

## Современные приборы активного контроля

Этингоф М. И., ведущий специалист  
ОАО «НИИ Измерения», к.т.н.

Точность обработки по размеру и отклонению формы деталей машин зависит, главным образом, от точности и совершенства конструкции станка. Современные металлообрабатывающие станки достигли высокого уровня точности и вполне возможно, что почнее обрабатывать детали машин уже нельзя.

Такие достижения объясняется тем, что за последние 10-20 лет конструкция станков претерпела кардинальные изменения.

Изменилась конструкция приводов подачи шлифовального круга, режущего инструмента и перемещения рабочих органов станков. На станках практически исчезли механические передачи. Привод механизма подачи инструмента и вращения изделия на современных станках осуществляется высокомоментными электроприводами постоянного и переменного тока с большим диапазоном регулирования до 1:100000. Электроприводы снабжены датчиками обратной связи по скорости вращения и перемещению, установленными на валу двигателя.

При необходимости механизм подач выполнен обычно в виде одноступенчатой безлюфтовой жесткой передачи, например, шарикового винта или червячного редуктора. Такие конструкции, управляемые от системы ЧПУ, обеспечивают точные микронные перемещения шлифовального круга или другого режущего инструмента.

Применение регулируемых электроприводов позволило исключить на станках гидравлическую систему. Это сильно упростило конструкцию станка, снизило его нагревание и повысило точность обработки.

Большинство современных станков оснащены ЧПУ. Это позволяет не только полностью автоматизировать процесс обработки, но и применять автоматические циклы подачи режущего инструмента любой сложности, в том числе адаптивные. Это также повысило точность обработки.

Точное автоматическое производство требует точных автоматических средств контроля размеров деталей и приборов для измерения линейных и угловых перемещений и позиционирования рабочих органов станков. На современных станках применяют сравнительно небольшую номенклатуру средств контроля линейных и угловых размеров и перемещений:

- на шлифовальных и хонинговальных станках врезного шлифования применяют приборы для контроля размеров деталей в процессе обработки;

- на шлифовальных станках, работающих “на проход”, расточных и обточных станках применяют приборы для контроля размеров деталей после обработки (подналадчики);

- на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах применяют широкодиапазонные преобразователи для координатных измерений перемещений рабочих органов станка;

- на сверлильно-фрезерно-расточных станках и обрабатывающих центрах применяют индикаторы контакта для контроля размеров деталей и позиционирования обрабатываемых поверхностей и режущей кромки инструмента;

- на обрабатывающих центрах применяют устройства для настройки инструмента вне станка.

В связи с повышением точности и жесткости станков и оснащением их системами ЧПУ потребность в приборах активного контроля (ПАК) сократилась. Так на шлифовальных станках с ЧПУ можно изготавливать детали с допуском 25-30 мкм без активного контроля.

Современные приборы активного контроля, выпускаемые отечественными и зарубежными фирмами, имеют примерно одинаковую конструкцию и комплектацию.

Во всех ПАК применяют только дифференциальные индуктивные преобразователи с диапазоном измерения  $\pm 1$  мм высокой линейности и точности. Как правило, используют бесконтактные преобразователи.

В качестве механической измерительной оснастки используют малогабаритные одноконтактные индуктивные головки и двухконтактные индуктивные скобы. Одноконтактные головки используют как позиционеры для осевой ориентации валов на торцешлифовальных станках или из двух головок собирают двухконтактную скобу для контроля наружных или внутренних диаметров. Каждая головка может быть снабжена электромагнитным или пневматическим арретиром для отвода измерительного наконечника от обрабатываемой поверхности. Корпус головки выполнен герметичным и может быть заполнен демпфирующей жидкостью для контроля прерывистой поверхности.

Малогабаритные двухконтактные скобы применяют для контроля наружных и внутренних поверхностей небольшого диаметра до 125 мм.

Для подвода измерительной оснастки в рабочее положение применяют гидравлические подводящие устройства. Однако, в связи с тем, что на шлифовальных станках гидравлические системы все чаще отсутствуют, начинают применять механические подводящие устройства с электроприводом.

Все современные ПАК оснащаются микропроцессорными электронными блоками. Блок обеспечивает питание индуктивных

преобразователей, расположенных в измерительной оснастке, суммирование и преобразование их сигналов, индикацию результатов измерения на световой шкале и цифровом дисплее, светодиодную сигнализацию, выдачу релейных управляющих команд, выходного аналогового сигнала постоянного тока и выходного кодового сигнала в цепи управления станка.

Микропроцессорный блок может работать с индуктивными и растровыми фотоэлектрическими преобразователями. Количество подключаемых к блоку преобразователей от 1 до 4.

На передней панели блока расположены:

- цифровой дисплей, служащий для цифровой индикации контролируемого размера и высвечивающий служебные надписи о режимах настройки и работы прибора;

- шкальный индикатор, служащий для отображения результатов измерения. Индикатор имеет две световые линейные шкалы со смещенным нулем. Верхняя точная шкала имеет диапазон показаний от минус 10 до +50 мкм и нижняя грубая шкала - от минус 100 до +500 мкм. Переключение шкал происходит автоматически по мере изменения текущего размера;

- функциональные и цифровые кнопки для наладки и настройки прибора;

- светодиоды индикации срабатывания управляющих команд; количество команд выбирается в зависимости от назначения блока, от 3х до 8ми;

- блок снабжен "Реле времени" предназначенным для того, чтобы не выдавать в цепь управления станка управляющие команды до тех пор, пока измерительная оснастка не займет рабочее положение и ее наконечники не установятся на контролируемой поверхности обрабатываемой детали.

- блок обеспечивает питание и управление электромагнитным арретиром, расположенным в измерительной оснастке.

Микропроцессорные блоки имеют существенные преимущества по сравнению с применявшимися многие годы аналоговыми электронными блоками.

В микропроцессорных блоках предусмотрена программная линеаризация характеристик индуктивных преобразователей. Наличие микропроцессора делает блок более универсальным, легко приспособляемым к различным технологическим процессам. Изменение числа управляющих команд, диапазонов измерения, цены деления и т.п. осуществляется перепрограммированием микропроцессора без изменения аппаратной части блока.

Существенным преимуществом блока является замена трансформаторного источника питания на импульсный. Такой

источник питания обеспечивает устойчивую работу микропроцессорного блока при входном напряжении сети от 100 до 240 В. Это также привело к уменьшению веса блока и его габаритов.

В блоке используют разные способы выдачи управляющей информации в схему станка:

- управляющие команды выдаются с помощью малогабаритных мощных электромагнитных реле;
- имеется потенциальный выход через оптоэлектронные пары;
- блок выдает аналоговый выходной сигнал постоянного тока и
- блок имеет кодовый выход RS-232.

Использование малогабаритных реле позволило снизить вес блока и уменьшить его габариты.

Аналоговый и кодовый выход позволяют подключать блок к системе ЧПУ станка. При этом можно не использовать управляющие команды блока, а передавать на станок сигнал, соответствующий размеру обрабатываемой детали. А система ЧПУ станка, получая информацию о текущем размере детали, сама вырабатывает необходимые управляющие сигналы и выбирает подходящие режимы обработки.

Наличие нескольких способов передачи управляющей информации позволяет применять блоки как на универсальных станках с традиционной автоматикой, так и на станках с ЧПУ.

Микропроцессорная схема блока позволяет усложнять цикл обработки, используя большее число управляющих команд (до 8 команд), измерять скорость съема припуска и вводить дополнительное управление, адаптируя прибор и станок к изменяющимся условиям обработки. Это дает дополнительную возможность существенно повысить точность и производительность обработки.

В отличие от производства середины и конца прошлого века, когда на автомобильных, подшипниковых, тракторных заводах преобладало массовое и крупносерийное производство, и одни и те же модели машин выпускались десятки лет, в настоящее время изменилась концепция производства. Теперь заводы значительно расширили номенклатуру выпускаемых изделий, снизилась их серийность и повысилась сменяемость моделей машин. Это привело к резкому сокращению применяемых в производстве специальных автоматических линий и станков-автоматов, ориентированных на выпуск только одной детали. Основная масса используемых в современном производстве станков оснащена ЧПУ, и их можно быстро перестраивать на обработку деталей другого типоразмера.

Соответственно и приборы активного контроля должны обладать способностью автоматически или вручную быстро перенастраиваться или легко заменяться при смене обрабатываемой детали или управляющей программы.

Кроме того, на современных металлорежущих станках с ЧПУ прямым или косвенным методом непрерывно измеряют перемещения рабочих органов (например, шлифовальной бабки, токарного суппорта и т.п.) и используют результаты измерения для автоматического управления процессом обработки. Для прямых измерений на станках устанавливают линейные и угловые широкодиапазонные фотоэлектрические растровые преобразователи перемещений, информация от которых поступает в систему ЧПУ станка. Косвенные измерения осуществляют с помощью угловые фотоэлектрических преобразователей, установленных на валу электродвигателей механизмов станка.

При обработке деталей на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках и обрабатывающих центрах, оснащенных ЧПУ и координатными измерительными системами, для контроля размеров и позиционирования режущего инструмента используют индикаторы контакта. Индикатор контакта является одноконтakтным устройством, снабженным подвижным стержнем с измерительным наконечником. При касании наконечником индикатора контакта обработанной поверхности детали, кромки режущего инструмента или необработанной поверхности детали, в систему ЧПУ выдается сигнал. Индикатор контакта устанавливают в суппорте станка или на его станине и используют для измерения размеров обработанных деталей, измерения величины припуска и его распределения, позиционирования режущей кромки инструмента и базирования обрабатываемой детали.

К рассматриваемой группе измерительных средств следует отнести также устройства для настройки инструмента вне станка. Такие приборы определяют положение режущей кромки инструмента, например, токарного резца относительно базового торца, до установки его в шпиндель станка. Результат измерения поступает в систему ЧПУ станка, что позволяет начинать обработку без предварительной настройки резца.

Выпускаемые и применяемые в настоящее время средства контроля размеров на станках полностью удовлетворяют всем требованиям машиностроительного производства. Приборы, преобразователи перемещений и индикаторы контакта обеспечивают высокую точность обработки на станках. Зачастую приборы и преобразователи имеют более высокую точность, чем это необходимо для изготовления деталей машин. Приборы имеют высокие эксплуатационные характеристики, полностью приспособлены к условиям металлообработки. Вся измерительная оснастка прибо-

ров надежно герметизирована, электронные блоки надежно защищены от попадания влаги и пыли. Выходные управляющие сигналы приборов и преобразователей обеспечивают связь с любыми схемами управления станков и систем ЧПУ. Применение микропроцессорных блоков управления расширило возможности ПАК. Повысилась точность и надежность приборов.

Таким образом, в настоящее время все задачи автоматического размерного контроля на металлорежущих станках успешно решаются или могут быть решены.