

4. Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А., Козак Н.В., Пушков Р.Л. Прикладные решения в области управления электроавтоматикой станков с ЧПУ класса PCNC // Промышленные АСУ и контроллеры, 2011. №4, С. 48-53.

5. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Программирование систем числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2008. – 344 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЦИКЛОВ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЧПУ АКСИОМА КОНТРОЛ¹

Л.И. Мартинова, А.В. Стась

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Оборудование, оснащенное системами числового программного управления, является базой для реализации современных технологий [1, 2]. Оно позволяет автоматизировать процессы механообработки заготовок и проводить контрольно-измерительные операции, обеспечивая высокое качество изготавливаемой продукции [3, 4]. Для контроля соответствия качества деталей предъявляемым требованиям используются измерительные циклы, которые представляют собой макропрограммы для автоматизированного контроля геометрических параметров. Инструментом для выполнения циклов служат измерительные щупы.

Измерительные циклы, выполняемые на станке, ориентированы либо на определение реального положения заготовки на станке, либо на измерение параметров точности детали (рис. 1). Для выполнения измерительного цикла щуп устанавливается в шпиндель станка и выполняются замеры по заданному циклу, по результатам вычислений можно сразу же внести коррекцию в управляющую программу обработки.



Рис.1 – Классификация измерительных циклов

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.

На рис. 2 представлена классификация циклов контроля качества деталей. Циклы разделены по типам форм (геометрических примитивов): окружность, прямоугольник, сегмент и т.д. Замер осуществляется контактным методом, с помощью щупа. Стержень щупа отклоняется при касании головки к поверхности заготовки, при этом срабатывают датчики касания, которые передают коммутационный сигнал в систему ЧПУ. Параллельно система ЧПУ фиксирует координаты осей станка.

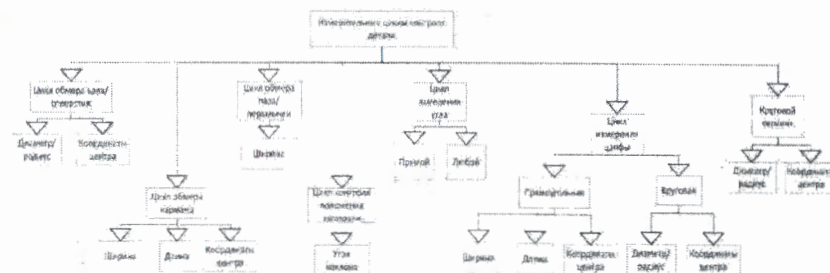


Рис. 2 – Стандартные измерительные циклы

Передача сигнала осуществляется через кабель при использовании интерфейсов передачи данных (например, SERCOS-интерфейса) или через инфракрасный канал, в зависимости от типа щупа. 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.

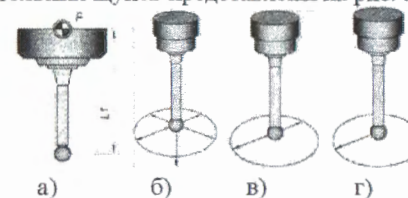


Рис.3 - Виды измерительных щупов: а) общий вид измерительного щупа; б) мультинеправленный щуп; в) бинаправленный щуп; г) монощуп

Мультинеправленный щуп используется без ограничений, так как отклонение стержня возможно во всех направлениях; бинаправленный - в 2-х направлениях; монощуп - в 1-м направлении, его используют вместе со шпинделем, который обеспечивает переориентацию щупа при каждом повороте.

Рассмотрим цикл обмера прямоугольника по 4 точкам, который, в частности, используется для контроля форм типа «карман». Щуп позиционируется вручную или автоматически в центр на безопасной высоте.

Затем щуп углубляется на расстояние измерения и перемещается параллельно оси ОХ к точке P1; после занесения ее координат в систему ЧПУ происходит замер координат точки P2, причем перемещаться к ней нужно строго параллельно оси ОХ. Применив формулу $X1 = \frac{P1}{2}$, получим половину пройденного пути к точке P1; $X2 = \frac{P2}{2}$ - половина пути к точке P2. Просуммировав $Xц = X1 + X2$, определим координату центра прямоугольника относительно оси У. Щуп перемещается в точку Xц (в данном случае она дублирует точку P0), рассчитав расстояние по формуле: $Xц1 = P2 - Xц$. Xц1-переменная для вычисления расстояния. Из точки Xц цикл повторяется, при этом перемещение происходит относительно оси ОУ - определяется центр относительно ОХ и ОУ одновременно (точка P0). При этом разница P3 - P4 представляет ширину, а P2 - P1 - длину. На рис. 5 продемонстрирован цикл обмера отверстия по 4-м точкам, применяя СЧПУ «АксиОМА Контрол».

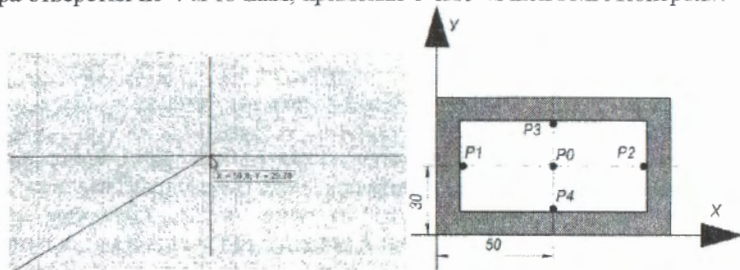


Рис. 5 – Реализация измерительного цикла

При реализации групповых технологий рационально использовать специальные циклы комплексного контроля деталей. На рис. 6 представлен цикл для измерения параметров призматической детали.

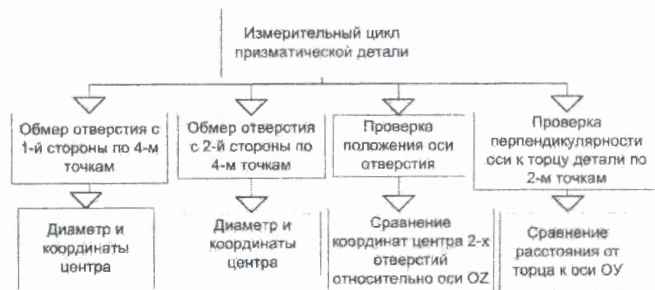


Рис. 6 - Схема цикла контроля геометрических параметров детали

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.

1,2. Измерение отверстия детали с 2-х сторон плоскости XZ по 4-м точкам. Выходные параметры - величина диаметра отверстия, координаты его центра.

3. Сравнение координат центра отверстия с обеих сторон. Если координаты относительно OZ одинаковы, значит ось параллельна плоскости XY.

4. Обмер точек на торце детали. Если расстояние от них к оси OY равно, значит торец перпендикулярен к оси отверстия.

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

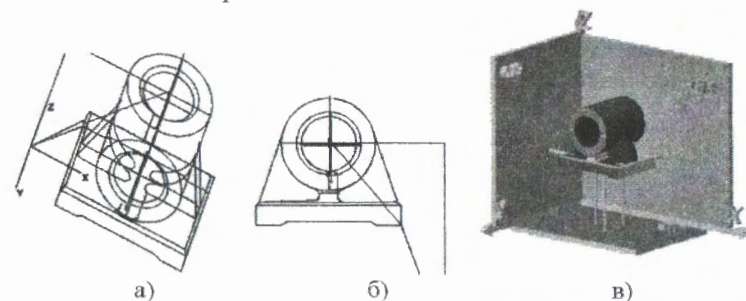


Рис. 7 - а) обмер отверстия по 4-м точкам; б) измерительный цикл; в) 3D-модель детали

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.

Список использованных источников

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.

ПРОЦЕДУРА ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Н.П. Мошуров

Оренбургский государственный университет

Процедура обучения для нейронных сетей является одной из важнейших задач. Обучить сеть на множестве исходных данных – это, означает, что необходимо рассчитать некоторый функционал, характеризующий качество обучения. В качестве функционала принимают обычно функционал квадратичной ошибки /1/ вида:

$$E = \frac{1}{2} \sum_k (y_k - Y_k)^2 \quad (1)$$

Обучение – это итерационная процедура. На каждой итерации происходит уменьшение значения функции ошибки. Обучение требует длительных вычислений. Если выбраны множество обучающих примеров и способ вычисления функции ошибки, обучение нейронной сети превращается в задачу многомерной оптимизации. Обучение в общем случае – многоэкстремальная невыпуклая задача оптимизации. Для решения этой задачи могут быть использованы следующие алгоритмы /2/:

1. *Алгоритмы локальной оптимизации с вычислением частных производных первого порядка.* К ним относятся: градиентный алгоритм (метод наискорейшего спуска), методы с одномерной и двумерной оптимизацией целевой функции в направлении антиградиента, метод сопряженных градиентов; методы, учитывающие направление антиградиента на нескольких шагах алгоритма.

2. *Алгоритмы локальной оптимизации с вычислением частных производных первого и второго порядка.* Ко второй группе относятся метод Ньютона, методы оптимизации с разреженными матрицами Гессе, квазиньютоновские методы, метод Гаусса-Ньютона, метод Левенберга-Маркардта.

3. *Стохастические алгоритмы оптимизации.* Стохастическими алгоритмами являются поиск в случайном направлении, метод Монте-Карло (численный метод статистических испытаний).

4. *Алгоритмы глобальной оптимизации.* Задачи глобальной оптимизации решаются с помощью перебора значений переменных, от которых зависит целевая функция.

Для автоматизации процесса обучения нейросети в 1986 г. Руммельхартом и Хинтоном был предложен алгоритм обратного

распространения ошибки (*error back propagation* – табл. 1) достоинством которого, в отличие от, уже известного в то время, Δ -правила Розенблата, явилось то, что для него необходимо знать только входной образ и цель. В то время как для Δ -правила, кроме текущих значений выходов нейронов, необходимо знать их правильные значения /2/.

В общем случае задача обучения нейросетевого классификатора представляет собой оптимизационную задачу, для решения которой используем градиентный метод, при котором корректировка весов W и смещений b направлена на минимизацию целевой функции (функционала квадратичной ошибки, характеризующего качество обучения нейросетевого классификатора) вида /3/:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \sum_{q=1}^Q \sum_{k=1}^{S^M} (y_k^q - Y_k^{qS^M})^2,$$

где Q – объем обучающей выборки;

y_k^q – вектор желаемых (целевых значений) сигнала на выходе сети;

$Y_k^{qS^M}$ – вектор сигнала на выходе сети (отклик на входной вектор обучающей q -ой выборки);

S^M – число нейронов выходного слоя.

Правило функционирования слоя M имеет вид /3/:

$$Y_k^{qS^M} = f_M \left(\sum_{l=0}^{S^{M-1}} W_{kl} (a_l, b_l)^{q(M-1)} \right), \quad (2)$$

где a_l, b_l – отклики сети $l = k - 1$ слоя на входные обучающие реализации A_n, B_n ;

Таблица 1 – Алгоритм обратного распространения ошибки (*error back propagation*)

0 шаг	Начальные значения весов всех нейронов каждого из слоев ($V_{jq}(t=0)$ и $W_{ij}(t=0)$) полагаются случайными числами.
1 шаг	Сети предъявляются входной образ A^a и B^a , в результате формируется выходной образ $Y \neq Y_k$. При этом нейроны последовательно от слоя к слою функционируют по следующим формулам: