

возможность апробировать реализацию вариантов стратегии в тактических производственных решениях, принимаемых в среде виртуального «круглого стола».

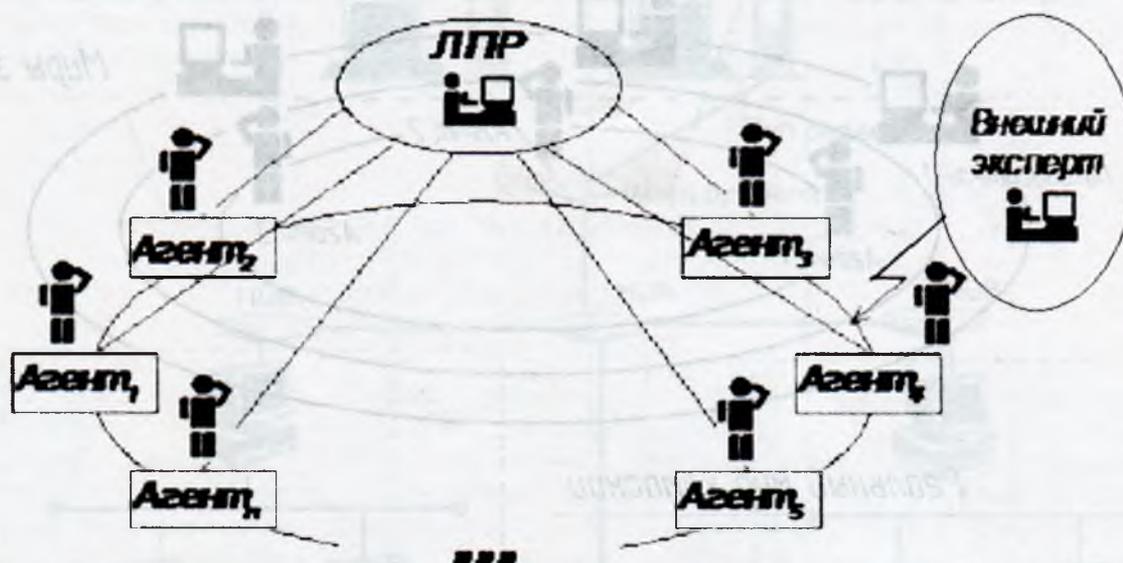


Рисунок 5 - Мультиагентная система поддержки компактного интеллектуального производства на малом предприятии

Список использованных источников

1. Лескин А.А., Мальцев В.Н. Системы поддержки управленческих и проектных решений. – Л.: Машиностроение, 1990. – 167 с.
2. Rakovich A.G., Svirsky D.N. The Intelligence System for Simultaneous Design and Management of Compact Manufacturing / Proc. Int. conf. on Systems and Signals in Intelligent Technologies (SSIT-98). – Minsk: BSU, 1998. – pp. 188-192.
3. Svirsky D., Pavluchenko V. Concurrent engineering in CALS: case study // Proc. 9th Int. Multi-conf. on Advanced Computer Systems (ACS'02- SCM) – Szczecin: STU, 2002. – Part 2, pp. 543-555.
4. Project of multi-agent technology in difficult systems // Режим доступа: <http://www.ouh.nl>.
5. Кортес У., Сосновский О.А., Свирский Д.Н., Левчук Е.А. Современные компьютерные сети. – Минск: БГЭУ, 2003. – 186 с.

SUMMARY

The opportunity of the new computer technologies using for the compact production effective planing and management is considered. The structure of the decision making support system is offered on the intelligent agents interaction base.

УДК 621.79

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НОМИНАЛЬНО СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

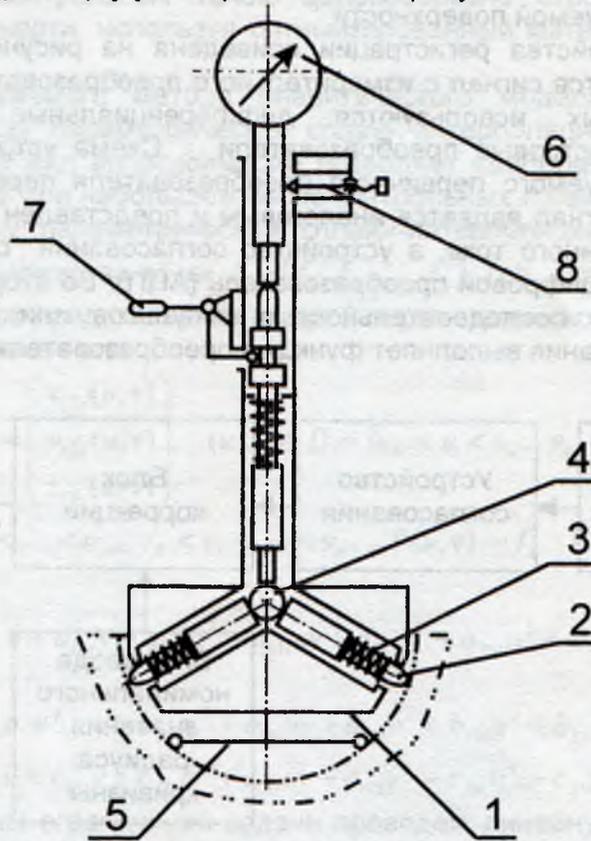
С.С. Соколовский, Д.В. Соломахо, В.А. Нифагин

Достоверная оценка годности объекта, подвергаемого координатному контролю, требует точного количественного определения контролируемых геометрических параметров. Поставленная задача может быть решена посредством использования

информационно-измерительных систем, осуществляющих измерение и автоматическую обработку его результатов.

Наиболее сложной задачей является контроль криволинейных поверхностей, часто используемых в качестве базовых и функциональных. Примером таких поверхностей могут служить шаровые опоры, часто используемые в машино- и приборостроении. Недостовверный контроль таких поверхностей может привести к нарушению функционирования, а в предельном случае - к выходу из строя всего механизма.

Для реализации измерения радиуса кривизны номинально сферической поверхности и отклонения от сферичности в производственных условиях предлагается использовать информационно-измерительную систему, основой которой является сферометр [1], изображенный на рисунке 1.



- 1 – корпус;
- 2 – измерительный наконечник;
- 3 – пружина;
- 4 – шарик;
- 5 – базирующее приспособление;
- 6 – блок регистрации;
- 7 – арретир;
- 8 – стопорный винт.

Рисунок 1 - Средство измерения радиусов внутренних сферических элементов деталей

Измерения с помощью данного устройства осуществляются методом сравнения с мерой, для чего оно настраивается на ноль по специальной образцовой мере, выполненной в виде конуса с переменной конусностью. При этом обеспечивается совпадение условного центра устройства с осью установочной конической поверхности образцовой меры. После настройки устройство устанавливается на контролируемую деталь таким образом, чтобы его базирующее приспособление, выполненное в виде кольца, плотно прилегало к контролируемой сферической

поверхности детали, а измерительные наконечники упирались в контролируемую поверхность. При отклонении радиуса контролируемой сферической поверхности от номинального, измерительные наконечники переместятся в радиальном направлении номинальной сферы. Возникающее перемещение измерительных наконечников посредством «плавающего» шарика передается измерительному стержню и преобразуется устройством регистрации.

Особенностью измерения радиусов кривизны сферических поверхностей с помощью предлагаемого устройства является автоматическая коррекция показаний устройством регистрации. Коррекция осуществляется путем введения в результат измерения поправок, аналитически компенсирующих методическую составляющую погрешности измерения, которая возникает из-за смещения условного центра прибора по отношению к номинальному центру сферы при измерении радиуса кривизны контролируемой поверхности.

Блок-схема устройства регистрации приведена на рисунке 2. На устройство согласования подается сигнал с измерительного преобразователя перемещения. В качестве первичных используются дифференциальные индуктивные или оптоэлектронные растровые преобразователи. Схема устройства согласования зависит от используемого первичного преобразователя перемещения. В первом случае выходной сигнал является аналоговым и представлен амплитудой и фазой напряжения переменного тока, а устройство согласования содержит синхронный детектор и аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Во втором случае выходной сигнал представлен последовательностью импульсов или цифровым кодом, а устройство согласования выполняет функцию преобразователя кода.



Рисунок 2 - Блок – схема электронного устройства регистрации.

Внесение поправки в результат измерения выполняется блоком коррекции. В блок коррекции поступает цифровой сигнал, соответствующий измеренному перемещению штока, а также номинальное значение радиуса кривизны. Блок содержит схему дешифрации сигнала номинального значения радиуса кривизны и микросхему памяти ROM, в которой записан набор поправочных коэффициентов. Таким образом осуществляется табличная коррекция результата. Блок индикации осуществляет цифровую индикацию радиуса кривизны и отклонения от сферичности. Устройство может быть реализовано как на интегральных схемах средней степени интеграции, так и на однокристальном микроконтроллере со встроенным АЦП. Результат измерения может быть выведен на интерфейс связи с внешними устройствами или передан в персональный компьютер.

Интеграция сферометра с персональным компьютером делает возможной проведение сложной математической обработки результатов измерения. Обработка результатов измерения проводится в несколько этапов:

- аналитическое моделирование реальных поверхностей деталей по результатам их измерения;
- сравнение параметров аналитической модели с нормируемыми;
- заключение о годности.

Применение блока электронной регистрации предлагаемой структуры позволяет унифицировать обработку результатов измерения. Подобные устройства целесообразно применять для создания информационно-измерительных систем контроля геометрических параметров деталей также при использовании более сложных сферометров. В частности, перспективным является использование сферометра, реализующего измерение радиуса кривизны по шести контрольным точкам. Имея массив исходной измерительной информации, включающий в себя координаты шести контрольных точек, целесообразно строить аналитическую модель такой поверхности, используя оптимизированный математический аппарат [2].

В основу предлагаемого метода аналитического моделирования положена нелинейная кубическая параметрическая сплайн-интерполяция со специальными ограничениями. Такой вид аппроксимации позволяет наиболее точно приближать реальную поверхность при небольшом числе контрольных точек.

Рассмотрим задачу параметрической сплайн-интерполяции со специальными ограничениями для множества точек $\Delta = (f_1, f_2, \dots, f_n)$, где $f_i \in R^3$ и $i = \overline{1, n}$, $n \geq 3$. При этом координатное представление гладкой параметрической интерполяционной сплайн-поверхности имеет вид

$$P(u, v) = \begin{pmatrix} x_{(3)}(u, v) \\ y_{(3)}(u, v) \\ z_{(3)}(u, v) \end{pmatrix}, \quad (u, v) \in \Pi = \{u_0 < u < u_n, v_0 < v < v_n\}.$$

На сетке $u_0 < u_1 < \dots < u_n$, $v_0 < v_1 < \dots < v_n$, $P(u, v) = f_i$. Считая $u \in [u_i, u_{i+1}]$, $v \in [v_i, v_{i+1}]$, получим

$$x_{(3)}(u, v) = a_{00i} + a_{10i}u + a_{01i}v + a_{20i}u^2 + a_{11i}uv + a_{02i}v^2 + a_{30i}u^3 + a_{21i}u^2v + a_{12i}uv^2 + a_{03i}v^3;$$

$$y_{(3)}(u, v) = b_{00i} + b_{10i}u + b_{01i}v + b_{20i}u^2 + b_{11i}uv + b_{02i}v^2 + b_{30i}u^3 + b_{21i}u^2v + b_{12i}uv^2 + b_{03i}v^3;$$

$$z_{(3)}(u, v) = c_{00i} + c_{10i}u + c_{01i}v + c_{20i}u^2 + c_{11i}uv + c_{02i}v^2 + c_{30i}u^3 + c_{21i}u^2v + c_{12i}uv^2 + c_{03i}v^3;$$

Для записи системы ограничений задачи проведем линейную параметрическую интерполяцию (например, триангуляцию) по заданной системе узлов.

$$L(u, v) < z_{(3)}(u, v) < U(u, v),$$

где $L(u, v) = z_{(1)}(u, v) - \alpha$, $U(u, v) = z_{(1)}(u, v) + \beta$; $\alpha, \beta > 0$.

Построение поверхностного кубического параметрического сплайна для решения описанной выше задачи обработки результатов измерения обобщает работы [2, 3, 4] и основано на выборе коэффициентов $a_{kpi}, b_{kpi}, c_{kpi}$ реализующих минимизацию энергетического функционала вида:

$$\sum_{i=1}^n \int_{u_i}^{u_{i+1}} \int_{v_i}^{v_{i+1}} \chi_i \sqrt{1 + \frac{\partial^2 z_{(3)}(u, v)}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 z_{(3)}(u, v)}{\partial v^2}} du dv,$$

где χ_i — весовые коэффициенты.

Список использованных источников

1. Пат. №1306 РБ, МКИ G 01 B 5/22. Устройство для измерения радиуса кривизны и отклонений поверхности от сферической/ Демидович О.А. и др.(РБ); Белорусский Национальный Технический Университет, Минск.

2. Соломахо Д.В., Нифагин В.А. Использование кубических параметрических сплайнов в решении задач теории координатных измерений // Вести Белорусской Инженерной академии. — 2004. — №2. — С.118-121
3. В.А. Нифагин, Д.В. Соломахо. Методика аналитического моделирования реальных профилей при их координатном контроле. Респ. Межведомственный сб. науч. тр. конференции «Современные методы проектирования машин» / Белорусский национальный технический университет. Минск, 2004. — Т.2. — С.38—41.
4. J.W. Schmidt. Univariate strip interpolations by nonlinear parametric splines // Computing. — 2000. — Vol. 65. — P.323—337.

УДК 534.1+534-8

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ В ВИБРОУДАРНОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ГАРМОНИЧЕСКОМ ДВИЖЕНИИ ОГРАНИЧИТЕЛЯ

Д.В. Мачихо, В.Н. Сакевич

В процессе ремонта машин возникают проблемы с рассоединением узлов машины на отдельные детали, связанные с образованием коррозии между соприкасающимися поверхностями деталей в процессе эксплуатации. Прогрессивным способом рассоединения изделия на составные элементы и эффективной очистки их внутренних и наружных поверхностей от нерастворимых загрязнений или, например, от солей после закалки является способ, когда между колеблющейся поверхностью ультразвукового источника колебаний и изделием механическое контактное взаимодействие осуществляют в стохастическом виброударном режиме [1]. Поэтому важной задачей синтеза колебательных систем целевого технологического назначения является анализ влияния параметров колебательной системы на спектральные характеристики виброударных режимов взаимодействия [2].

В работе рассматривается динамическая модель: масса m на пружине жесткости c и плоскость, движущаяся по гармоническому закону с частотой ω намного большей собственной частоты массы на пружине. В состоянии статического равновесия масса может быть расположена по отношению к плоскости с натягом, либо с зазором, либо с нулевым натягом.

В рамках такой же модели в случае, когда масса расположена по отношению к плоскости с натягом в работе [2] исследовано влияние параметров колебательной системы на спектральные характеристики стохастических режимов.

В настоящей работе исследовано влияние параметров колебательной системы на спектральные характеристики стохастических режимов для системы, установленной с зазором, либо с нулевым натягом.

Уравнения движения рассматриваемой системы имеют вид:
в случае установки с зазором

$$m\ddot{x} + cx - G = 0; Z = a \cos \omega(t + t_0), \quad (1)$$

и в случае установки с нулевым натягом

$$m\ddot{x} + cx = 0; Z = a \cos \omega(t + t_0) \quad (2)$$

где G - сила, которая отжимает массу от плоскости, a и ω амплитуда, и частота колебаний плоскости, X и Z - координаты, описывающие движение соответственно массы и плоскости.

Удар массы о плоскость считается мгновенным и описывается уравнением: