

УДК 621.923

Э.Э. Ягьяев, доцент, канд. техн. наук

*Республиканское высшее учебное заведение «Крымский инженерно-педагогический университет»,
ул. Севастопольская, пер. Учебный, 8, г. Симферополь, 95015
ervin777@yandex.ru*

Л.Б. Шрон, доцент, канд. техн. наук,

А.А. Ярошенко, доцент, д-р физ.-мат. наук

*Севастопольский национальный технический университет,
Ул. Университетская, 33, г. Севастополь.
tm@sevntu.com.ua*

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЧИСТОВОГО ШЛИФОВАНИЯ

В статье рассмотрена структура системы мониторинга технологического процесса шлифования на основе анализа динамики изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы. Предложен алгоритм обработки информационных потоков и высокоэффективного управления на основе мониторинга процессом круглого наружного шлифования.

Ключевые слова: чистовое шлифование, мониторинг, диагностика, управление, алгоритм.

Введение. На операциях круглого наружного шлифования, которое является наиболее широко распространенным методом окончательной обработки, одним из направлений обеспечения качества изготовления деталей является применение системы мониторинга процесса резания и технологического оборудования.

Мониторинг технологического процесса, объединяет в себе диагностику, идентификацию, прогнозирование и управление состоянием технической системой на основе анализа полученной информации, а так же принятие решения о введении коррекции [1].

Существует множество методов, диагностики и управления обеспечивающих максимальную производительность обработки поверхности при требуемом качестве изготовления детали. Однако данные методы не могут обеспечить полное использование возможностей оборудования с программным управлением, так как не полностью учитывают фактическое состояние технологической системы, или частично отражают изменение параметров системы с большим запаздыванием.

Мониторинг технологического процесса охватывает оборудование, процесс обработки и изготавливаемые детали (до и после обработки) [2].

Несмотря на значительный объем известных работ в области мониторинга, существующие методы не полностью учитывают особенности технологического процесса шлифования. Это связано с большим влиянием на производительность и качество параметров технологической системы, изменяющихся в процессе обработки.

Целью данной статьи является построение эффективной системы мониторинга процессом круглого наружного шлифования и принципы ее функционирования

При проектировании автоматизированных систем должны учитываться особенности операций обработки резанием [3]:

1. Металлорежущие системы работают в циклическом режиме, при обработке каждой новой заготовки система возвращается в состояние, близкое к начальному.

2. Наблюдается тесная связь выходных переменных с входными переменными, алгоритмом управления и параметрами технологической системы. Параметры качества детали зависят не только от условий выполнения заключительной части процесса, но и всего цикла обработки.

3. На процесс обработки оказывает воздействие большое число возмущающих факторов, что нарушает функциональные связи выходных переменных с входными, а также параметрами технологической системы.

4. В процессе резания изменяются не только параметры обрабатываемой детали, но и технологической системы. При обработке каждой новой заготовки система приобретает новое исходное состояние.

Как правило, учитываются первые три особенности операций обработки резанием и недостаточно внимания уделяется четвертой особенности. Изменения же параметров состояния системы могут быть столь значительны, что при обработке некоторой j-й заготовки она становится не в состоянии выполнять свое служебное назначение и требует реставрации или замены.

Исследования, проведенные в работе [4] показывают, что при изменении вектора параметров состояния технологической системы не только изменяются численные значения выходных переменных, но в общем

случае может измениться и функционал, отражающий закон преобразования параметров объекта. Руководствуясь стратегией оптимального управления, это означает, что алгоритм изменения управляющих воздействий должен корректироваться для каждого j -го цикла работы системы. Таким образом, при проектировании автоматизированных систем становится актуальной задача мониторинга, т.е. диагностика и управления на основе динамики изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы.

Системы мониторинга по характеру применяемой информации можно разделить на использующие априорную, текущую и апостериорную. При этом возможны и комбинированные методы. Рассмотрим возможные алгоритмы методов мониторинга процессом круглого наружного шлифования рис. 1.

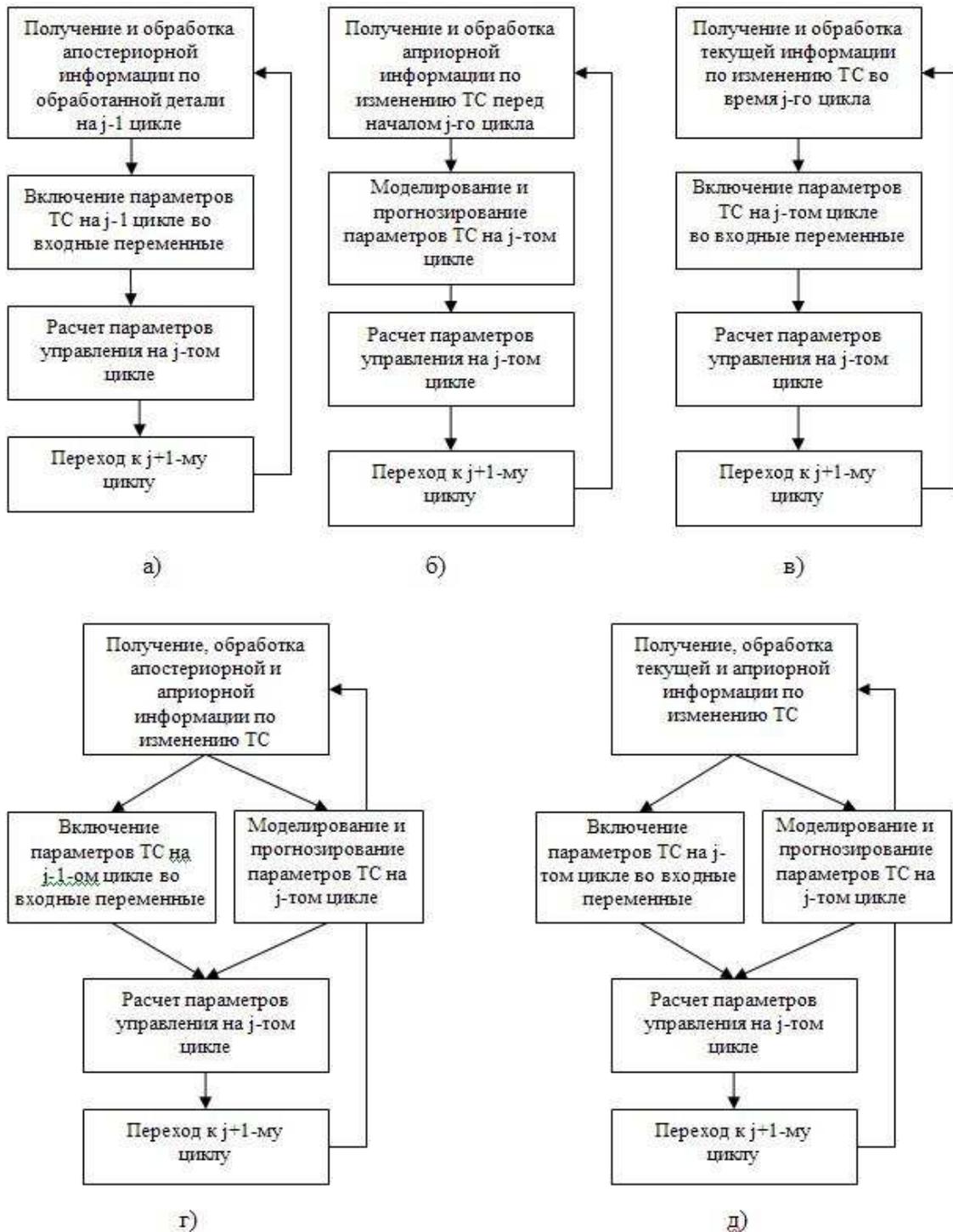


Рисунок 1 – Возможные алгоритмы методов мониторинга процессом круглого наружного шлифования: а) по апостериорной информации; б) по априорной информации; в) по текущей информации; г) по априорной и апостериорной информации; д) по текущей и априорной информации

Для первого варианта схема алгоритма диагностики и управления операцией по апостериорной информации (рис. 1.а) включает этапы получения и обработки информации о состоянии технологической системы по результатам измерений уже обработанной детали j -1-го цикла, с запаздыванием на один цикл обработки. Затем эти параметры состояния могут быть включены во входные переменные технологической системы, а задача поисков закона управления решена методами теории оптимального управления. Такой метод диагностики и управления применяется при черновой обработке и известен под названием автоподналадка.

Для второго варианта (рис. 1.б) алгоритма диагностики и управления по априорной информации этапы получения и обработки информации о состоянии технологической системы, включают результаты изучения процесса формообразования на основе использования математических моделей операций резания. Так же результаты на основе аппроксимации изменений параметров системы по результатам замеров в моменты времен $t-k$, $k=1,2,\dots,t-1$ с последующей интерполяцией данных на момент времени t . Алгоритм дополняется блоком прогнозирования состояния системы в момент времени t .

Для третьего варианта (рис. 1.в) алгоритма диагностики и управления по текущей информации включает этапы получения и обработки информации о состоянии технологической системы по результатам измерений обрабатываемой детали j -го цикла, обработки и от диагностических датчиков.

Четвертый комбинированный вариант алгоритма диагностики и управления по априорной и апостериорной информации (рис. 1.г) включает этапы получения и обработки информации соответственно первого и второго алгоритмов.

Пятый комбинированный вариант алгоритма диагностики и управления по текущей и априорной информации (рис. 1, г) включает этапы получения и обработки информации соответственно второго и третьего алгоритмов.

В процессе эксплуатации технологических систем, как правило, необходимо реализовывать все методы. Это связано с тем, что одни параметры состояния системы меняются медленно и могут считаться постоянными в течение нескольких циклов, другие быстро, и требуют учета в течение всего цикла. К первым, например, относятся параметры оборудования, смазочно-охлаждающих технологических средств, ко вторым параметры режущего инструмента.

При построении алгоритма системы мониторинга процессом круглого наружного шлифования (рис.2) используем комбинированный метод. Алгоритм системы мониторинга использует априорную информацию соответственно алгоритма (рис. 1.г) и дополняется блоком анализа динамики изменения выходных переменных и параметров технологической системы.

В процессе эксплуатации технологических систем, как правило, необходимо реализовывать все методы. Это связано с тем, что одни параметры состояния системы меняются медленно и могут считаться постоянными в течение нескольких циклов, другие быстро, и требуют учета в течение всего цикла.

К первым, например, относятся параметры оборудования, смазочно-охлаждающих технологических средств, ко вторым параметры режущего инструмента.

При построении алгоритма системы мониторинга процессом круглого наружного шлифования рис.2 используем комбинированный метод. Алгоритм системы мониторинга использует априорную информацию соответственно алгоритма рис. 1, г и дополняется блоком анализа динамики изменения выходных переменных и параметров технологической системы.

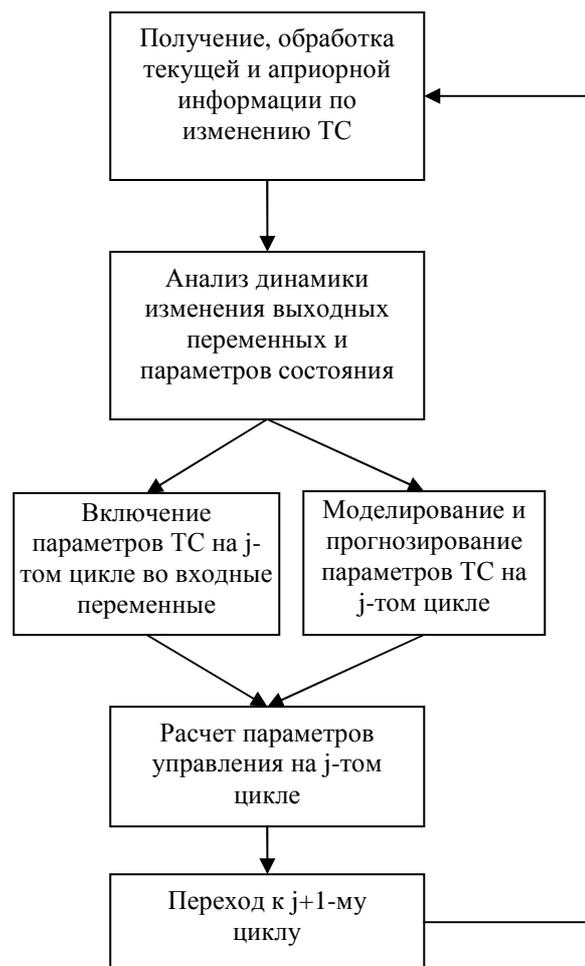


Рисунок 2 – Алгоритм мониторинга процессом шлифования по априорной и динамике изменения текущей информации

Априорная информация о состоянии технологической системы, включает результаты изучения процесса формообразования на основе использования математических моделей операций резания. Так же результаты на основе аппроксимации изменений параметров системы по результатам замеров в моменты времен $t-k$, $k=1,2,\dots,t-1$ с последующей интерполяцией данных на момент времени t . Алгоритм дополняется блоком прогнозирования состояния системы в момент времени t . Текущая информация включает этапы получения и обработки информации о состоянии технологической системы по результатам измерений обрабатываемой детали j -го цикла обработки и от диагностических датчиков. Алгоритм дополняется блоком анализа динамики изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы.

К основным параметрам состояния технологической системы отнесем: точность станка, его жесткость, точность приспособления, свойства СОТС, параметры режущего инструмента. Учитывая, что параметры станка, приспособления и СОТС могут быть замерены и в течении одного цикла изменяются несущественно, они при обработке j -й заготовки могут быть отнесены к входным

переменным. Из параметров режущего инструмента выделим диаметр круга и параметры состояния его рабочей поверхности. В процессе эксплуатации диаметр круга изменяется в 1,5–2 раза (например, с 750 мм до 400 мм). С уменьшением диаметра уменьшается скорость резания, снижается производительность процесса, увеличиваются силы резания и шероховатость поверхности. Диаметр круга в процессе его эксплуатации уменьшается вследствие износа инструмента и в результате его правки. Величина износа инструмента составляет от 10 до 20% от общего его расхода, остальная часть приходится на правку. Размерный износ инструмента при обработке одной поверхности, как правило, не превышает 20...40 мкм. Следовательно, изменением диаметра круга в процессе реализации j -го цикла при шлифовании с прибором активного контроля можно пренебречь. Информацию об

исходном размере круга в начале j -го цикла можно получить от путевого датчика приспособления для правки круга, либо рассчитать по начальному диаметру, числу правок круга до j -го цикла, толщине слоя, снимаемого с рабочей поверхности круга при одной правке.

Состояние рабочей поверхности шлифовального круга изменяется в процессе реализации каждого цикла. На вершинах режущих кромок возникают площадки износа, изменяется число и распределение зерен на рабочей поверхности инструмента, что приводит к снижению режущей способности инструмента, увеличению сил резания, отклонений формы детали, шероховатости обрабатываемой поверхности.

Выводы. Состояние рабочей поверхности инструмента необходимо отнести к группе параметров, изменениями которых нельзя пренебречь за период j -го цикла. Кроме того, эти параметры не поддаются непосредственному контролю и изменению. Следовательно, влияние параметров состояния на управляющее воздействие может быть учтено по априорной информации.

Перспективы дальнейших исследований в данной области. Рассмотренный пример показывает, что для создания эффективной системы мониторинга технологическим процессом шлифования на основе динамики изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы необходимо:

1. Провести классификацию изменений параметров состояния технологической системы.
2. Установить функциональные или статистические связи выходных переменных от изменений параметров состояния технологической системы.
3. Разработать методику определения изменений параметров состояния технологической системы по динамике изменения выходных переменных.

Библиографический список использованной литературы

1. Пуш А.В. Моделирование и мониторинг станков и станочных систем / А.В. Пуш // СТИН. — 2000. — № 9. — С. 12-20.
2. Игнатъев А.А. Мониторинг станков и процессов шлифования в подшипниковом производстве / А.А. Игнатъев, М.В. Виноградов, В.В. Горбунов [и др.] — Саратов: СГТУ, 2004. — 124 с.
3. Новоселов Ю.К. Анализ возмущений при обработке заготовок на станках с ЧПУ / Ю.К. Новоселов // Оптимизация производственных процессов: науч.-техн. сборник. – Севастополь, 1997. – Вып. 6. — С. 87 – 93.
4. Новоселов Ю.К. Диагностика операций чистового шлифования по динамике изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы / Ю.К. Новоселов, Э.Э. Ягъяев, Н.Р. Кириенко // Вестник Севастопольского национального технического университета: сб. науч. тр. – Севастополь, 2010. – Вып. 107. — С. 170–173.

Поступила в редакцию 19.01.2014 г.

Яг`яев Є.С., Ярошенко О.О., Шрон Л.Б. Організація системи моніторингу процесу чистового шліфування

У статті розглянута структура системи моніторингу технологічного процесу шліфування на основі аналізу динаміки зміни вихідних змінних і параметрів стану технологічної системи. Запропоновано алгоритм обробки інформаційних потоків і високоефективного управління на основі моніторингу процесом круглого зовнішнього шліфування.

Ключові слова: чистове шліфування, моніторинг, діагностика, управління, алгоритм.

Yagyaev E.E., Yaroshenko A.A., Shron L.B. Organization of a system for monitoring the process finish grinding

The article describes the structure of the system of monitoring the process of grinding on the basis of analysis of the dynamics of change of the output variables and parameters of the state of the technological system. Proposed algorithm for processing of information flows and highly efficient management on the basis of the monitoring process round outer grinding.

Keywords: finish grinding, monitoring, diagnosis, management, algorithm.