

УДК 621.914.1

**А. Габдуллина**, к.т.н., доц., Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

E-mail: [allnt@ntu.kz](mailto:allnt@ntu.kz)

## **Определение состояния режущего инструмента на многоцелевых станках по силовому критерию**

*Описан алгоритм работы системы автоматической оценки состояния режущего инструмента по силовому критерию.*

**Ключевые слова:** алгоритм, автоматическая оценка, режущий инструмент, силовой критерий.

**A. Gabdullina**

## **Determining the Status of the Cutting Tool for Multi-Machines on Power Criterion**

*The algorithm of work of system of an automatic estimation of a condition of the cutting tool by power criterion is described.*

**Keywords:** algorithm, automatic estimation, the cutting tool, power criterion.

Для эффективного использования дорогостоящих многоцелевых станков и станков с ЧПУ, обеспечивающих технологическую гибкость в мелкосерийном и серийном производствах, необходимы системы, которые автоматически определяют состояние режущего инструмента и момента его замены. Такие системы значительно уменьшают вероятность случайной поломки инструмента при работе станка в автоматическом цикле и снижают время простоя оборудования [1]. Проектирование таких систем осуществляется на основе применения принципов адаптивного управления технологическими процессами.

Обработка заготовок корпусных деталей средних размеров на многоцелевых станках предусматривает 5—30 различных режущих инструментов (фрез, сверл, зенкеров, расточных резцов, метчиков).

Затупление инструмента в результате изнашивания и выкрашивания приводит к изменению его геометрии и относительному увеличению сил резания и моментов. Этот процесс начинается с первого рабочего хода, выполняемого острым инструментом. В соответствии с этим измерение относительного приращения нагрузки позволяет оценить степень затупления инструмента по мере его использования. Для измерения сил резания и моментов можно применять различные по конструкции динамометрические узлы, динамометрические столы и опоры. Однако наиболее простым вариантом, при котором не требуется конструктивного

изменения узлов станка, является оценка в системе станок — приспособление — инструмент — заготовка действующей нагрузки путем измерения силы тока или мощности двигателя по каждой из управляемых координат станка с ЧПУ.

Исследования показывают, что при работе на многоцелевом станке фрезерно-расточного типа затупленным сверлом ( $D = 10$  мм на глубину  $L = 3D$  в заготовке из чугуна СЧ15) приращение нагрузки в приводе подачи достигает по верхнему отклонению  $\Delta_{N_{ш}}^B = 45$  %, а по нижнему  $\Delta_{N_{ш}}^H = 25$  %, При этом в качестве начальной величины, принимаемой за 100 %, была выбрана наименьшая нагрузка, получаемая при работе острым сверлом. Износ сверла по уголкам составлял 1,1 мм, а износ по задней грани до 0,35 мм. В свою очередь, приращение нагрузки в приводе главного движения составляет по верхнему отклонению  $\Delta_{N_{ш}}^B = 22,3$  %, по нижнему отклонению  $\Delta_{N_{ш}}^H = 15$  %.

Если нагрузку при остром инструменте  $N_n$  запомнить с помощью микропроцессора, приняв ее в качестве исходной, то допустимое предельное значение нагрузки  $N_{пр}$  можно определить из выражения:

$$N_{пр} = k N_n,$$

где  $k$  — коэффициент предельного приращения нагрузки, устанавливаемый для каждого инструмента.

Одной из наиболее простых систем, обеспечивающих контроль состояния режущего инструмента на станках с ЧПУ по нагрузке, являются система с использованием датчика мощности (тока) двигателя главного движения. Такая система измеряет и регистрирует мощность (ток) электродвигателя привода, затрачиваемую при резании [2]. Установка таких датчиков не требует существенной модернизации узлов или приводов станка. Датчики не вносят искажений в процесс обработки и не изменяют технические характеристики многоцелевого станка.

Согласно приведенному на рис. 1 алгоритму работа системы осуществляется в двух режимах. В первом начальном режиме, когда происходит резание новым, не затупленным инструментом, происходит формирование эталонного диагностического сигнала.

Система автоматически запоминает этот сигнал, а затем использует его для расчета уставки, определяющей допустимое значение нагрузки для данного затупленного инструмента. Эталонный диагностический сигнал формируется при обработке одной или двух первых деталей партии.

В процессе обработки всех последующих деталей партии система работает во втором режиме. В этом режиме измеряются текущие значения нагрузочного тока электродвигателя и сравниваются с рассчитанным значением уставки, определяющей допускаемую предельную нагрузку на затупленном инструменте. В результате систематического износа инструмента происходит постепенное увеличение силы резания, а следовательно и нагрузки на двигатель. При затуплении инструмента, когда нагрузка на двигателе достигает предельного значения, определенного задаваемой уставкой, подается команда на прекращение цикла обработки и замену инструмента на новый.

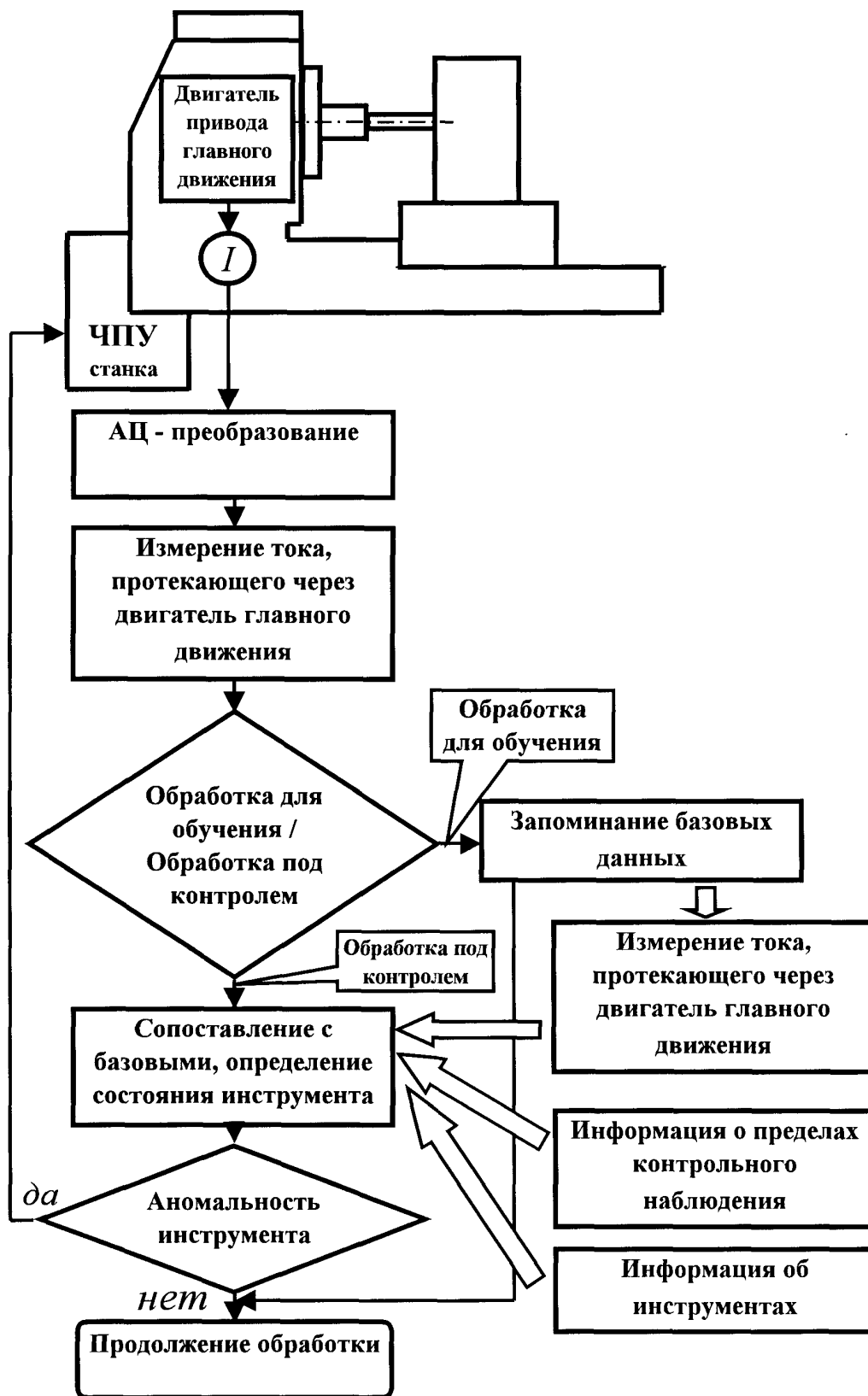


Рис. 1. Алгоритм работы системы автоматической оценки состояния режущего инструмента по силовому критерию

Текущее изменение рабочей нагрузки в электродвигателе привода одновременно с изменением работоспособности режущего инструмента позволяет контролировать также отклонения физико-механических свойств материала обрабатываемой детали и неравномерность припуска на обрабатываемой поверхности. Такая процедура управления имеет место при использовании каждого нового режущего инструмента.

Получение одновременной информации с электродвигателями, относящихся к управляемым координатам станка, и оценка ее с помощью ЭВМ позволяют судить о составляющих силы резания и моментах при обработке различным инструментом (фрезами, сверлами, резцами и др.) при разных направлениях подачи. Крутящий момент  $M_{кр}$  на шпинделе определяют путем измерения мощности (тока) главного двигателя  $N_{ш} \cong M_{кр}$ , а осевую силу  $F_0$  — путем измерения мощности (тока) двигателя подачи.

Таким образом, рассмотренная система позволяет по силовому критерию оценивать состояние применяемого на станке режущего инструмента, определять момент его замены, что значительно уменьшает вероятность его поломки в процессе резания. К очевидным достоинствам системы следует отнести ее относительную простоту и возможность реализации на различных многоцелевых станках и станках с ЧПУ.

### Список литературы

1. **Проектирование** технологии автоматизированного машиностроения под ред. ЮМ. Соломенцева. М.: Высшая школа, 1999. 416с.
2. **Адаптивное** управление технологическими процессами (на металлорежущих станках). ЮМ. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, С.П. Протопопов и др. М.: Машиностроение. 1980. 535с.