

УДК 621.681.7

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ МЕХАНООБРАБОТКЕ

Симута Н.А., Румбешта В.А., Подвысоцкая В.С., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

В работе рассматриваются задача по контролю изнашивания режущего инструмента, отмечаются основные причины такого явления, намечаются методы и средства проверки годности инструмента при механообработке и предлагается методика построения автоматических систем диагностики технического состояния инструмента и всего процесса механообработки для улучшения его качества

Ключевые слова: диагностика, режущий инструмент

Постановка задачи

Современное производство, особенно в процессах механической обработки, стремится перейти на полностью автоматизированные технологические системы, что имеет ряд неоспоримых преимуществ. Находят широкое применение станки с ЧПУ и обрабатывающие центры, которые позволяют обрабатывать детали сложной формы с высокой точностью и заданными параметрами качества поверхности без участия человека.

Однако для надежного функционирования таких технологических обрабатывающих систем (ТОС) с заданной точностью необходимы системы диагностики и контроля, как самого оборудования, так и процесса механической обработки (ПМО) и получаемой детали, поскольку при проведении ПМО возникает большое количество возмущающих факторов, которые и обуславливают погрешность обработки. К основным таким факторам относят: износ инструмента; вибрацию и упругие деформации ТОС, которые обусловлены её конечной жесткостью; тепловые деформации ТОС; ошибки позиционирования инструмента; отказ или частичная потеря работоспособности частей ТОС и другие факторы.

Проблема определения технического состояния инструмента

Среди всех погрешностей и отказов, вносимых технологическим оборудованием особо выделяется отказ инструмента и погрешности вносимые его износом. Это обусловлено высокими нагрузками и работой, выполняемой инструментом. Как известно на долю отказа режущего инструмента приходится большинство случаев от общего отказа технологического оборудования. Также существенную погрешность при обработке вносит износ инструмента, который увеличивается в процессе обработки вплоть до его полной непригодности. Если износ режущего инструмента по задней кромке рассчитывается [1] и существуют системы его компенсации при обработке поверхностей простых форм, то при обработке поверхностей сложной формы большую роль играет состояние геометрии режущей кромки инструмента. Данная проблема недостаточно разработана, хотя такие работы и ведутся [2]. Еще одной существенной проблемой при чистовой обработке является качество получаемой поверхности, которое при износе режущего инструмента ухудшается и для получения заданного качества необходимо либо корректировать режимы резания, либо заменять инст-

румент.

Следовательно, при контроле и диагностике состояния режущего инструмента необходимо решать следующие задачи:

1. Контроль работоспособности инструмента, т.е. пригоден еще инструмент или нет (аварийные ситуации);
2. Контроль размерного износа инструмента;
3. Контроль состояния режущей кромки, что особенно актуально при чистовой обработке поверхностей и обработке поверхностей сложной формы (потеря необходимой геометрической формы инструмента, изменение переднего и заднего углов и т.п.).

Существует много способов контроля состояния инструмента. Их можно поделить классифицировать как: прямые (когда измеряется непосредственно кромка режущего инструмента) и косвенные (когда измеряется параметр процесса резания, который коррелирует с состоянием режущей кромки инструмента).

Прямое измерение износа и состояния режущей кромки инструмента может проводиться различными контактными (специальными измерительными щупами, весовой износ, объемный износ) и бесконтактными способами (например, с помощью оптических приборов). Основным недостатком прямых методов является необходимость остановки процесса резания и сложность прогнозирования дальнейшего состояния инструмента.

Косвенные методы позволяют оценить состояние инструмента непосредственно в процессе обработки по параметрам процесса резания. К параметрам наиболее пригодным к измерению можно отнести:

- силы резания;
- вибродинамика резания;
- электромагнитные явления, возникающие при резании;
- температура в зоне резания;
- термо-ЭДС резания;
- виброакустический сигнал зоны резания.

Наиболее удобными методами есть способы измерения технического состояния инструмента по вибрации ТОС и виброакустическому сигналу зоны резания. Эти способы относительно просты и не требуют сложного переоборудования ТОС, в отличие от способов измерения сил резания, температур в зоне резания и др. Они имеют хорошую информативность, помехоустойчивость и безразличны к материалу обрабатываемой детали и инструмента.

Велись и ведутся работы по изучению зависимости виброакустического сигнала зоны резания от параметров процесса резания. Проведенные исследования показывают тесную связь между износом инструмента, силами резания, вибрацией и виброакустической эмиссией зоны резания [1, 3].

Исследование зависимости виброакустического сигнала зоны резания от износа инструмента

Был проведен эксперимент по изучению зависимости виброакустического сигнала от изнашивания инструмента при обработке стали 45 резцом их Т15К6 при следующих режимах резания: глубина резания 0.2 мм, подача 0,32 мм/об и скорость резания 64 м/мин.

Проведенний експеримент показав, що при изнашивании резца по задней поверхности от 0,2 мм до 0,5 мм (рис. 1) в области частот около 1 кГц виброакустический сигнал изменялся от 10 дБ до 40-50 дБ. Верхние участки спектра акустической эмиссии в то же время не чувствуют значительных изменений, в результате чего их часть в виброакустическом сигнале заметно снижается.

Дальнейшие опыты показали, что по мере роста износа инструмента увеличивается общая флуктуация акустического сигнала, как прирост его модуляционной составляющей, расширяющий амплитудный спектр сигнала $G_i = \varphi(\tau)$. Во время приближения износа инструмента к предельно допустимым значениям начинается потеря стойкости виброакустического сигнала из зоны резания в виде резких его перепадов. Найдено, что значение ΔG_{cp} из величины 12-14 дБ, соответствующие установившемуся процессу резания в начале обработки, растет при критических значениях динамической стойкости к величине 28-30 в нижних частотных спектрах акустической эмиссии. Хотя это явление четко отображает состояние динамики процесса резания, однако через значительную стохастичность, нелинейность и большой разброс уровня сигнала оно не имеет четкой линейности и реализовать такую закономерность для систем технической диагностики практически не представляется удобным.

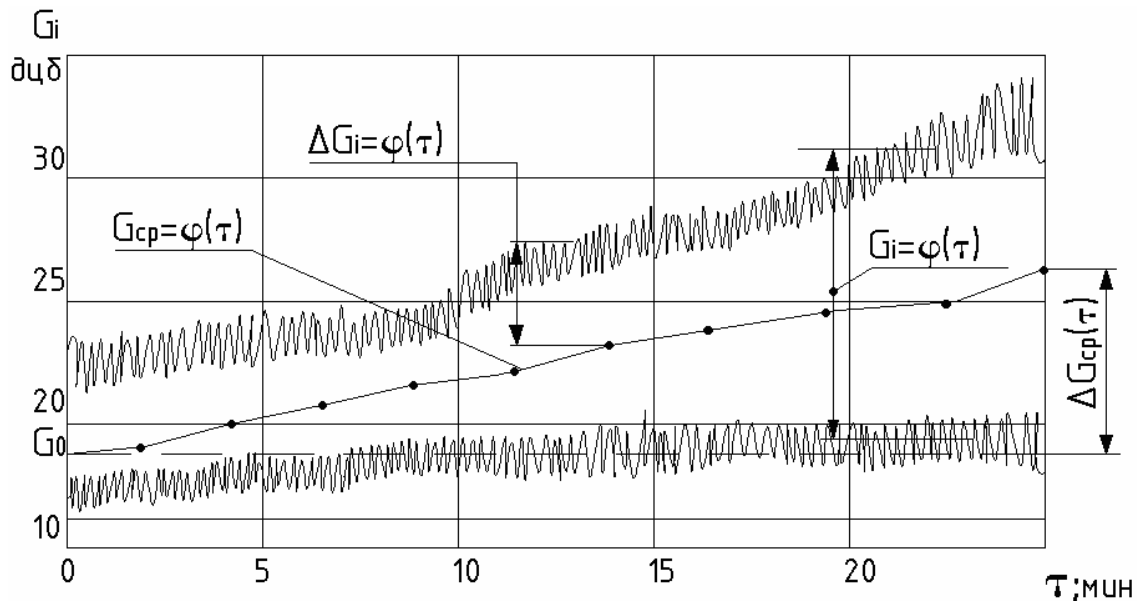


Рис.1. Общий вид виброакустического сигнала при прохождении процесса резания стали 45 резцом из T15K6 ($t=0.2$ мм, $S_0=0,32$ мм/об, $V = 64$ м/мин)

Поэтому в процессе измерения необходимо анализировать получаемый сигнал: выделять полезную составляющую виброспектра, обрабатывать её и по ней определять состояние процесса резания в целом и состояния режущей кромки инструмента в частности.

Построение системы диагностики состояния инструмента

Исходя из вышесказанного очевидно, что необходимо создание системы, не только определения аварийного состояния инструмента, но и определяющей его износ, что даст возможность корректировать размерную настройку инстру-

мента для обеспечения необходимой точности обработки.

Практическая реализация такой системы при современном развитии техники не представляет больших трудностей и, в основном, касается создания алгоритма, методики и программного обеспечения для обработки получаемого сигнала в реальном времени. Это обусловлено особенностями построения современных систем ЧПУ и модернизации существующих технологических систем [4]. Широкое применение на производстве нашли системы типа CNC, которые имеют следующие особенности – система является блочной (рис. 2) и работает под управлением специальных программ для известных и распространенных операционных систем (DOS, Windows, Unix).

Для аппаратного обеспечения системы диагностики необходимо дополнить систему ЧПУ следующими устройствами (на рис. 2 показаны штриховой линией): вибрационным или виброакустическим датчиком – для измерения диагностируемого параметра, предварительным усилителем и фильтром сигнала – для выделения информативной составляющей вибросигнала, аналогово-цифровым преобразователем – для преобразования аналогового сигнала в цифровой для дальнейшей его обработки и анализа. На сегодня мировыми производителями разработано большое количество такого оборудования, которое полностью отвечает всем требованиям точности, быстродействия и надежности для построения системы диагностики.

Для построения такой системы диагностики, в первую очередь, необходимо создание методики, алгоритма и программного обеспечения. Также необходимо создание подпрограммы для системы ЧПУ, которая бы производила анализ состояния инструмента и коррекцию размерной настройки инструмента автоматически в зависимости от его износа.

Такая система и подпрограмма может работать следующим образом. При запуске в обработку партии из n деталей включается подпрограмма (рис.3).

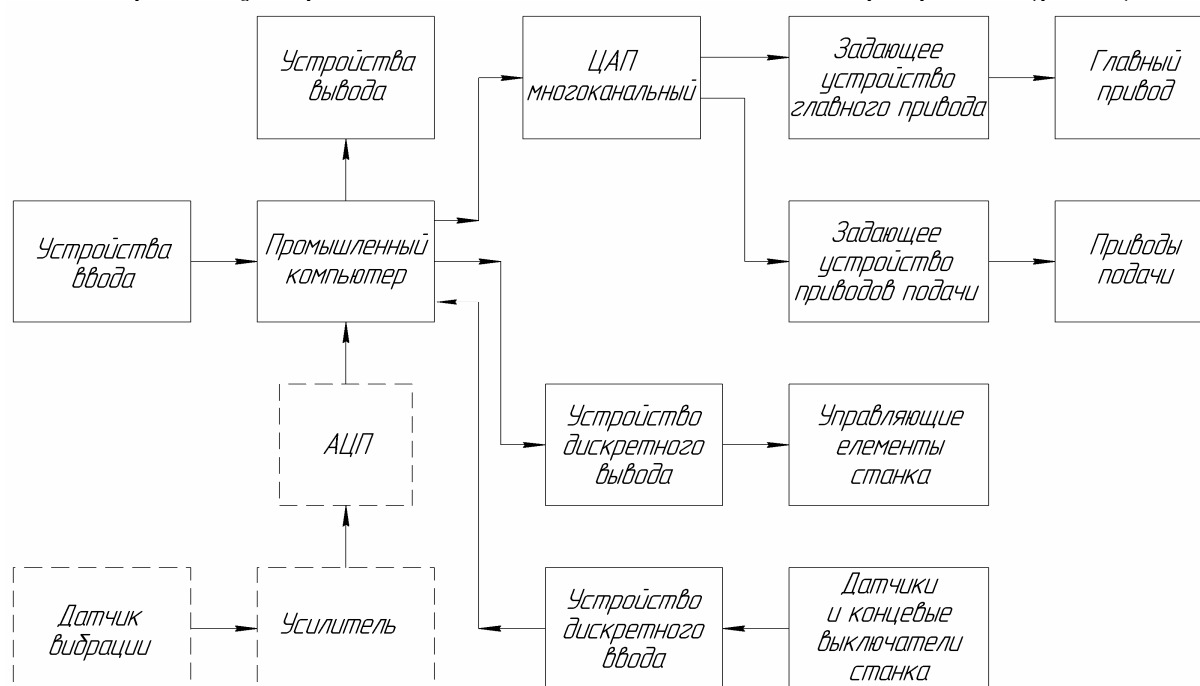


Рис. 2. Блок-схема устройства ЧПУ типа CNC с элементами системы диагностики режущего инструмента

В процессе резания происходит измерение виброакустической эмиссии и по ней производится анализ состояния инструмента и, в случае его поломки, формируется команда для его смены и передается в систему ЧПУ. После окончания обработки анализируется износ режущей кромки инструмента и, если это возможно (т.е. он достиг величины, на которую поднастройка инструмента ещё возможна), происходит формирование команды для коррекции размерной настройки инструмента для обработки следующей детали.

Выводы

Таким образом, основная задача при разработке такой диагностической системы состоит в создании методики оценки состояния инструмента при обработке, выделении информативного участка вибросигнала, корректировке режимов резания и/или замене инструмента в случае необходимости путем разработки программного обеспечения.

Создание таких систем диагностики технического состояния режущего инструмента позволит значительно повысить качество обрабатываемых деталей, надежность и производительность процесса механообработки.

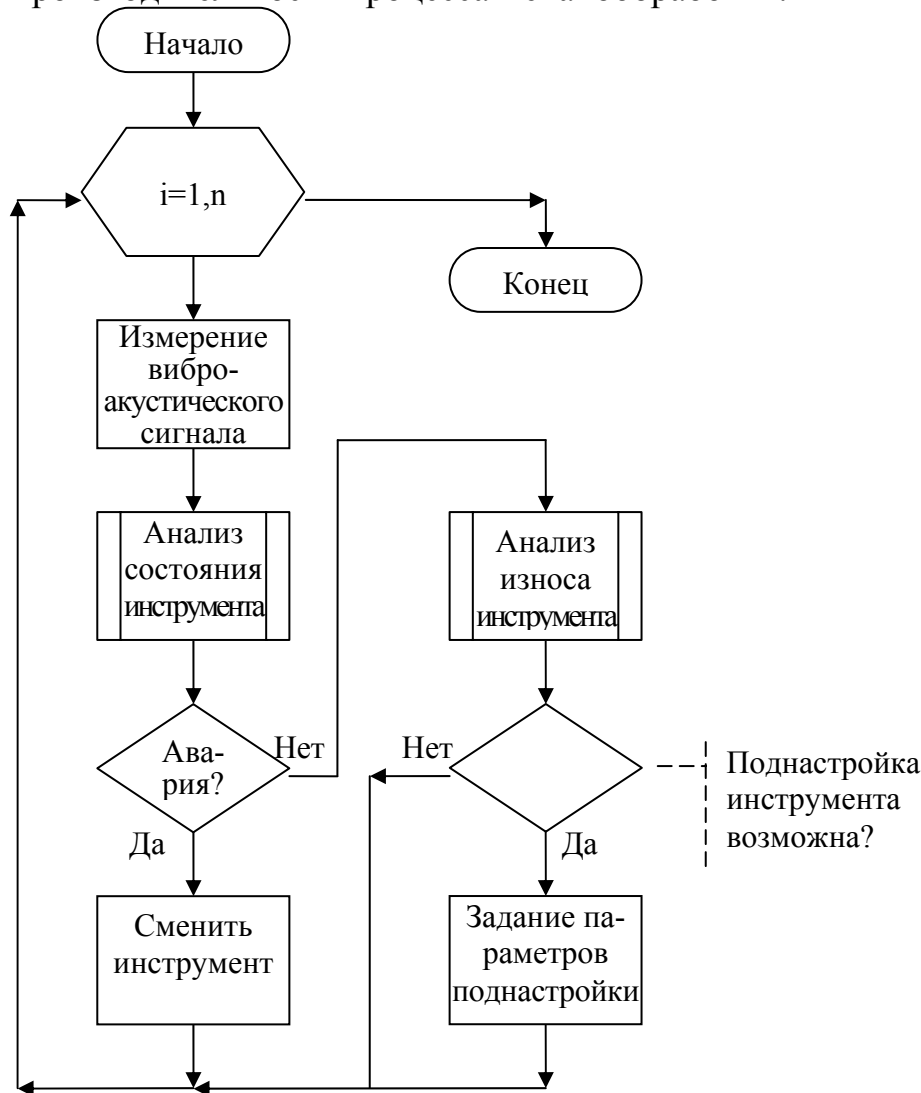


Рис. 3. Алгоритм подпрограммы автоматического диагностирования состояния режущего инструмента

Література

1. Грубый С.В. Методика расчета скорости изнашивания лезвийных инструментов // Материалы международной научно-технической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы технологии приборостроения». – Орел, 2003. – С.168-171.
2. Ковенский И.М., Некрасов Р.Ю., Путилова У.С.. Разрушение лезвий формообразующего режущего инструмента и коррекция траекторий его перемещений при точении на станках с ЧПУ / Труды V Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». - Юрга: Изд. ТПУ, 2007. - С.259 – 264.
3. Румбешта В.А., Кокаровцев В.В., Харкевич А.Г. Организация системы диагностики инструмента в процессе механообработки // Стойкость и диагностика режущего инструмента в условиях автоматизированного производства, ЦДНТИ, Ижевск, 1988. – с. 102-106.
4. Емельянов С. Модернизация станков с ЧПУ // Современные технологии автоматизации. -2001. - № 3. - С. 34-43.

Симута М.О., Румбешта В.О., Підвисоцька В.С. **Діагностика технічного стану різального інструмента при механічній обробці**

В роботі розглядаються завдання по контролю зношування різального інструмента, відзначаються основні причини цього явища, намічаються методи і засоби перевірки придатності інструмента при механічній обробці і пропонується методика побудови автоматичних систем діагностики технічного стану інструмента і всього процесу механічної обробки для поліпшення його якості.

Ключові слова: діагностика, різальний інструмент

Simuta N.A., Rumbeshta V.A., Podvysotskaya V.S. **Diagnostics of the technical state of toolpiece at tooling**

In-process examined task on control of wear of cutting tool, principal reasons of such phenomenon are marked, methods and facilities of verification of fitness of cutting tool are set at tooling and the method of construction of the automatic systems of diagnostics of the technical state of cutting tool and all process of tooling for the improvement of his quality is offered.

Keywords: diagnostics, cutting tool

Надійшло до редакції
2 січня 2010 року