

В. К. Голованов, П. С. Нестеренко

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: ngig@vstu.ru

Представлена схема электромеханического автоматического устройства стабилизации силы резания, а также предложены способы его использования для снижения влияний вибраций при точении на качество обработанной поверхности.

Ключевые слова: токарная обработка, стабилизация силы резания, устройство автоматического управления.

The scheme of the electromechanical automatic device of stabilization of force of cutting is presented, and also ways of its use for reduction the influences of vibrations on quality of the processed surface at turning are offered.

Keywords: turning, stabilization of force of cutting, the automatic control device.

В процессе обработки детали сила резания постоянно изменяется, что приводит к колебаниям заготовки и инструмента, а также способствует формированию неодинаковых остаточных напряжений на поверхности детали, что приводит к потере точности формы поверхностей [1,2]. Особенно интенсивно это проявляется при обработке маложестких деталей типа “вал” и неблагоприятно сказывается на их эксплуатационной надежности.

Зная достоверно значение силы резания и регулируя значение подачи, глубины или скорости резания, можно добиться необходимых результатов по точности обработки. Так как при уменьшении подачи существенные потери возникают только лишь в производительности процесса обработки, качество поверхности при этом улучшается, следовательно, выгоднее всего регулировать точность, изменяя значение подачи [3].

Наибольшее распространение получили автоматические системы управления, базирующиеся на использовании двигателей постоянного тока или бесступенчатых вариаторов для регулирования скорости движения подачи с целью управления силой резания [4]. Основным недостатком таких автоматических систем управления является необходимость независимого привода подачи, в то время, как на многих

моделях станков вал привода подачи получает вращение от привода основного движения, поэтому применение таких систем на универсальных токарных станках связано с высокими дополнительными экономическими затратами на их модернизацию.

Устройство, описанное в Патенте РФ № 2226140 [5] устраняет вышеуказанный недостаток. Однако указанное устройство обладает относительно невысоким быстродействием, что связано с тем, что в конструкции используется упругий элемент пружинного типа, обладающий большой амплитудой и невысокой частотой его собственных колебаний. Также указанное устройство нуждается в его точной механической настройке на номинальное значение стабилизируемой составляющей силы резания в зависимости от условий обработки конкретной партии изделий.

Предлагаемое устройство позволяет решить все вышеуказанные недостатки. Устройство как автономный узел устанавливается в стандартный резцедержатель 2 токарного станка с помощью призматического хвостовика на базовом корпусе 1 (см. рисунок). В базовом корпусе 1 на продольных направляющих качения 3 установлен резцедержатель 4 с жестко закрепленным резцом 5. Между резцедержателем 4 и базовым корпусом 1 установлен силовой при-

вод. Силовой привод включает в себя упругий элемент 6, состоящий из наружного и внутреннего соосных упругих колец, соединенных продольными и поперечными тягами расположенными попарно вблизи противоположных торцевых поверхностей этих колец во взаимно перпендикулярных диаметральных направлениях, причем продольные и поперечные тяги снабжены левым и правым продольными рычагами и нижним и верхним поперечными рычагами соответственно, продольные оси которых параллельны оси упругих колец, и электромагнит 7, который крепится к нижнему поперечному рычагу, с подвижным элементом, выполненным в виде постоянного магнита, с конической формой рабочего конца, который крепится

на верхнем поперечном рычаге, максимальный ход которых ограничен винтом 8. Силовой привод устройства устанавливается в базовый корпус 1 при помощи правого продольного рычага и нижнего поперечного рычага. Тензорезисторы $R_1..R_8$ навиты вблизи торцов наружного упругого кольца и на выступающих торцах внутреннего упругого кольца и попарно включены в плечи ($R_1R_6, R_2R_5, R_3R_8, R_4R_7$) электрического мостика Уинстона, выходы которого подключены к блоку автоматического управления, состоящему из последовательно соединенных тензорезисторного усилителя, устройства сравнения оснащенного блоком памяти, усилителя сигнала, выходы которого подключены к выводам электромагнита 7.

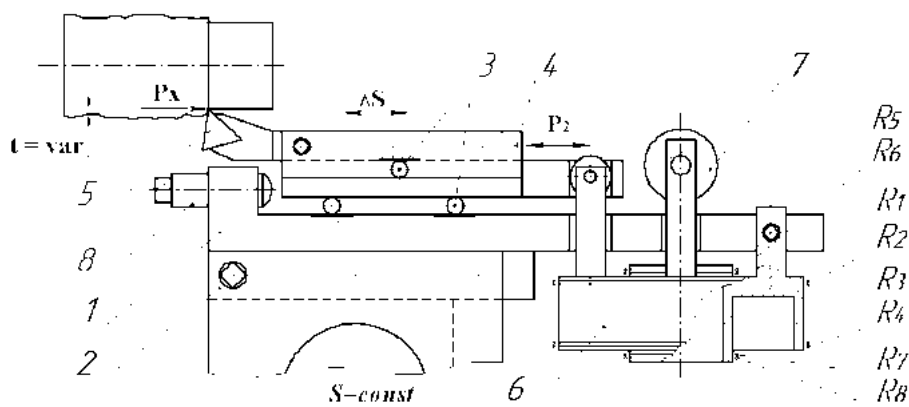


Схема устройства автоматического управления процессом токарной обработки

В процессе обработки резец 5 воспринимает силу резания и по средствам резцедержателя 4 передает усилие, равное величине осевой составляющей силы резания P_x , на левый продольный рычаг. Под действием этого усилия упругий элемент 6 деформируется таким образом, что тензорезисторы R_1, R_2, R_5, R_6 сжимаются, а R_3, R_4, R_7, R_8 растягиваются, что приводит к разбалансу электрического моста, величина которого пропорциональна измеряемой силе P_x . Электрический сигнал о величине P_x поступает в блок автоматического управления, где, в тензорезисторном усилителе усиливается и поступает в устройство сравнения, в блоке памяти которого записано значение электрического сигнала о величине номинального значения осевой составляющей силы резания $P_x^{ном}$. Устройство сравнения в свою очередь вырабатывает сигнал рассогласования, который с учетом знака передается на усилитель сигнала и усиливается, после чего подается на электромагнит 7, при этом электромагнит 7 притягива-

ется или отталкивается от постоянного магнита с требуемой силой P_m .

Номинальное значение осевой составляющей силы резания $P_x^{ном}$ рассчитывается по типовым нормативам режимов резания или определяется экспериментальным путем. Предпочтительнее определять величину $P_x^{ном}$ экспериментальным путем, так как ошибка расчета составляющих силы резания по любым существующим типовым нормативам превышает 12% [6].

При точении заготовки с номинальным припуском сила резания постоянна и равна номинальному значению, при этом сигнал рассогласования равен нулю и резцедержатель 4 находится в статическом состоянии относительно базового корпуса 1. При мгновенном отклонении глубины резания или (и) твердости материала от номинальных значений продольная составляющая силы резания изменяется на величину ΔP_x , а выработанный сигнал рассогласования приводит в действие электромагнит 7.

В случае если величина осевой составляющей силы резания P_x превышает номинальное значение, электромагнит 7 и постоянный магнит отталкиваются, за счет чего поперечные рычаги отдаляются, при этом деформируя упругий элемент 6, вследствие чего продольные рычаги сближаются и со стороны левого продольного рычага на резцедержатель 4 начинает действовать усилие P_2 сонаправленное с продольной составляющей силы резания P_x и под воздействием этого усилия резцедержатель 4 смещается относительно базового корпуса 1 на величину ΔS противоположно направлению подачи. При этом реальная подача при резании становится равной $S-\Delta S$, что вызывает снижение силы резания.

В случае если величина продольной составляющей силы резания P_x меньше номинального значения, электромагнит 7 и постоянный магнит притягиваются. При этом возникающее усилие P_2 направлено противоположно продольной составляющей силы резания P_x . Под действием усилия P_2 резцедержатель 4 смещается относительно базового корпуса 1 на величину ΔS по направлению подачи. При этом реальная подача при резании становится равной $S+\Delta S$, что вызывает увеличение силы резания. Таким образом, происходит силовая стабилизация процесса резания.

Использование упругого элемента вышеуказанной конструкции позволяет добиться высоких показателей быстродействия и чувствительности устройства, что обусловлено достаточно высокой жесткостью и небольшой величиной деформаций в рабочей плоскости (до 0,5 мм во всем рабочем диапазоне усилий) упругого элемента 6, а как следствие и небольшой амплитудой и высокой частотой его собственных колебаний [7].

Исполнение силового привода в виде упругого элемента 6 вышеуказанной конструкции и связанного с ним электромагнита 7 с подвижным элементом, выполненным в виде постоянного магнита, с конической формой рабочего конца, по средствам обратной связи реализованной в виде схемы автоматического управления, состоящей из тензорезисторов $R_1..R_8$ включенных в электрический мост Уинстона, выхо-

ды которого подключены к блоку автоматического управления выходы которого подключены к выводам электромагнита 7 позволяет стабилизировать силы резания при чистовой токарной обработке без механической настройки устройства на номинальное значение стабилизируемой составляющей силы в зависимости от условий обработки конкретной партии изделий.

Таким образом, применение предлагаемого устройства позволит повысить точность и качество обрабатываемых точением поверхностей за счет мгновенной стабилизации осевой составляющей силы резания при чистовой токарной обработке. Устройство может быть установлено на универсальных токарных станках в качестве одноконтурной системы автоматического управления для стабилизации осевой составляющей силы резания, а также на станках, оснащенных автоматическими системами управления, в качестве первого быстродействующего контура системы, реагирующего на вибрационные процессы при резании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Силин, С.С. Метод подбора при резании материалов. - М.: Машиностроение, 1979, - 152 с.
2. Яцерицын П.И., Еременко М.Л., Фельдштейн Е.Э. Теория резания: Физические и тепловые процессы в технологических системах. - Минск: Высшая школа, 1990. - 512 с.
3. Плотников А.Л. Способы регулирования точности при обработке нежестких валов на токарных станках с ЧПУ / Плотников А.Л., Чигиринский Ю.Л., Шмаров А.А., Ключков Д.С. // Изв. ВолгГТУ. Серия "Прогрессивные технологии в машиностроении". Вып. 8 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2012. - № 13 (100). - С. 39-43.
4. Балакшин Б.С. Адаптивное управление станами / Под ред. Б.С. Балакшина. - М.: Машиностроение, 1973. - 688 с.
5. Пат. 2226140 РФ. МПК В 23 В 1/00. Устройство для токарной обработки нежестких деталей/ С.А. Васин, Л.А. Васина, О.А. Ямникова, Е.И. Федин. - Оpubл. 27.03.2004 г., Бюл. № 25.
6. Плотников, А.Л. Проблемы обеспечения расчетной точности токарной обработки в САПР ТП и методы их решения / Плотников А.Л., Мустафаев Э.И., Шмаров А.А. // Изв. ВолгГТУ. Серия "Прогрессивные технологии в машиностроении". Вып. 7 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 13. - С. 87-90.
7. Осадчий Е.П. Проектирование датчиков для измерения механических величин /Под ред. Е.П. Осадчего. - М.: Машиностроение, 1979 - 480с.