



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву № 648349

(22) Заявлено 07.07.78 (21) 2639384/25-08

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.05.81. Бюллетень № 18

Дата опубликования описания 17.05.81

(11) 829352

(51) М. Кл.³

В 23 В 49/00//

В 23 Q 15/00

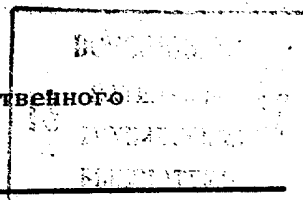
(53) УДК 621.9.
.08(088.8)

(72) Авторы
изобретения

В. Л. Заковоротный, Г. Г. Палагнюк, Н. Н. Игнатенко
и А. А. Ерофеев

(71) Заявитель

Ростовский-на-Дону институт сельскохозяйственного
машиностроения



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

1

Изобретение относится к области
станкостроения.

По основному авт.св. № 648349 из-
вестно устройство для измерения изно-
са режущего инструмента, используемое
преимущественно на автоматических ли-
ниях и станках-автоматах, где обра-
ботка ведется по копиру, а также на
станках токарной группы с ЧПУ. Уст-
ройство содержит преобразователь виб-
раций, предварительный усилитель,
вход которого подключен к преобразо-
вателю вибраций, подключенный к выхо-
ду предварительного усилителя, высоко-
частотный канал, образованный после-
довательно соединенным узкополосным
фильтром высоких частот и детектором,
а также включающий систему автомати-
ческой настройки частоты высокочас-
тотного фильтра по амплитуде выходно-
го сигнала, вход которой подключен
к выходу детектора, а выход - к на-
страиваемому фильтру, и регистратор,
подключенный к выходу канала, блок

2

регистрации режимов обработки, ки-
нематически связанный со шпинделем
и суппортом станка; выход которого
подключен к регулируемому элементу
коэффициента усиления предваритель-
ного усилителя, схему сравнения,
включенной между выходом канала и
регистратором, второй вход которой
подключен к выходу задатчика величи-
ны износа, управляемого системой ав-
томатической настройки частоты филь-
тра [1].

Наличие блока регистрации режимов
обработки позволяет исключить влия-
ние вариации режимов резания на точ-
ность измерений, связанных с измене-
нием частоты вращения детали и изме-
нения относительного положения инстру-
мента при обработке деталей различно-
го диаметра и сложной конфигурации.
Однако при этом некоторые трудности
связаны с подавлением мешающих факто-
ров, обусловленные вариацией припуска,
различной твердости обрабатываемого

материала по периметру, а также вариации величины подачи, особенно при обработке на станках с системами стабилизации усилия резания. Кроме того, значительное увеличение усилий резания, связанное как с износом инструмента, так и с другими технологическими факторами, а также падение давления в гидромагистрали зажимного устройства, износ самозажимающих кулачков и т.п., способствуют прокручиванию детали в зажимном приспособлении, в процессе обработки. В таком случае выкрашивается режущий инструмент, вызывающий поломку его державки, выходит из строя зажимное приспособление, снижается технологическая надежность автоматической линии в целом.

Целью изобретения является повышение точности измерения за счет исключения влияния (на точность измерения) факторов, связанных с вариацией припуска, твердости обрабатываемого материала, величины подачи, а также расширение возможностей диагностики путем измерения шероховатости, оптимального времени стойкости инструмента, контроля прокручивания детали в зажимном приспособлении или резкого случайного снижения жесткости детали, контроля наступления фазы усиленного катастрофического износа инструмента, его выкрашивания.

Эта цель достигается тем, что устройство дополнительно снабжено вспомогательным высокочастотным каналом, состоящим из последовательно включенных преобразователя вибраций, установленного на инструменте (резцедержавки) в направлении продольной подачи, предварительного усилителя, узкополосного перестраиваемого фильтра высоких частот, детектора со встроенным интегратором, выход которого через введенный масштабный усилитель соединен со вторым входом регулирующего элемента коэффициента усиления предварительного усилителя основного высокочастотного канала, причем регулирующий элемент управления коэффициентом усиления предварительного усилителя вспомогательного канала также соединен с выходом блока регистрации режимов обработки, а элемент настройки узкополосного перестраиваемого фильтра - с выходом системы автоматической настройки их частоты. Для рас-

ширения возможностей диагностики путем измерения формообразования обрабатываемой поверхности (шероховатости), определения времени оптимальной стойкости инструмента, устройство снабжено цепью, состоящей из последовательно включенных синхронного детектора, усилителя и интегратора, вход блока регулирования временем интегрирования которого соединен с выходом вспомогательного канала, а выход его непосредственно и через введенную схему сравнения соединен со следующими входами многовходового регистратора, второй вход введенной схемы сравнения соединен с выходом схемы сравнения основного канала, введенная цепь входами синхронного детектора подключена к выходам узкополосных перестраиваемых фильтров основного и вспомогательного каналов.

Для защиты инструмента от поломок устройство снабжено дополнительно сумматором и n каналами, где n - число натурального ряда, состоящими из последовательно включенных полосовых фильтров и усилителей, преобразователей, выходы которых через введенный сумматор соединены с последующим входом регистратора, а входы n полосовых фильтров подключены к выходу предварительного усилителя основного канала, причем регулирующие элементы коэффициентов усиления усилителей-преобразователей каждого из n каналов через соответствующие масштабные усилители подключены к выходу вспомогательного канала.

На чертеже изображена блок-схема устройства.

Устройство для измерения износа режущего инструмента состоит из двух преобразователей 1, 2 регистрирующих виброакустическую эмиссию один в направлении действия отжимающей силы, второй - в направлении подачи двух идентичных каналов основного и вспомогательного, включающие в себя соответственно последовательно включенные предварительный усилитель 3, 4 с элементами регулировки коэффициента усиления, перестраиваемые высокочастотные узкополосные фильтры 5, 6, детекторы 7, 8 со встроенным интегратором, вход основного канала через предварительный усилитель 3 подключен к выходу преобразователя 1 вибраций, вход вспомогательного канала через

предварительный усилитель 4 к выходу преобразователя 2, схемы 9 сравнения подключенной к выходу основного канала, системы 10 автоматической настройки частоты узкополосных фильтров 5, 6, вход которой подключен к выходу детектора основного канала, а ее выход соединен с элементами настройки узкополосных фильтров 5, 6 основного и вспомогательного каналов, задатчика 11 уровня износа, вход которого связан с системой 10 автоматической настройки фильтров, а выход подключен ко второму входу схемы 9 сравнения масштабного усилителя 12, подключенного к выходу вспомогательного канала детектора 8, а выходом - к регулируемому элементу предварительного усилителя 3 основного канала, цепи, включающей в себя последовательно соединенные синхронный детектор 13, усилитель 14, интегратор 15, схему 16 сравнения. Синхронный детектор 13 своими входами подключен к выходам фильтров 5, 6 основного и вспомогательного каналов. Многовходовой регистратор 17, включает в себя пороговый элемент и блок визуального контроля, подключенный к выходам схем 9, 16 сравнения. Устройство также включает в себя интегратор 15, и дополнительных каналов, представляющих собой соответственно последовательно включенные узкополосные фильтры 18-20, усилители-преобразователи 21-23, регулирующие элементы усиления которых подключены к выходу детектора 8 вспомогательного канала через соответствующие масштабные усилители 24-26, входы же узкополосных фильтров 18-20 подключены к выходу предварительного усилителя 3 основного канала, а выходы усилителей-преобразователей 21-23 через сумматор 27 соединены с последующим входом многовходового регистратора 17 блока 28 регистрации как скорости вращения детали 29, так и относительного положения суппорта 30 по отношению к детали, включающий тахогенератор 31, кинематически связанный со шпинделем станка, и реактор 32, движок которого кинематически связан с суппортом 30.

Устройство работает следующим образом.

Сигнал от преобразователя вибраций 1, установленного на суппорте 30 в направлении отжимающей силы реза-

ния P_y и регистрирующий спектр виброакустической эмиссии, возникающий при резании, подается на предварительный усилитель 3. После предварительного усиления избираются высокочастотные гармонические составляющие сигнала, выбранные из принципа их информативности с помощью узкополосного перестраиваемого фильтра 5. Так как высокочастотная составляющая имеет, как правило, по несколько явно выраженных частотных составляющих, коррелированных с различными технологическими факторами, в том числе и с износом, то с помощью системы автоматической настройки 10 частоты фильтра избираются, т.е. те, которые имеют максимальный уровень и наиболее информативны. Например, перестраиваемым фильтром в диапазоне обзора $\omega_0 - \omega_1$ может быть селективный усилитель с плавной регулировкой избирательной частоты и относительно узкой полосой пропускания. Затем выходной сигнал избирательного фильтра 5 детектируется детектором 7 и подается на вход 10 автоматической настройки частоты фильтра 5 по амплитуде выходного сигнала, а также на один из входов схемы 9 сравнения. На другой вход последней подается напряжение задатчика 11 уровня износа, управляемого также системой 10 автоматической настройки частоты фильтра и имеющего возможность ручной регулировки задатчика уровня износа. Результирующее напряжение схемы сравнения, соответствующее текущему состоянию размерного износа контролируемого инструмента, подается на регистратор 17, включающий в себя пороговый элемент, реагирующий на критическое значение контролируемого параметра и блок визуального контроля, регистрирующий текущее значение его величины (контролируемого параметра) в процессе обработки.

Выходной сигнал блока визуального контроля является сигналом компенсации погрешности, вызванной износом контролируемого инструмента, а сигнал порогового элемента, появляющийся в случае достижения заданного критического значения, выводит режущий инструмент из зоны обработки посредством системы управления станка и возвращает ее в исходное состояние, отключает станок-автомат и включает звуковую и световую сигнализацию на пульте уп-

равления оператора (система управления станком не показана).

Использование высокочастотной части спектра виброакустической эмиссии позволяет прежде всего отстроиться от частот, связанных с шумом движущихся частей станка как с мешающим фактором, а затем с помощью системы автоматической настройки фильтров 5, 6 выделить наиболее информативные частоты, коррелированные с износом и процессами протекания пластической деформации.

Результаты исследований показывают, что ширина спектра и перераспределение его энергетических уровней различны в зависимости от направления измерения x , y , z , и характеризуются различным условием контактирования по передней и задним (главной и вспомогательных) поверхностям инструмента с обрабатываемой деталью и стружкой. Даже при постоянной частоте вращения детали и неизменном положении инструмента по отношению к оси обрабатываемой детали, энергетические уровни в направлении измерения x , y наиболее информативных частот, коррелированных с износом, не остаются постоянными при вариации припуска, твердости обрабатываемого материала и величины подачи. Причем, если с увеличением припуска энергетические уровни в направлении x , регистрируемые преобразователем 2, возрастают с увеличением площади контакта по передней грани с величиной срезаемого слоя, то уровни информативных частот, коррелированных с износом по задней грани, регистрируемых преобразователем 1, в направлении y падают. Это объясняется тем, что изменяются условия контактирования инструмента по задней грани с обрабатываемой деталью при изменении общей нагруженности его, связанной с изменением величины припуска. Применение (в данном случае) различного рода избирательных обратных связей малоэффективно, так как частота повторения возмущений, вызванная изменением величины припуска, твердости обрабатываемого материала по периметру обработки может быть самая различная даже в одной партии обрабатываемых деталей. Это требует сложных систем слежения и подстройки избирательных обратных связей с большим быстродействием, что значительно усложняет устройство в целом. По-

этому в предлагаемом устройстве в качестве сигнала управления обратной связью основного канала используется сигнал вспомогательного канала, закон изменения которого пропорционален изменению площади контакта по главной передней грани в направлении измерения x с площадью срезаемого слоя обрабатываемого материала.

Таким образом сигнал, регистрируемый преобразователем 2 в направлении x , усиливается предварительным усилителем 4 вспомогательного канала, затем автоматически фильтром 6 избирается частота, равная информативной частоте, выделяемой основным высокочастотным каналом, детектируется детектором 8, интегрируется и через масштабный усилитель 12 управляет коэффициентом усиления предварительного усилителя 3 основного канала, исключая этим самым изменение его выходного сигнала, связанное с воздействием изменения припуска в широком частотном диапазоне. Наблюдение за изменением энергетического уровня информативной частоты на выходе избирательного фильтра 5 основного канала показывает, что с развитием износа энергетический уровень в общем случае возрастает по кривой, имеющей форму, близкую к классической, характеризующей состояние режущего инструмента, включающей фазы приработки, развитие нормального износа, а затем интенсивное возрастание, соответствующее катастрофическому износу. Однако наблюдается огибающая относительно низкочастотная составляющая сигнала, выраженная в виде амплитудной модуляции, глубина которой также изменяется с развитием износа и с частотой изменения циклической составляющей сила резания P_y . Амплитуда, частота и форма огибающего сигнала характеризуют процесс протекания пластической деформации, условия схватывания по задней грани, а следовательно и процесс формообразования обрабатываемой поверхности, меняющейся с изменением износа. Поэтому применение в устройстве цепи, образованной последовательно включенными синхронным детектором 13, в случае необходимости усилителем 14, интегратором 15 с регулирующим элементом времени интегрирования, позволяет выделить огибающую высокочастотного сигнала, коррелированную с качеством формообразования поверхности — шерохова-

тостью. Входным управляющим сигналом синхронного детектора 13 является выходное напряжение избирательного фильтра 5 основного канала, а опорным — ограниченное по амплитуде на входе синхронного детектора 13 выходное напряжение избирательного фильтра 6 вспомогательного канала. Суммирование информации во времени осуществляется интегратором 15, время интегрирования которого определяется величиной выходного сигнала вспомогательного канала. Изменение времени интегрирования позволяет исключить влияние мешающих факторов, связанных с изменением припуска, на показание регистратора 17 при оценке шероховатости. Сравнение по величине сигналов, пропорциональных износу (выходное напряжение схемы 9 сравнения) и шероховатости (выходное напряжение интегратора 15), с помощью схемы 16 сравнения позволяет формировать на ее выходе сигнал, пропорциональный оптимальному времени стойкости инструмента, исходя из двух критериев — качества обрабатываемой поверхности и его размерной стойкости, фиксируемых также регистратором 17.

Прокручивание детали и резкое случайное снижение ее жесткости в процессе резания приводят к нестационарности протекания процесса в целом, возбуждая в системе СПИД дискретное множество частот в высокочастотной части спектра. Такое расширение спектра фиксируется фильтрами 18-20 каждого из n дополнительных каналов, усиливается и преобразуется в аналоговый сигнал усилителями-преобразователями 21-23 каждого из n каналов. Выходное напряжение дополнительных каналов складывается сумматором 27 и управляет пороговым элементом регистратора 17. Последний, воздействуя на систему управления станка-автомата, выводит резец из зоны обработки, прекращая процесс резания.

Так как коэффициент передачи каждого из n каналов с соответствующими фильтрами 18-20 разнится между собой с повышением частоты регистрации, то для их выравнивания и нормирования коэффициенты усиления усилителей-преобразователей 21-23 выбраны переменными. Последние управляются выходным напряжением вспомогательного канала через соответствующие масштабные уси-

лители 24-26 с необходимым масштабным соотношением.

Предложенное устройство позволяет повысить точность измерения за счет исключения влияния мешающих факторов, расширить возможности диагностики, определяя, кроме износа, качество обрабатываемой поверхности — шероховатость, время оптимальной стойкости режущего инструмента, исходя из двух критериев качества обрабатываемой поверхности — шероховатости и его размерной стойкости, а также не допустить поломку инструмента, выкрашивание его при прокручивании детали или резком случайном снижении жесткости детали усилий резания и, как следствие, не допустить выхода из строя самого зажимного приспособления. Наличие в устройстве блока регистрации режимов обработки совместно с предложенной системой компенсации вариаций припуска, твердости обрабатываемого материала, величины подачи позволяет повысить точность измерения и значительно расширить область применения таких устройств на станках-автоматах, станках с ЧПУ, где обработка ведется на различных режимах, а детали обрабатываются с самой различной конфигурацией. Применение в устройстве многоходового регистратора, включающего пороговые элементы, настроенные на различный уровень срабатывания и имеющие соответствующую индикацию, позволяет определять оставшийся ресурс работы инструмента, так как соответствующему уровню срабатывания пороговых элементов соответствует заданная степень износа.

Формула изобретения

1. Устройство для измерения износа режущего инструмента по авт. св. № 648349, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерения за счет исключения влияния факторов, связанных с вариацией припуска, твердости обрабатываемого материала, величины подачи, оно снабжено вспомогательным высокочастотным каналом, состоящим из последовательно включенных преобразователя вибраций, установленного на инструменте в направлении продольной подачи, предварительного усилителя, узкополосного

перестраиваемого фильтра высоких частот, детектора со встроенным интегратором, выход которого через масштабный усилитель соединен со вторым входом регулирующего элемента коэффициента усиления предварительного усилителя основного высокочастотного канала, причем регулирующий элемент управления коэффициентом усиления предварительного усилителя вспомогательного канала также соединен с выходом блока регистрации режимов обработки, а элемент настройки узкополосного перестраиваемого фильтра - с выходом системы автоматической настройки их частоты.

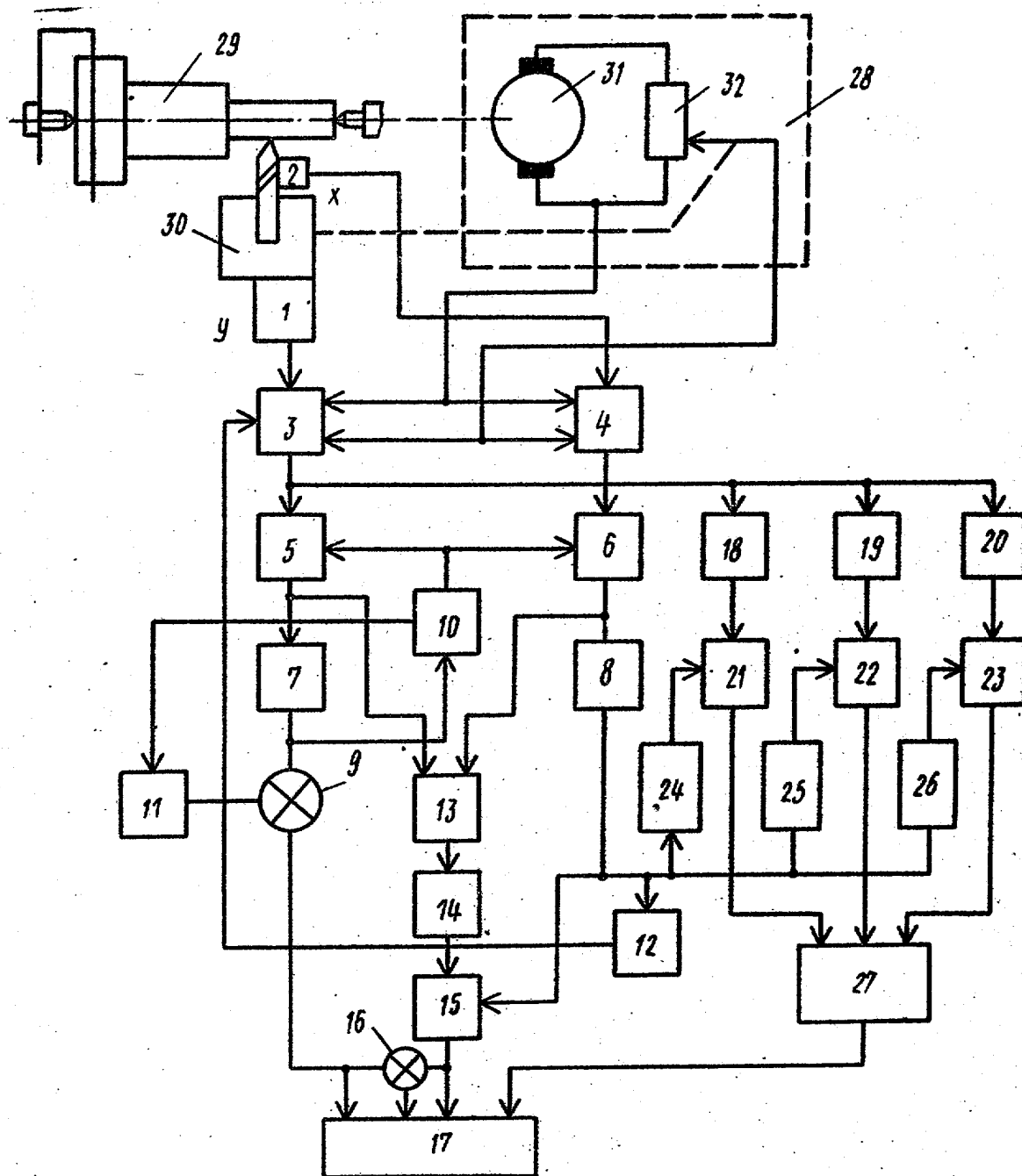
2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью расширения возможностей диагностики путем измерения шероховатости и оптимального времени стойкости инструмента, оно снабжено цепью, состоящей из последовательно включенных синхронного детектора, усилителя и интегратора, вход блока регулирования временем интегрирования которого соединен с выходом вспомогательного канала, а выход его непосредственно и через введенную схему сравнения соединен с последующими входами многовходового регист-

ратора, второй вход введенной схемы сравнения соединен с выходом схемы сравнения основного канала, входы синхронного детектора подключены к выходам узкополосных перестраиваемых фильтров основного и вспомогательного каналов.

3. Устройство по пп. 1 и 2, отличающееся тем, что, с целью защиты инструмента от поломок, оно снабжено сумматором и n каналами, где n - число натурального ряда, состоящими из последовательно включенных полосовых фильтров и усилителей-преобразователей, выходы которых через сумматор соединены с входом регистратора, а входы n полосовых фильтров подключены к выходу предварительного усилителя основного канала, причем регулирующие элементы коэффициентов усиления усилителей-преобразователей каждого из n каналов через соответствующие масштабные усилители подключены к выходу вспомогательного канала.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 648349, кл. В 23 В 49/00, 1976.



Составитель Т. Юдахина
 Редактор П. Коссей Техред А. Савка Корректор М. Коста
 Заказ 2779/25 Тираж 1148 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4