



Техническая информация

Датчики линейных перемещений улучшают качество обработки

Точность станка зависит в первую очередь от его способности выдерживать быстроменяющиеся условия эксплуатации. Переход от черновой обработки к чистой влечет за собой изменение механической и термической нагрузок на станок, которое оказывает большое влияние на точность. Подобные изменения нагрузки происходят и при мелкосерийном производстве. Частый переход от процесса смены инструмента к процессу обработки приводит к колебаниям выделяемого тепла, что существенным образом влияет на точность. При мелкосерийном производстве особенно важно обеспечить качество первой детали, чтобы процесс изготовления всей партии был экономически оправдан. В этом случае, термическая точность станка становится очень важным аспектом.

Особую роль при этом играют приводы подачи. Они активно используются при больших скоростях обработки и высоких ускорениях и выделяют много тепла, которое приводит к нагреву частей станка. При отсутствии соответствующих средств позиционирования (например, линейных датчиков обратной связи по положению для ШВП) за короткое время это тепло вызывает ошибки позиционирования до 100 мкм.

Термическая стабильность станков

Проблемы, связанные с погрешностью обработки заготовки, обусловленные термическими расширениями, все чаще находятся в поле зрения производителей станков. Системы охлаждения, симметричные конструкции станков и измерения температуры являются на сегодняшний день общепринятыми методами.

Основным источником тепловых излучения являются оси подачи с шариковинтовой парой. В зависимости от скорости перемещения и силы подачи разность температур в ШВП может очень быстро меняться. Возникающие при этом термические расширения (обычно до 100 мкм/м в течение 20 мин) на станках без датчиков обратной связи могут привести к существенным ошибкам в заготовке.



Определение положения привода подачи

Положение NC-привода подачи определяется через ШВП в сочетании с датчиком вращения или через датчик линейных перемещений.

Если положение привода определяется с помощью шага винта и датчика вращения (рис. 2), то привод шариковинтовой пары выполняет двойную функцию: передает большие нагрузки и одновременно с этим является датчиком положения. При этом, ожидается высокая точность и повторяемость шага шпинделя. Контур управления при этом включает в себя и датчик вращения. Так как износ и термические изменения в механике приводов не могут быть компенсированы, то в этом случае, говорится о работе в полузакрытом контуре (Semiclosed Loop). Ошибка позиционирования привода неизбежна и может влиять на качество обрабатываемой детали.

Если же для определения положения направляющей используется датчик линейных перемещений (рис. 3), то контур позиционирования полностью охватывает механику приводов. В этом случае имеет место закрытый контур (Closed Loop). Зазор в передаточных узлах станка не оказывает влияния на точность измеренных значений. Таким образом, точность измерений зависит практически полностью от точности датчика линейных перемещений.

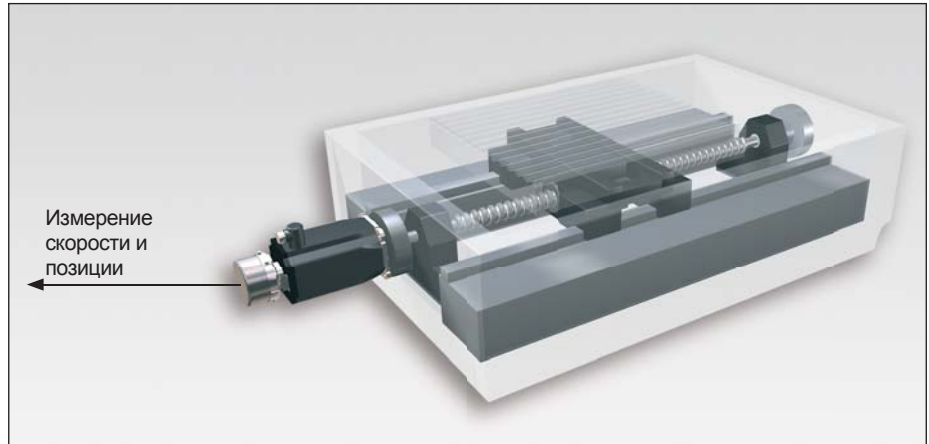


Рисунок 2 Позиционирование в полузакрытом контуре по приводу ШВП и датчику вращения

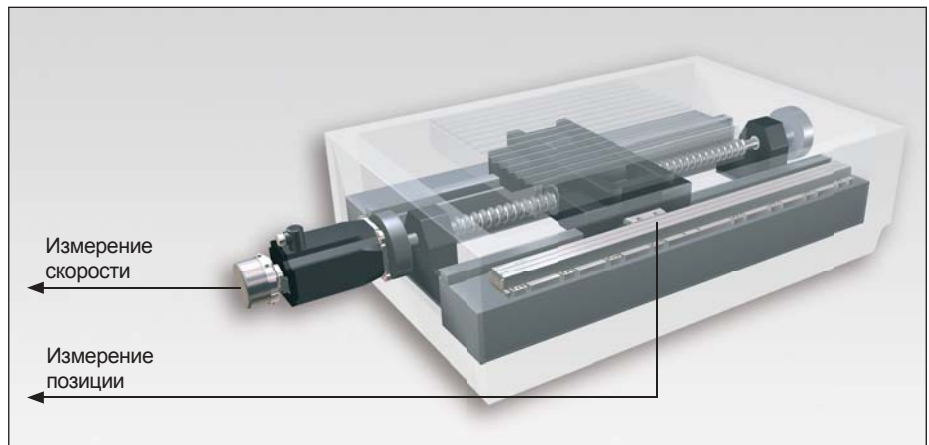


Рисунок 3 Позиционирование в закрытом контуре при помощи датчика линейных перемещений

Доказательство точности приводов

Пример: заготовка с отверстиями

На помощь серийного производства простой детали с отверстиями, равномерно распределенными по длине, возможно продемонстрировать точность привода при закрытом и полузакрытом контурах. На этой заготовке термическая погрешность в полузакрытом контуре выражается в виде смещений отверстий по длине и показывает, таким образом, результат нагревания ШВП. Погрешности в полузакрытом контуре становятся видимыми, когда несколько элементов серийного производства выполняются на одной и той же заготовке.

На рисунке 4 показано производство нескольких серийных деталей на одной заготовке. На первом шаге выполняется обработка двух торцевых поверхностей и трех отверстий. Производство последующих деталей имитируется, т.е. обработка повторяется 30 раз без заготовки. Затем снова фрезеруется та же деталь, но со смещением на 2 мм. Обработка заканчивается через 70 минут, совершив

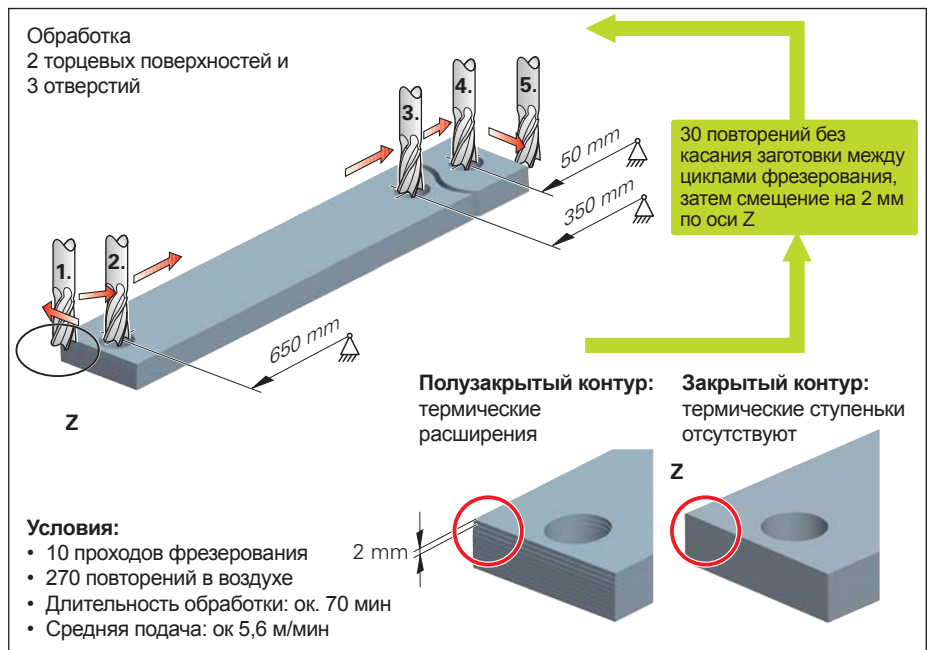


Рисунок 4 Влияние точности привода на серийное производство
 Δ = Точка жесткого крепления ШВП

10 фрезерований и 270 повторений без касания заготовки. Значительное выделение тепла в шариковинтовой паре ведет к термическим погрешностям, выражающимся в виде ступенек как на торцевых поверхностях, так и внутри отверстий (рис. 5).

Влияние температурного дрейфа на самое дальнее от точки жесткого крепления ШВП отверстие составляет 213 мкм. Аналогичные результаты получаются при проверке термической стабильности системы позиционирования по DIN ISO 230-3 с помощью прибора VM 182. С увеличением расстояния между гайкой ШВП и точкой жесткого крепления ШВП увеличивается погрешность. Термический дрейф компенсируется в закрытом контуре при помощи прецизионных датчиков линейных перемещений.

Тесты на точность станка по VDI-DGQ 3431 и DIN/ISO 230-2, обычно используемые при приемке станка, не учитывают эту термическую ошибку.

Обобщение

Гибкость обработки заказов предполагает станки с высокой термической стабильностью. Даже сильно меняющаяся нагрузка на станок не должна оказывать заметного влияния на его точность. Следовательно, оси подачи не должны превышать заданную погрешность на всем пути перемещения, даже при сильно меняющейся скорости и нагрузке. Помехой при этом являются тепловые расширения в шариковинтовой паре линейных осей подачи, возникающие при больших скоростях и нагрузках. Во время обработки в течение 20 минут могут возникнуть ошибки позиционирования до 100 мкм и больше, в том случае, если определение положения осуществляется только при помощи шага ШВП и датчика вращения на моторе. Если значительные погрешности привода не компенсируются в контуре управления, то в этом случае речь идет об использовании привода подачи в полузакрытом контуре. Применение линейных датчиков обратной связи позволяет полностью компенсировать данную погрешность. Приводы подачи в сочетании с линейными датчиками составляют закрытый контур, т.к. ошибка позиционирования, вызванная нагревом ШВП, определяется и компенсируется системой управления. Такие же преимущества обеспечивают датчики угла, применяемые на круговых осях, т.к. и там возникают термические расширения механических частей. Датчики линейных и угловых перемещений гарантируют высокую точность изготавливаемых деталей даже при сильно меняющихся условиях эксплуатации станка.



Рисунок 5 Погрешность при серийном производстве

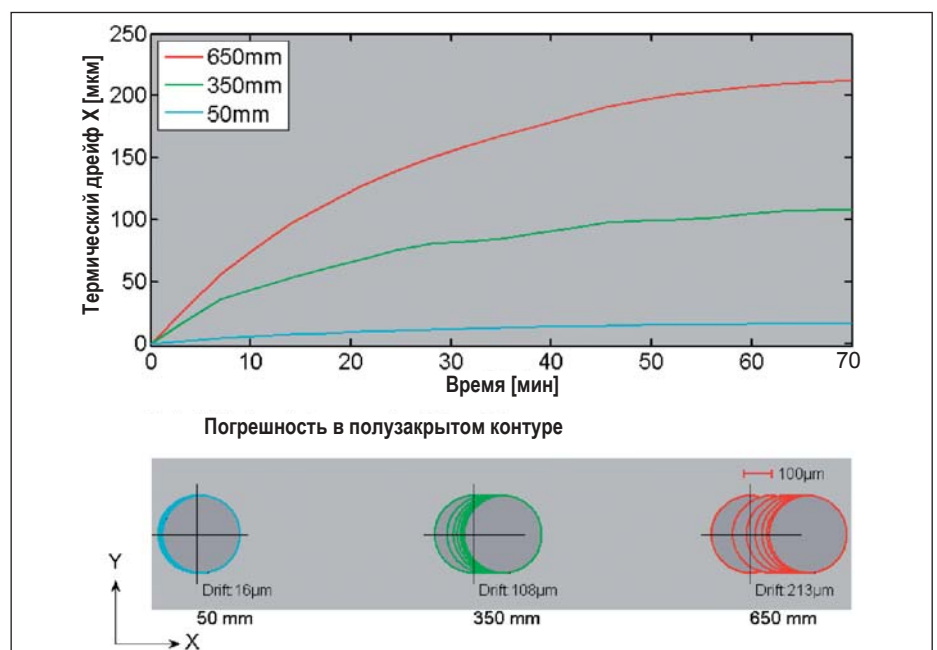


Рисунок 6 Дрейф различных позиций по всей области перемещения оси X (ISO 230-3)

Датчики линейных перемещений для станков

Для обеспечения высокой точности позиционирования станков линейные датчики в качестве датчиков обратной связи являются незаменимыми. Величина перемещения с их помощью определяется напрямую. Механические прередаточные элементы не оказывают в этом случае влияния на точность позиционирования. Кинематические и термические ошибки или влияние нагрузки также определяются линейными датчиками и учитываются в контуре управления. Данный способ помогает исключить целый ряд источников погрешностей:

- ошибка позиционирования, вызванная нагревом в ШВП
- ошибка, вызванная наличием зазоров в ШВП
- ошибка, возникающая при деформации механики привода из-за больших нагрузок
- кинематическая ошибка, вызванная погрешностью шага ШВП

Для станков с высокими требованиями к точности позиционирования и к скорости обработки использование датчиков линейных перемещений является необходимым.

Линейные датчики фирмы HEIDENHAIN имеют универсальное исполнение. Они предназначены для применения на станках и установках с регулируемыми линейными осями, таких как, например, фрезерных, токарных и шлифовальных станках, обрабатывающих центрах и горизонтально-расточных станках.

Хорошие динамические свойства датчиков линейных перемещений, их высокие скорости перемещения и ускорения позволяют применять их как на осях с высокой динамикой, так и с прямыми приводами.

	Класс точности	Период сигнала	Длина измерения	Интерфейс	Тип
Датчики линейных перемещений с мелкопрофильным корпусом шкалы					
В абсолютных значениях	± 5 мкм; ± 3 мкм	–	до 2040 мм ¹⁾	EnDat 2.2	LC 483
Инкрементальные	± 5 мкм; ± 3 мкм	4 мкм	до 1220 мм	~ 1 V _{SS}	LF 481
	± 5 мкм; ± 3 мкм	20 мкм	до 2040 мм ¹⁾	~ 1 V _{SS}	LS 487
Датчики линейных перемещений с крупнопрофильным корпусом шкалы					
В абсолютных значениях	± 5 мкм; ± 3 мкм	–	до 4240 мм	EnDat 2.2	LC 183
Инкрементальные	± 3 мкм; ± 2 мкм	4 мкм	до 3040 мм	~ 1 V _{SS}	LF 183
	± 5 мкм; ± 3 мкм	20 мкм	до 3040 мм	~ 1 V _{SS}	LS 187
	± 5 мкм	40 мкм	до 30040 мм	~ 1 V _{SS}	LB 382

¹⁾ с длиной более 1240 мм применять только с монтажной шиной



LC 483



LC 183



LB 382

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 (8669) 31-0

FAX +49 (8669) 5061

E-Mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de

ООО HEIDENHAIN

Chasovaya Street 23 A

125315 Moscow, Russia

☎ +7 (495) 931-9646

FAX +7 (495) 564-8297

E-Mail: info@heidenhain.ru

www.heidenhain.ru

Дополнительная информация:

- Каталог *Датчики линейных перемещений для станков с ЧПУ*
- Техническая информация *Точность линейных осей*
- Каталог *Измерительные устройства для приема и контроля станков*