

Г. Ю. АКУЛЬШИН, М. В. БОБЫРЬ, Т. А. ШИРАБАКИНА

СИСТЕМА ФИКСАЦИИ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Модернизация оборудования с ЧПУ возможна за счет усовершенствования средств управления станком путем внедрения оптико-электронных систем контроля производственного процесса. Рассмотрены существующие системы и предложена оптико-электронная система управления электрореологическим эффектом, приведен алгоритм ее работы.

Ключевые слова: оптико-электронные системы, электрореологический эффект, оборудование с ЧПУ, зажимные устройства.

Введение. Современные станки позволяют осуществлять высокоскоростную обработку (ВСО) деталей, тем самым сокращая время обработки и повышая качество выпускаемой продукции. Однако при ВСО в режиме реального времени на оборудовании с ЧПУ снижается точность обработки поверхностей деталей, что, в свою очередь, приводит к браку, который, согласно статистике, достигает 25 % [1].

Внедрение оптико-электронных систем позволяет осуществлять бесконтактный и оперативный контроль положения деталей и состояния обрабатываемых поверхностей.

Анализ существующих методов контроля точности. К основным причинам появления брака (бочкообразности или конусности) при обработке деталей на оборудовании с ЧПУ относятся: пространственные отклонения шпинделя или бабки станка от заданного положения; деформация поверхностей детали, возникающая под действием сил резания; нагрев обрабатываемой поверхности детали или режущего инструмента; погрешности установки заготовки в устройстве крепления и ее деформация при зажиме [2].

На современном этапе развития приборо- и машиностроительных предприятий для закрепления деталей при ВСО на прецизионном оборудовании с ЧПУ используются гидравлические, пневматические и прочие зажимные устройства. Однако существенным недостатком всех способов крепления является контактный метод фиксации заготовки, что приводит к деформации поверхностей детали при ее зажиме. При этом контроль позиционирования закрепленных деталей осуществляется с помощью оптико-электронных видеосистем, имеющих разрешающую способность порядка 50 мкм.

С целью повышения точности фиксации и позиционирования деталей авторы предлагают использовать оптико-электронные лазерные системы, имеющие разрешающую способность порядка 16,7 мкм. Другими важными преимуществами лазерных систем являются простота программирования и невосприимчивость к помехам, которые искажают информацию (например, к пыли или стружке), появляющимся в процессе обработки деталей. В условиях реального производства эти характеристики играют значительную роль. Для повышения надежности электронного оборудования рекомендуется в системах с числовым программным управлением использовать схемы с автокоррекцией дрейфа нуля [3]. На рис. 1 приведена схема управления электрореологическим эффектом, здесь 1 — ПС-микроконтроллер, 2 — корпус устройства зажима, 3 — деталь сложной формы, 4 — электровязкая суспензия, 5 — электроды, 6 — оптико-электронная система (ОЭС), 7 — центрирующее реле, 8 — электродвигатель.

Работа оптико-электронной лазерной системы описывается следующим образом: излучатель лазерного пучка ОЭС 6 сканирует поверхность детали 3. Приемник отраженного

сигнала ОЭС обрабатывает сигнал, отраженный от поверхности детали, и передает его на вход двухкоординатного измерительного устройства [4].

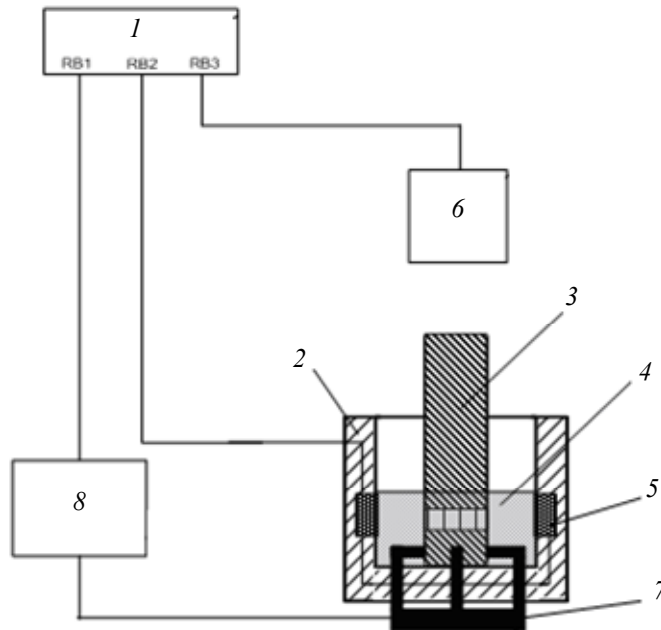


Рис. 1

Расстояние от преобразователя информации до координаты на контролируемом объекте в точке $A(x_a, y_a, z_a)$ (рис. 2) определяется с помощью следующих уравнений:

$$x_a = \frac{x_{fa}(D + y_1 \operatorname{tg}(V_a - W_a))}{x_{fa} + F \operatorname{tg}(V_a - W_a)}, \quad (1)$$

где x_{fa} — размер, зависящий от фокусного расстояния F приемника отраженного сигнала по оси X ; D — расстояние от начала координат O до местоположения O_1 излучателя лазерного пучка по оси X ; y_1 — расстояние от местоположения двухкоординатного измерительного источника до начала координат O по оси Y ; V_a — угол направления лазерного пучка относительно оси Y ; W_a — отрицательный угол лазерного пучка относительно оси Y ;

$$y_a = \frac{(DF - y_1 x_{fa})}{x_{fa} + F \operatorname{tg}(V_a - W_a)}. \quad (2)$$

Координата точки z_a отражения пучка вычисляется как

$$z_a = x_a \frac{z_{fa}}{x_{fa}} = z_{fa} \frac{(D + y_1 \operatorname{tg}(V_a - W_a))}{x_{fa} + F \operatorname{tg}(V_a - W_a)}, \quad (3)$$

где z_{fa} — расстояние, зависящее от фокусного расстояния F приемника отраженного сигнала по оси Z .

Координаты в точке B на поверхности контролируемой детали описываются соотношениями, аналогичными (1)—(3). После расчета координат x_b и y_b находится размер контролируемой детали по формуле

$$l = \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2}. \quad (4)$$

Определенный по формуле (4) текущий размер обрабатываемой поверхности детали с лазерного излучателя поступает на вход ПИС-микроконтроллера I , где сравнивается с требуемым.

Если размер совпадает, то обработка продолжается. Если не совпадает, то необходимо определить разность между заданным размером и размером, полученным от лазерного излучателя ОЭС.

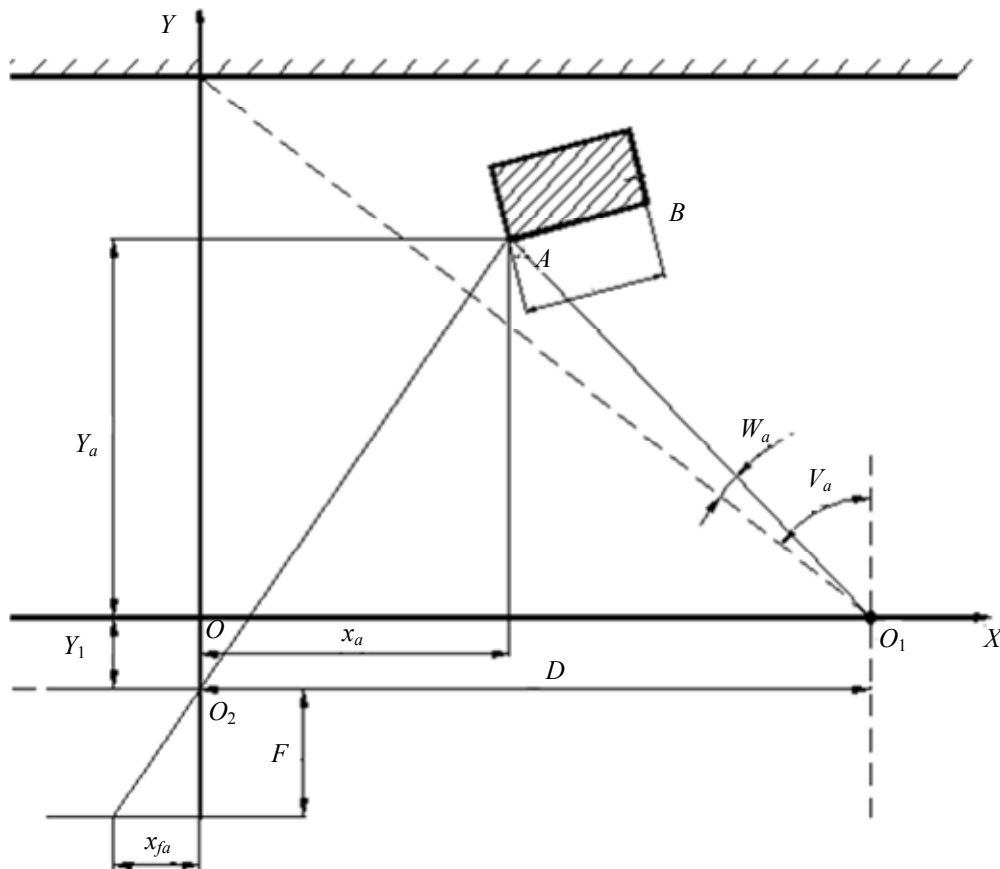


Рис. 2

Авторы предлагают принципиально новый способ фиксации деталей, основанный на использовании электрореологического эффекта. Его особенность заключается в том, что при воздействии электрического тока с помощью электродов 5 на электровязкую суспензию 4 (состав: трансформаторное масло — 45,8 %, диатомит — 50 %, олеиновая кислота — 4,2 %) суспензия переходит из жидкого состояния в твердое. Это свойство позволяет надежно фиксировать детали при ВСО. Другими отличительными особенностями разработки являются возможность зажима детали без ее деформации и возможность фиксации заготовок сложной формы изнутри, так как жидкая суспензия затекает в свободные полости.

Принцип работы оптико-электронной системы. Деталь для ВСО устанавливается в корпус устройства зажима, при этом оптико-электронная лазерная система в реальном времени отслеживает точность установки и центрирования детали относительно устройства и передает данные в ПИС-микроконтроллер, где они обрабатываются.

Если деталь установлена с погрешностями, то производится вычисление новых координат установки, которые затем подаются с выхода RB1 ПИС-микроконтроллера на электродвигатель, приводящий в действие центрирующее реле, перемещающее деталь в необходимое положение. Если деталь установлена без погрешностей, то с выхода RB2 ПИС-микроконтроллера подается сигнал для включения электродов, после этого под действием электрического тока электровязкая суспензия переходит из жидкого состояния в твердое и фиксирует деталь для дальнейшей ВСО. В случае, когда координаты не совпадают с заранее заданными, производится их перерасчет и с ПИС-микроконтроллера подается сигнал на электродвигатель.

Заключение. Таким образом, предлагаемая оптико-электронная система управления электрореологическим эффектом позволяет модернизировать процесс установки деталей и тем самым обеспечить заданный режим ВСО. Положительный эффект достигается за счет использования оптико-электронной лазерной системы с высокой разрешающей способностью, которая позволяет распознавать компоненты детали и помогает точнее ее позиционировать, а использование электрореологического эффекта при зажиме детали исключает возможность появления деформаций обрабатываемых поверхностей.

Работа выполнена в Юго-Западном государственном университете в рамках федеральной целевой программы „Научные и научно-педагогические кадры инновационной России“ на 2009—2013 гг., государственный контракт № 14.740.11.1003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобырь М. В., Титов В. С. Интеллектуальная система управления температурными деформациями при резании // Автоматизация и современные технологии. 2011. № 5. С. 3—7.
2. Бобырь М. В., Емельянов С. Г., Титов В. С. Теоретические основы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами на основе нечеткой логики. Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2009. 232 с.
3. Бобырь М. В., Титов В. С., Милостная Н. А., Беломестная А. Л. Метод коррекции дрейфа нуля операционных усилителей // Изв. вузов. Приборостроение. 2010. Т. 53, № 9. С. 72—75.
4. Патент № 2288809 РФ. Устройство управления точностью обработки деталей / М. В. Бобырь, В. С. Титов, Н. А. Милостная. 2006.

Сведения об авторах

Григорий Юрьевич Акульшин

— аспирант; Юго-Западный государственный университет, кафедра вычислительной техники, Курск; E-mail: ak.grigoriy@gmail.com

Максим Владимирович Бобырь

— канд. техн. наук, доцент; Юго-Западный государственный университет, кафедра вычислительной техники, Курск; E-mail: fregat_mn@rambler.ru

Тамара Александровна Ширабакина

— канд. техн. наук, профессор; Юго-Западный государственный университет, кафедра КиТ ЭВС, Курск; E-mail: tas_06@mail.ru

Рекомендована Юго-Западным
государственным университетом

Поступила в редакцию
24.10.11 г.