяся в настоящий момент в стадии развития. Многие CAD/CAM программы используют введенный Вами профиль резца для составления Управляющей Программы по созданному Вами маршруту с учетом формы режущего окончания инструмента. По этому рекомендуется для расчета сложных траекторий маршрута с учетом коррекций пользоваться специализированными CAD/CAM приложениями.

9.1 Предисловие к описанию компенсации

Как мы знаем, Mach1 управляет перемещением Контрольной точки. Рисунок 9.1 показывает остро заточенный инструмент при обработке диаметра, конуса и торца.

Если мы используем резец с вращающейся круглой режущей пластиной (скажем, с радиусом 3 мм, по типу пальчиковой фрезы с диаметром 6 мм), отцентрованный в УП по центру режущей пластины, то получаемый при обработке диаметр будет меньше необходимого нам (позиция А на рисунке 9.2). Это может быть исправлено добавлением 3 мм к координате X программно (конечно, в Режиме диаметра - это 6 мм). Плоскость торца также не верна на эти же 3 мм, так что к координате Z надо тоже добавить 3 мм. Эти изменения, разумеется, надо делать путем ввода величины 3 мм в столбцы Xкоррекция (X Offset) и Zкоррекция (Z Offset) в Таблице инструмента для текущего резца.

Это значит, что резец будет резать так, как показано на примере резцов В и D на рисунке 9.2. Здесь, однако, получается проблема с резцом в позиции С, который должен резать конус. Центр режущей части резца находится на расстоянии 4,24 мм от нужной линии реза (т. е. гипотенуза прямоугольного треугольника со сторонами 3 мм). Он конечно, должен находиться на расстоянии 3 мм.

Если Mach3 знает угол конуса, то легко рассчитывает стороны треугольника,

чтобы получить гипотенузу, отстоящую от заготовки на 3 мм. На рисунке 9.3 показан конус с углом в 60 градусов и некоторые другие сложные

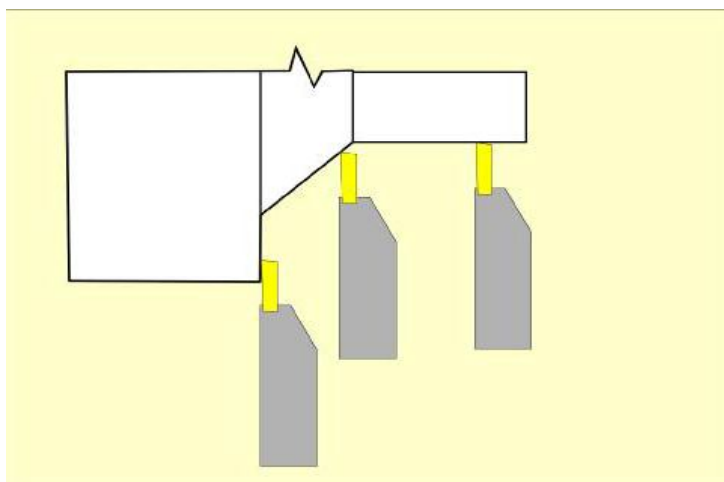


Рисунок 9.1 – Точение «острым резцом»

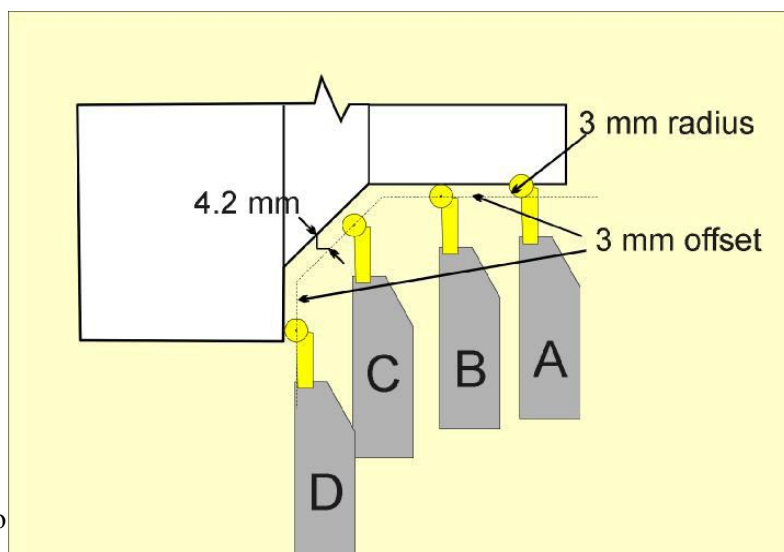


Рисунок 9.2 – Смещение маршрута обработки на радиус пластины

профили. Инструмент в позиции А имеет коррекцию 2,6 мм по оси Z ($3 \times \sin(60)$) и коррекцию в 1,5 мм по оси X ($3 \times \cos(60)$), давая гипотенузу на 3 мм.

Имеются, однако, сложности, когда инструмент находится в местах сопряжений линий маршрута обработки. Что нужно знать программе, так это угол касательной линии. Это узнать несложно в местах сопряжения прямых, но непросто в таких положениях, как даны на позициях В и С, на криволинейных участках. Кривые могут реально увеличивать количество кадров G-кодов и Mach3 может только оценочно представлять, где резец будет касаться профиля.

Обычно эти расчеты выполняет Ваше CAD/CAM приложение. Это программное обеспечение имеет функции просчета сложных контуров, в то время как Mach3 работает только с небольшими участками маршрутов.

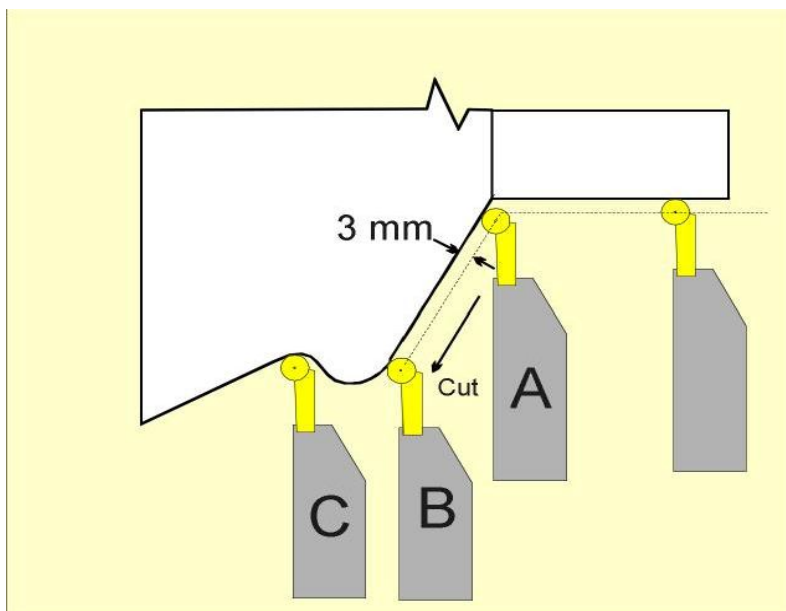


Рисунок 9.3 – Контакт инструмента с деталью под разным углом

Если Вы вручную пишете УП G-кодов или пользуетесь Мастером, то это приводит обычно к хорошим результатам.

9.2 Как определяются коррекции

Когда Вы устанавливаете коррекции по X и по Z для инструмента, Вы задаете Расчетную точку резания.

Tool	Description	Tip Dia...	Tip Ra...	X Offset	Z Offset	X Wear	Z Wear	Turret...
0	Ref. Tool	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	Roughing	0.0000	0.4000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Thread	0.0000	0.0000	2.5600	6.540...	0.2000	0.0000	0.0000
3	Part	0.0000	0.0000	-4.6000	1.5000	0.3000	0.0000	0.0000
4	Profile 2	0.0000	0.0000	3.15	-3.4	0.0000	0.0000	0.0000
5	Finishing	0.0000	0.1000	2.4400	-2.1000	0.0000	0.0000	0.0000

Рисунок 9.4 – Направление режущей кромок в таблице инструмента

Чтобы выполнить коррекцию на радиус режущей кромки инструмента, Mach3 нужно знать радиус касания и, где находится центр этого радиуса. Центр, конечно, легко рассчитывается по радиусу и Расчетной точке резания, при условии, что Mach3 знает направление, в которое будет ориентирован инструмент, когда будут задаваться коррекции. Это направление задается в столбце *Направление режущей кромки (Tip Direction)* Таблицы инструментов - см. рисунок 9.4.

В примере на рисунке 9.3 мы будем производить коррекцию влево, при резании в направлении от задней бабки к патрону станка и с резцом в переднем резцедержателе, как показано стрелкой.

Рисунок 9.5 показывает расположение в работе резцов, зажатых в переднем резцедержателе, а рисунок 9.6, для сравнения, - в заднем резцедержателе.

Компенсационные смещения включаются кодами G41 или G42. Код G41 - коррекция слева, а код G42 - коррекция справа. Код G40 отключает коррекции на радиус инструмента.

G41 и G42 учитывают радиус носика инструмента и направление для текущего инструмента, если задан параметр D. Если задан параметр D, то его значение - индексный номер в Таблице инструмента, который определяет радиус и направление.

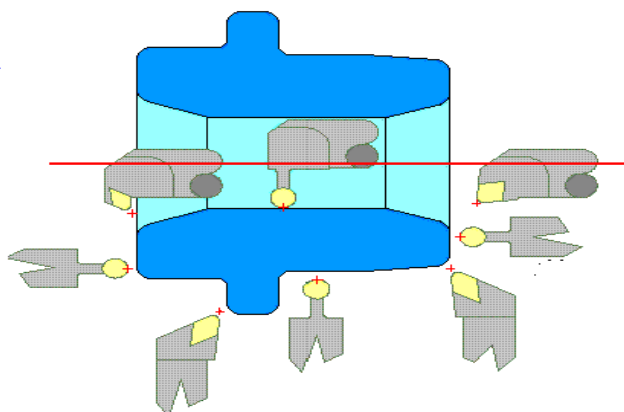


Рисунок 9.5 – Передний резцедержатель

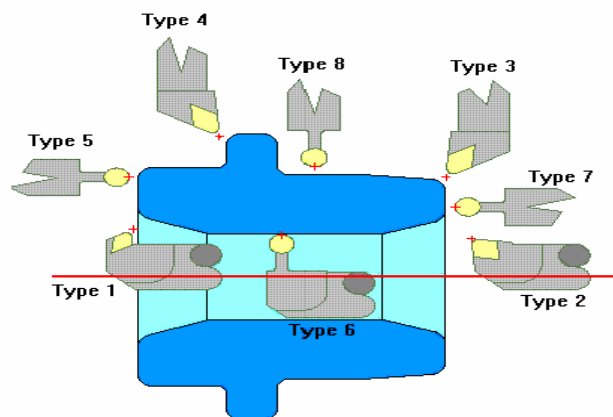


Рисунок 9.6 – Задний резцедержатель

9.3 Потенциальные трудности

Очевидно, что инструмент переместится в новое положение, после того, как Вы включите коррекцию кодом G41 или кодом G42. Вы должны побеспокоиться, чтобы при этом инструмент находился не вплотную к заготовке. Безопасное расстояние для инструмента - это двойное значение радиуса режущей пластины инструмента по оси Z и четыре ее диаметра от продольной поверхности заготовки.

Иногда, когда происходит смена направления резания в углах траектории обработки, Вам надо менять направление коррекции с правой на левую, или наоборот. Вы должны быть уверены, что не сломаете инструмент об заготовку, когда будете производить такие изменения в траектории и коррекциях.

10. Язык G- и M-кодов в Mach3

Эта глава определяет язык (G-коды и пр.), понимаемый и интерпретируемый Mach3Turn, для осуществления управления станком.

Описание ориентировано на использование в токарной обработке (в основном для двух осей), но Mach3Turn и Mach3Mill имеют общие принципы в кодах, так что многие функции профиля Mill используются на токарных станках. С вопросами о конкретном приложении описанного обращайтесь в ArtSoft Corporation.

Информация о неиспользуемых в профиле осях иногда для полноты включается в данное описание.

10.1 Некоторые термины и определения

10.1.1 Линейные оси

Оси X и Z формируются, как ортогональные линейные оси стандартной прямоугольной декартовой правосторонней координатной системы (направление оси Y в профиле обычно не важно). Положение рабочего механизма станка выражается в значениях по этим осям. Шпиндель и опционально задняя бабка устанавливаются параллельно оси Z. Линия центров обычно принимается за X=0.0.

10.1.2 Масштабирование

Имеется возможность задавать коэффициент масштабирования для каждой оси. При вводе масштаба меняются значения параметров X, Z, I, K и R. Это позволяет изменять размер получаемой в результате обработки детали и задавать зеркальную обработку, путем ввода отрицательного значения коэффициента масштабирования.

Масштабирование – как и расчет подачи, приоритетная операция в процессе вычислений программы, и она базируется на действующих коэффициентах масштабирования.

Коррективы, сохраненные в таблицах инструмента и рабочих коррекций не подвержены масштабированию. Масштабирование, конечно, работает в конкретных условиях и при существующих настройках непрерывно (скажем, при использовании G10).

10.1.3 Контрольная точка

Контрольная точка – это воображаемая точка, положение и скорость перемещения которой управляются программой. Команды, типа G00 и G01, параметрами X и Z задают новое положение контрольной точки и окна Цифровой индикации (ЦИ) отображают его.

10.1.4 Согласованность линейных перемещений

Перемещая инструмент по определенному маршруту, система станка должна четко координировать движение по различным осям. Мы используем термин «согласованность линейных перемещений» описывая ситуацию, в которой, номинально, каждая ось движется с постоянной скоростью, и все оси

движутся одновременно из своей стартовой точки в конечную точку своего маршрута. Движение производится в виде прямой линии, поэтому термин «линейные» оправдан. При реальном перемещении, вообще, не возможно поддерживать скорость постоянной, потому что в начале и/или в конце движения необходимо производить ускорение или замедление. Тем не менее, это выполнимо, так как управление осями производится так, что каждая ось находится в пропорциональной зависимости от состояния других осей. Такой тип перемещения называется согласованным или скоординированным линейным перемещением.

Согласованность линейных перемещений выполняется и при преваливании подачи и для ускоренных переездов. Если физические ограничения для оси не позволяют добиться желаемой скорости, перемещения по всем осям будут замедлены, пропорционально скорости данной оси.

10.1.5 Подача

Скорость, с которой контрольная точка или ось перемещается, это номинально устойчивая скорость, темп которой задается пользователем. Программный интерпретатор, если применен режим G93, так представляет значение подачи:

~ Для движения по одной или нескольким линейным осям (X, Z), подача означает единицу длины в минуту вдоль запрограммированного линейного по XY маршрута

10.1.6 Движение по дуге

Пара линейных осей (XY) может управлять движением по круговым дугам в плоскости этой пары дуг.

Подача для движения по дугам описывалась выше в сведениях о Подаче.

10.1.7 Охлаждение

Включения охлаждения жидкостным и газообразным агентом могут осуществляться независимо друг от друга. Выключаются они вместе.

10.1.8 Задержка

Станочные системы могут управлять функцией Задержки (т.е. временно останавливать все осевые перемещения) для заданных отрезков времени. Наиболее общее использование задержки, это задержка для ломки и удаления стружки или для набора шпинделем скорости. Единицы, в которых измеряется задержка, это секунды или миллисекунды, устанавливаемые в Меню Конфигурации>Логические (Configure>Logic).

10.1.9 Единицы

Единицы, используемые для значений дистанций вдоль осей X и Z могут измеряться в миллиметрах или дюймах. Единицы для других устройств станка не могут быть изменены. Другие устройства станочной системы могут использовать специфические единицы. Скорость шпинделя измеряется в оборотах в минуту. Подача выражается в длине текущих единиц в минуту, как описывалось выше.

Предупреждение: Мы советуем Вам очень тщательно контролировать системные сообщения при смене единиц, когда коррекции на инструмент и рабочие коррекции загружены в таблицы и активны при выполнении УП.

10.1.10 Текущее положение

Контрольная точка всегда находится в некоторой позиции, которая называется «текущее положение», и Mach3 всегда знает, где это. Положение контрольной точки может измениться, если происходили следующие события:

- ~ Изменены единицы (но прочтите предупреждение выше)
- ~ Длина инструмента изменена
- ~ Проведена коррекция (смещение) Координатной системы.

10.1.11 Выбор плоскости

Выбор плоскости происходит всегда при изменении между XZ-плоскостью станочной системы.

10.1.12 Таблица инструмента

В каждом слоте Таблицы инструмента ставится единица или ноль.

10.1.13 Смена инструмента

Mach3 позволяет Вам применять процедуру автоматической смены инструмента, используя макросы, или заменять, если требуется, инструмент вручную.

10.1.14 Режимы управления маршрутом

Станочная система может функционировать в одном из двух режимах управления маршрутом: (1) в режиме точного останова, (2) в режиме постоянной скорости. В режиме Точного Остановки станок корректно останавливается в конце каждого запрограммированного движения. В режиме Постоянной Скорости острые углы маршрута могут слегка скругляться, чтобы сохранялась неизменной скорость подачи. Данные методы позволяют пользователю определиться в компромиссе, ведь известно, что реальный станок движется с ускорением, вследствие инерции механизмов.

Точный останов делает следующее. Станок приходит в положение покоя при каждой смене направления и, как следствие, точно выполняет команды УП маршрута.

Постоянная скорость уравнивает ускорение при изменении направления маршрута соответствующим замедлением, сохраняя заданную скорость подачи. Это скругляет некоторые углы, но убыстряет и делает более гладким резание (обработку). Это особенно важно для маршрутизаторов и плазменных резаков.

Чем ниже ускорение осей станка, тем больше радиус скругления углов.

Имеется также возможность задавать некий предельный угол, так, что изменение в направлении больше чем этот угол, всегда будет переводить систему в режим Точного Останова, даже если выбран был режим Постоянной Скорости. Это позволяет мягкие углы делать гладкими, но предотвращать излишнее скругление острых углов даже на станках с низким ускорением по одной или нескольким осям. Эта опция врядли применима на токарных станках.

10. Взаимодействие с программным интерпретатором

Стандартные экраны (скринсеты) программы не содержат органы управления всеми описанными здесь функциями, но могут быть помещены на специальные (заказные) экраны. См. *Mach3 Customization wiki*.

10.2.1 Блокировка корректирования Поддачи и Скорости

Mach3 командует включением (M48) и выключением (M49) органов корректировки поддачи и скорости. Это полезно для блокировки этих переключателей для некоторых операций станка. Смысл в том, чтобы оптимальные настройки (по мнению программиста), включенные в Управляющую Программу, не могли быть изменены оператором станка.

10.2.2 Опция «Block Delete»

Если опция «Block delete» включена, кадры (строки УП), начинающиеся со знака слэш «/», не будут выполняться. Если ее выключить, эти кадры будут нормально выполняться.

10.2.3 Дополнительный программируемый останов

Опция Дополнительный программируемый останов (см. *Конфигурации>Логические*) работает следующим образом. Если опция активна и кадр УП содержит код M1, программа выполнит останов после выполнения последней команды кадра. Продолжить выполнение УП можно нажатием кнопки *Start (Cycle Start)*.

10.3 База данных инструмента

Mach3 сохраняет данные инструмента для каждого из возможных 256 инструментов, которые можно использовать.

Каждая строка данных содержит параметры одного инструмента. Здесь задают форму оконечника (tip shape) инструмента, коррекции (offsets) и радиус (radius).

10.4 Язык Управляющей Программы

10.4.1 Обзор

Язык применяется в строках с кодами. Каждая строка (в русском ЧПУ она называется «кадр») может включать различного вида команды для управления станочной системой. Кадры с кодами могут быть собраны в файл, в русском ЧПУ традиционно называемый УП (Управляющая Программа). Типичный

кадр кодов начинается с номера кадра, далее идут один или несколько элементов кадра. Элемент кадра состоит из буквы и следующего за ним числа. Элемент кадра может представлять собой непосредственно команду или аргумент команды. Например, G1 X3 это правильный кадр, содержащий два элемента.. "G1" это команда, задающая движение по прямой с запрограммированной подачей, и "X3" обеспечивает значение аргумента (значение X должно быть равно 3 в конце движения). Большинство команд начинается буквой G или M (для General и Miscellaneous команд). Буква в этих командах называется "G код" и "M код".

Язык содержит две команды (M2 или M30), которые обычно завершают программу. Программа может быть завершена до окончания текста файла. Кадры УП, которые стоят после команды, завершающей программу, не выполняются в ходе программы и обычно являются частью некоторой подпрограммы.

10.4.2 Параметры

Станочная система под Mach3 поддерживает массив из 10,320 цифровых параметров. Первые 1000 параметров не определены при загрузке Mach3, но они могут использоваться, как рабочие переменные в Управляющей программе (УП).

Parameter number	Meaning	Parameter number	Meaning
5161	G28 home X	5261	Work offset 3 X
5162	G28 home Y	5262	Work offset 3 Y
5163	G28 home Z	5263	Work offset 3 Z
5164	G28 home A	5264	Work offset 3 A
5165	G28 home B	5265	Work offset 3 B
5166	G28 home C	5266	Work offset 3 C
5181	G30 home X	5281	Work offset 4 X
5182	G30 home Y	5282	Work offset 4 Y
5183	G30 home Z	5283	Work offset 4 Z
5184	G30 home A	5284	Work offset 4 A
5185	G30 home B	5285	Work offset 4 B
5186	G30 home C	5286	Work offset 4 C
5191	Scale X	5301	Work offset 5 X
5192	Scale Y	5302	Work offset 5 Y
5193	Scale Z	5303	Work offset 5 Z
5194	Scale A	5304	Work offset 5 A
5195	Scale B	5305	Work offset 5 B
5196	Scale C	5306	Work offset 5 C
5211	G92 offset X	5321	Work offset 6 X
5212	G92 offset Y	5322	Work offset 6 Y
5213	G92 offset Z	5323	Work offset 6 Z
5214	G92 offset A	5324	Work offset 6 A
5215	G92 offset B	5325	Work offset 6 B
5216	G92 offset C	5326	Work offset 6 C
5220	Current Work offset number		
5221			<i>And so on every 20 values until</i>
5222	Work offset 1 X		
5223	Work offset 1 Y		
5224	Work offset 1 Z	10281	Work offset 254 X
5225	Work offset 1 A	10282	Work offset 254 Y
5226	Work offset 1 B	10283	Work offset 254 Z
5241	Work offset 1 C	10284	Work offset 254 A
5242	Work offset 2 X	10285	Work offset 254 B
5243	Work offset 2 Y	10286	Work offset 254 C
5244	Work offset 2 Z	10301	Work offset 255 X
5245	Work offset 2 A	10302	Work offset 255 Y
5246	Work offset 2 B	10303	Work offset 255 Z
	Work offset C	10304	Work offset 255 A
		10305	Work offset 255 B
		10306	Work offset 255 C

Рисунок 10.1 – Параметры, определенные для системы

10.4.3 Координатные системы

Станочная система может находиться в Абсолютной системе координат и имеет 254 рабочих коррекций (смещений, относительно Абсолютной системы координат).

Вы можете настроить коррекцию инструмента посредством G10 L1 P~ X~ Z~. Буква P определяет номер инструмента.

Вы можете настроить коррекцию – смещение координатной системы посредством G10 L2 P~ X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ Буква P определяет номер коррекции. Буквы X, Y, Z и т. д. - это координаты для исходных осей в условиях Абсолютной системы координат. Заметьте, что рабочие коррекции G54 и G55 используются на покупных системах для задания дистанции между передним и задним резцедержателем, поэтому не должны иначе использоваться пользователем.

Вы можете выбрать одну из первых рабочих коррекций, используя G54, G55, G56, G57, G58, G59. Остальные 255 рабочих коррекций могут быть выбраны посредством G59 P~ (например G59 P23 означает, что выбрана коррекция 23). Абсолютная координатная система может быть выбрана кодом G59 P0.

Вы можете смещать текущую координатную систему, используя коды G52, G92 или G92.3. В этом случае, данная коррекция будет первой среди других рабочих коррекций. Эту коррекцию можно отменить при помощи кодов G92.1 или G92.2.

Вы можете перемещаться прямым доступом к Абсолютным координатам станка, используя код G53 и команду G00 или G01.

10.5 Формат кадра

Допустимые коды для ввода в кадр состоят из нижеследующего в этом порядке и с ограничением на число знаков (для данной версии – 256), допустимых в одном кадре:

- ~ необязательный знак «block delete» - слэш "/",
- ~ необязательный номер кадра,
- ~ любое количество элементов, установочных параметров и комментариев,
- ~ отметка завершения кадра (возвращение или значение подачи).

Другие вводные данные явно не позволены и потому неприемлемы и дают повод программному интерпретатору сообщить об ошибке или игнорировать данный кадр.

Пробелы и табуляции допустимы в любых кадрах кодов и не вносят в них никаких изменений, за исключением этих вещей в комментариях. Такие, несколько странно выглядящие кадры, все равно допустимы. Для примера, кадр g0x +0. 12 34y 7 эквивалентен кадру g0 x+0.1234 y7

Пустые строки - допустимы. Они, просто, игнорируются.

Заглавные буквы или строчные – не важно, за исключением комментариев, и нормально воспринимаются программой.

10.5.1 Номер кадра

Номер кадра – это буква N и следующее за ней целое число между 0 и 99999, написанное не более чем пятью знаками (000009, например, это неверное значение). Номер кадра может повторяться по ходу

программы или использоваться в разной последовательности, хотя, по-хорошему, надо стараться этого избегать. Номер кадра не обязателен к использованию, но если он присутствует, то должен находиться в кадре строго на своем месте.

Адрес	Значение
A	Ось A станка
B	Ось B станка
C	Ось C станка
D	Номер компенсации на радиус инструмента
F	Скорость подачи (темп подачи)
G	Подготовительная функция (см. таблицу 5)
H	Индекс поправки на длину инструмента
I	Параметр круговой интерполяции по оси X; Коррекция по оси X в постоянном цикле G87
J	Параметр круговой интерполяции по оси Y; Коррекция по оси Y в постоянном цикле G87
K	Параметр круговой интерполяции по оси Z; Коррекция по оси Z в постоянном цикле G87
L	Число повторений в постоянных циклах и подпрограммах; Параметр при использовании G10
M	Вспомогательная функция (см. таблицу 7)
N	Номер кадра (строки в УП)
O	Метка номера подпрограммы
P	Время задержки в постоянных циклах; Длительность задержки при использовании G4; Параметр при использовании G10
Q	Величина шага сверления в постоянном цикле G83; Число повторений подпрограмм
R	Радиус круговой интерполяции; Коорд. по Z опорного уровня в постоянных циклах
S	Обороты шпинделя
T	Выбор инструмента
U	Синоним адреса A
V	Синоним адреса B
W	Синоним адреса C
X	Ось X станка
Y	Ось Y станка
Z	Ось Z станка

Рисунок 10.2 Значение буквенных адресов в УП

10.5.2 Метка подпрограммы

Метка подпрограммы – это буква O и следующее за ней целое число между 0 и 99999, написанное не более чем пятью знаками (000009, например, это неверное значение).

Метки подпрограммы могут использоваться в любом порядке, но должны иметь каждая своё уникальное значение. Нарушение этого правила в сообщениях об ошибках упоминаться не будет. Ничего, кроме комментариев, не должно быть написано в кадре с меткой подпрограммы. Заметьте, что номера кадров в данном релизе не разрешены.

10.5.3 Элементы кадра

Элемент кадра – это буква (адрес), кроме упомянутых N и O, и следующее за ней действительное значение.

Элемент кадра может начинаться с адресов, показанных на рисунке 10.2. Таблица включает для полноты и N и O, хотя, как указывалось выше, номера кадров не являются полноценными элементами кадра. Некоторые буквы (I, J, K, L, P, R) могут иметь разное значение в различном контексте.

Действительное значение – это некоторая группа символов, которые могут обрабатываться программой, как число. Действительное значение может быть явным числом (таким, как 341 или -0.8807), значением параметра, выражением, или значением унарной функции. Объяснение этих характеристик следует ниже.

Обработка символов до значения числа здесь называется «оценкой». Действительные числа оценивают себя сами.

10.5.3.1 Число

Следующие правила используются для (действительных) чисел. В этих правилах цифра – это одиночный символ между 0 и 9.

- ~ Число состоит из (1) сопровождаемого необязательного знака плюс или минус, (2) некоторого количества нулей, (3) одной десятичной запятой, (4) некоторого количества нулей – при условии, что они сопровождаются хотя бы одним натуральным числом.
- ~ Бывает два типа чисел: целые и дробные. Дробные числа содержат десятичную запятую, целые - не содержат.
- ~ Числа могут состоять из любого количества цифр, ограниченного только длиной кадра. Обработаны могут быть только семнадцать значимых цифр числа (но этого, наверняка, будет достаточно).
- ~ Число не равно нулю, которое не предваряется знаком плюс или минус, принимается за положительное число.

Заметьте в начале числа (перед десятичной запятой и первой натуральной цифрой) и в конце (после десятичной запятой и последней натуральной цифрой) ставить ноль необязательно. Число начинающееся на ноль и заканчивающееся на ноль (после запятой), равнозначно числу, не содержащему этих нулей.

Числа, используемые для некоторых специфических целей Mach3, часто имеют некоторые ограничения по величине или находятся в некоторой области значений. Для многих целей, десятичная

запятая должна закрывать целое число; должно включаться значение адреса (для параметров и чисел с повторяющимися циклически знаками, для примера). Десятичный знак, закрывающий целое число имеет погрешность, которой пренебрегают, чтобы считать число целым, находится в пределах 0.0001.

10.5.3.2 Установочный параметр

Значение параметра – это хэш символ #, сопровождаемый действительным значением. Действительное значение должно оцениваться, как целое число между 1 и 10320. Целое число – это номер параметра, и величина значения параметра есть какое-либо число, сохраненное в пронумерованном параметре.

Символ # имеет приоритет выполнения над другими операциями, так что, например, #1+2 означает, что 2 добавляется к параметру 1, а не параметр равен 3. А вот #[1+2] означает параметр 3. Символ # может повторяться, например, ##2 означает значение параметра, индекс которого есть целое значение параметра 2.

10.5.3.3 Выражения и бинарные функции

Выражения – это набор символов, начинающийся левой квадратной скобкой [, и заканчивающийся правой квадратной скобкой]. Между этими скобками помещаются числа, значения параметров, математические функции и другие выражения. Выражения могут оцениваться – вычисляться до получения результирующего числа. Выражение в кадре оценивается, когда кадр читается, прежде чем что-либо из кадра начнет выполняться. Вот пример выражения:

$$[1+\text{acos}[0]-[\#3**[4.0/2]]]$$

Бинарные функции имеют место только внутри выражений. Здесь определены девять бинарных функций. Среди них четыре основных математических функций: сложение (+), вычитание (-), умножение (*) и деление (/). Еще три логических функции: «учитывая, что» (OR), «не учитывая, что» (XOR), и логическое «и» (AND). Восьмая функция – функция модуля (MOD). Девятая функция - это функция "power" (**), перемещающая значение числа из левой локации в правую.

Бинарные функции поделены на три группы. Первая группа это: power. Вторая группа это: умножение, деление и модуль. Третья группа это: сложение, вычитание, логическое (or), логическое (xor) и логическое (and). Если функции в выражении собраны вместе (например, в выражении [2.0/3*1.5-5.5/11.0]), функции из первой группы будут выполняться первыми, за ними функции второй группы, потом – третьей. Если выражение содержит более одной функции из одной группы (например, / и *), функция слева будет выполняться первой. Таким образом, примерное выражение: [((2.0/3)*1.5)-(5.5/11.0)] упрощается до [1.0-0.5] и равно 0.5.

Логические функции и модуль обеспечиваются действительными числами, но только целыми. Число «ноль» эквивалентно логическому отрицанию, неравное нулю число – логическое принятие.

10.5.3.4 Значение унарных функций

Унарные функции, это, например, "ATAN", сопровождаемый выражением, отделенный от другого выражения (например, ATAN[2]/[1+3]) или любая другая функция, сопровождаемая выражением (например, SIN[90]). Унарные функции это: ABS (абсолютное значение), ACOS (арккосинус), ASIN (арксинус), ATAN (арктангенс), COS (косинус), EXP (e raised to the given power), FIX (округление в меньшую сторону), FUP (округление в большую сторону), LN (натуральный логарифм), ROUND (округление к ближайшему целому числу), SIN (синус), SQRT (квадратный корень) и TAN (тангенс).

Аргументы унарных функций для угловых расчетов (COS, SIN и TAN) задаются в градусах. Значения обратных тригонометрических функций (ACOS, ASIN и ATAN) также задаются в градусах.

Функция FIX округляет влево (менее положительное и более отрицательное значение) число в кадре, так что, например, $\text{FIX}[2.8]=2$ и $\text{FIX}[-2.8]=-3$. Функция FUP округляет вправо (более положительное и менее отрицательное значение) число в кадре, так что, например, $\text{FUP}[2.8]=3$ и $\text{FUP}[-2.8]=-2$.

10.5.4 Установочные параметры

Установочные параметры – это четыре нижеследующих объекта:

- ~ символ номера #
- ~ действительное значение, которое есть целое число между 1 и 10320,
- ~ знак равенства = , и
- ~ действительное значение. Например, "#3 = 15" – это установочный параметр, означающий "установить параметр 3 на 15."

Установочные параметры не имеют силу, пока все параметры в этом кадре не будут найдены. Например, если параметр 3 был прежде настроен на 15 и кадр #3=6 G1 x#3 распознается интерпретатором, перемещение по прямой в точку, где x равно 15 будет осуществлено и значение параметра 3 будет 6.

10.5.5 Комментарии и сообщения

Печатные знаки и пробелы, заключенные в круглые скобки, являются комментариями. Левая скобка всегда означает начало комментария. Комментарий заканчивается на первой найденной квадратной скобке. Если в кадре появляется левая круглая скобка, то необходимо поместить в конец кадра соответствующую правую кнопку. Если в кадре имеется неправильный порядок расположения круглых скобок (вложенные комментарии), то это будет расцениваться, как ошибка. Вот пример строки, содержащей комментарий:

G80 M5 (останов движения)

Комментарии не требуют от станочной системы выполнения каких-либо действий.

Комментарии, содержащие тексты из заглавных букв, написанные после левой круглой скобки перед остальным текстом, являются сообщениями. Варианты сообщений, содержащие пробелы и строчные буквы, системой поддерживаются. Где необходимо, можно ставить запятую. Идущие следом слова и знаки являются сведениями для прочтения оператором станка. Сообщения высвечиваются на экранах программы в специально отведенной строке с пометкой «Ошибка» (Error).

10.5.6 Повторы объектов в кадре

Кадр может содержать любое количество команд с буквой (адресом) G, но два G-кода из одной модальной группы в одном кадре находиться не могут.

Кадр может не содержать команд с буквой (адресом) M. Два M-кода из одной модальной группы в одном кадре находиться не могут.

Для других допустимых букв (адресов) учитывайте, что в кадре может находиться только один элемент кадра, содержащий эту букву.

Если установочный параметр дважды написан в одном кадре (например, #3=15 #3=6), то выполняться будет последний. Хотя дважды устанавливать один и тот же параметр в одном кадре не имеет смысла, но программой это не запрещается.

Если в одном кадре содержится более одного комментария, будет использоваться только последний, остальные комментарии будут проигнорированы.

10.5.7 Порядок расположения объектов в кадре

Три типа объектов могут располагаться в любом месте кадра (как рассказано в начале этого параграфа) – это элементы, установочные параметры и комментарии. Эти три типа поделены на три группы по типу.

Объекты первой группы (элементы) могут располагаться в любом месте кадра, не меняя при этом его значения.

Расположение объектов второй группы (установочные параметры) не влияет на значение кадра, даже если один и тот же параметр упоминается более, чем один раз в одном кадре. В этом случае, только последнее задание параметра будет иметь эффект. Например, когда будет распознан кадр #3=15 #3=6, значение для параметра 3 будет установлено, равное 6. Если порядок изменить: #3=6 #3=15, то программный интерпретатор установит для 3 значение 15.

Если третья группа (комментарии) содержит более одного комментария, то использоваться будет только последний.

В одном кадре могут чередоваться все три группы объектов, сохраняя свои свойства размещения и чередования, и не меняя при этом значение кадра.

Например, кадр g40 g1 #3=15 (да, что там!) #4=-7.0 содержит пять объектов и их значение не изменится, если их расположить одним из 120 порядков расположения, скажем: #4=-7.0 g1#3=15 g40 и так далее.

10.5.8 Команды и режимы станка

Mach3 поддерживает большое количество команд, переводящих станочную систему из одного режима в другой, и этот режим действует, пока какая-либо команда не сменит его явным или неявным образом.

Такие команды называются «модальными». К примеру, если охлаждение включено, то оно будет работать, пока явным образом его не отключить. G коды для перемещений также являются модальными. Если, к примеру, в кадре задана команда G1 (движение по прямой), то ее действие будет распространяться и на все последующие кадры, пока какая-либо явная команда не задаст другой тип перемещения для какой-нибудь оси или не отменит перемещение.

«Немодальные» коды действуют только в том кадре, в котором они локализованы. К примеру команда G4 (задержка) – не модальна.

10.6 Модальные группы

Модальные команды организованы в так называемые «модальные группы», и только один член модальной группы может быть активен в данный момент времени.

<p>Модальные группы для G кодов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • группа 1 = {G00, G01, G02, G03, G38.2, G80, G81, G82, G84, G85, G86, G87, G88, G89} перемещения • группа 2 = {G17, G18, G19} выбор плоскости • группа 3 = {G90, G91} режимы расстояний • группа 5 = {G93, G94} режимы подачи • группа 6 = {G20, G21} единицы • группа 7 = {G40, G41, G42} коррекция на радиус инструмента • группа 8 = {G43, G49} коррекция на длину инструмента • группа 10 = {G98, G99} возврат в постоянных циклах • группа 12 = {G54, G55, G56, G57, G58, G59, G59.xxx} выбор системы координат • группа 13 = {G61, G61.1, G64} режим управления маршрутом
<p>Модальные группы для M кодов:</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ группа 4 = {M00, M01, M02, M30} останов ~ группа 6 = {M06} смена инструмента ~ группа 7 = {M03, M04, M05} вращение шпинделя ~ группа 8 = {M07, M08, M09} охлаждение (особый случай: M07 и M08 могут быть активны одновременно) ~ группа 9 = {M48, M49} включ/выключ управления корректировкой подачи и скорости
<p>В дополнение модальным группам, немодальная группа для G кодов:</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ группа 0 = {G04, G10, G28, G30, G53, G92, G92.1, G92.2, G92.3}

Рисунок 10.3 – Модальные группы

В основном, модальные группы содержат команды, которые, рассуждая логически, не могут выполняться одновременно – как, например, задание единиц в миллиметрах и задание единиц в дюймах. Станочная система в любой момент времени может пребывать одновременно в нескольких режимах, команды для которых локализованы, обязательно, в различных модальных группах. Модальные группы представлены на рисунке 10.3.

Для различных модальных групп действует правило, что один из членов группы всегда находится в действии. Это – настройка по умолчанию для модальных групп.

При включении станка или при его реинициализации автоматически активизируются настройки по умолчанию.

Группа 1, первая группа таблицы, это группа G кодов для перемещений. Один из них всегда активен. Это называется – текущий режим перемещений.

Будет ошибкой поместить в один кадр G-код из группы 1 и G-код из группы 2, содержащие адреса осей. Если в кадре действует G-код из группы 1, содержащий адрес оси (заданный в предыдущем кадре), и в кадре появляется G-код с адресом оси из группы 0, действие G-кода из группы 1 в этом кадре приостанавливается.

G-коды из группы 0 – это G10, G28, G30 и G92.

10.7 G коды

Язык G-кодов, используемый для ввода в Mach3 представлен на рисунке 10.4 и детально описан ниже.

Описания содержат прототипы команд, набранные шрифтом курсив.

В прототипах команд под значком тильда (~) подразумевается действительное значение. Как описывалось выше, действительное значение может выражаться (1) действительным числом, к примеру, 4.4, (2) выражением, например, [2+2.4], (3) значением параметра, к примеру, #88 или (4) значением одиночной функции, например, acos[0].

В большинстве случаев, если даны значения осей (одна или все из X~, Y~, Z~, A~, B~, C~, U~, V~, W~), они обозначают конечную точку перемещения. Набор осей связан с текущей системой координат, если явно не указывается принадлежность к абсолютной координатной системе.

Там, где оси являются дополнительными, любые опущенные оси имеют текущее значение. Все объекты прототипов команд не описанные явно, как дополнительные, необходимы. Будет ошибкой, если необходимый объект опущен.

В прототипах значение, идущее следом за буквой (адресом), часто дается, как действительное число. Действительное число может быть заменено другим объектом с тем же действительным значением. Например, G10 L2 может быть заменено на G[2*5] L[1+1]. Если значение параметра 100 равно 2, то G10 L#100 будет означать то же самое. Использование действительных значений взамен действительного числа показано просто для примера, и используется довольно редко.

Если написано в прототипе L~, это можно понимать, как «L число». Аналогично, для всех остальных букв.

Если для какой-то оси задан коэффициент масштабирования, то он будет относиться к значению соответствующей оси из списка X, Z и также релевантен параметрам I, K или R, если они используются.

10.7.1 Ускоренное прямолинейное перемещение – G00

(а) Для ускоренного перемещения по прямой программируется G0 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~, где все индексы, кроме индекса одной оси, – дополнительные (т.е. используется **не менее одной** оси). Команда G00 в кадре – необязательна, если текущий режим перемещения уже принят, как G0. Команда продуцирует скоординированное линейное перемещение в точку назначения со скоростью, назначенной для ускоренных переездов (или медленнее, если станок такую скорость по осям не поддерживает). Предполагается, что при выполнении команды G00 обработки не происходит.

Будет ошибкой, если:

~ адреса всех осей опущены.

Если активна радиусная компенсация, движение будет отличаться от вышеописанного; см. параграф *Компенсация параметров инструмента*. Если в кадре запрограммировано G53, то перемещение также будет несколько другое; см. *Абсолютные координаты*.

	Описание функций G-кодов
G00	Ускоренное позиционирование
G01	Линейная интерполяция
G02	Круговая/спиральная интерполяция по часовой стрелке
G03	Круговая/спиральная интерполяция против часовой стрелки
G04	Пауза (задержка в выполнении)
G10	Установка начала координат смещенной координатной системы
G15/G16	Полярные координаты с использованием G0 и G1
G17	Выбор плоскости XY
G18	Выбор плоскости XZ
G19	Выбор плоскости YZ
G20/G21	Единицы – дюймы/миллиметры
G28	Возврат на базу станка
G28.1	Референция осей
G30	Возврат на базу станка
G32	Нарезание резьбы
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41/G42	Старт коррекции на радиус инструмента слева/справа
G50	Сброс коэффициентов масштабирования на 1.0
G51	Ввод коэффициентов масштабирования по осям
G52	Временное смещение координатной системы
G53	Перемещение в абсолютных координатах станка
G54-G58	Использование смещения 1- 5
G59	Использование смещения 6 / использование главного смещения
G61/G64	Режимы Точного останова / Постоянной скорости
G76	Постоянный цикл – винтовая нарезка
G77	Постоянный цикл
G78	
G80	Отмена режимов перемещения (включая постоянные циклы)
G81	Постоянный цикл – сверление
G82	Постоянный цикл – сверление с паузой перед выводом инструмента
G83	Постоянный цикл – сверление с выводом для ломки стружки
G90	Режим задания расстояний перемещений – абсолютный размер
G91	Режим задания расстояний перемещений – размер в приращениях
G92	Смещение координатной системы и закрепление параметров
G92.x	Отмена смещения по G92
G94	Подача в минуту
G95	Подача на оборот шпинделя
G98	Возврат в начальную точку постоянного цикла
G99	Возврат в референтную точку постоянного цикла

10.7.2 Линейное перемещение со скоростью Подачи – G01

(а) Для линейного перемещения с заданной скоростью Подачи (во время обработки или вне ее) программируется G1 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~, где все индексы, кроме индекса одной оси, – дополнительные (т.е. используется **не** менее одной оси). Команда G01 в кадре – необязательна, если текущий режим перемещения уже задан, как G01. Команда продуцирует скоординированное линейное

перемещение в точку назначения со скоростью текущей Подачи (или медленнее, если станок такую скорость по осям не поддерживает).

Будет ошибкой, если:

~ адреса всех осей опущены.

Если активна радиусная компенсация, движение будет отличаться от вышеописанного; см. параграф *Компенсация параметров инструмента*. Если в кадре запрограммировано G53, то перемещение также будет несколько другое; см. *Абсолютные координаты*.

10.7.3 Круговое перемещение со скоростью Подачи – G02 и G03

Круговые или спиральные дуги выполняются при использовании команд G02 (дуга по направлению хода часовой стрелки) или G03 (против хода часовой стрелки). Оси окружности или спирали должны быть параллельны оси Y, в системе координат станка. Оси (или по-другому, плоскость перпендикулярная оси) выбираются командой G18 (ось Y, плоскость XZ).

Если активна радиусная компенсация, движение будет отличаться от вышеописанного; см. параграф *Компенсация параметров инструмента*.

Здесь позволены два способа задания параметров дуг. Мы будем называть их – Формат центра и Формат радиуса. Для обоих форматов присутствие в кадре команд G02 или G03 необязательно, если этот режим перемещения уже был задан в предыдущем кадре.

10.7.3.1 Формат радиуса дуги

Если используется Формат радиуса, координаты конечной точки дуги в выбранной плоскости соответствуют радиусу дуги окружности. Программируется G2 X~ Z~ R~ (или вместо G02 используется G03). R – это радиус. Все индексы осей (но не менее одной из двух осей заданной плоскости) могут не присутствовать в кадре после G2/G3. Число, следующее за индексом R – это радиус дуги окружности. Положительное значение радиуса показывает, что раствор дуги не превышает 180 градусов (короткая дуга), а отрицательное значение, сообщает, что угол - от 180 до 359.999 градусов (длинная дуга).

Будет ошибкой, если:

~ оба индекса осей выбранной плоскости опущены,

~ конечная точка дуги совпадает с текущей точкой.

Старайтесь избегать, работая с Форматом радиуса, программировать почти полную окружность или полукруг (или почти полукруг) одним кадром. Небольшая разница в положениях конечной и начальной точки продуцирует гораздо большую величину значений координат центра дуги (и, соответственно значений координат средней точки дуги). Допуск на погрешность может, вообще, отклонить такую дугу, и Вы удивитесь, что она не прорисовывается. Почти полная окружность – недопустима, полудуга (или почти полудуга) – нежелательна. Другие размеры дуг (в области до 165 градусов или от 195 до 345 градусов) вполне приемлемы.

10.7.3.2 Формат центра дуги

При использовании Формата центра координаты конечной дуги в выбранной плоскости определяются на основе разницы в координатах текущей точки и центра дуги. В этом формате допустимо, чтобы конечная точка дуги совпадала с начальной ее точкой. Будет ошибкой, если:

- ~ при проектировании дуги в выбранной плоскости расстояние от начальной точки дуги до ее центра окажется отличным от расстояния от конечной точки дуги до ее центра хотя бы на 0.0002 дюйма (если используются дюймы) или 0.002 миллиметра (при использовании миллиметров).

Центр определяется заданием значений индексов I и J. Есть два способа интерпретации из значений. Обычный способ состоит в том, что I и J являются центром дуги окружности, отмеряемым от текущей точки, являющейся точкой начала дуги. Этот способ мы назовем *Режим относительных IJ (Incremental IJ mode)*. Второй способ, это когда I и J отсчитываются от начала координат текущей координатной системы. Обычно, этот способ называют *Режим абсолютных IJ (Absolute IJ mode)*. Режим задания IJ выбирается в Меню *Конфигурации>Штатные (Configure>State)* при настройке Mach3. Выбор режима обеспечивает совместимость с купленными Вами контроллерами. Вероятно, Вы найдете для себя относительный режим более приемлемым. В Абсолютном режиме необходимо задавать оба параметра I и J, так как центр дуг может совпадать с началом координат.

Примечание: Если дуга в окне визуализации маршрутов или непосредственно при выполнении на токарном станке выполняется совсем не так, как положено, то, вероятно, в Mach3 выбран неверный режим для I и J.

Программируется G2 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ I~ K~ (или G2 используется G3). Все индексы осей (но не менее одной из двух осей заданной плоскости) могут не присутствовать в кадре после G2/G3. I и K отсчитываются от текущего положения или от начала координат – в зависимости от выбранного режима задания IK (и, соответственно, направления X и Z) для центра дуги окружности. Параметры I и K оба могут не присутствовать в кадре с G2/G3 (но, хотя бы, один – должен быть). Будет ошибкой, если:

- ~ X и Z – оба опущены в текущем кадре,
- ~ I и K – оба опущены в текущем кадре.

10.7.4 Задержка (пауза в выполнении) – G04

Чтобы осуществить задержку в выполнении, программируется G04 P~ . Это дает приостановку в движении на промежуток времени в секундах или миллисекундах, определяемый числовым значением после индекса P. Единицы для времени Задержки выбираются в диалоге Меню *Конфигурации>Логические (Configure>Logic)*. Например, когда в качестве единиц выбраны Секунды, команда G04 P0.5 будет давать задержку в выполнении в полсекунды. Будет ошибкой, если:

- ~ числовое значение индекса P – отрицательное.

10.7.5 Установка Смещения координатной системы и Коррекции на инструмент – G10

Смотрите детальное описание Рабочих коррекций и Коррекции на инструмент в соответствующих главах данного руководства.

Для установки значения коррекции на инструмент программируется G10 L1 P~ X~ Z~ A~, где P – целое число в области от 0 до 255 – номер инструмента. Коррекция на инструмент, пронумерованная значением при индексе P, примет введенные значения. Число при индексе A вводит значение радиуса концевой части инструмента. Введены и приняты будут только те значения, индексы осей которых упомянуты в кадре.

Для установки значений начала координатной системы при использовании принципа Смещения по способу крепления (fixture) программируется G10 L2 P~ X~ Y~ Z~ A~ B~ C~, где P – целое число в области от 1 до 255 – номер Коррекции по способу крепления (fixture). Значения от 1 до 6 соответствуют кодам от G54 до G59. Все параметры осей в кадре – опциональны (т.е. могут быть опущены). Координаты начала координатной системы, пронумерованные значением при индексе P, примут введенные значения (в условиях абсолютной координатной системы). Введены и приняты будут только те значения, индексы осей которых упомянуты в кадре.

Заметьте, что в системах с G54 и G55 координата X оперирует передним или задним расположением резцедержателя.

Будет ошибкой, если:

. число при индексе P – не целое в области от 0 до 255.

Смещения начала координат (заданные кодом G92 или G92.3) действовавшие до появления в УП кадра с командой G10, будут активны и далее.

Координатная система, чье начало было установлено командой G10, может быть и активной и неактивной во время действия кода G10.

Значения не будут персистентными (закрепленными), если коррекции на Инструмент и По способу крепления были сохранены при помощи кнопок в окне Таблицы.

Пример: кадром G10 L2 P1 x3.5 y17.2 задается: установка начала первой координатной системы (единица активирует код G54) в точке, где X равен 3.5 и Y равен 17.2 (в абсолютных координатах).

10.7.6 Выбор плоскости – G17, G18 и G19

Программируя G18, выбирают плоскость XZ, которая является плоскостью для профиля Turn.

10.7.7 Единицы длины – G20 и G21

Программируя G20, задают дюймы в качестве единиц длины. Программируя G21 – в качестве единиц длины задают миллиметры.

Правильный способ программирования G20 или G21 – это задавать команду выбора единиц в начале Управляющей программы до задания каких-либо команд перемещения и больше в течение этой УП единицы не менять. Пользователь УП должен иметь уверенность, что все заданные в ней программистом числовые значения соответствуют выбранным единицам длины.

10.7.8 Возврат на Базу G28 и G30

Положение Базы должно быть определено в меню Конфигурации>Ограничения и Базирование (Config>Softlimits & Homing). Значения параметров действуют в условиях Абсолютной системы координат, но не определены для единиц длины.

Для возврата в положение, принятое за Базу, посредством программируемого позиционирования, используют команду G28 X~ Z~ (или G30). Все индексы осей здесь опциональны, т.е. могут быть опущены. Маршрут будет осуществляться по кратчайшей линии из текущего положения, через запрограммированную в команде точку, в точку, принятую за Базу. Если в команде отсутствуют

индексы осей, задающие промежуточную точку, будет произведено только одно движение – из текущей точки в точку, принятую за Базу.

10.7.9 Референция осей G28.1

Программируя G28.1 X~ Z~, производят Принятие для данных осей. Произойдет перемещение по осям на текущей подаче к выключателю (выключателям) Баз, как определено в *Конфигурациях (Configuration)*. Когда абсолютные координаты станка достигнут значений, заданных параметрами осей, скорость подачи установится на значение, определенное в Меню *Конфигурации (Configure>Config Referencing)*. При условии, что текущее абсолютное положение приблизительно верное, это даст останов программы на принятом выключателе (выключателях).

10.7.10 Нарезание резьбы G32

Для нарезания одного прохода резьбы программируется: G32 X~ Z~ F~

Прежде чем устанавливать положение контрольной точки по осям X и Y, нужно задать запас (отвод) по оси Z для начала нарезания резьбы (две или три величины шага будет достаточно для станков с быстрым приводом по Z). Параметр F определяет величину подачи на оборот (т.е. шаг нарезаемой резьбы).

Параметр Z задает конечное положение для резьбы и параметр X (если имеется) задает конечное положение для резьбы по оси X. Если X опущено, это говорит о том, что его значение постоянно (т. е. резьба нарезается параллельно).

Например (Режим Диаметра и режим G21): Допустим, в патроне зажата заготовка диаметром 12 мм с точкой Z=0.0 на торце заготовки. Подготовительное движение должно быть:

G00 Z4

G00 X11.9 (положение глубины реза с отводом по Z)

Для резьбы с шагом 1,5 мм глубиной 0,05 мм на бруске длиной 25 мм нарезаться будет так:

G32 Z-25 F1.5

И инструмент будет отводиться в исходное положение по X так:

G00 X14

И возвращение в положение начального отвода.

Mach3 ожидает, пока ему будет сообщена частота вращения и положение шпинделя (используя сигнал Index) и разгон по оси Z в воздухе для набора необходимой подачи при резании. Если задано изменение координаты по X, то будет выполняться движение, согласованное с Z, производящее конусную резьбу (по воздуху и по материалу), из начальной позиции.

Следующий проход будет требовать расчета нового начального положения по оси Z, если требуется угловая врезная подача. Перемещение по оси X требует расчета для получения требуемой глубины прохода. Обычно глубина резания уменьшается с увеличением ширины прохода при формировании профиля резьбы.

Многозаходная резьба производится при добавлении смещения (например, равного половине, трети и т. д. величины шага) к начальной позиции Z.

Для дюймовой резьбы, которая обычно задается, как "число ниток резьбы на дюйм", подача равна обратной величине этого числа, например, 16 витков/дюйм - это шаг $1 / 16 = 0,0625$ дюйма.

G32 идеален для кодов, продуцируемых CAD/CAM-постпроцессором, так как здесь автор имеет полный контроль над параметрами резьбы. Однако, способ весьма сложен для ручного задания резьбы, так как требуется без ошибок рассчитывать суммарные перемещения по осям X и Z. Постоянный цикл нарезания резьбы G76 преодолевает эти трудности.

10.7.11 Коррекция на радиус инструмента – G40, G41 и G42

Для выключения Коррекции на радиус программируют G40. Не будет ошибкой задание выключения коррекции, если она уже выключена.

Для включения *Коррекции на радиус Слева* (т.е. режущий инструмент находится с левой стороны от запрограммированного маршрута, когда радиус инструмента больше нуля) программируется G41 D~. Для включения *Коррекции Справа* (т.е. режущий инструмент находится по правую сторону от запрограммированного маршрута, когда радиус инструмента больше нуля) программируется G42 D~. Параметр с индексом D здесь опционален; если индекса D нет после рассматриваемых команд, к использованию будет назначен радиус инструмента, зажатого на данный момент в шпинделе. Если индекс присутствует, то число при нем обычно должно совпадать, хотя и необязательно, с номером слота находящегося в данный момент в шпинделе инструмента. Нормально, если число при индексе D – ноль; будет использоваться коррекция на радиус инструмента, равная нулю.

Будет ошибкой, если:

- ~ число при индексе D – не целое, отрицательное или превышающее количество слотов карусельного магазина,
- ~ задается команда включить радиусную коррекцию, когда она уже включена.

Поведение станочной системы при включенном режиме радиусной коррекции описано в Главе 8. Отметьте важность вводного и выводного движения инструмента и изменения направления.

10.7.12 Ввод и отмена масштабов G50 и G51

Для того чтобы задать коэффициенты масштабирования, которые будут распространяться на параметры X, Z, A, B, C, I и J программируется команда G51 X~ Z~ A~ B~ C~, где числа при индексах X, Z и т.д. являются коэффициентами масштабирования для этих осей.

Не разрешено вводить различные (неравные) коэффициенты масштабирования по осям при работе с дугами, заданными командами G2 или G3.

Для сброса коэффициентов масштабирования по всем осям на 1.0 программируют G50.

10.7.13 Временное смещение Координатной системы – G52

Для смещения текущей точки на заданное положительное или отрицательное расстояние (без действительного перемещения) программируется команда G52 X~ Z~, где значения при индексах осей задают величину смещения, которого Вы хотите добиться. Все индексы осей здесь опциональны, за исключением хотя бы одного. Если параметр какой-либо оси в кадре не присутствует, то смещения координаты текущей точки по этой оси произведено не будет. Будет ошибкой, если:

~ параметры всех осей в кадре опущены.

Коды G52 и G92 используют общий внутренний механизм работы в Mach3 и не могут применяться одновременно.

Когда команда G52 в действии, начало координат текущей активной координатной системы перемещается на заданную величину.

Действие команды G52 отменяется программированием команды G52 X0 Z0 и т.д.

Вот пример. Допустим, текущая точка имеет координату X=4 в действующей координатной системе, тогда команда G52 X7 установит смещение по оси X на 7 единиц, и в результате координата X текущей точки примет значение -3.

Осевые смещения всегда используются при действии Режим абсолютного задания расстояний для разнообразных Коррекций по способу крепления. Таким образом, все Коррекции по способу крепления могут контролироваться кодом G52.

10.7.14 Перемещения в Абсолютных координатах – G53

Для линейного перемещения в точку, выраженного в абсолютных координатах, программируется команда G01 G53 X~ Z~ (или вместо G01 может использоваться G00), где все параметры осей опциональны, за исключением любого одного. Коды G00 или G01 также необязательны, если текущий режим перемещения, задан в предыдущем кадре именно этим кодом. Команда G53 – не модальная и должна присутствовать в каждом кадре, где необходимо ее использование. X будет всегда иметь значение радиуса в независимости от режима (Режим радиуса или Режим диаметра), сконфигурированного в Mach3. Команда продуцирует согласованное линейное перемещение в запрограммированную точку. Если активен код G01, то скорость перемещения осуществляется на текущей скорости Подачи (или медленнее, если не позволяют возможности станка). Если активен код G00, скорость перемещения осуществляется на текущей скорости программного позиционирования (или медленнее, если не позволяют возможности станка).

Будет ошибкой, если:

~ G53 используется без наличия кода G0 или G1,

~ G53 используется при включенной радиусной коррекции.

Заметьте, что движение по коду G53 на станке, где не приняты Базы, может привести к поломке, так как Координатная система Станка содержит неопределенные для этого случая значения. Смотрите Главу 7 для обзора координатных систем.

10.7.15 Выбор Рабочих коррекций координатной системы – G54 – G59 и G59 P~

Для выбора рабочей коррекции (рабочего смещения) №1, программируется G54 и, аналогично, для других из первых шести коррекций. Пары «системный номер - G-код» здесь такие: (1-G54), (2-G55), (3-G56), (4-G57), (5-G58), (6-G59).

Для обращения ко всем из 254 рабочих коррекций (1 - 254) программируется G59 P~, где индекс P задает номер требуемой коррекции. Таким образом, команда G59 P5 имеет тот же эффект, что и команда G58.

Будет ошибкой, если:

. один этих G-кодов используется, когда включена коррекция на радиус инструмента.

Коррекции на крепезж и Рабочие коррекции в профиле Turn при токарной обработке явно не задаются. Значение X для кодов G54 и G55 динамически корректируется Mach3 при вводе значений в окошки ЦИ осей.

10.7.16 Выбор режима управления маршрутом – G61 и G64

Программируя G61, Вы приводите систему в режим Точного останова, а программируя G64, - в режим Постоянной скорости (ПС). Нормально, если программируемый режим уже активен. Эти режимы были описаны выше в данном Руководстве.

10.7.17 Постоянный цикл G73 – Сверление с периодическим «отскоком»

При сверлении или фрезеровании глубоких отверстий используется постоянный цикл G73 с периодическим отскоком инструмента от дна отверстия для размалывания стружки, без выхода сверла на начальный или опорный уровень. Этот способ применим для инструмента с длинными стружкоотводными канавками, которые очищают отверстие от стружки. Цикл G73 похож на цикл G83, но в отличие от него после каждого этапа обработки сверло не выводится на опорный уровень, а выполняется отскок от дна на величину, определенную, как «Отскок» для G73 на экране Установки. Этот цикл использует параметр Q, который задает приращение - "дельту" по оси Z. Формат функции следующий:

G73 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ Q~

- ~ Подготовительное перемещение аналогично перемещению в постоянных циклах с G81 по 89.
- ~ Движения по оси Z осуществляются только на скорости текущей Подачи – вниз по дельтам или в заданное положение по Z, как бы глубоко оно не было.
- ~ Длина «отскоков» задается в окне ЦИ «Отскок» для G73 (G73 Pullback) на экране Установки (Settings).
- ~ Погружение до текущей глубины постоянное, обратное – отрезками.
- ~ Повторяются погружения 1, 2 и 3, пока заданное положение по Z не достигнет погружения 1.
- ~ По оси Z «отскок» осуществляется на скорости программного позиционирования в исходное положение по Z.

Будет ошибкой, если:

- ~ число при индексе Q – отрицательное или равное нулю.

10.7.18 Постоянный цикл – Нарезание резьбы G76

Программируется G76 X~ Z~ Q~ R~ H~ I~ R~ K~ L~ C~ B~ T~ J~ для полного нарезания резьбы.

X – Xконечное

Z – Zконечное

Q - Компенсационные проходы. (опционально)

R – Шаг

H - Глубина первого прохода

I - Угол подачи врезания
 R - Начальное (опционально)
 K - Значальное (опционально)
 L - Фаска (опционально)
 C - X Отвод
 B - Глубина последнего прохода (опционально)
 T - Конус (опционально)
 J - Минимальная глубина за проход (опционально)

Контрольная точка должна давать удобный отвод по воздуху по оси Z и иметь X, равное диаметру (радиусу) по вершинам витков резьбы. Параметры R (начальное значение X) и/или K (начальное значение Z) необязательно должны быть заданы.

Длина и глубина резьбы задаются значениями X и Z (с учетом их начальных значений). Если глубина отрицательная, то получится внутренняя резьба.

Параметр C задает отвод по оси X для быстрого движения вывода резца. Значение параметра задается всегда положительным числом; для внутренней резьбы Mach3 программно задает направление обратного движения.

Параметр P задает шаг резьбы (для дюймовой резьбы используется величина 1/(витков/дюйм)).

Параметр H задается не только для первого прохода, а (так как код G76 гарантирует, что за последующие проходы будет сниматься одинаковый объем материала за оборот) и для всей резьбы, следовательно определяет и количество проходов.

Параметр B задает глубину последнего прохода. Если установленное значение слишком большое, это может привести к неожиданным результатам в расчете величины Постоянной скорости и числа необходимых проходов.

Параметр Q задает количество компенсационных проходов (проходов, доводящих до точного размера Xконечное).

Параметр I задает угол подачи врезания (поперечной подачи) в градусах. Он нулевой для радиальной подачи и обычно равен 29 или 29,5 градусам для унифицированной резьбы или метрической резьбы по стандарту ИСО, а также 27 градусам для резьбы с углом 55 градусов (типа BSW - Британская дюймовая резьба или BSF - Британская мелкая дюймовая резьба).

Величины, параметры которых опущены, берутся из таблицы Опции точения (Turn Options) меню Конфигурации>Порты и Пины (Config>Ports & Pins).

Примечание: Этот цикл осуществляется по макросу M1076.M1S, который был разработан на основе опыта обработки экспериментальных моделей. Заметьте, что это одно из применений этого макроса (он обычно находится в папке C:\Mach3\Macros), используемого во всех профилях.

10.7.19 Постоянный цикл – Точение G77

Примечание: Этот цикл осуществляется по макросу M1077.M1S, который был разработан на основе опыта обработки экспериментальных моделей. Это один из примеров того, как применять макросы в профиле, который Вы используете для обработки детали.

10.7.20 Постоянный цикл – Торцевание G78

Примечание: Этот цикл осуществляется по макросу M1078.M1S, который был разработан на основе опыта обработки экспериментальных моделей. Это один из примеров того, как применять макросы в профиле, который Вы используете для обработки детали.

10.7.21 Отмена модальных перемещений – G80

Программируют G80, чтобы прекратить все перемещения по осям. Будет ошибкой, если:

- ~ параметры осей программируются, когда код G80 активен, если запрограммированные G-коды модальной группы 0 используют параметры осей.

10.7.22 Постоянные циклы G81 – G89

Постоянные циклы с G81 по G89 выполняются по правилам, описанным в этом разделе. Даны два примера, описывающих выполнения циклов по коду G81.

Все постоянные циклы осуществляются со ссылкой на текущую выбранную плоскость. В профиле Turn должна быть выбрана плоскость XY.

Все постоянные циклы используют числа для X, R и Z в кодах УП. Эти числа используются для определения положения X, R и Z. Положение по параметру R (обычно означающему высоту «втягивания» или Опорный уровень) находится на оси, перпендикулярной выбранной текущей плоскости (на оси Z для плоскости XY). Некоторые постоянные циклы используют еще и дополнительные аргументы.

Заметьте, что ненулевое значение X правильно для спирального сверла, если инструментальная оправка вращается (т. е. сверло вращается). Если шпиндель вращает заготовку, то используется расточная оправка.

Для постоянных циклов для определенных чисел мы будем использовать термин «Устойчивое», когда в каком-то цикле, содержащем несколько кадров, вначале используется какое-то число, и оно должно сохраняться для использования в следующих кадрах. Устойчивые числа сохраняют свое значение в последующих кадрах, если явно не программируется их смена. Число при индексе R всегда Устойчивое.

В Относительном режиме задания расстояний перемещений: когда выбрана плоскость XY, числа при индексах X и R обрабатываются программой, как приращения к текущему положению, а Z – как приращение к положению по оси Z, которое было до включения движения по оси. В Абсолютном режиме задания расстояний перемещений числа при индексах X, R и Z – это абсолютные значения в текущей координатной системе.

Число при индексе L опционально и представляет собой количество повторений. Значение L=0 не позволено. Если опция повторения используется, то нормально использовать Относительный режим расстояний, так что одинаковые последовательности перемещений повторяются через некоторые промежутки вдоль прямой линии. В Абсолютном режиме расстояний значение $L > 1$ означает: "выполнять одинаковые циклы в одном месте некоторое количество раз". Отсутствие параметра L эквивалентно выражению L=1. Число при индексе L не Устойчивое.

Когда $L > 1$ в Относительном режиме расстояний при выбранной плоскости XY, положение X определяются как прибавление заданного X значения к положению текущего X (для первого прохода)

или к положению конечной точки предыдущего прохода (при повторениях). Положения R и Z не изменяются во время повторов.

Высота перемещения подъема («втягивания») в конце каждого повторения (именуемая, как "чистое Z" в описаниях ниже) определяется, исходя из настройки режима подъема: это или начальное положение по Z (если это выше положения R и режим подъема - G98) или, в противном случае, это положение R.

Будет ошибкой, если:

- ~ все параметры X и Z пропущены в задании постоянного цикла,
- ~ требуется параметр P, а его число выражено отрицательным значением,
- ~ число при параметре L не целое или не положительное,
- ~ задано перемещение по ротационным осям на время выполнения постоянных циклов,
- ~ во время постоянного цикла активен режим задания подачи в дробных долях,
- ~ во время постоянного цикла активна радиусная коррекция.

Параметр Z – Устойчивый; будет ошибкой, если:

- ~ параметр Z отсутствует, и соответствующий постоянный цикл становится неактивным,
- ~ число при индексе R меньше, чем число при индексе Z.

10.7.22.1 Предварительное и промежуточное перемещения

В начале выполнения некоторых постоянных циклов с выбранной плоскостью XY, если положение по оси Z ниже, чем положение R, производится переезд по оси Z в положение R. Это происходит только один раз, независимо от значения параметра L.

Кроме того, вначале первого цикла и каждого повторения совершается следующее перемещение:

- ~ переезд по прямой, параллельной плоскости XY в заданное положение X,
- ~ переезд по прямой по оси Z в положение R, если в данный момент инструмент находится не в положении R.

Следует опасаться движения по двум осям, если начальная и конечная точка по Z лежит в пределах УП, так как возможна поломка по оси X.

10.7.22.2 Цикл G81

Цикл G81 предназначен для сверления. Программируется G81 X~ Z~ R~ L~

- ~ Предварительное перемещение осуществляется, как описано выше.
- ~ Перемещение по оси Z осуществляется только на текущей подаче в положение Z.
- ~ «Втягивание» по оси Z осуществляется на скорости переездов в исходное положение по Z.

Пример 1. Допустим текущее положение инструмента (1, 3). Тогда к интерпретации будет представлен следующий кадр кодов УП:

```
G90 G81 G98 X4 Z1.5 R2.8
```

Он вызывает Абсолютный режим задания расстояний перемещений (G90), режим «втягивания» на «старое Z», т.е. в начальную точку цикла (G98) и назначает для сверлильного цикла G81 только одно выполнение. Число при X и положение X будут равны 4. Число при индексе Z и положение Z будут равны 1.5. Число при параметре R и величина «чистого Z» будут равны 2.8. Будут иметь место следующие перемещения.

- ~ переезд параллельно плоскости XY в точку (X=4, Z=3)
- ~ переезд параллельно оси Z в точку (X=4, Z=2.8)
- ~ подача параллельно оси Z в точку (X=4, Z=1.5)
- ~ переезд параллельно оси Z в точку (X=4, Z=3)

Пример 2. Допустим текущее положение инструмента (X=1, Z=3). Тогда к интерпретации будет представлен следующий кадр кодов УП:

```
G91 G81 G98 X4 Z-0.6 R1.8 L3
```

Он вызывает Относительный режим задания расстояний перемещений (G91), режим «втягивания» на «старое Z», т.е. в начальную точку цикла (G98) и назначает для сверлильного цикла G81 три повторения. Число при X равно 4, число при Y равно 5, число при индексе Z равно -0.6 и число при индексе R равно 1.8. Начальное положение по X будет 5 (=1+4), исходное положение по Z будет 4.8 (=1.8+3) и положение по Z будет 4.2 (=4.8-0.6). «Старое Z» здесь 3.0

Первое движение – это переезд вдоль оси Z в точку (X=1, Z=4.8), пока не станет “старое Z”< исходного Z.

Первый повтор содержит 3 перемещения.

- ~ переезд параллельно плоскости XY в точку (X=5, Z=4.8)
- ~ подача параллельно оси Z в точку (X=5, Z=4.2)
- ~ переезд параллельно оси Z в точку (X=5, Z=4.8)

Второй повтор содержит 3 перемещения. Положение X перенастраивается на значение 9 (=5+4).

- ~ переезд параллельно плоскости XY в точку (X=9, Z=4.8)
- ~ подача параллельно оси Z в точку (X=9, Z=4.2)
- ~ переезд параллельно оси Z в точку (X=9, Z=4.8)

Третий повтор содержит 3 перемещения. Положение X перенастраивается на значение 13 (=9+4).

- ~ переезд параллельно плоскости XY в точку (X=13, Z=4.8)
- ~ подача параллельно оси Z в точку (X=13, Z=4.2)
- ~ переезд параллельно оси Z в точку (X=13, Z=4.8)

10.7.22.3 Цикл G82

Цикл G82 предназначен для сверления. Программируется

```
G82 X~ Z~ R~ L~ P~
```

- ~ Предварительное перемещение осуществляется, как описано выше.
- ~ Перемещение по оси Z осуществляется только на текущей подаче в положение Z.
- ~ Задержка (технологическая пауза) осуществляется в секундах по числу при параметре P.
- ~ «Втягивание» по оси Z осуществляется на скорости переездов в исходное положение Z.

10.7.22.4 Циклы G83 и G83.1

При сверлении глубоких отверстий используется постоянный цикл G83 с периодическим выводом инструмента из просверленного отверстия для размывания стружки и цикл G83.1 – ускоренный цикл. (См. также G73). Вывод инструмента («втягивание») в этом цикле, служит для очищения отверстия от стружки и разрыва длинных стружек (появление которых характерно при сверлении в алюминии). Этот цикл использует параметр Q, который задает приращение - "дельту" по оси Z. Функция имеет следующий формат:

G83 X~ Z~ R~ L~ Q~

- ~ Предварительное перемещение осуществляется, как описано выше.
- ~ Движения по оси Z осуществляются только на скорости текущей подачи – вниз по дельтам или в заданное положение по Z, как бы глубоко оно не было.
- ~ Осуществляется быстрый вывод в исходное положение Z – для цикла G83 и в положение Q для G83.1 .
- ~ Осуществляется быстрое возвращение к текущему дну отверстия, и инструмент чуть-чуть от него отводится.
- ~ Повторяются погружения 1, 2 и 3, пока заданное положение по Z не достигнет погружения 1.
- ~ «Втягивание» по оси Z осуществляется на скорости переездов в исходное положение Z.

Будет ошибкой, если:

- ~ число при параметре Q отрицательное или равно нулю.

Примечание: Этот цикл осуществляется по макросу M1083.M1S, который был разработан на основе опыта обработки экспериментальных моделей. Это один из примеров того, как применять макросы в профиле, который Вы используете для обработки детали.

10.7.22.6 Цикл G85

Цикл G85 предназначен для растачивания или развертывания отверстий, но также может применяться при сверлении или фрезеровке.

Программируется G85 X~ Z~ R~ L~

- ~ Предварительное перемещение осуществляется, как описано выше.
- ~ Перемещение по оси Z осуществляется только на текущей подаче в положение Z.
- ~ "Втягивание" по оси Z осуществляется на скорости переездов в исходное положение Z.

10.7.22.7 Цикл G86

Цикл G86 предназначается для растачивания. Цикл использует параметр P, число которого определяет задержку в секундах. Программируется G86 X~ Z~ R~ L~ P~

- ~ Предварительное перемещение осуществляется, как описано выше.
- ~ Перемещение по оси Z осуществляется только на текущей подаче в положение Z.
- ~ Задержка (технологическая пауза) осуществляется в секундах по числу при параметре P.
- ~ Производится останов вращения шпинделя.
- ~ "Втягивание" по оси Z осуществляется на скорости переездов в исходное положение Z.
- ~ Перезапуск шпинделя осуществляется в том же направлении, что и было.

Шпиндель должен вращаться прежде, чем начнется цикл. Будет ошибкой, если:

- ~ шпиндель не вращается, когда цикл готов к запуску.

10.7.22.9 Цикл G88

Цикл G88 предназначен для растачивания. Цикл использует параметр P, число которого определяет задержку в секундах. Программируется G88 X~ Z~ R~ L~ P~

- ~ Предварительное перемещение осуществляется, как описано выше.
- ~ Перемещение по оси Z осуществляется только на текущей подаче в положение Z.
- ~ Задержка осуществляется в секундах по числу при параметре P.
- ~ Производится останов вращения шпинделя.
- ~ Происходит останов программы, чтобы оператор мог вывести шпиндель из отверстия вручную.
- ~ Перезапуск шпинделя осуществляется в том же направлении, что и было.

10.7.22.10 Цикл G89

Цикл G89 предназначен для растачивания. Цикл использует параметр P, число которого определяет задержку в секундах. Программируется G89 X~ Z~ R~ L~ P~

- ~ Предварительное перемещение осуществляется, как описано выше.
- ~ Перемещение по оси Z осуществляется только на текущей подаче в положение Z.
- ~ Задержка осуществляется в секундах по числу при параметре P.
- ~ "Втягивание" по оси Z осуществляется на скорости переездов в исходное положение Z.

10.7.23 Режимы задания расстояний перемещений G90 и G91

Интерпретация кодов в Mach3 может основываться на двух способах задания расстояний при перемещениях: Абсолютном и Относительном (в приращениях).

Для перемещения в Абсолютном режиме программируется G90. В Абсолютном способе задания расстояний значения при индексах осей (X, Z) обычно соответствуют положению точки в условиях текущей активной координатной системы. Некоторые исключения из правил описываются в разделе, посвященном G-кодам.

Для движения в Относительном режиме программируется G91. В Относительном способе задания расстояний числовые значения при индексах осей (X, Z) обычно представляют собой приращения к значению текущего положения точки.

Позиция в абсолютных координатах определяет движение инструмента к позиции определяемой в отношении нулевой точки координатной системы. Движение от точки **A** до точки **B** в абсолютных координатах задается путем указания координат конечной точки **B**.

Позиция в относительных координатах определяет движение инструмента в отношении к текущей позиции инструмента. Движение от точки **A** до точки **B** задается разницей координат между **A** и **B** в виде числа со знаком.

Параметры I и K всегда представляют собой приращения или абсолютные расстояния в зависимости от способа задания расстояний перемещений (I и J).

10.7.24 Смещения по G92 – G92, G92.1, G92.2, G92.3

Мы не рекомендуем использовать эту традиционную функцию на осях, где используются другие виды коррекций. Гораздо проще воспользоваться кодом G52.

Чтобы текущая точка получила координаты, которые Вам необходимы (без действительного перемещения), программируют G92 X~ Z~, где указываются параметры осей, которые Вы хотите получить. Параметры осей здесь опциональны, кроме хотя бы одного, который должен присутствовать в кадре. Если присутствующие в кадре параметры осей не используются для заданных осей, координаты текущей точки по этой оси не изменятся. Будет ошибкой, если:

~ все параметры осей в кадре опущены.

Коды G52 и G92 используют общий внутренний механизм работы в Mach3 и не могут применяться одновременно.

Когда выполняется команда G92, начало текущей активной координатной системы перемещается. Для этого, смещения начала координат высчитываются таким образом, что координаты текущей точки по отношению к передвинутому началу координат соответствуют указанным в кадре с кодом G92. Кроме того, параметры с 5211 по 5216 устанавливают смещения по осям X, Y, Z, A, B и C. Значение смещения для оси является результатом перемещения начала координат на заданное значение в кадре команды.

Вот пример. Допустим, текущая точка имеет координату X=4 в действующей координатной системе и текущая коррекция по оси X пока нулевая, тогда команда G92 X7 установит смещение по оси X на -3, установив параметр 5211 на -3, и в результате координата X текущей точки примет значение 7.

Осевые смещения всегда используются при действии Режимы абсолютного задания расстояний для разнообразных Коррекций по способу крепления. Таким образом, все Коррекций по способу крепления могут контролироваться кодом G92.

Во время использования Относительного режима задания перемещений, результата действия кода G92 не наблюдается.

Когда вызывается команда G92, уже могут в это время действовать какие-то ранее назначенные коррекции. Их эффект будет сброшен, прежде чем будут введены новые значения. Математически, новые значения для каждого смещения будут составлять $A+B$, где A это то значение смещения, которое будет, если старое смещение обнулено и B это старое смещение. Например, в продолжение предыдущего примера, X -значение текущей точки равно 7. Если далее запрограммировать G92 X9, новое смещение по оси X будет равно -5, которое высчитывается как $[[7-9] + -3]$. Задав другой способ G92 X9, производится то же смещение, какое бы смещение по G92 не имело бы уже место до этого.

Для сброса осевых коррекций на ноль программируют коды G92.1 или G92.2. Команда G92.1 устанавливает параметры с 5211 по 5216 на ноль, в то время как код G92.2 оставляет их текущие значения.

Для установки значений осевых смещений на значения заданные в параметрах с 5211 по 5216 программируют G92.3

Вы можете установить осевые смещения в одной программе, а затем использовать эти же коррекции в другой программе. Запрограммируйте G92 в первой программе. Так установятся параметры с 5211 по 5216. Не используйте G92.1 в конце первой программы. Значения параметров будут сохранены при выходе из первой программы и восстановлены при запуске второй программы. Используйте G92.3 ближе к началу второй программы. Это восстановит коррекции, сохраненные в первой программе.

10.7.25 Режимы задания Подачи – G94 и G95

Программой распознаются три режима задания Подачи: в дробных долях минуты, в единицах в минуту и единицах на оборот шпинделя. Программируя G94, запускают режим Подачи в единицах в минуту. Программируя код G95, активируют режим задания Подачи в единицах на оборот.

В режиме Подачи в единицах в минуту параметр F в кадре интерпретируется в зависимости от выбранных единиц длины и размерности: в дюймах в минуту, миллиметрах в минуту или градусах в минуту, а также с учетом используемых осей или оси, по которым будет совершено перемещение.

В режиме Подачи в единицах на оборот параметр F в кадре интерпретируется в зависимости от выбранных единиц длины и размерности: в дюймах на оборот шпинделя, миллиметрах на оборот шпинделя или градусах на оборот шпинделя, а также с учетом используемых осей или оси, по которым будет совершено перемещение.

10.7.26 Уровень возврата из постоянного цикла G98 и G99

Когда шпиндель «втягивается», т.е. выходит из погружения, во время применения постоянных циклов, имеются варианты длительности этого выхода:

1. выход перпендикулярно выбранной плоскости в положение, определенное параметром R (т.н. опорный уровень), или
2. выход перпендикулярно выбранной плоскости в положение по оси, в котором постоянный цикл стартовал (если это положение ниже, чем положение опорного уровня, заданного параметром R , то в этом случае будет использоваться положение, заданное параметром R).

Для выполнения опции (1) программируется код G99. Для выполнения опции (2) - код G98. Не забывайте, что параметр с индексом R имеет совсем другое значение, когда используется в режимах задания расстояний перемещений – в абсолютном или относительном.

10.8 Имеющиеся М-коды

М-коды, интерпретированные непосредственно под Mach3, показаны на рисунке 10.7.

10.8.1 Останов и завершение программы – M00, M01, M02, M30

Для временного останова выполнения программы (в независимости от настройки выключателя дополнительного останова) запрограммирована команда M1.

Для временного останова выполнения программы (но только если включен выключатель дополнительного останова) запрограммирована команда M1.

Можно программировать M00 и M01 в строке РВД, но эффект не будет виден, так как для режима РВД итак нормально останавливаться после каждой введенной линии.

М- коды	Описание
M00	Программируемый останов
M01	Дополнительный останов
M02	Конец программы
M03/04	Вращение шпинделя по час./против час.стрелки
M05	Останов вращения шпинделя
M06	Смена инструмента (включающая два макроса)
M07	Включение газообразного охладителя («туман»)
M08	Включение жидкостного охладителя («заливка»)
M09	Выключение всего охлаждения
M30	Конец программы и «перемотка» к началу
M47	Повтор программы с первого кадра
M48	Отмена блокировок по M49
M49	Блокировка корректировок подачи и скорости
M98	Вызов подпрограммы
M99	Выход из подпрограммы/или повторения

Рисунок 10.7 – Встроенные М-коды

Если программа остановилась на M00, M01, нажмите кнопку *Старт*, чтобы перезапустить программу на выполнение следующего кадра.

Для окончания программы программируются команды M02 или M30. Команда M02 не дает выполняться следующему кадру, идущему вслед за кадром с M02. Команда M30 "перематывает" G-кодировый файл к началу. Эти команды могут сопровождаться некоторыми эффектами, опционально задающимися в диалоге Меню *Конфигурации>Логические (Configure>Logic dialog)*:

- ~ Коррекции по осям сбрасываются на ноль (подобно коду G92.2) и начальная коррекция устанавливается по умолчанию (подобно коду G54).
- ~ Выбранная плоскость настраивается на XZ (как по коду G18).
- ~ Режим Расстояний настраивается на Абсолютный (как по коду G90).
- ~ Режим Подачи настраивается на Единицы в минуту (как по коду G94).
- ~ Функция Корректировки Подачи и Скорости включается (как по M48).
- ~ Компенсация резака выключается (как по коду G40).
- ~ Останавливается шпиндель (как по M05).
- ~ Текущим режимом перемещения становится G01 (как по коду G01).
- ~ Охлаждение выключается (как по команде M09).

После выполнения команд M02 или M30 не один кадр файла G-кодов далее не выполняется. Нажав *Старт*, вы продолжите выполнение (M02) или начнете выполнение программы сначала, «перемотав» текст файла к началу (M30).

10.8.2 Управление шпинделем – M03, M04, M05

Для старта вращения шпинделя по часовой стрелке с текущей запрограммированной скоростью, используется команда M03.

Для старта вращения шпинделя против движения часовой стрелки с текущей запрограммированной скоростью, используется команда M04.

Для ШИМ или Шаг/Направление (Step/Dir) шпинделя скорость программируется с использованием адреса S. Для включения/выключения управления шпинделем настраиваются шестерни/шкивы на станке.

Для останова вращения шпинделя используется команда M05.

Для Скорости шпинделя при использовании M03 или M04 может быть выбрано значение ноль. Если это так (или корректировка скорости активна и сдвинута на ноль), то шпиндель не начнет вращаться. Если потом задать скорость выше нуля (или регулятором корректировки увеличить скорость), шпиндель начнет вращение. Использование M03 или M04 возможно, когда шпиндель уже вращается или когда он остановлен по команде M05. Однако просмотрите дискуссию о взаимных блокировках с целью безопасности в конфигурациях при возобновлении вращения или реверсе запущенного шпинделя.

10.8.3 Смена инструмента M06

M06 не используется для смены инструмента при использовании параметра T.

10.8.4 Управление охлаждением – M07, M08, M09

Для включения охлаждения газообразным агентом («туман») используется M07.

Для включения охлаждения жидкостным агентом («заливка») используется M08.

Для выключения всех охладений используется команда M09.

Всегда можно использовать эти команды, в независимости от того включено или выключено охлаждение.

10.8.5 Перезапуск с первого кадра – M47

Если УП встречает код M47, снова начинается выполнение программы с ее первого кадра (можно до бесконечности). Будет ошибкой, если:

~ M47 выполняется в подпрограмме

Выполнение может быть прервано кнопками *Пауза (Pause)* или *Смон (Stop)*.

Смотрите также использование M99 за пределами подпрограммы для достижения того же эффекта.

10.8.6 Управление корректировками – M48 и M49

Для активизации возможности корректирования скорости и подачи используется код M48. Для отключения (блокировки) возможности обеих корректировок используется M49. Можно активизировать и деактивизировать регуляторы корректировок в независимости от того, включены они или нет.

10.8.7 Вызов подпрограммы – M98

Имеются два формата:

(а) Для вызова подпрограммы вписанной в текст текущей УП используют код M98 P~ L~ или M98 ~P ~Q. Программа должна содержать кадр с O, дающий адресу P выбор. Этот кадр с O своего рода «метка», сигнализирующая о старте подпрограммы. Кадр O может не иметь номера кадра (адреса N). Эти и последующие коды нормально сочетаются с другими подпрограммами и следующими далее командами M2, M30 или M99, так что поток программы не прерывается.

Для вызова подпрограммы, существующей отдельным файлом используют M98 (*имя файла*) L~, например, M98 (test.tap).

Для обоих форматов:

Адрес L (или дополнительный адрес Q) задает количество повторений вызова подпрограммы, которые будут выполняться, пока не последует кадр с M98. Если адрес L (Q) в УП опущен, то значение количества выполнений будет таким, как задано по умолчанию, т.е. 1.

Используя значения параметров или относительные перемещения для повторения подпрограммы, можно осуществлять многопроходный режим для грубых предварительных проходов по сложным траекториям, а также выполнять обработки нескольких идентичных объектов на одной заготовке в одной УП.

Подпрограммы могут быть вложенными. Другими словами, подпрограмма может содержать код M98 для вызова другой подпрограммы. Сама себя подпрограмма вызывать не может.

10.8.8 Выход из подпрограммы

Для возврата из подпрограммы программируется команда M99. Выполнение будет продолжено после команды M98, которая подпрограмму вызвала.

Если код M99 записан в основной программе, т.е. не в подпрограмме, то программа начнет выполняться снова с первого. Смотрите также команду M47 для достижения того же эффекта.

10.9 Макро М-коды

10.9.1 Обзор макросов

Если в УП используются М-коды, которые не перечислены в вышеприведенном списке имеющихся кодов, то Mach3 будет пытаться найти файл с именем "Mxx.M1S" в папке Macros. Если он найден, то будет выполняться программа VB script содержащаяся в нем.

Пункт Меню Оператор>Макросы (Operator>Macros) выдает диалог, который представляет Вам текущие установленные макросы, текст которых можно *Загрузить (Load)*, *Править (Edit)* и *Сохранить (Save)* или *Сохранить как (Save As)*. Диалог также содержит кнопку Помощь (Help), которая покажет VB функции, которые могут быть вызваны для управления Mach3. Например, Вы можете получать сведения о положении по осям, о перемещении по осям, опрашивать входные сигналы и управлять выходными.

Новые макросы могут быть написаны с использованием внешних текстовых редакторов, таких как Блокнот - Notepad и сохраняться в папке Macros. Также Вы можете загрузить по ходу работы Mach3 существующие файлы макросов, полностью переработать их и сохранить файл под новым именем.

10.10 Другие коды ввода

10.10.1 Установка Поддачи - F

Для установки поддачи программируется команда F~

В зависимости от выбранного режима Поддачи (Feed) темп может измеряться в *Единицах в минуту (units-per-minute)* или в *Единицах на оборот шпинделя (units-per-rev of the spindle)*.

Единицы для данного параметра задаются в зависимости от режима G20/G21 (G70/G71).

В зависимости от настройки в диалоге Меню Конфигурации>Порты и Пины-Шпиндель (Config>Ports & Pins-Spindle), обороты шпинделя могут определяться, как импульс появляющийся на входе *Индекс (Index)* или быть производной от скорости, задаваемой командой S в УП или вводимой в окно ЦИ *Установка скорости шпинделя (Set Spindle speed)*.

Иногда Поддача может корректироваться, и активизация данной опции осуществляется кодом M48 (M49).

10.10.2 Установка частоты вращения шпинделя - S

Для установки скорости выраженной в оборотах в минуту (об/мин) шпинделя программируется команда S~. Шпиндель будет вращаться с этой скоростью, когда запрограммировано начало вращения шпинделя в УП. Нормально, если адрес S появляется, когда шпиндель или включен или выключен. Если скорость корректируется регулятором на экране Mach3, и он активен и находится не в положении

100%, скорость будет отличаться от запрограммированной. Может существовать команда S0; но шпиндель не будет вращаться при появлении такой команды. Будет ошибкой если:

~ число при адресе S отрицательное.

10.10.3 Выбор инструмента - T

Для выбора инструмента программируется команда T~, где T - это номер позиции в таблице инструмента и номер позиции коррекции этого или другого инструмента.

Например, T0202 (что эквивалентно T202) выбирает Инструмент2 с его собственной коррекцией и T0207 выбирает Инструмент2 с коррекцией от Инструмента7.

T02 обрабатывается программой, как T0202 и аналогично для других значений, меньших или равных 99.

При условии, что смена инструмента не игнорируется программой (что задается в меню Конфигурации>Логические (Configure>Logic), Mach3 вызывает макрос M6Start, который управляет процессом при обнаружении в УП команды смены. Затем ожидается нажатие кнопки Старт (Cycle Start), происходит выполнение макроса M6End и продолжается выполнение УП. Если используется автоматическая смена инструмента, то кнопку Старт (Cycle Start) не нажимают и макрос M6End не вызывается.

Вы можете воспользоваться кодами Visual Basic в макросах, чтобы оперировать Вашими механическими средствами смены инструмента и перемещаться по осям в удобное для Вас положение смены инструмента. Полное описание Вы можете найти в документе Customizing Mach3 wiki.

Если смена инструмента заблокирована (игнорируется) в меню Конфигурации>Логические (Configure>Logic), макросы вызываться не будут.

Допустимо запрограммировать T0; в этом случае инструмент не будет выбран. Это удобно, если Вы хотите, чтобы после смены инструмента шпиндель оставался пустым. Ошибкой будет, если:

~ с адресом T используется отрицательное число или номер T больше, чем 9999.

10.11 Ошибки в процессе обработки

Этот параграф описывает ошибки при обработке в Mach3.

Mach3 сообщает пользователю о синтаксических ошибках в УП. Если команда не работает или выполняется не так, как ожидалось, проверьте, всё ли Вы ввели корректно. Обычные ошибки, это написать GO, вместо G0, (то есть вместо нуля ввести букву O) или поставить лишнюю десятичную точку в числе.

Mach3 не контролирует «выезды» за пределы осей (если не заданы Программные ограничения по осям) или переборы в задании скорости или подачи. За ситуациями, когда что-то идет не так (например, обработка, вдруг, идет прямо по шпинделю), должен следить оператор станка.

10.12 Порядок выполнения

Порядок в выполнении пунктов в кадрах УП – важная вещь, имеющая большое значение в обеспечении безопасности и достижении наилучшей эффективности в работе станка.

Пункты выполняются в порядке, представленном на рисунке 10.9, если они сосредоточены в одном кадре.

Порядок	Пункты
1	Комментарии (включая сообщения)
2	Выбор режима подачи (G93, G94, G95)
3	Установка скорости Подачи (F)
4	Установка скорости шпинделя (S)
5	Выбор инструмента
6	Смена инструмента (M6) и Выполнение M-кодовых макросов
7	Шпиндель Вкл/Выкл (M3, M4, M5)
8	Охлаждение Вкл/Выкл (M7, M8, M9)
9	Включение/Отключение корректировок M48, M49)
10	Задержка (G4)
11	Выбор активной плоскости (G17, G18, G19)
12	Выбор единиц длины (G20, G21)
13	Коррекция на радиус инструмента Вкл/Выкл (G40, G41, G42)
14	Коррекции таблицы инструмента Вкл/Выкл (G43, G49)
15	Таблица коррекций по способу крепления (G54 – G58 и G59 P~)
16	Режим перемещений (G61, G61.1, G64)
17	Установка режима расстояний перемещений (G90, G91)
18	Установка режима уровня возвращения для постоянных циклов (G98, G99)
19	База или смена данных для коорд. системы (G10) или задание коррекций (G92, G94)
20	Выполнение перемещений (G0 - G03, G12, G13, G80 – G89, как модификация G53)
21	Останов или повторение (M0, M1, M2, M30, M47, M99)

13. Приложение 3 – Запись параметров конфигураций

Рекомендуем сделать бумажную копию Ваших настроек Mach3!

Полностью настроенная конфигурация Mach3 включает в себя множество детальной информации. Мы думаем, Вам не хочется после сбоя ОС или других перенастроек в компьютере шаг за шагом вновь повторять весь процесс конфигурирования Mach3.

Профили Mach3 – это .XML файлы, которые у Вас, обычно, хранятся в папке C:\Mach3. Используйте Windows Explorer, чтобы найти нужный Вам профиль. Затем скопируйте его в какую-либо папку, перетащив его, **удерживая нажатой клавишу Ctrl**. Ну, или воспользуйтесь другими известными Вам способами копирования.

Если Вы дважды кликните по имени файла, Ваш браузер (например, Internet Explorer) откроет этот .xml файл, и Вы сможете с ним ознакомиться.

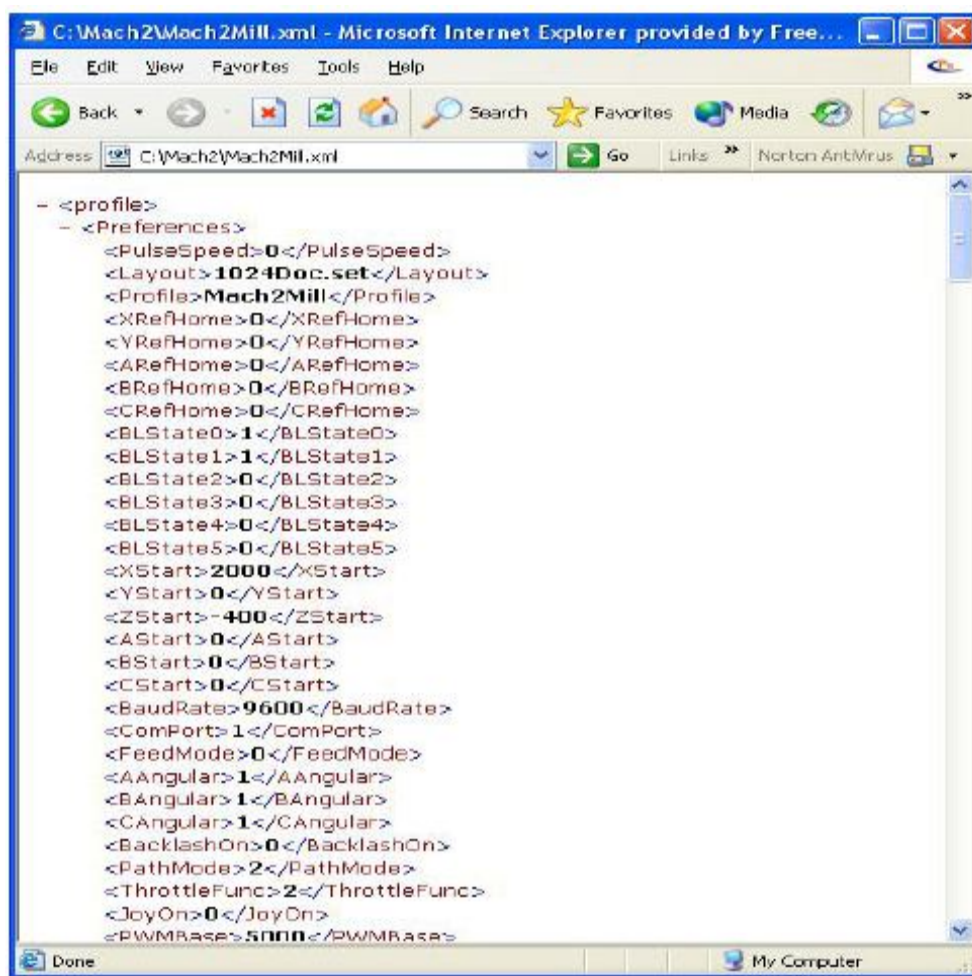


Рисунок 13.1 – Для просмотра файла используется Internet Explorer

Файл XML можно редактировать текстовым редактором, типа Блокнота (Notepad), но мы Вам не рекомендуем прибегать к этому, во избежание некорректных действий над профилем.

Файл профиля может быть полезен для связи с ArtSoft Corp, так как содержит в себе информацию о нашем e-mail.