

УДК 621.923

Ягьяев Э. Э., Калюжная Т. В.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ КРУГЛОГО НАРУЖНОГО ШЛИФОВАНИЯ

У статті запропонована структура системи діагностики для круглого зовнішнього шліфування на основі аналізу зміни вихідних змінних і параметрів технологічної системи. Використання такого підходу діагностики і управління забезпечить підвищення продуктивності і якості обробки.

Ключові слова: шліфування, діагностика, прогнозування, алгоритм, точність, якість.

В статье предложена структура системы диагностики для круглого наружного шлифования на основе анализа изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы. Применение такого подхода диагностики и управления обеспечит повышение производительности и качества обработки.

Ключевые слова: шлифование, диагностика, прогнозирование, алгоритм, точность, качество.

The structure system of diagnostics for the round outward polishing on the basis of analysis change output variables and parameters state of the technological system is offered in the article. Application such approach of diagnostics and management will provide the increase of productivity and quality of treatment.

Key words: grinding, diagnostics, forecasting, technical system, prognostication, quality.

Постановка проблеми Повышение производительности технологических операций круглого наружного шлифования требует высокоэф-

фективной диагностики и управления процессами обработки с учетом изменений состояния технологической системы.

Анализ литературы. В условиях автоматизированного производства перспективным направлением повышения эффективности процессов круглого наружного шлифования является диагностика и управление на основе анализа динамики изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы [1]. Применение такого подхода диагностики и управления обеспечит повышение производительности и качества обработки.

Цель статьи – описать формирование структуры системы диагностики процесса круглого наружного шлифования, позволяющий при различных вариантах изменения режимных па-

раметров иметь возможность надежного обнаружения отклонений выходных переменных и определения параметра состояния и вида возмущений технологической системы.

Изложение основного материала. В соответствии с разработанной в исследованиях [1; 2] функциональной схемой системы диагностики ее основными задачами являются установление изменений параметров состояний технологической системы по текущим значениям и скоростным параметрам изменений выходных переменных.

Алгоритм работы такой системы диагностики рассмотрен на рис. 1.

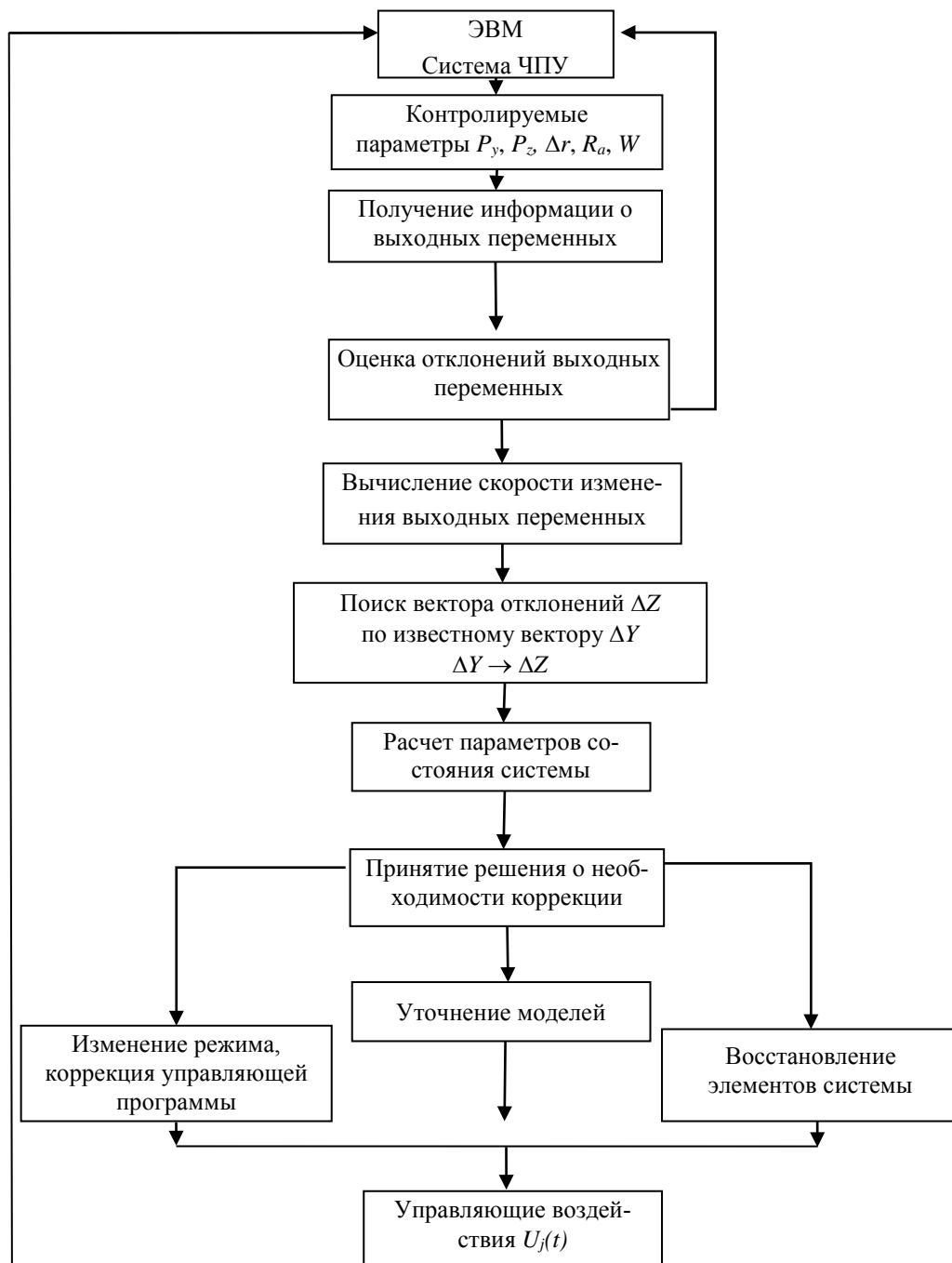


Рис. 1. Блок-схема системы диагностики операции шлифования.

Алгоритм включает в себя следующие модули:

- обнаружение отклонений выходных переменных;
- оценка отклонений выходных переменных;
- вычисление скорости изменения выходных переменных;
- выявление причин отклонений;
- расчет параметров состояния системы;
- принятия решений о необходимости проведения и вида коррекции.

При разработке управляющих программ возможны два варианта:

- первый вариант – управляющая программа разрабатывается без учета изменений в технологической системе;
- второй вариант – при разработке управляющей программы система имеет математическую модель, описывающую работу технологической системы с учетом возникающих изменений; на основе ее производится прогнозирование, рассчитывается текущее состояние параметров.

Как в первом, так и во втором варианте возникает задача обнаружения отклонений выходных переменных.

Необходимость модуля выявления отклонений выходных переменных вызвано наличием изменений параметров состояния и возмущающих воздействий технологической системы, в результате которых выходные переменные непостоянные. Задача сводится к оценке отклонений вектора наблюдаемых значений выходных переменных от вектора прогнозируемых. В общем виде зависимость запишется:

$$|\Delta Y| = |Y(t) - \hat{Y}(t)| \geq |\Delta Y_{\text{пор}}|, \quad (1)$$

где $Y(t)$ – наблюдаемые значения выходных переменных;

$\hat{Y}(t)$ – прогнозируемые значения выходных переменных;

$\Delta Y_{\text{пор}}$ – пороговый уровень обнаружения отклонений, вызванный ошибками измерений.

Задача обнаружения отклонений осложняется большой задержкой во времени результатов обработки и получения необходимой для анализа информации, что связано со сложностью ее накопления непосредственно на рабочем месте. Например, размер обработанной поверхности может быть определен прибором активного контроля на станке или сразу же после обработки. Измерения же шероховатости, эксцентриситета, волнистости поверхности производятся на специальных установках в лабораторных условиях.

Модуль выявления причин отклонений выходных переменных от параметров состояния

технологической системы является одним из наиболее сложных. Ставится и решается задача поиска вектора отклонений ΔZ по известному вектору ΔY :

$$\Delta Y \rightarrow \Delta Z. \quad (2)$$

В модуле принятия решения устанавливается вид коррекции и производится оценка необходимости ее проведения. Вид коррекции устанавливается на основе анализа вектора отклонений ΔZ . При оценке необходимости проведения коррекции возможны две ситуации. Если отклонения ΔY выходят за пределы допустимых техническими требованиями, то коррекция, безусловно, должна быть проведена. Если отклонения ΔY не выходят за пределы допустимых, то коррекция выполняется, если затраты на ее осуществление оказываются меньше выигрыша (прибыли), получаемого при проведении коррекции, что может быть выражено соотношением:

$$K(\Delta Y) = \begin{cases} 1, C_3 > C_{\text{кор}} \\ 0, C_3 \leq C_{\text{кор}} \end{cases}, \quad (3)$$

где $C_{\text{кор}}$ и C_3 – соответственно стоимость коррекции и прибыль, получаемая в результате ее проведения.

Коррекция параметров цикла может проводиться как при настройке системы на обработку партии заготовок, так и в процессе обработки.

Оценка отклонений фактических значений выходных переменных при изменении параметров состояния технологической системы включает в себя два основных этапа:

- обнаружение отклонений и установление их наиболее вероятных значений;
- установление причин появления таких отклонений.

Рассмотрим постановку задач решения этих этапов для анализируемого процесса диагностики. Определим отклонения фактических значений ($y(t)$) от расчетных ($\bar{y}(t)$) зависимостью

$$\Delta y(t) = y(t) - \bar{y}(t). \quad (4)$$

Если замеры выходной переменной проводятся периодически на ограниченном интервале времени и в течение этого времени не наблюдается значительных изменений $y(t)$, то наличие отклонений может быть с любой достоверной вероятностью определено методами анализа выборочных наблюдений. При сравнении выборочных средних выдвигается нулевая гипотеза о равенстве генеральных средних. Она отвергается, если

$$|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}} \times S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}, \quad (5)$$

где \bar{y}_1 и \bar{y}_2 – сравниваемые выборочные средние;

n_1 и n_2 – объемы первой и второй выборок;

$t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ – критерий Стьюдента, определяемый при

доверительной вероятности $1 - \frac{\alpha}{2}$ и числе сте-

пеней свободы $f = n_1 + n_2 - 2$;

S^2 – средневзвешенная дисперсия, вычисляемая по дисперсиям выборок:

$$S^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}. \quad (6)$$

Для рассматриваемого процесса роль первой выборки играет подмножество расчетных значений, второй – измеренных значений выходной переменной.

Соответственно S_1^2 и S_2^2 рассматриваются как дисперсии расчетных и фактических значений y . При заданных условиях $n_1 = n_2$ неравенство (5) принимает вид:

$$|\hat{y}(t) - \bar{y}(t)| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n}}. \quad (7)$$

При сравнении дисперсии выдвигается нулевая гипотеза о равенстве генеральных дисперсий. Гипотеза отвергается, если расчетные значения критерия Фишера больше табличного при заданном значении доверительной вероятности. Расчетный критерий определяется из соотношения:

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2}. \quad (8)$$

Если выходная переменная непостоянна во времени, но не имеет закономерных высокочастотных отклонений, то на ограниченном интервале времени также можно воспользоваться зависимостями (7) и (8), предварительно проведя аппроксимацию экспериментальных данных (например, с помощью полинома k -той степени) и заменив в уравнении (7) левую часть на раз-

ность расчетных значений по теоретическим и эмпирическим зависимостям.

Если выходная переменная имеет высокочастотные закономерные модуляции, то применение зависимостей (7) и (8) невозможно, так как в рассмотренной методике не предусматривается разделение отклонений на закономерные и случайные, и все они учитываются при расчете дисперсий.

Выводы.

1. Анализ поставленных задач позволяет сделать заключение о возможности надежного обнаружения отклонений выходных переменных и определения параметра состояния и вида возмущений технологической системы, которыми они вызваны.

2. Разработанная структура и алгоритм диагностики позволяет по динамике изменения выходных переменных устанавливать причины отклонений и давать рекомендации о необходимости проведения замены элемента системы или коррекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новоселов Ю. К. Диагностика операций чистового шлифования по динамике изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы / Ю. К. Новоселов, Э. Э. Ягьяев, Н. Р. Кириенко // Вестник СевНТУ : сборник научных трудов. – Севастополь, 2010. – Вып. 107. – С. 170–173.
2. Ягьяев Э. Э. Повышение точности чистового шлифования на основе диагностики и управления состоянием технической системы / Э. Э. Ягьяев, Ю. К. Новоселов, Л. Б. Шрон // Материалы международной научно-технической конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании». – Варна, 2009. – Том 1. – С. 317–319.