

САМОНАСТРАИВАЮЩАЯСЯ СИСТЕМА ВЫДАЧИ КОМАНД

Д.В. Заморёнова, М.В. Заморёнов

Севастопольский национальный
технический университет
г. Севастополь, ул. Университетская, 33
E-mail: ps@sevgtu14.sebastopol.ua

В статье рассматриваются вопросы, связанные с самонастраивающейся системой, которая позволяет автоматически следить за уровнем настройки приборов активного контроля.

Основными направлениями повышения качества и точности средств измерений параметров окружающей среды, является повышение точности изготовления всех конструктивных составляющих.

Требования к точности, надёжности и долговечности машин, приборов и оборудования непрерывно возрастают, при этом особое значение приобретает задача повышения качества производства массовых деталей и изделий [3, 5]. Важную роль в обеспечении высокого качества продукции автоматизированных производств принадлежит автоматическим устройствам, предназначен-

ным для контроля размеров деталей в процессе обработки, регулирования уровня настройки станков. Поэтому производство современных средств измерений выдвигает задачу оценки и обоснования требований к точности обеспечиваемых метрологических характеристик.

Расчет погрешности средства контроля основан на представлении его выходного сигнала (y) в виде функции входного сигнала (x) и параметров метода измерения (q_i)

$$y = f(x, q_1, q_2, \dots, q_n). \quad (1)$$

Если параметры q_i неизменны и равны их требуемым идеальным значениям, то и функция (1) будет однозначно устанавливать зависимость y от x .

В реальных средствах измерения (контроля) параметры q_i отклоняются от требуемых значений, что приводит к изменению выходного сигнала y при постоянном x на некоторую величину Δy , которая и будет погрешностью, вызванной изменением параметров средства измерения

$$y + \Delta y = f(x, q_1 + \Delta q_1, q_2 + \Delta q_2, \dots, q_n + \Delta q_n),$$

где Δq_i – погрешности параметров q_i , называемые первичными погрешностями.

Погрешность измерений – это отклонение результата измерения $X_{изм}$ от истинного (действительного) значения $X_{д}$ измеряемой величины

$$\Delta X_{изм} = X_{изм} - X_{д}.$$

В основе проектного расчета точности средства измерения лежит метрологический анализ. Под метрологическим анализом понимается выявление первичных погрешностей и определение законов распределения вызываемых ими составляющих погрешностей измерения.

Нахождение составляющих погрешностей измерения по первичным погрешностям заключается в определении их коэффициента влияния или передаточного отношения. В общем же случае нахождение передаточного отношения первичной погрешности для производной от нее составляющей погрешности измерения и составляет основную математическую задачу расчета. Для нахождения составляющих погрешности необходимо всесторонне анализировать метод и средство измерения. Недостаточная полнота метрологического анализа приводит к тому, что средство, соответствующее точности по расчету, окажется неудовлетворяющим требованиям технического задания по результатам испытания.

В зависимости от причины возникновения погрешности можно разделить на погрешность метода измерения, инструментальную и субъективную погрешность измерения.

Источниками первичных методических погрешностей, вызываемых несовершенством метода измерения, могут являться несоблюдение основных принципов построения схем измерительных устройств, например принципа Аббе, неправильный выбор размерной цепи, применение косвенных измерений, контроль изделия в одном сечении (без учета погрешности формы) и др. [2].

Инструментальная погрешность – составляющая погрешности измерения, обусловленная погрешностью применяемого средства измерений.

Источниками возникновения инструментальных погрешностей могут быть неточности элементов базирования и крепления деталей, неточности изготовления и сборки передаточных механизмов, погрешности первичного преобразователя и т. п.

Субъективная погрешность измерения – составляющая погрешности измерения, обусловленная индивидуальными особенностями оператора.

В зависимости от источника возникновения погрешности делятся на следующие группы [4, 6]:

- погрешности рабочего эталона;
- погрешности базирования;
- погрешности, вносимые объектом контроля;
- погрешности, передаточного механизма;
- погрешности измерительного преобразователя;
- погрешности отсчетного устройства, если отсчет входит в операцию контроля;
- погрешности порогового устройства.

Включение в этот перечень силовых и температурных погрешностей позволяет охватывать все основные источники погрешностей.

Активный контроль, направленный на профилактику брака ещё в процессе изготовления продукции является более прогрессивным, а, следовательно, и бо-

лее перспективным [7]. Основной смысл активного контроля заключается в повышении технологической точности путём компенсации погрешности, вызванной износом инструмента, тепловой и силовой деформацией технологической системы. Активный контроль является важнейшей составляющей частью регулирования качества продукции и обеспечивается самим технологическим процессом.

Все измерительные приборы, в том числе и активные, могут быть основаны на прямом и косвенном измерениях. К устройствам, основанным на прямом измерении, относят многие двухточечные и трехточечные устройства, например накидные и седлообразные скобы. К устройствам косвенного измерения относят устройства, контролирующие положение рабочих механизмов станка и расстояние от обрабатываемой или режущей поверхности до определенной базы измерения, не совпадающей с контролируемой поверхностью детали; устройства, осуществляющие контроль изменяющегося размера по времени обработки, и т. п.

Контроль может осуществляться контактными, виброконттактными (прерывисто-конттактными) и бесконтактными методами, причем можно контролировать само изделие (в том числе и расстояние до необрабатываемой поверхности), положение кромки обрабатывающего инструмента или рабочих механизмов станков (например, шлифовальной бабки).

Ряд организаций и институтов внутри страны и некоторые зарубежные фирмы ведут разработки самонастраивающихся систем, которые позволили бы автоматически следить за уровнем настройки приборов активного контроля и производить их подналадку автоматически [1, 7].

Одной из таких является самоприспосабливающаяся система выдачи команд, применяемая на заключительном этапе шлифования. Необходимость её использования объясняется повышенными требованиями, которые предъявляются к точности и качеству обрабатываемых поверхностей. Окончание обра-

ботки с заданной конечной скоростью съема припуска обеспечивается независимо от таких переменных факторов, как величина припуска на обработку, величина подачи, режущие свойства круга. При использовании самоприспосабливающегося устройства срабатывание команды на включение заключительного этапа шлифования (режим выхаживания) определяется текущей скоростью съема припуска.

На этапе выхаживания между скоростью съема припуска v и величиной припуска на выхаживание ΔD_B существует линейная зависимость:

$$\Delta D_B = T_p (v_B - v_k),$$

где v_B – скорость съема припуска в момент включения выхаживания; v_k – скорость съема припуска в момент окончания обработки; $T_p = tg\alpha$ – постоянная резания для данной системы.

Для обеспечения постоянной конечной скорости съема v_k каждому исход-

$$\Delta D + \Delta D_{уст0} - T_p \cdot v \leq 0. \quad (3)$$

Функциональная схема устройства приведена на рис. 1.

Обрабатываемая деталь контролируется измерительной скобой 1, чувствительным элементом которой является индуктивный преобразователь.

Снимаемый с преобразователя сигнал преобразуется в блоке 2 и усиливается в блоке 3.

С выхода усилителя поступает электрический сигнал, пропорциональный величине текущего припуска на обработку, $U_{\Delta D}$, подается на показывающее устройство 4 и на вход формирователя команды 7.

Срабатывание формирователя происходит при сравнении сигнала $U_{\Delta D}$ и сигнала $U_{уст}$, поступающего с выхода задатчика 9 уровня срабатывания команды. Величина сигнала $U_{уст}$ устанавливается при настройке и пропорциональна величине припуска $\Delta D_{уст}$. В случае $U_{\Delta D} \leq U_{уст}$ формирователь находится в вы-

ному значению начальной скорости съема v_B должна соответствовать определенная величина припуска на выхаживание ΔD_B .

Для удовлетворения данного условия необходимо, чтобы команда на выхаживание происходила при условии

$$\Delta D_B + \Delta D_{уст0} - T_p v_B = 0,$$

где $\Delta D_{уст0}$ – установленная при настройке величина припуска, при которой $v=0$.

Переходя к текущим значениям припуска на обработку ΔD и скорости съема припуска v , получим два состояния системы:

– режим шлифования с подачей

$$\Delta D + \Delta D_{уст0} - T_p \cdot v > 0, \quad (2)$$

– подача выключается, и шлифование происходит в режиме выхаживания

ключенном состоянии. При $U_{\Delta D} > U_{уст}$ формирователь во включенном состоянии.

Включается командное реле, и управляющий сигнал поступает в схему управления станка 12.

К выходу усилителя 3 подключен преобразователь 6, который осуществляет дифференцирование сигнала $U_{\Delta D}$, и сигнал $\left(\frac{dU_{\Delta D}}{dt}\right)$, поступающий на усилитель 5, пропорционален текущей скорости съема припуска.

На выходе усилителя 5 с коэффициентом усиления k_3 сигнал меняет полярность и равен $k_3 \left(\frac{dU_{\Delta D}}{dt}\right)$. Данный сигнал поступает на формирователь команды 10, на этот же вход подается напряжение $U_{уст0}$ с задатчика статического уровня срабатывания 8. На другой вход формирователя 10 подается сигнал с вы-

хода усилителя 3 $U_{\Delta D}$.

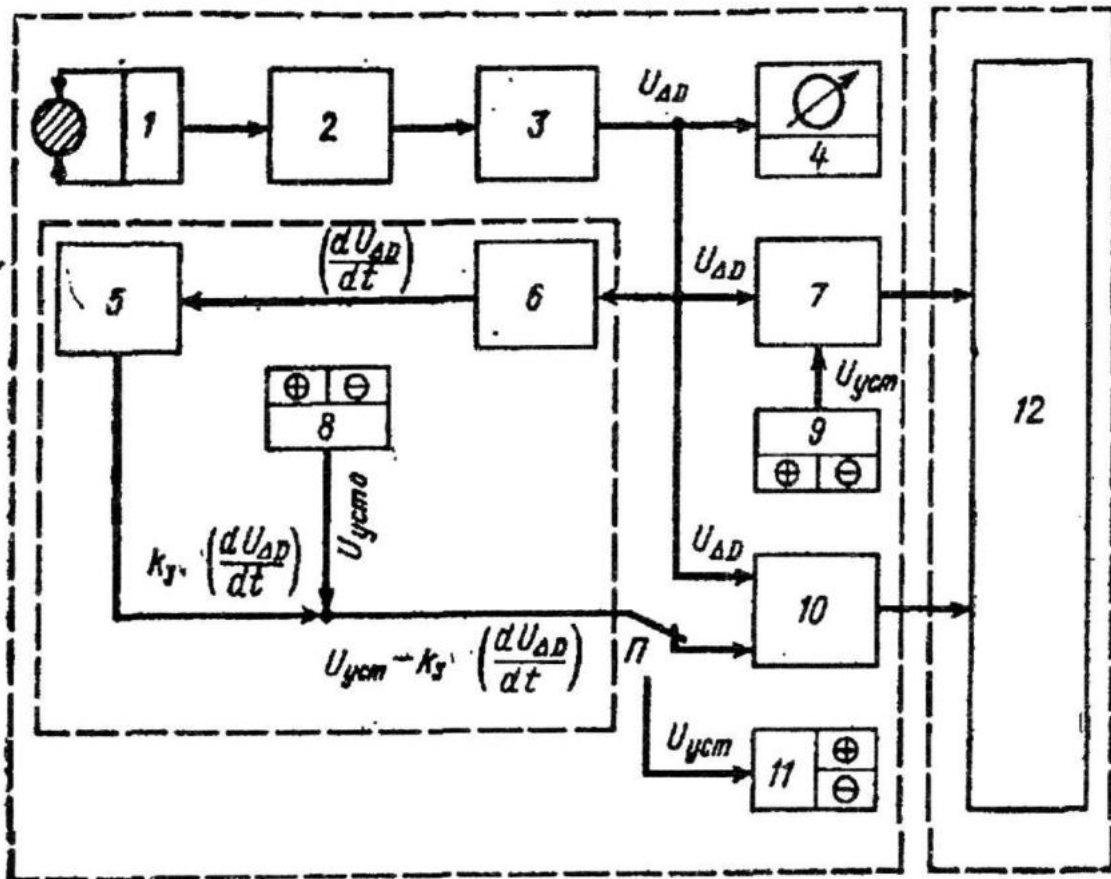
Сигналы, поступающие на вход формирователя 10, соответствуют линейным величинам, входящим в (2) и (3). Если условие (3) выполнено, формирователь выдает команду на прекращение подачи. Таким образом, формирование команды на переход к выхаживанию осуществляется не только по результатам измерения размера, но и по результатам измерения текущей скорости съема припуска.

Описанная система обеспечивает замкнутую обратную связь по скорости съема припуска на заключительном этапе шлифования – используется режим «следящей» подачи. Если после включения выхаживания скорость съема упадет ниже заданного значения, то наступит

состояние, описываемое (2). Формирователь 10 вернется в исходное состояние, включится механизм подачи. Скорость съема припуска нарастает до тех пор, пока не наступит состояние, описываемое (3). После этого произойдет повторное выключение подачи.

Как видно из функциональной схемы, отсчетно-командное устройство может работать в двух режимах.

Устанавливая переключатель Π в верхнее положение, к формирователю команды 10 подключают блоки 6, 5, 8. Установлен адаптивный режим работы, при котором уровень срабатывания команды определяется величиной текущей скорости съема припуска.



Р и с. 1 Функциональная схема отсчетно-командного устройства

Устанавливая переключатель Π в нижнее положение, отключают систему формирования сигнала по скорости и подключают задатчик уровня срабатывания 11.

Работа формирователя 10 осуществляется в обычном режиме. Команды выдаются при достижении уровня настройки, соответствующего величине установки $\Delta D_{уст}$. В схеме прибора преду-

смотрен выход для подключения осциллографа или самописца.

Настройка адаптивной системы выдачи команд осуществляется следующим образом.

Переключением тумблера включается цепь формирования сигнала по скорости. Регулируя потенциометр, уменьшают коэффициент усиления до минимального значения. Потенциометром совмещают уровень срабатывания адаптивной команды в статике $\Delta D_{уст0}$ с уровнем срабатывания окончательной команды. Проверку правильности установки $\Delta D_{уст0}$ осуществляют потенциометром смещения нуля. Стрелку устанавливают по шкале прибора на одно деление больше уровня срабатывания самоприспособляющейся команды в статике, а сигнальная лампа, фиксирующая срабатывание команды, должна находиться во включенном состоянии. При установке стрелки на одно деление ниже уровня срабатывания команды сигнальная лампа должна находиться в выключенном состоянии.

Регулируя потенциометр, устанавливают необходимое значение коэффициента усиления k_3 . Правильная установка коэффициента усиления на этапе выхаживания обычно соответствует одному-двум кратковременным включениям механизма подачи. Обработка должна закончиться при минимальной конечной скорости $v_k \leq 1$ мкм/с. Если величина коэффициента усиления k_3 значительно больше постоянной резания T_p , то этап выхаживания затянут во времени и происходит с многократным включением-выключением механизма подачи. При малой величине коэффициента усиления k_3 выхаживание осуществляется без дополнительных включений, и обработка закончится на большой конечной скорости.

Когда необходимое значение коэффициента усиления сигнала по скорости подобрано, производят корректировку статического уровня срабатывания $\Delta D_{уст0}$ с тем, чтобы в момент выдачи окончательной команды «Размер» скорость съема припуска была бы заданной.

После выдачи окончательной команды шлифовальная бабка отводится в исходное положение и, воздействуя на ко-

нечный выключатель, подготавливает схему прибора к очередному циклу.

При отводе шлифовальной бабки в исходное положение стрелка показывающего прибора не должна отклоняться более чем на одно – два деления.

Настройку предварительной и окончательной команд осуществляют при вращающемся рабочем эталоне.

Экономическая эффективность средств активного контроля достигается за счёт сокращения и исключения брака, повышения производительности обработки (поддержание оптимальных режимов обработки и исключение потерь времени на остановку станка и пробные измерения), повышения качества выпускаемой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Безвесильная Е.Н.* Преобразующие устройства приборов / Е.Н. Безвесильная, П.М. Таланчук. – Киев: УМК ВО, 1993 – 552 с.
2. *Бичківський Р.В.* Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація / Бичківський Р.В., Столярчук П.Г., Гамула П.Р. – Львів: Видавництво університету «Львівська політехніка», 2002. – 560 с.
3. *Браславский Д.А.* Точность измерительных устройств / Д.А. Браславский, В.В. Петров. – М.: Машиностроение, 1992.– 312 с.
4. *Земельман М.А.* Метрологические основы технических измерений / Земельман М.А. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 326 с.
5. *Коломиец О.М.* Автоматический выбор диапазона измерений в цифровых приборах / О.М. Коломиец, Е.М. Прошин. – М.: Энергия, 1980. – 128 с.
6. *Крылова Г.Д.* Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учеб. для вузов / Крылова Г.Д. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАТА, 2001. – 711 с.
7. *Педь Е.И.* Активный контроль в машиностроении / Е.И. Педь. – М.: Машиностроение, 1982. – 192 с.