



West Labs ltd.

Industrial Electronics Department

**Руководство по вводу
в эксплуатацию систем ЧПУ
типа WL4x версии 3.xx.
Описание параметров системы**

Харьков


01.11.2005









Содержание

1. Общие положения	3
2. Параметры КА	4
3. Параметры интерпретатора	5
3.1. Параметры осей	5
3.2. Переменные	6
3.3. Позиционирование по G0	6
3.4. Старт с кадра	6
3.5. Технологические циклы	7
3.6. Настройки шпинделя	7
3.7. Настройки плоскостей обработки и индексы осей	9
3.8. Настройки M-команд	9
3.9. Инициализационная строка	10
4. Настройка КП	10
4.1. Настройки каналов оцифровки и ЦАП	10
4.2. Параметры разгона-торможения	11
4.3. Параметры режима «Выход в 0»	13
4.4. Параметры ограничителей перемещения по координате	13
4.5. Алгоритм управления приводом координаты	14
4.6. Настройки контура скорости	16
4.7. Настройки контура координаты	16
4.8. Группа параметров «Координаты точек 1,2,3»	20
4.9. Методика настройки КП	20
Приложение 1. Структура параметров КА	25
Приложение 2. Структура параметров интерпретатора	26
Приложение 3. Структура параметров КП	28
Приложение 4. Пример настройки КП	30
Приложение 5. Пример файла настроек зонной компенсации люфтов	33
Приложение 6. Особенности настройки шпинделя	35

1. Общие положения



Перед настройкой системы ЧПУ (СЧПУ) при вводе в эксплуатацию и корректировкой параметров во время работы необходимо внимательно ознакомиться с данным Руководством. **Некомпетентное вмешательство может привести к нарушению работоспособности СЧПУ.**

Настройка параметров СЧПУ производится путём задания соответствующих значений с терминала. Доступ к режимам ввода параметров и диагностики открывается из окна «Ошибки» (F5) после 3-х кратного нажатия клавиши  («минус»). При этом на изображении клавиши F8 в нижней части экрана должна появиться надпись «КП Парам.». Повторное 3-х кратное нажатие клавиши «минус» закрывает доступ к клавише F8. Параметры СЧПУ представлены в виде структурированного по группам древовидного меню, на верхнем уровне которого выделены 3 группы параметров: «Параметры КА», «Интерпретатор» и «Параметры КП». Эти группы в свою очередь также представлены в виде дерева, структура которых приведена в Приложении 1— 3. Описание параметров, входящих в эти группы, содержится в разделах 2— 4 данного Руководства.

При выборе пункта «КП Парам.» (F8) открывается список доступных для изменения параметров. Для задания конкретного параметра необходимо с помощью кнопок перемещения курсора  и  выбрать маркером требуемый параметр и нажать кнопку «ввод» . Открытие и закрытие группы параметров осуществляется кнопками  и . Задание параметров производится либо вводом значения с цифровой клавиатуры, либо путём выбора из списка возможных значений клавишами перемещения курсора  и . Ввод параметров необходимо подтверждать нажатием клавиши «ввод» . Сохранение параметров осуществляется по нажатию клавиши (F9). Внесенные изменения вступают в силу немедленно, за исключением параметров,

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

входящих в группу «Настройки каналов оцифровки и ЦАП», для которых внесенные изменения вступают в силу **только после перезагрузки программного обеспечения (ПО) СЧПУ**.

Для упрощения перезагрузки ПО систему рекомендуется загружать с кодом «2». В этом случае, в отличие от штатного режима, загружается файловый менеджер. Запуск ПО СЧПУ осуществляется из каталога /home через пользовательское меню (F2, пункт 9 «Старт CNC»). Выключение СЧПУ при загрузке системы с кодом «2» осуществляется после 2-кратного нажатия клавиши «сброс»  и подтверждения выхода клавишей «ввод» .

ВНИМАНИЕ! *Не выключайте питание СЧПУ до появления транспаранта «Выключите питание». При пусконаладочных работах это может привести к потере настроек, а в штатном режиме эксплуатации— к потере привязок, корректоров и внесенных в программы изменений.*

При вводе СЧПУ в эксплуатацию настройку рекомендуется проводить в следующем порядке:

- 1) настройка параметров контроллера автоматки (КА); приведение заданных значений подач и дискрет в соответствие к их пультовым значениям;
- 2) настройка контроллера перемещений (КП);
- 3) настройка интерпретатора.

2. Параметры КА

В параметры КА, см. приложение 1, выделено 3 группы: **подача, дискрета, параметры**.

В группе **Подача** определены значения подач, соответствующие положениям переключателя подач на пульте оператора. Значения подач задаются в в ([L]/мин), где [L]— принятая для данной координаты единица измерения перемещения (миллиметры для линейных осей и контура, градусы для угловых осей).

В группе **Дискрета** определены значения дискрет, соответствующие по-

ложениям переключателя дискрет на пульте оператора. Значения дискрет задаются в в ($[L]*1000$). Т.е. для линейных осей величина дискреты задаётся в микрометрах, а для угловых осей— в тысячных долях градуса.

В группе **Параметры** задаются дополнительные параметры для контроллера автоматки (например период смазки, и др.). Состав данной группы параметров определяется привязкой СЧПУ под конкретный станок. Данная группа может отсутствовать в структуре меню.

3. Параметры интерпретатора

Структура дерева параметров интерпретатора управляющих программ приведена в Приложении 2. В разделе приведено описание параметров интерпретатора с разбиением на группы.

3.1. Параметры осей

Оси в интерпретаторе конфигурируются следующими параметрами и группами параметров: **Число осей**, **Адреса осей**, **Адрес радиуса**, **Максимальный радиус**, **Диаметральные оси**.

Параметр **Число осей** задаёт число осей для интерпретации в управляющей программе и отображения на экране СЧПУ. Принимает значения от 1 до 8. Значение по умолчанию— 3.

В группе **Адреса осей** задаются символьные адреса осей, используемые в управляющих программах. Группа подразделяется на 3 подгруппы: **Основные**, **Дополнительные** и **Третьичные**. В группе **Основные** задаются первичные адреса осей, обычно X, Y, Z, A, B, C. Основные адреса осей используются для задания перемещений по координатам в абсолютных значениях либо в приращениях в зависимости от активной G–функции 90/91. В группе **Дополнительные** могут быть указаны дополнительные адреса осей, которые используются для задания перемещений по координатам в приращениях вне зависимости от активной G–функции 90/91, обычно U, V, W. В группе **Третьичные** задаются вспомогательные адреса, используемые для задания рас-

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

стояния до центра дуги при круговой интерполяции, обычно I, J, K.

Параметр Адрес радиуса определяет адрес для указания радиуса дуги при круговой интерполяции, обычно R. Этот адрес может использоваться как альтернатива заданию радиуса с помощью третичных адресов I, J, K.

Параметр Максимальный радиус задаёт максимальный радиус круговой интерполяции в микрометрах. Принимает значения от 1 до 9999999. Значение по умолчанию— 9999999.

Параметр Диаметральные осей задает битовую маску осей, по которым размеры, заданные в программе, будут интерпретироваться как диаметр. Параметр может принимать одно из следующих значений: *ось 1*, *ось 2*, *оси 1 и 2*, *ось 3*, *оси 1 и 3*, *оси 2 и 3*, *оси 1, 2 и 3* и т.д.

3.2. Переменные

Параметр Символ переменной определяет символ для обозначения переменных. Значение по умолчанию— #. В этом случае переменная в программе обозначается как #<число>. Например #16, #105.

3.3. Позиционирование по G0

Параметр Позиционирование по G0 задаёт способ позиционирования по G0. Параметр может принимать одно из следующих значений: *по прямой*— позиционирование выполняется по прямой на скорости ускоренной отработки программы, и *независимое*— позиционирование выполняется независимо по осям на заданной для каждой оси ускоренной подаче.

3.4. Старт с кадра

Параметр Старт с кадра задаёт способ начала отработки программы с произвольного кадра. Параметр может принимать одно из следующих значений: *автомат*— перед началом отработки программы с кадра автоматически выполняется позиционирование в точку начала кадра, и *н/автомат*— если текущая точка не совпадает с точкой начала кадра, то СЧПУ автоматически

ски переходит в режим «возврат на траекторию», а после выхода в точку начала кадра— возвращается в режим «автомат». Позиционирование в режиме «возврат на траекторию» осуществляется на ускоренной подаче со снижением до минимальной подачи за 1 мм до конечной точки.

3.5. Технологические циклы

Параметр Разрешенные циклы задаёт технологические циклы, разрешённые для обработки по программе. Параметр может принимать одно из следующих значений: *Циклы запрещены* (запрещает использование технологических циклов в программе), *G70-G79 разрешены*, *G80-G89 разрешены*, *G70-G79 G80-G89 разрешены*.

3.6. Настройки шпинделя

Настройки команд для управления шпинделем по программе сведены в группу *S-команда*.

Параметр S-флаги задаёт способ обработки интерпретатором S-команд. Параметр может принимать одно из следующих значений:

- *Фрез.,без датчика, в КП* — фрезерный станок, датчик положения отсутствует, управляется контроллером перемещений;
- *Фрез.,с датчиком, в КП* — фрезерный станок, установлен датчик положения (разрешается обработка *G32,G33*), управляется контроллером перемещений;
- *Фрез.,без датчика, в КА* — фрезерный станок, датчик положения отсутствует, управляется контроллером автоматики;
- *Фрез.,с датчиком, в КА* — фрезерный станок, установлен датчик положения, управляется контроллером автоматики;
- *Токар.,без датчика, в КП* — токарный (карусельный) станок (разрешается обработка *G96*), датчик положения отсутствует, управляется контроллером перемещений;

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

- *Токар., с датчиком, в КП* — токарный (карусельный) станок (разрешается обработка G96), установлен датчик положения (разрешается обработка G32, G33), управляется контроллером перемещений;
- *Токар., без датчика, в КА* — токарный (карусельный) станок, датчик положения отсутствует, управляется контроллером автоматики;
- *Токар., с датчиком, в КА* — токарный (карусельный) станок, установлен датчик положения, управляется контроллером автоматики;

Параметр Число S-ступеней задаёт число ступеней шпинделя. Может принимать значения от 0 до 128.

В зависимости от значения параметра *S-флаги* параметры ступеней шпинделя могут задаваться в группе **Максимальные обороты** (если шпиндель управляется контроллером автоматики), или в группах **Минимальные обороты**, **Максимальные обороты** и **Коэффициент редукции ступени** (если шпиндель управляется контроллером перемещений).

Если шпиндель управляется контроллером автоматики, то в группе **Максимальные обороты** задаются (в об/мин) верхние значения частоты вращения шпинделя по ступеням. При этом интерпретатор анализирует заданную S-командой частоту вращения и, исходя из таблицы, формирует для контроллера автоматики номер ступени шпинделя.

Если шпиндель управляется контроллером перемещений, то в группах **Минимальные обороты** и **Максимальные обороты** задаются (в об/мин) максимальные и минимальные значения частоты вращения шпинделя по ступеням, а в группе **Коэффициент редукции ступени** для каждой ступени задаётся коэффициент редукции. Для самой быстроходной ступени коэффициент редукции равен 1, а для остальных ступеней задаётся числом большим или равным 1.000. При этом контроллер ограничивает заданную S-командой частоту вращения шпинделя как сверху, так и снизу в зависимости от выбранной ступени. Переключения ступеней должно явно задаваться в программе соответствующей M-командой. Допускается перекрытие диапазонов частот вращения ступеней.

3.7. Настройки плоскостей обработки и индексы осей

Параметр *Разрешённые плоскости обработки* разрешает (запрещает) смену плоскости обработки функциями G17, G18 и G19. Параметр может принимать одно из следующих значений:

- 0 — разрешает выбор плоскости обработки любой из функций G17, G18 и G19;
- 17 — фиксирует плоскость обработки G17; функции G18 и G19 блокируются;
- 18 — фиксирует плоскость обработки G18; функции G17 и G19 блокируются;
- 19 — фиксирует плоскость обработки G19; функции G17 и G18 блокируются;

Плоскости обработки G17, G18 и G19 определяются *группой параметров Индексы плоскостей*. Для каждой из трёх G-функций (*группы G17, G18 и G19*) параметры 0 и 1 определяют плоскость обработки, а параметр 2— нормаль к плоскости обработки. Параметры могут принимать значения: 0, 1 или 2, соответствующие осям x, y и z декартовой системы координат.

3.8. Настройки M-команд

Параметры настройки M-команд сведены в *группу M-команды*, в которой выделены 2 подгруппы: *Разрешённые M-команды* и *Группы M-команд*.

В *группе Разрешённые M-команды* для каждой M-команды может быть задан признак, либо запрещающий выполнение данной команды (значение -1), либо предписывающий выполнение команды в начале (значение 0) или в конце (значение 1) кадра.

В *группе Группы M-команд* задаются группы взаимоисключающих M-команд (например, M3, M4 и M5). Всего можно задать до 10 таких групп.

3.9. Инициализационная строка

Параметр *Инициализационная строка* задаёт строку, которая автоматически вставляется интерпретатором в начало управляющей программы. В этой строке могут устанавливаться начальные значения модальных G-функций, номеров корректоров и др. По умолчанию принимает значение *G0G15G17G40G49G50G53G64G90G94H0D0*.

4. Настройка КП

Структура дерева параметров контроллера перемещений приведена в Приложении 3. Ниже приведено описание параметров и методики настройки контроллера перемещений с разбиением на группы. Особенности настройки шпинделя рассмотрены в Приложении 6.

4.1. Настройки каналов оцифровки и ЦАП

В данной группе сведены параметры, определяющие соответствие каналов оцифровки и управления (ЦАП) координате. В данной группе выделены две подгруппы:

— *настройки канала оцифровки* — куда входят параметры датчика обратной связи, соответствующего координате;

— *настройки канала ЦАП* — куда входят параметры канала управления приводом координаты;

Параметр *№. канала оцифровки* определяет номер разъёма, через который датчик обратной связи стыкуется с ЧПУ.

Параметром *тип датчика* определяется способ оцифровки датчика положения; принимает значения *оптический* и *ВТМ/сельсин/индуктосин*.

Параметром *период датчика* определяется период датчика в *дискретах*, т.е. число импульсов между соседними ноль-метками.

Параметром *перемещение по координате* задаётся перемещение по ко-

ординате, соответствующее числу дискрет, заданных параметром *период датчика*. Задаётся в принятых единицах измерения (миллиметры, градусы, и др.).

Параметр No. ЦАП определяет порядковый номер канала управления (ЦАП), связанного с координатой. Все изменения параметров этой группы вступают в силу *только после перезагрузки ПО СЧПУ*.

4.2. Параметры разгона-торможения

В данной группе сведены параметры, определяющие величины максимально допустимой скорости, погрешности позиционирования, динамику изменения скорости при движении по координате в режимах перемещения, позиционирования и выхода в 0 (группы параметров *Параметры разгона-торможения* для каждой координаты), и при движении по контуру в режиме интерполяции (группа параметров *Параметры разгона-торможения для интерполяции (контур)*).

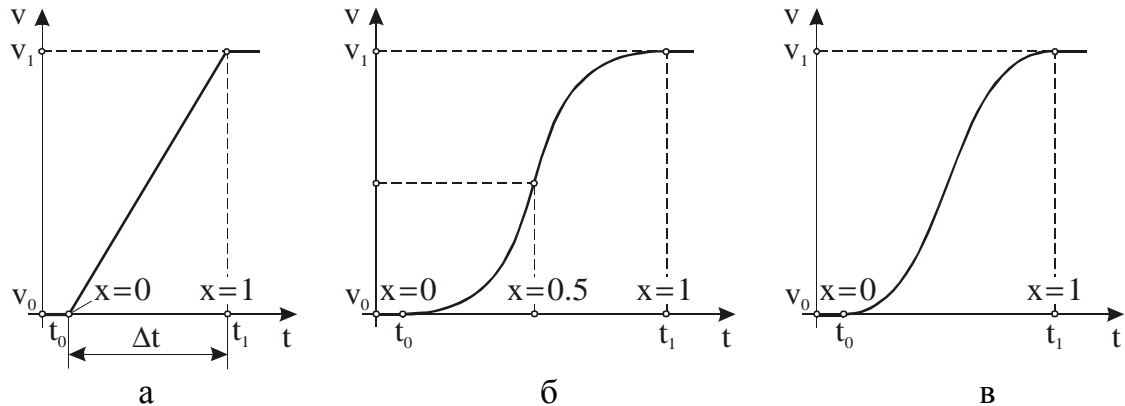


Рисунок 4-1. Законы изменения скорости при разгоне-торможении

Параметр Профиль скорости определяет закон изменения скорости при разгоне (торможении). В контроллере реализованы три закона изменения скорости от значения v_0 до значения v_1 , определяемые соотношениями:

$$v(t) = v_0 + \Delta v \varphi(x), \quad \Delta v = v_1 - v_0,$$

$$x = \frac{t - t_0}{\Delta t} \quad (0 \leq x \leq 1), \quad \Delta t = \frac{\Delta v}{C_a a_{\max}}, \quad (4-1)$$

$$\varphi(x) = x \quad (\text{рисунок 4-1a}), \quad (4-2)$$

$$\varphi(x) = \begin{cases} 2x^2, & 0 \leq x \leq 0.5, \\ 1 - 2(1-x)^2, & 0.5 < x \leq 1, \end{cases} \quad (\text{рисунок 4-1б}), \quad (4-3)$$

$$\varphi(x) = x^2(3 - 2x) \quad (\text{рисунок 4-1в}), \quad (4-4)$$

где v_0 и v_1 — значения скорости соответственно в моменты времени t_0 и t_1 (рисунок 4-1), Δt — длительность разгона/торможения, a_{max} — максимальное ускорение, C_a — коэффициент, зависящий от закона изменения скорости $\varphi(x)$ ($C_a=1$ для закона (4-2), $C_a=1/2$ для закона (4-3), $C_a=2/3$ для закона (4-4)).

Параметр может принимать три значения:

- *линейный* — закон изменения скорости $\varphi(x)$ (4-2);
- *S-обр. парабол.* — закон изменения скорости $\varphi(x)$ (4-3);
- *S-обр. полином.* — закон изменения скорости $\varphi(x)$ (4-4) (по умолчанию).

Параметр Ускоренная подача для координаты определяет величину ускоренной подачи, а для контура — скорость контурной подачи в режиме интерполяции при ускоренном выполнении программы. Скорость ускоренной подачи задаётся в ([L]/мин), где [L] — принятая для данной координаты единица измерения перемещения (миллиметры для линейных осей и контура, градусы для угловых осей, обороты для шпинделя). Для контура параметр задаётся в мм/мин.

Параметр Максимальное ускорение определяет величину максимального ускорения при изменении скорости движения по координате (контур). Максимальное ускорение задаётся в (([L]/мин)/сек), где [L] — принятая для данной координаты единица измерения перемещения.

Параметр Допуск позиционирования для шпинделя определяет допуск позиционирования при ориентированном останове, а для осей подачи — величину допуска позиционирования, необходимого для начала отработки очередного кадра. Отработка следующего кадра начнётся только при условии, что величины рассогласования по всем осям подачи входят в заданные допуски позиционирования. Последовательность кадров интерполяции обрабатывается СЧПУ как один кадр. Для координаты параметр задаётся в принятых единицах измерения (для линейных координат в миллиметрах, для угло-

вых координат— в градусах, для шпинделя— в оборотах). Для контура параметр задаётся в миллиметрах.

4.3. Параметры режима «Выход в 0»

В данном пункте сгруппированы параметры режима «Выход в ноль» для заданной координаты.

*Параметр **Направление поиска ноль-конечника*** определяет направление поиска ноль-конечника и может принимать два значения:

- в «плюс» — указывает направление поиска ноль-конечника вперёд (в «плюс»);
- в «минус» — указывает направление поиска ноль-конечника назад (в «минус»).

*Параметр **Положение ноль-метки*** определяет направление поиска ноль-метки датчика положения и может принимать два значения:

- *на датчике* — осуществляется поиск первой ноль-метки после срабатывания конечника;
- *перед датчиком* — осуществляется поиск первой ноль-метки после реверса и съезда с ноль-конечника.

*Параметр **Скорость поиска ноль-конечника*** определяет значение скорости, на которой осуществляется поиск ноль-конечника. Задаётся в ([L]/мин), где [L]— принятая для данной координаты единица измерения перемещения (миллиметры для линейных осей, градусы для угловых осей).

*Параметр **Скорость поиска ноль-метки*** определяет значение скорости, на которой осуществляется поиск ноль-метки. Задаётся в ([L]/мин).

4.4. Параметры ограничителей перемещения по координате

В этом пункте сгруппированы параметры числовых ограничителей перемещения.

*Параметр **ограничитель перемещения*** включает (выключает) ограничение перемещений по данной координате и может принимать два значения:

- *включен* — включает ограничитель перемещений;

— *выключен* — выключает ограничитель перемещений.

Ограничитель перемещений доступен только после выполнения процедуры «Выход в 0» для данной координаты.

Параметры ограничитель «плюс» и ограничитель «минус» задают значения ограничителей перемещения при движении соответственно вперёд (в «плюс») и назад (в «минус»).

4.5. Алгоритм управления приводом координаты.

Перед описанием групп параметров «*Настройки контура скорости*» и «*Настройки контура координаты*» рассмотрим алгоритм управления приводом координаты. Прежде всего отметим, что для шаговых приводов реализовано поимпульсное управление, т.е. импульсы, задающие перемещение на дискрету, формируются непосредственно в контроллере. В этом разделе рассмотрим систему управления приводом с аналоговым (или цифровым) заданием скорости.

Структурная схема системы управления приводом координаты приведена на рисунке 4-2. Задающее воздействие для привода v представляет собой сумму сигналов задания v_1 и коррекции v_2 . Сигнал задания v_1 формируется из входного сигнала x звеном W_1 с передаточной функцией

$$W_1(s) = K_V s + T_A s^2, \quad (4-5)$$

где K_V — коэффициент скоростной составляющей (0...1), T_A — составляющая ускорения (в мс). Сигнал коррекции v_2 формируется по величине рассогласования координаты $d = x - y$ звеньями K_X и W_X . Звено K_X формирует код скорости v_d в зависимости от величины рассогласования d , который подаётся на вход регулятора W_X . Формирователь K_X можно сконфигурировать как с линейной, так и с логарифмической характеристикой. Сигналы задания v_1 и коррекции v_2 фильтруются фильтрами W_Φ , суммируются и подаются на вход привода.

Для отключения задающего сигнала v_1 (рисунок 4-2) необходимо установить нулевые значения параметров K_V (*коэффициент скоростной состав-*

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы (ляющей) и T_A (составляющая ускорения) (группа параметров *Настройки контура координаты*). При этом слежение по координате будет осуществляться только по величине рассогласования d . Величина рассогласования d в этом случае будет зависеть линейно от скорости движения по координате.

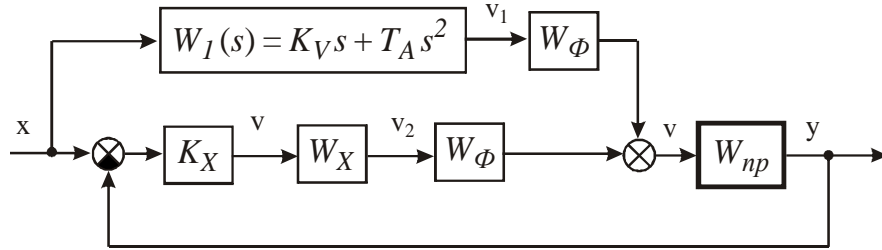


Рис. 4-2. Структурная схема системы управления приводом координаты

Корректирующее звено W_X можно сконфигурировать как:

- звено с единичной передаточной функцией $W_X = 1$;
- П-регулятор с передаточной функцией $W_X = K_V$, где K_V — коэффициент усиления;
- фильтр с передаточной функцией $W_X(s) = K_Y / (1 + T_u s)$, где T_u — постоянная времени интегрирования, мс;
- ПД-регулятор (форсирующее звено); передаточная функция имеет вид $W_X(s) = K_Y + T_\delta s$, где T_δ — постоянная времени дифференцирования, мс;
- инерционный ПД-регулятор с передаточной функцией $W_X(s) = \frac{K_Y + T_\delta s}{1 + T_u s}$;

в зависимости от соотношения между постоянными времени T_δ и T_u звено обладает свойствами фильтра (если $T_\delta < T_u$) или форсирующего звена (если $T_\delta > T_u$);

- ПИД-регулятор с передаточной функцией $W_X(s) = \frac{(K_Y + T_\delta s)(1 + T_u s)}{(1 / K_{Y \text{ огр}}) + T_u s}$, где

$K_{Y \text{ огр}}$ — ограничение коэффициента усиления ПИД-регулятора.

Фильтрующие звенья W_Φ предназначены для устранения «шума» датчика обратной связи, вызванного его дискретностью. Фильтрующие звенья представляют собой каскады из n последовательно соединённых интегрирующих цепочек W_f с единичным усилением сигнала:

$$W_{\phi} = W_f^n. \quad (4-6)$$

За счёт каскадирования удаётся существенно улучшить качество фильтра и эффективно подавлять в сигнале гармоники, соответствующие частоте опроса датчиков. Передаточная функция фильтрующей цепочки имеет вид

$$W_f = \frac{1}{1+s}. \quad (4-7)$$

Все сигналы приведены к диапазону $(-1\dots+1)$. Величина сигнала, равная $+1$, соответствует максимальному значению скорости привода v_{max} и значению напряжения на выходе ЦАП, равному $+10\text{В}$.

4.6. Настройки контура скорости

В этом пункте сгруппированы параметры настройки контура скорости.

Параметр Полярность выходного сигнала определяет полярность выдачи сигнала СЧПУ в ЦАП. Используется при фазировании путевой о.с. Может принимать значения:

- *прямая* — выдача сигнала в ЦАП в прямой полярности;
- *обратная* — выдача сигнала в ЦАП в обратной полярности;
- *модуль* — выдача сигнала в ЦАП по модулю (т.е. только в положительной полярности).

Параметр Скорость при максимальном задании определяет величину скорости привода v_{max} , соответствующую единичному значению сигнала v (напряжение ЦАП $+10\text{В}$). Задаётся в $([L]/\text{мин})$, где $[L]$ — принятая для данной координаты единица измерения перемещения.

Параметр Напряжение смещения определяет величину напряжения смещения, которая используется для компенсации напряжения смещения ЦАП и дрейфа привода. Задаётся в вольтах.

4.7. Настройки контура координаты

В этом пункте сгруппированы параметры настройки регулятора координаты.

*Параметр **Направление счёта энкодера*** определяет направление движения при положительном счёте датчика положения. Может принимать два значения:

- *в плюс* — движение в плюс при положительном счёте датчика;
- *в минус* — движение в минус при положительном счёте датчика.

*Параметр **Контроль ошибки энкодера*** включает (выключает) аппаратный контроль исправности датчика положения. Аппаратный контроль реализован только для оптических датчиков положения. Параметр может принимать два значения:

- *включен* — включает аппаратный контроль исправности энкодера;
- *выключен* — выключает аппаратный контроль исправности энкодера.

*Параметр **Контроль ошибки интерполятора*** включает (выключает) контроль ошибки интерполятора. Данная ошибка свидетельствует о сбое в расчёте координаты точки и возникает при превышении максимально допустимой величины изменения значения координаты за период между расчётами (период сервоцикла). Максимально допустимая величина изменения расчётного значения координаты точки складывается из допустимой погрешности позиционирования и величины перемещения за период сервоцикла на максимальной подаче. Параметр может принимать два значения:

- *включен* — включает контроль ошибки интерполятора;
- *выключен* — выключает контроль ошибки интерполятора.

*Параметр **Коррекция размера*** включает (выключает) коррекцию размера по координате на погрешность шага ШВП, кривизну направляющих и т.д. Таблицы на каждый вид коррекции вносятся в файл `sett.gar` (см. Приложение 5). Параметр может принимать значения:

- *выключена* — отключает все виды коррекции размера по координате;
- *от X* — включает коррекцию размера по координате в зависимости от значения координаты X ;
- *от Y* — включает коррекцию размера по координате в зависимости от значения координаты Y ;
- *от X и Y* — включает оба вида коррекции (т.е. суммарное значение коррекции от координат X и Y);
- ...и т.д. по всем осям.

*Параметр **Компенсация люфта*** определяет способ компенсации люфта.

Параметр может принимать значения:

- *значение* — задан постоянный для данной оси люфт, значение которого определяется параметром **Постоянный люфт**;
- *таблица* — выключает зонную компенсацию люфта; значения люфтов по оси берутся из таблицы; таблица люфтов вносится в файл sett.gar (см. Приложение).

Параметр Путевая о.с. определяет тип формирователя K_x сигнала коррекции. Параметр может принимать значения:

- *выключена (задатчик)* — путевая о.с. выключена, СЧПУ работает в режиме задатчика;
- *линейная* — путевая о.с. с линейной зависимостью сигнала коррекции от величины рассогласования;
- *логарифмическая* — путевая о.с. с логарифмической зависимостью сигнала коррекции от величины рассогласования.

Параметр Коэффициент скоростной составляющей определяет значение коэффициента скоростной составляющей K_v в выходном сигнале. При нулевом значении параметра слежение по координате будет осуществляться только по величине рассогласования d . Введение скоростной составляющей в выходной сигнал позволяет существенно снизить величину d и уменьшить зависимость d от скорости движения. Рекомендуемые значения— 0.45...0.8 (в зависимости от динамических характеристик привода). Критерий выбора— отсутствие перебега по координате при останове во всём рабочем диапазоне подач.

Параметр Составляющая ускорения определяет значение составляющей ускорения K_a в выходном сигнале. Задаётся в миллисекундах. Введение составляющей ускорения в выходной сигнал позволяет существенно снизить величину d на участках разгона-торможения. Составляющую ускорения полезно вводить для осей с большим приведенным моментом инерции. Значение подбирается в зависимости от динамических характеристик привода. Критерий выбора— плавный ход и отсутствие перебега по координате при останове во всём рабочем диапазоне подач.

Параметр Коэффициент путевой о.с. определяет зависимость величины

рассогласования d и сигнала коррекции v_d , рисунок 4-2:

$$v_d = \frac{K_{o.c.} \delta f_x}{v_{max}},$$

где $K_{o.c.}$ — значение коэффициента о.с. по координате, v_d — величина сигнала коррекции скорости, δ — величина рассогласования, f_x — частота сервоцикла регулятора координаты, v_{max} — максимальная скорость привода. Коэффициент $K_{o.c.}$ задаётся в безразмерных величинах в пределах от 0 до 0.05 (как правило, значения $K_{o.c.} = 0.015 \dots 0.025$ являются достаточными).

*Параметр **Фильтр выходного сигнала*** определяет порядок n фильтра W_Φ контура координаты. Может принимать значения от 0 (фильтр отсутствует) до 4.

*Параметр **Максимальное рассогласование*** определяет величину максимально допустимого рассогласования и используется для идентификации ошибки рассогласования. Задаётся в [L]— принятых для данной координаты единицах измерения перемещения.

В группе параметров «***Параметры регулятора***» задаются параметры регулятора W_X : *тип регулятора, коэффициент усиления K_u , ограничение усиления ПИД, постоянные времени дифференцирования и интегрирования* (соответственно $T_{дифф.}$ и $T_{интегр.}$).

*Параметр **Тип регулятора*** определяет тип регулятора. Может принимать значения:

- *выкл.* — регулятор W_X выключен (настроен на единичную передаточную функцию);
- *П* — пропорциональный регулятор; коэффициент усиления определяется параметром K_u ;
- *фильтр* — регулятор W_X — фильтр с коэффициентом усиления K_u и постоянной времени $T_{интегр}$ (задаётся в миллисекндах);
- *ПД* — пропорционально- дифференциальный регулятор; коэффициент усиления определяется параметром K_u , постоянная времени дифференцирования — параметром $T_{дифф}$ (задаётся в миллисекндах);
- *инерц. ПД* — пропорционально- дифференциальный регулятор с инерционностью; коэффициент усиления определяется параметром K_u , постоянная времени дифференцирования — параметром $T_{дифф}$, постоянная времени интегрирования — параметром $T_{интегр}$ ($T_{дифф}$ и $T_{ин-$

- тегр* задаются в миллисекндах);
- ПИД — пропорционально- интегрально- дифференциальный регулятор; коэффициент усиления определяется параметром *Ку*, постоянная времени дифференцирования— параметром *Тдифф*, постоянная времени интегрирования— параметром *Тинтегр* (*Тдифф* и *Тинтегр* задаются в миллисекндах), ограничение усиления ПИД -регулятора— параметром *огр. усиления ПИД*;

4.8. Группа параметров «Координаты точек 1,2,3»

Данной группой параметров задаются координаты точек для режимов «Выход в точку 1 (2,3)».

4.9. Методика настройки КП

Настройка параметров контроллера перемещений сводится к следующим операциям, которые выполняются в порядке их перечисления:

- 1) фазирование путевой обратной связи (о.с. контура координаты);
- 2) масштабирование выходного сигнала СЧПУ;
- 3) установка соответствия направления движения кнопкам пульта управления; настройка ограничителей перемещений; подбор параметров разгона-торможения и режима «Выход в 0»;

Для проведения настройки контроллера перемещений необходимо загрузить систему с кодом «2». Запуск системы в этом случае осуществляется из каталога /home по меню (клавиша F2 пункт 9 «Старт CNC»). Пример настройки контроллера перемещений приведен в Приложении 4.

Перед настройкой необходимо проверить и установить значения следующих параметров:

- 1) установить требуемые значения параметров датчиков положения— *номер канала оцифровки, тип датчика, период датчика и перемещение по координате*; для индуктивных датчиков (индуктосин, сельсин, резольвер) с частотой питающего напряжения 2.5 кГц — 4000 импульсов; для оптических датчиков — по паспорту; величина перемещения по координате для

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

индуктосина определяется периодом линейки (обычно 2 мм), для круговых датчиков— шагом винта ШВП, для оптической линейки задаётся по паспортным данным с учётом заданного периода датчика;

- 2) для каждой координаты установить номер ЦАП в параметр *No. ЦАП*;
- 3) отключить путевую обратную связь (значение параметра «*путевая о.с.*» — «*выключена (датчик)*»);

После проверки и установки этих параметров следует перегрузить ПО СЧПУ.

Фазирование путевой обратной связи сводится к установке соответствия знака управляющего задания (напряжение ЦАП), выдаваемого СЧПУ, отсчёту датчика при перемещении координаты станка.

Фазирование путевой обратной связи выполняется только при первоначальной установке СЧПУ на станок или после замены приводов и датчиков положения. Ошибки или некомпетентное вмешательство может привести к потере настроек и нарушению работоспособности СЧПУ!

Для фазирования путевой обратной связи следует войти в окно диагностики (из окна «Ошибки» (F5) по нажатию клавиши «Диагностика» (F7) включить окно «Оцифровка» (F1) и выбрать вкладку 1, нажав 1 на цифровой клавиатуре), и в режиме ручных перемещений выполнить пробные перемещения вперёд-назад по всем координатам. Текущее положение координаты отображается в таблице «Енкодеры», а код управляющего задания— в таблице «выход ЦАП». Положительному (за вычетом напряжения смещения) заданию на выходе СЧПУ должно соответствовать положительное (по датчикам положения) перемещение по соответствующей координате. В противном случае для координаты необходимо выполнить переполюсовку ЦАП, а именно, установить значение параметра «*Полярность выходного сигнала*»— «*обратная*».

Масштабирование выходного сигнала СЧПУ заключается в установке параметру «*Скорость при максимальном задании*» значения, соответствующего скорости движения координаты при максимальном задании на входе привода (10 Вольт). Сначала для учёта дрейфа привода необходимо уточнить значение напряжения смещения. Для этого нужно включить путевую

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

обратную связь (значение параметра «*путевая о.с.*» — «*линейная*»). В окне диагностики (вкладка 1) в таблице «выход ЦАП» отображается напряжение, необходимое для удержания координаты. Это значение необходимо присвоить параметру «*Напряжение смещения*». Далее заданием параметра *скорость при максимальном задании* (v_{max}) необходимо добиться, чтобы при отключенной путевой о.с. заданное и фактическое (по датчику положения) значения скорости совпадали. Заданное и фактическое значения скорости выводятся в окно диагностики (вкладка 0, соответственно «*скорость абс.*» и «*скорость датчик*»). Значение параметра *скорость при максимальном задании* можно уточнить по формуле

$$v_{max} = v'_{max} \frac{v_{датчик}}{v_{абс}},$$

где v'_{max} и v_{max} — соответственно старое и уточнённое значения параметра *скорость при максимальном задании*, $v_{абс}$ и $v_{датчик}$ — соответственно заданное и фактическое (по датчику) значения скорости (см. окно диагностики, вкладка 0). После этого можно откорректировать значения коэффициентов $K_{o.c.}$ (параметр «*коэффициент путевой о.с.*»), K_V (параметр «*коэффициент скоростной составляющей*»), T_A (параметр «*составляющая ускорения*»). Если масштабирование выходного сигнала СЧПУ выполнено правильно, то целесообразно задать одинаковые для всех осей подач значения параметров $K_{o.c.}$, K_V и T_A .

Точность позиционирования по координате проверяется при помощи измерительной головки, установленной на штативе. Для этого в режиме «Шаг» (дискретные перемещения) задаются перемещения по 0.1 мм вперёд-назад в пределах 1...2 мм. Точность позиционирования контролируется по индикатору измерительной головки. Если при позиционировании наблюдается значительный перебег, то необходимо уменьшить значение параметра «*коэффициент скоростной составляющей*».

Установка соответствия направления движения кнопкам пульта управления сводится к изменению значения параметра *направление счёта*

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

енкодера. Далее подбираются требуемые значения параметров разгона-торможения, режима «Выход в 0» и устанавливаются значения числовых ограничителей перемещений по координатам. Ограничители работают только после выхода в ноль по координате.

Настройка компенсации люфтов. В СЧПУ имеется возможность независимой по всем координатам компенсации люфтов и коррекции размеров (учёт погрешности ШВП, кривизны направляющих). Предусмотрена как табличная (зонная) компенсация люфта (значение параметра *компенсация люфта— таблица*), так и постоянное значение люфта (значение параметра *компенсация люфта— значение*). В первом случае значения люфтов берутся из таблицы, а в последнем случае— значение люфта задаётся параметром *постоянный люфт* в принятых для координаты единицах измерения (мм, град.).

Для зонной компенсации люфтов и коррекции размеров максимальное число зон определяется количеством координат, для которых необходима компенсация люфта (для 4 координат число зон может быть задано до 1024). Таблица значений зонной компенсации люфтов и коррекции размеров заносится в файл `/mroot/param/sett.gap`. Доступ к каталогу `/mroot/param` открывается из окна программ (F3) после 3-х кратного нажатия клавиши «+». Информация в файл `sett.gap` заносится в текстовом виде в следующем формате:

```
<CN> <CA> <NZ>  
<H> <Q1>  
D(1) D(2) ... D(NZ)
```

```
<CN> <CA> <NZ>  
<H> <Q1>  
D(1) D(2) ... D(NZ)
```

...

где

CN— номер координаты, начиная с 1;

CA— идентификатор таблицы; 0— задана таблица значений люфтов для координаты CN; 1,2,3...— задана таблица коррекции размера координаты

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

СN в зависимости от координаты СA;

NZ— количество точек;

Н— ширина зоны в принятых для координаты СA (а если СA=0, то для координаты СN) единицах измерения (мм, град);

Q1— координата СA (а если СA=0, то СN) начальной точки первой зоны в принятых единицах измерения (мм, град);

$D(1), D(2), \dots, D(NZ)$ — значения люфтов/величина коррекции в точках $Q1, (Q1+N), \dots, (Q1+(NZ-1)*N)$ в принятых для координаты СN единицах (мм, град). Значения люфтов/величины коррекции вне заданной зоны будут равны $D(1)$ (до $Q1$) и $D(NZ)$ (после $(Q1+(NZ-1)*N)$).

Компенсация люфтов и коррекция размера по координате включаются только после выхода в ноль. Оперативное включение/выключение зонной компенсации люфтов осуществляется параметром *компенсация люфта*. Оперативное выключение/включение/включение отдельных составляющих коррекции размера по координате осуществляется параметром *коррекция размера*. Если для какой-либо координаты таблица люфтов или коррекции размера в файл `sett.gap` не занесена или занесена с нарушением формата заполнения файла, то по этой координате соответствующая коррекция осуществляться не будет. Пример файла `sett.gap` приведен в Приложении 5.

Приложение 1. Структура параметров КА

Параметры автоматики

§ *Подачи*

§ подача 1 (в мм, град./мин)

§ подача 2 (в мм, град./мин)

...

§ подача 8 (в мм, град./мин)

§ *Дискреты*

§ дискрета 1 (в мкм, град. $\cdot 10^3$)

§ дискрета 2 (в мкм, град. $\cdot 10^3$)

...

§ дискрета 8 (в мкм, град. $\cdot 10^3$)

§ *Параметры* ^{*)}

§ параметр 1 (...)

§ параметр 2 (...)

...

§ параметр 8 (...)

Примечания:

^{*)} — параметр или группа параметров могут отсутствовать в структуре дерева;

Приложение 2. Структура параметров интерпретатора

Параметры интерпретатора

§ Символ переменной	(символ)
§ Число осей	(1...8)
§ Адреса осей	
§ Основные	
§ ось 1	(символ)
§ ось 2	(символ)
...	
§ ось N	(символ)
§ Дополнительные	
см.п. «Основные»	
§ Третичные	
см.п. «Основные»	
§ Символ радиуса	(символ)
§ Диаметральные оси	(нет / ось 1 / ось 2 / оси 1 и 2 / ... и т.д.)
§ Позиционирование по G0	(по прямой / независимое)
§ Старт с кадра	(автомат / п/автомат)
§ Разрешённые циклы	(Циклы запрещены / G70-G79 разрешены / G80-G89 разрешены) / G70-G79 G80-G89 разре- шены)
§ S-команда	
§ S-флаги	(Фрез.,без датчика, в КП / Фрез.,с датчиком, в КП / Фрез.,без датчика, в КА / Фрез.,с датчиком, в КА / Токарн.,без датчика, в КП / Токарн.,с датчиком, в КП / Токарн.,без датчика, в КА / Токарн.,с датчиком, в КА)
§ Минимальные обороты ^{*)***)}	
§ ступень 1 ^{**)}	(в об/мин)
§ ступень 2 ^{**)}	(в об/мин)
...	
§ ступень N ^{**)}	(в об/мин)
§ Максимальные обороты ^{*)}	
см.п. «Минимальные обороты»	
§ Коэффициент редукции ^{*)***)}	
§ ступень 1 ^{**)}	(б/разм, ≥1)
§ ступень 2 ^{**)}	(б/разм, ≥1)
...	

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

§ ступень N ^{**})	(б/разм, ≥1)
§ Разрешённые плоскости обработки	(0, 17, 18, 19)
§ Индексы плоскостей	
§ G17 ^{*)}	
§ 0	(0— x, 1— y, 2— z)
§ 1	(0— x, 1— y, 2— z)
§ 2	(0— x, 1— z, 2— z)
§ G18 ^{*)}	
см.п. «G17»	
§ G19 ^{*)}	
см.п. «G17»	
§ M-команда	
§ Разрешённые M-команды ^{*)}	
§ Mxx	(-1, 0, 1)
...	
§ Группы M-команд	
§ 1 группа	(строка)
§ 2 группа	(строка)
...	
§ N-я группа	(строка)
§ Инициализационная строка	(строка)

Примечания:

^{*)} — параметр или группа параметров могут отсутствовать в структуре дерева;

^{**)} — в зависимости от значения параметра *S-флаги* вместо наименования «ступень N» может стоять обозначение M-команды, соответствующее заданной ступени;

^{***)} — в зависимости от значения параметра *S-флаги* параметр или группа параметров могут отсутствовать в структуре дерева.

Приложение 3. Структура параметров КП (сокращённая)

Параметры базовой версии

Настройки контроллера перемещений

§ Координаты

§ Ось X (наименование оси)

§ Настройки каналов оцифровки и ЦАП

§ настройки канала оцифровки^{*)}

§ No. канала оцифровки

(б/разм, 0...8)

§ тип датчика

(«оптический»/

«ВТМ/сельсин/индуктосин»)

§ период датчика, дискрет

(0...65535)

§ перемещение по координате

(в ед.изм, мм, град, ...)

§ настройки канала ЦАП^{*)}

§ No. ЦАП

§ Параметры разгона-торможения

§ профиль скорости

(«линейный»/

«S-обр.парабол.»/

«S-обр.полином.»)

§ ускоренная подача

(в ед.изм/мин)

§ скорость толчка^{*)}

(в ед.изм/мин)

§ скорость ползучки^{*)}

(в ед.изм/мин)

§ допуск частоты вращения^{*)}

(в %)

§ максимальное ускорение

(в (ед.изм/мин)/сек)

§ допуск позиционирования

(в ед.изм)

§ Параметры режима «Выход в 0»^{*)}

§ направление поиска ноль-конечника

(в «плюс»/ в «минус»)

§ положение ноль-метки

(на датчике/перед датчиком)

§ скорость поиска ноль-конечника

(в ед.изм/мин)

§ скорость поиска ноль-метки

(в ед.изм/мин)

§ Параметры ограничителей перемещения по координате^{*)}

§ ограничитель перемещения

(включен/выключен)

§ ограничитель «плюс»

(в ед.изм)

§ ограничитель «минус»

(в ед.изм)

§ Настройки контура скорости

§ полярность выходного сигнала

(прямая/

обратная/

модуль)

§ скорость при максимальном задании

(в ед.изм/мин)

§ напряжение смещения

(в Вольтах)

§ фильтра сигнала

(выключен/

1-й порядок/

2-й порядок/

3-й порядок/

4-й порядок)

§ Настройки контура координаты^{*)}

§ направление счёта энкодера

(в плюс/в минус)

§ контроль ошибки энкодера

(включен/выключен)

§ контроль ошибки интерполятора

(включен/выключен)

§ коррекция размера

(выключена/

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

	от X/ от Y/ от X и Y и т.д. для остальных осей)
§ компенсация люфта	(таблица/значение)
§ постоянный люфт	(в ед.изм)
§ путевая о.с.	(выключена (задатчик)/ линейная/ логарифмическая)
§ фильтра сигнала	(выключен/ 1-й порядок/ 2-й порядок/ 3-й порядок/ 4-й порядок)
§ коэфф.скоростной составляющей (0...1)	(б/разм, >0)
§ составляющая ускорения	(мс)
§ коэффициент путевой о.с. (0...0.1)	(б/разм, >0)
§ максимальное рассогласование	(в ед.изм)
§ параметры регулятора	
§ тип регулятора	(выключен/ П/ фильтр ПД/ инерц. ПД/ ПИД)
§ Ку (1...1000)	(б/разм, >0)
§ огр.усиления ПИД (1...1000)	(б/разм, >0)
§ Тдифф., мс	(мс)
§ Тинтегр.,мс	(мс)
§ Ось Y	
см.п. «ось X»	
...	
§ <i>Параметры разгона-торможения для интерполяции (контур)</i>	
§ профиль скорости	(«линейный»/ «S-обр.парабол.»/ «S-обр.полином.»)
§ ускоренная подача	(в ед.изм/мин)
§ максимальное ускорение	(в (ед.изм/мин)/сек)
§ <i>Координаты точек 1,2,3</i>	
§ Точка 1	
§ Координаты	
§ X	(в ед.изм)
§ Y	(в ед.изм)
...	

Примечания:

*) — параметр или группа параметров могут отсутствовать в структуре дерева;

**) — в более поздних версиях параметр называется «путевая о.с.» и может принимать значения «выключена (задатчик)» и «включена (слежение)»; при значении параметра «выключена (задатчик)» отключается путевая о.с. и СЧПУ переводится в режим задатчика управляющего напряжения вне зависимости от значений параметров «управление по координате» и «коэффициент путевой о.с.».

Приложение 4. Пример настройки КП

Рассмотрим настройку контроллера перемещений на примере 3- координатного фрезерного станка, координаты которого оборудованы круговыми оптическими датчиками (период 1250 дискрет), установленными непосредственно на ШВП (шаг ШВП 5мм).

Для проведения настройки контроллера перемещений загружаем систему с кодом «2» и запускаем ПО СЧПУ из каталога /home с помощью меню (клавиша F2 пункт 9 «Старт CNC»). Далее проверяем и устанавливаем следующие значения параметров:

- 1) *номер канала оцифровки* для координат X, Y и Z соответственно 1, 2 и 3;
период датчика для всех координат — $4 \times 1250 = 5000$ дискрет (учетверение числа дискрет осуществляется аппаратно в СЧПУ только для оптических датчиков); *перемещение по координате* — 5 мм для всех координат;
- 2) *No. ЦАП* для координат X, Y и Z соответственно 1, 2 и 3;
- 3) для всех координат устанавливаем: «*путевая о.с.*» — *выключена (датчик)*;

Для всех координат параметром *напряжение смещения* компенсируем смещение нуля ЦАП. Для этого для всех координат сначала установим нулевые значения *напряжение смещения*. Далее цифровым вольтметром измеряем напряжение на выходах управления СЧПУ. Измеренные значения смещения вносим в параметры *напряжение смещения* с учётом знака. Цифровым вольтметром проверяем значения напряжений на выходах управления СЧПУ, и в случае необходимости корректируем параметр *напряжение смещения*.

Для остальных параметров оставляем значения по умолчанию. После проверки и установки этих параметров перегружаем ПО СЧПУ.

Далее приступаем к *фазированию путевой о.с.* Поскольку СЧПУ работает сейчас с отключенной путевой о.с., то после включения приводов по координатам возможно медленное перемещение, вызванное дрейфом нуля приводов. Входим в окно «Оцифровка» (F1) диагностики, переключаемся на за-

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

кладку 1 (нажатием 1 на цифровой клавиатуре) и в режиме ручных перемещений на небольшой подаче выполняем пробные движения по всем координатам вперёд и назад. В таблицах «Енкодеры» и «выход ЦАП» отслеживаем знак управляющего задания и отсчёт датчиков положения. Результаты приведены в таблице П.1.

Таблица П.1. Фазирование путевой о.с.

№ ЦАП	№ энкодера	Отсчёт энкодера при положительном задании ЦАП	Отсчёт энкодера при отрицательном задании ЦАП	Фактическое перемещение по координате	Переполюсовка ЦАП
1	1	в минус	в плюс	X	есть
2	2	в минус	в плюс	Y	есть
3	3	в плюс	в минус	Z	нет

Для координат X и Y необходима переполюсовка ЦАП. Параметр *полярность выходного сигнала* для координат X и Y задаём равным «обратная», а для координат Z— «прямая». Для уточнения напряжения смещения для всех координат включаем путевую о.с. (значение параметра *путевая о.с.*— «линейная»). В диагностике (закладка 1) в таблице «выход ЦАП» отображается напряжение, необходимое для удержания координаты. Эти значения по координатам присваиваем параметрам *напряжение смещения*.

Далее приступаем к *масштабированию сигналов задания СЧПУ* (см.раздел 4-10). Для этого для всех координат отключаем путевую о.с., переходим в окно «Диагностика» (закладка 0) и в ручном режиме ручных выполняем пробные перемещения по координатам. Значения заданной (*Скорость абс.*) и фактической (*Скорость датчик*) скорости приведены в таблице П.2.

Таблица П.2. Масштабирование сигналов задания СЧПУ

Координата	$v_{абс.}$ мм/сек	$v_{датчик.}$ мм/сек	v'_{max} мм/мин	v_{max} мм/мин
X	6.351	8.13	10000	12801.2
Y	6.351	7.96	10000	12533.5
Z	6.351	7.84	10000	12344.5

Для координаты X находим:

$$v_{max} = 10000 \frac{8.13}{6.351} = 12801.2$$

Аналогично определяем параметры для координат Y и Z. Результаты приве-

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

дены в таблице П.2. Полученные значения v_{max} присваиваем параметрам «*скорость при максимальном задании*» и проверяем соответствие заданной и фактической скорости движения (см. «Диагностика», закладка 0). После этого включаем путевую о.с. (значение параметра *путевая о.с.* — «*линейная*» или «*логарифмическая*»). Значения параметров «*коэффициент скоростной составляющей*» «*составляющая ускорения.*» «*коэффициент путевой о.с.*» для всех координат устанавливаем соответственно 0.7, 0.0 и 0.02. В режиме ручных перемещений по величине рассогласования проверяем точность обработки задания и плавность хода во всём диапазоне подач. Далее, изменяя значение параметра «*направление счёта энкодера*», приводим в соответствие направления движения кнопкам пульта, устанавливаем значения параметров разгона-торможения, выхода в 0, числовые ограничители перемещения.

Приложение 5. Пример файла настроек зонной компенсации люфтов

```
1 0 30
-10.000 0.000
0.115 0.117 0.119 0.120 0.121 0.121 0.120 0.120 0.118 0.116
0.114 0.113 0.112 0.110 0.110 0.110 0.110 0.110 0.110 0.112
0.113 0.114 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115

1 1 30
-10.000 0.000
0.000 0.007 0.009 0.012 0.012 0.012 0.012 0.019 0.018 0.016
0.014 0.013 0.012 0.010 0.009 0.009 0.009 0.008 0.007 0.007
0.004 0.002 -0.004 -0.004 -0.002 0.001 0.000 0.000 0.000 0.000

1 2 30
-10.000 0.000
0.000 0.007 0.009 0.012 0.012 0.012 0.012 0.019 0.018 0.016
0.014 0.013 0.012 0.010 0.009 0.009 0.009 0.008 0.007 0.007
0.004 0.002 -0.004 -0.004 -0.002 0.001 0.000 0.000 0.000 0.000

2 0 50
10.000 -5.000
0.100 0.100 0.102 0.104 0.106 0.108 0.111 0.113 0.115 0.115
0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115
0.115 0.117 0.119 0.120 0.121 0.121 0.120 0.120 0.118 0.116
0.114 0.113 0.112 0.110 0.110 0.110 0.110 0.110 0.110 0.112
0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115

3 0 40
-5.000 0.000
0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115
0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115
0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115
0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115 0.115
```

В приведенном примере для оси X (координата 1) описаны таблицы зонной компенсации люфтов (СА=0), коррекции размера для учёта погрешности изготовления ШВП (СА=1) и кривизны направляющей по направлению оси Y (координата 2, СА=2). Для осей Y и Z (координаты 2 и 3) заданы только таблицы зонной компенсации люфтов.

ВНИМАНИЕ! Для увеличения числа зон компенсации люфтов и коррекции размеров на параметры наложены следующие ограничения:

- 1) ширина зоны n не должна превышать величины, соответствующей 32767 дискретам датчика положения; в противном случае ширина зоны будет ограничена величиной, соответствующей 32767 дискретам датчика поло-

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

жения с учётом знака;

- 2) разность между максимальным и минимальным значениями люфта/величины коррекции по координате не должна превышать величины, соответствующей 255 дискретам датчика положения; в противном случае величины люфтов и величины коррекции будут ограничены сверху относительно минимального значения величиной, соответствующей 255 дискретам датчика положения.

Приложение 6. Особенности настройки шпинделя

В зависимости от способа управления шпинделем (параметр *S-флаги*) настройка шпинделя может иметь следующие особенности.

Если шпиндель нерегулируемый (значения параметра *S-флаги*— «...в *КА*») и в станке реализовано автоматическое переключение ступеней, то настройка шпинделя сводится к заполнению таблицы оборотов по ступеням (группа параметров *Максимальные обороты*).

Если шпиндель регулируемый и управляется контроллером перемещений (значения параметра *S-флаги*— «...в *КП*»), то настройка шпинделя выполняется в следующей последовательности.

- 1) В параметрах интерпретатора заполняется таблица диапазонов шпинделя (параметры *Минимальные обороты*, *Максимальные обороты*) для всех ступеней. Если в паспорте станка приведены данные по коэффициентам редукции для каждой ступени, то они заносятся в параметры *Коэффициент редукции*. Если этих данных нет, то для всех ступеней в параметры *Коэффициент редукции* заносится 1. В дальнейшем для самой быstroходной ступени коэффициент редукции оставим равным 1, а для остальных ступеней— уточним его значение экспериментальным путём.
- 2) Если шпиндель оборудован датчиком положения и предусмотрен режим ориентации с помощью привода, то сначала проверяются настройки каналов оцифровки и ЦАП, выполняется фазирование путевой о.с. как для обычной координаты и включается путевая о.с. Коэффициент путевой о.с. для шпинделя рекомендуется задавать из диапазона (0.002÷0.01), коэффициент скоростной составляющей и составляющей ускорения— равными 0.
- 3) Соответствующей M-командой включается самая быstroходная ступень.
- 4) Параметром *Скорость при максимальном задании* устанавливается соответствие заданной и реальной скорости вращения. Если шпиндель оборудован датчиком положения, то реальная частота вращения шпин-

Руководство по вводу в эксплуатацию. Описание параметров системы

деля отображается в диагностики (закладка 0). Если шпиндель датчиком положения не оборудован, то реальная частота вращения измеряется тахометром. По измеренной реальной частоте вращения пересчитывается значения параметра *Скорость при максимальном задании*. Если направление вращения не соответствует командам М3 и М4, то необходимо изменить значение параметра «*направление счёта энкодера*».

- 5) Для остальных ступеней соответствие заданной и реальной скорости вращения устанавливается коррекцией коэффициента редукции. Значение коэффициента редукции (больше 1) может быть дробным.
- 6) Если направление вращения не соответствует командам М3 и М4, то необходимо изменить знак коэффициента редукции на противоположный.
- 7) Установить требуемые значения параметров группы *Параметры разгона-торможения*.
- 8) Если предусмотрен режим ориентации с помощью привода, то необходимо включить путевую о.с. и откорректировать значения *коэффициента путевой о.с.* до обеспечения надёжной фиксации шпинделя на всех ступенях. Позиционирование шпинделя при ориентации выполняется на скорости толчка.