

Исследование и реализация измерительных циклов контроля детали

Л.И. Мартинова,
к.т.н., доцент,
lilya-martinova@yandex.ru
А.В. Стась,
магистрант,
МГТУ «СТАНКИН», г. Москва

В статье представлены результаты анализа и некоторые аспекты разработки измерительных циклов контроля детали для системы числового программного управления Аксиома Ctrl. Представлена классификация измерительных циклов. Продемонстрировано применение измерительных циклов для контроля деталей призматического типа.

The article presents the results of the analysis and some aspects of the development of the measuring cycle of parts for CNC systems AxiOMA Ctrl. The classification of the measuring cycles is presented. The use of the measuring cycles for measuring of details is explained there.

Введение

Оборудование, оснащенное системами числового программного управления, является базой для реализации современных технологий [1, 2]. Оно позволяет автоматизировать не только процессы механообработки заготовок, но и контрольно-измерительные операции, обеспечивая высокое качество изготавливаемой продукции [3]. Для контроля соответствия качества деталей предъявляемым требованиям, используются измерительные циклы, которые представляют собой управляющие программы, оптимизированные для групп деталей, имеющих схожую геометрию. Такие циклы служат как для окончательного контроля готовых деталей, так и для операционного контроля, выполняемого на станке. Для их реализации используются измерительные щупы.

Среди фирм мирового уровня, занимающихся разработкой систем ЧПУ со встроенными измерительными циклами, лидерами являются Hidenhain, Siemens (Германия), Fanuc (Япония), Renishaw и др. Их циклы являются закрытым продуктом, корректировать который под собственные нужды пользователя невозможно. В связи с этим весьма важной является задача создания отечественных измерительных циклов [1].

Классификация измерительных циклов

Измерительные циклы (рис. 1) – это макропрограммы для автоматизированного контроля определенных параметров. При этом они решают геометрические задачи любой сложности, возникающие при обмере деталей. Инструментом для выполнения циклов служат измерительные щупы с вспомогательными элементами, выбор которых зависит от типа щупа и от конкретной задачи.

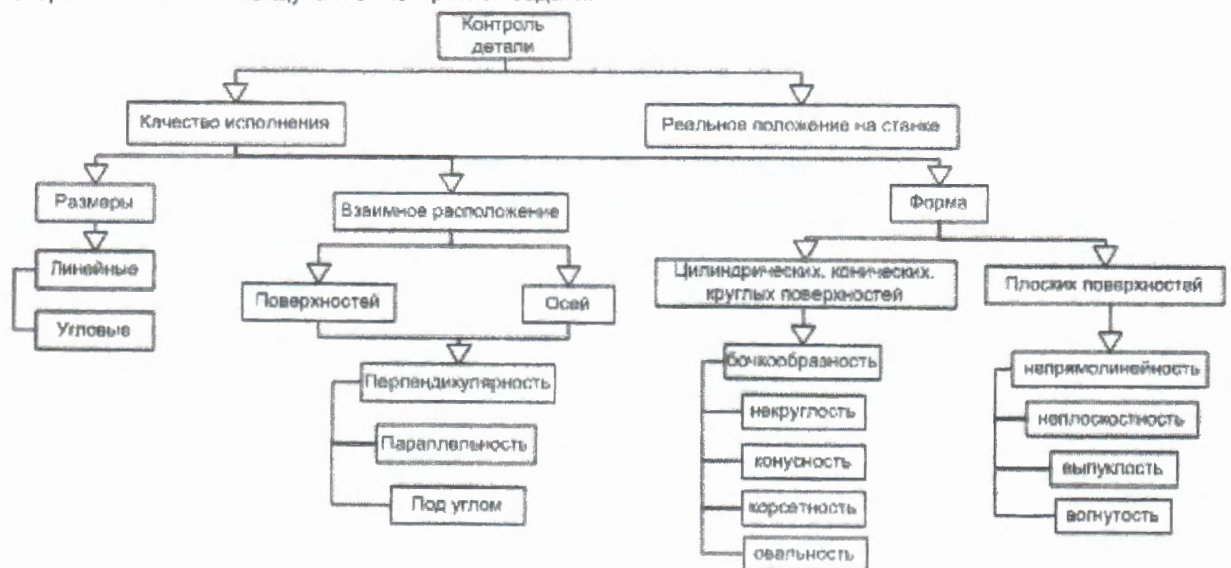


рис.1 – Классификация измерительных циклов

Измерительные циклы, выполняемые на станке, ориентированы либо на определение реального положения заготовки на столе станка, либо на измерение параметров точности по результатам обработки, а именно: точности размеров, точности взаимного расположения поверхностей и осей, точности форм.

¹ Работа выполнена в рамках программы государственной поддержки ведущих научных школ: НШ-3890.2014.9 и при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного заседания в сфере научной деятельности.

Для выполнения измерительного цикла измерительный щуп устанавливается в шпindelь станка и выполняются замеры по измерительному циклу, по результатам вычислений можно сразу же внести коррекцию в управляющую программу обработки. Автоматизация контроля качества механообработки ускоряет и упрощает технологический процесс, повышая культуру производства.

На рис. 2 представлена классификация циклов контроля качества деталей. Причем фрезерные станки и обрабатывающие центры, которые имеют 5 и более осей, дают возможность проводить измерение в любой плоскости (G17, G18, G19).

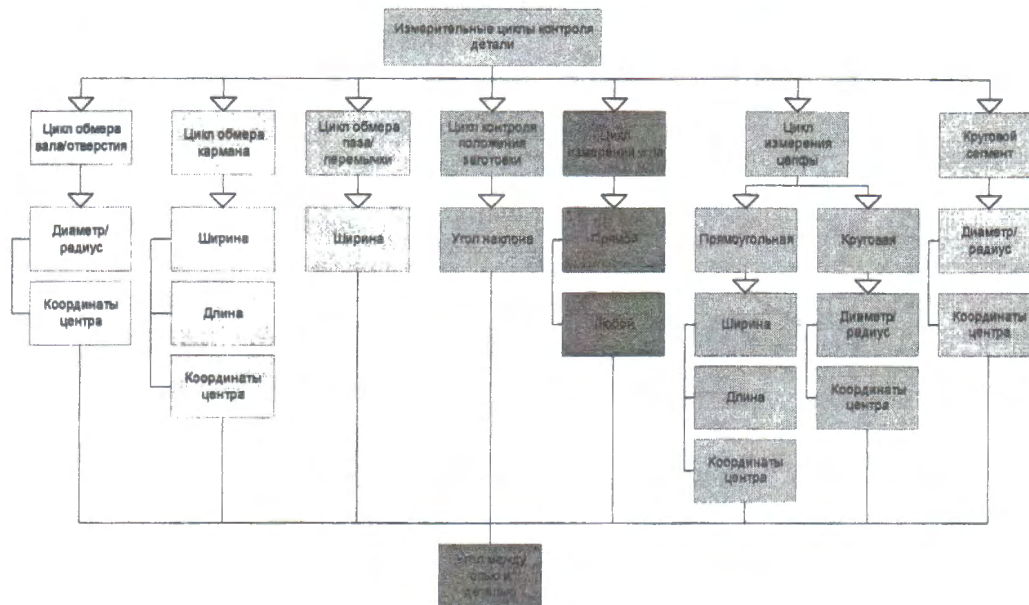


рис. 2 – Стандартные измерительные циклы

Для удобства все циклы разделены по типам форм: окружность, прямоугольник, сегмент и т.д. Такое решение расширяет возможности использования циклов, так как каждая деталь состоит из геометрических примитивов, поэтому для проверки необходимо просто запустить нужный цикл и внести предположительные точки, в которых нужно произвести замер, в управляющую программу.

Если же нужна более детальная проверка, измерительные циклы могут быть комбинированными (например, для проверки положения оси цилиндра потребуется обмер 2-х окружностей). Так комбинированием простых встроенных циклов производится контроль практически всех геометрических параметров детали¹.

Работа измерительного щупа

Замер осуществляется контактным методом, с помощью щупа. Измерительный стержень щупа отклоняется при касании к поверхности заготовки. При этом срабатывают датчики касания, которые передают коммутационный сигнал в систему ЧПУ. Параллельно ЧПУ фиксирует координаты осей станка. Передача сигнала осуществляется через кабель при использовании интерфейсов передачи данных (например, SERCOS-интерфейса) или через инфракрасный канал, в зависимости от типа щупа. Скорость передачи сигнала достаточно велика, однако все же имеет место временная задержка, которая искажает данные об истинных координатах. Так как движение осей станка длится до момента передачи сигнала в ЧПУ, длительная временная задержка способна привести к поломке щупа. В связи с этим есть некоторые ограничения величины отклонения стержня. Для разных щупов она отличается, например, для щупа контроля деталей TS 740 фирмы Hidenhaiп допустимое отклонение составляет +5 мм. Также очень важна скорость измерения. Чем она меньше, тем точнее будут данные, так как меньше будет отклонение стержня. Скорость обмера устанавливается в процессе калибровки и остается неизменной на всем цикле. Калибровка проводится в отверстии известного диаметра или на калибровочной сфере.

Виды измерительных щупов представлены на рис. 3.

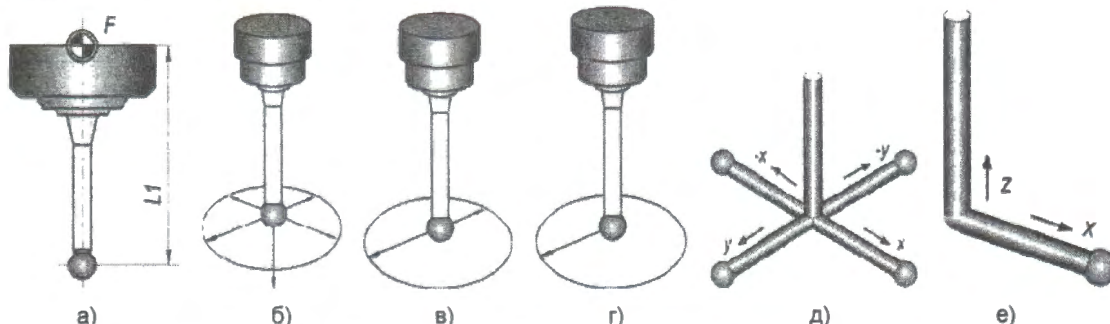


рис.3 - Виды измерительных щупов: а) общий вид измерительного щупа; б) мультинаправлений щуп; в) бинаправлений щуп; г) мононаправлений щуп; д) стержень звездообразного щупа; е) стержень L-щупа.

Мультинаправленный щуп (3Д-щуп) используется без ограничений, так как отклонение стержня возможно во всех направлениях.

Бинаправленный измерительный щуп используется для измерения детали на токарных и фрезерных станках и обрабатывающих центрах. Но при измерении детали на фрезерных станках используется как монощуп.

Монощуп может отклоняться только в 1-м направлении. Поэтому его используют вместе со специальным шпинделем, который обеспечивает переориентацию щупа при каждом повороте, что приводит к значительному увеличению времени выполнения технологического цикла.

Звездообразный щуп используют только в плоскости G17 (чаще всего для обмера окружности).

L- щуп используют для продольного обмера относительно оси Z.

Из всех щупов целесообразным является использование мультinaправленного щупа, который обеспечивает быстрое и точное измерение без дополнительного оборудования.

Измерительный щуп TS 740 компании Hidenhain работает на основе прецизионного датчика давления. Передача данных осуществляется по инфракрасному каналу между щупом и инфракрасным приемопередатчиком. Инфракрасное излучение устойчивое к помехам, что вместе с радиусом действия до 7м делает такую передачу данных весьма продуктивной. Импульс генерируется путем анализа действующей силы, которая изменяется при касании головки щупа к поверхности детали.

Измерительный щуп TS 740 очень точен (точность обмера меньше 1 мкм) и обеспечивает легкое касание к деталям, что особенно актуально при обмере мелких и легких деталей.

Измерительные щупы с ИК передачей имеют встроенную систему обдува: через три отверстия внизу щупа с помощью сжатого воздуха или СОЖ можно удалять крупные загрязнения с измеряемой поверхности. Это нужно для того, чтобы очистить измеряемую поверхность.

Так как щуп передает сигнал в СЧПУ с помощью инфракрасного излучения, для передачи данных в СЧПУ используется ИК-приемопередатчик SE 642, который подключается непосредственно к СЧПУ с помощью кабеля или же через универсальный интерфейсный модуль для измерительных щупов (например, UTI 692). Из-за высокой степени защиты IP-67 данный приемопередатчик может работать под воздействием СОЖ.

Область распространения ИК-сигнала между датчиком и щупом имеет вытянутую форму (рис.4.). Для лучшей передачи сигнала щуп должен располагаться в зоне досягаемости при всех условиях эксплуатации.

Щуп активируется сигналом старта от СЧПУ и посылает сигнал о готовности. При отклонении - сигнал о коммутации, а также сигнал о заряде батарей.

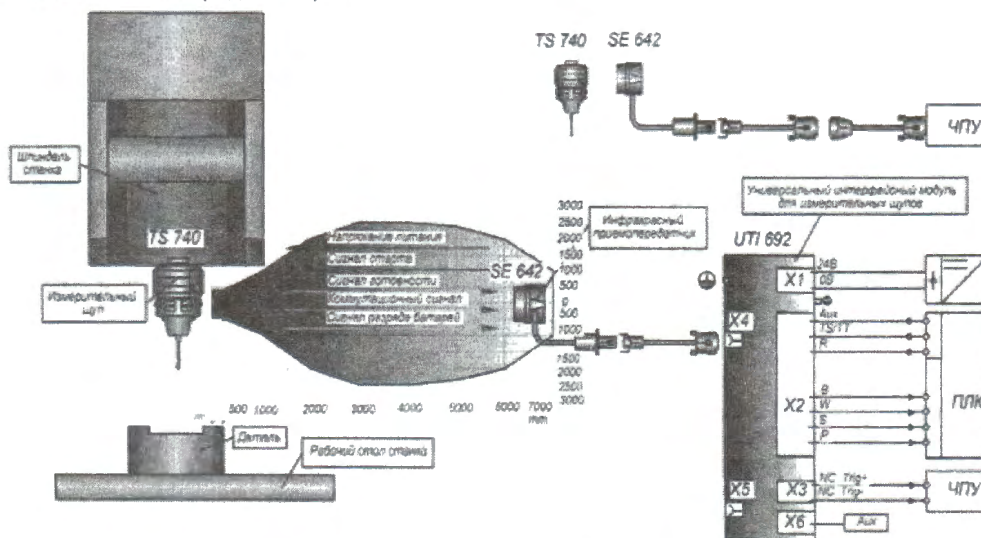


рис.4 - Взаимодействие щупа TS 740, встроенного в шпиндель станка, SE 642, UTI 692

Существуют щупы, которые передают коммутационный сигнал по кабелю (например, TS 220). Однако их использование подразумевает ручную смену инструмента с остановкой технологического процесса, что не всегда является целесообразно [4].

Измерительные циклы контроля детали

Цикл обмера отверстия по 4 точкам. Щуп позиционируется вручную или автоматически приблизительно в центр отверстия на безопасной высоте. Затем щуп углубляется на расстояние измерения в отверстие и перемещается параллельно оси OX к точке P1, после занесения ее координат в СЧПУ, происходит замер точки P2, причем перемещаться к ней нужно строго параллельно оси OX. Затем, применив формулу $r = \frac{L}{2}$, получим половину пройденного пути к точке P1; $R = \frac{L}{2}$ - половина пути к точке P2. Просуммировав $r + R$, получаем центр отверстия относительно оси OY. Перемещение в точку Xc происходит, рассчитав расстояние по формуле:

„ Переместившись в точку Xc цикл повторяется, только перемещение происходит относительно оси OY, тем самым определяется центр относительно OX и OY одновременно (точка P0). При этом разница P3 - P4 представляет диаметр отверстия. На рис. 5 продемонстрирован цикл обмера отверстия по 4-м точкам, применяя СЧПУ «АксиОМА Контрол».

Цикл обмер вала по 4 точкам. Цикл отрабатывается так же, как и цикл обмера отверстия. Разница в том, что подход к точке осуществляется снаружи.

Таким же образом можно измерить ширину, длину и положение центра прямоугольного кармана по 4-м точкам.



Измерительный цикл контроля геометрических параметров детали призматического типа



Назначение цикла - контроль положения оси отверстия детали призматического типа, а также проверка перпендикулярности оси отверстия к торцу детали (рис. 7).

Как показано на рис.6, цикл разбивается на 4 шага.

1. Первым шагом будет измерение отверстия детали в плоскости XZ по 4-м точкам. Выходными элементами цикла является величина диаметра отверстия, а также координаты его центра. Для этого применяется стандартный цикл измерения отверстия.
2. Вторым шагом будет обмер отверстия с обратной стороны. Выходными параметрами также будет диаметр отверстия и координаты центра.
3. Третьим шагом будет сравнение положения центра отверстия с 2-х сторон относительно оси OZ. При этом можно сделать выводы о параллельности оси отверстия к плоскости G17.
4. Четвертым шагом является замер 2-х точек А и Б на торце детали. Сравнив расстояние от каждой из точек к оси OY можно контролировать взаимоперпендикулярность оси к торцу.



На рис.7 продемонстрирован цикл контроля геометрических параметров детали призматического типа, создан для СЧПУ «АксиОМА Контрол».

Заключение

Измерительные циклы являются эффективным средством автоматизации контроля деталей в высокотехнологичных системах числового программного управления. Современные системы ЧПУ позволяют реализовать непосредственно на оборудовании полный 3D контроль деталей любой сложности в автоматическом режиме с возможностью внесения соответствующих коррекций в управляющие программы механообработки.

Литература

1. Мартинов Г.М., Мартинова Л.И. Формирование базовой вычислительной платформы ЧПУ для построения специализированных систем управления // Вестник МГТУ "Станкин", №1(24), 2014, с. 92-97.
2. Григорьев С.Н., Мартинов Г.М. Проблемы, тенденции и перспективы развития систем числового программного управления технологических систем и комплексов // Автоматизация в промышленности. 2013. № 5. С. 4-7.
3. Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В., Мартинова Л.И. Построение специализированной системы ЧПУ для многокоординатных токарно-фрезерных обрабатывающих центров // Автоматизация в промышленности, №6, 2014, с.25-28.
4. HIDDENHAIN. Измерительные щупы для станков, май 2012.