

УДК 621.791.94

А.Р. Кварталов, А.А. Москвичев

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО РАЗМЕРНОЙ НАСТРОЙКИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматривается возможность повышения производительности механической обработки в автоматизированном производстве путем использования предварительной наладки и подналадки режущего инструмента на размер. Показана возможность значительного сокращения простоев и повышения производительности металлообработки путем применения электромеханических беспроводных устройств автоматической размерной настройки инструмента при установке их непосредственно на станке вблизи зоны обработки. Предлагаются конструкция и описание принципа работы автоматического устройства для настройки инструмента, которое устанавливается на передней бабке токарного станка и снабжается беспроводным оптоэлектронным датчиком. Приводятся рекомендации по настройке устройства и модернизации программного обеспечения УЧПУ станка.

*Ключевые слова:* настройка инструмента, контроль износа, измерительное устройство, контактный датчик, мальтийский механизм.

Наиболее распространенным видом механической обработки деталей на металлорежущих станках является обработка на размер. Наладить инструмент на размер - это значит установить его режущую кромку в заданное положение относительно базы (начала отсчета размеров). Форма обрабатываемой поверхности определяется характером рабочих движений станка и положением режущей кромки инструмента, установленного на станке.

Одним из резервов повышения производительности станков является сокращение их простоев, связанных с наладкой и подналадкой инструмента на заданный размер. При механической обработке необходимо не только установить режущую кромку на заданный размер, но и поддерживать ее в пределах установленного поля допуска соответствующего качества. Положение режущей кромки не сохраняется постоянным. Причинами возникновения отклонений являются: размерный износ режущего инструмента, затупление режущей кромки, тепловые и силовые деформации, возникающие при резании, и т. д.

Под размерной стойкостью инструмента понимается продолжительность его работы, обеспечивающая сохранение обработанных размеров деталей. Размерная стойкость обычно меньше общей стойкости режущего инструмента, и ее наибольшее значение может быть достигнуто при компенсации систематической погрешности размеров и повышением точности наладки инструмента на размер.

Потери времени работы на станке, связанные с износом инструмента и необходимостью его замены, складываются из затрат времени на начальную наладку на заданный размер, подналадку (размерное регулирование), смену изношенного инструмента. Они составляют от 8 до 20% времени работы станка, в течение этого времени станок простаивает и не участвует в выпуске продукции.

Наладка - подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению определенной технологической операции, а подналадка - дополнительная регулировка технологического оборудования и (или) оснастки в процессе работы для восстановления достигнутых при наладке значений параметров.

Существуют следующие пути сокращения простоев оборудования, связанных с размерной наладкой, подналадкой и сменой режущего инструмента:

- применение взаимозаменяемого предварительно налаживаемого инструмента вне станка, не требующего подналадки его на рабочем месте, а где это не удается, введение механиз-

мов тонкой регулировки и применение приспособлений, позволяющих уменьшить время наладки на размер непосредственно на станке;

- применение быстросменного инструмента;
- повышение режущих свойств инструмента и увеличение периода размерной стойкости;
- принудительная замена инструмента;
- применение устройств для автоматического регулирования положения режущей кромки.

Еще одним резервом повышения производительности металлообработки, в частности токарных станков, может быть сокращение их простоев, связанных с уменьшением времени наладки и подналадки режущих инструментов (РИ) непосредственно на станке. При токарной обработке важно не только установить вершину и режущую кромку инструмента на заданный размер, но и постоянно поддерживать лезвие резца в пределах установленного поля допуска соответствующего качества точности.

Наладка РИ традиционными методами занимает значительное время и вносит существенные погрешности случайного и систематического характера в настройку на размер.

Одним из основных путей сокращения простоев станка, связанных с размерной настройкой, подналадкой (размерной регулировкой), является применение электромеханических устройств для автоматической настройки положения вершины и режущей кромки инструмента.

Такие устройства позволяют исключить человеческий фактор, повысить точность и снизить время наладки вершины и режущей кромки инструмента непосредственно на станке. Подобные устройства должны выполнять следующие функции:

- обеспечение высокой точности и повторяемости позиционирования в одну и ту же точку осей координат  $X, Z$  контроля вершины и режущей кромки;
- автоматическое измерение положения вершины РИ и его подналадку по управляющей программе;
- формирование, регистрация и хранение информации об измерении;
- передача полученной информации в систему ЧПУ станка.

На кафедре «Автоматизация машиностроения» предложена конструкция автоматического устройства размерной настройки режущих инструментов на токарном станке (рис. 2).

Устройство состоит из корпуса 1, мальтийского механизма поворота автоматической «руки» 2, пневмодвигателя модели *DSM-T32-270-AB* 3, беспроводного контактного датчика со щупом типа *TC63-20* фирмы *Blum* 4 (рис. 1), закрепленного на фланце поворотной «руки».

Эксцентрик мальтийского механизма 5 (рис. 2) поворачивается при включении неполноповоротного пневмодвигателя на угол в пределах от 0 до 270°. При достижении 90° палец эксцентрика входит в паз мальтийского креста, и начинается поворот автоматической «руки» из исходного положения в зону контакта щупа датчика с инструментом. Повернувшись на 135°, «рука» останавливается, щуп контактного датчика соприкасается с режущей кромкой инструмента.



Рис. 1. Контактный датчик *TC63-20* со встроенным источником питания

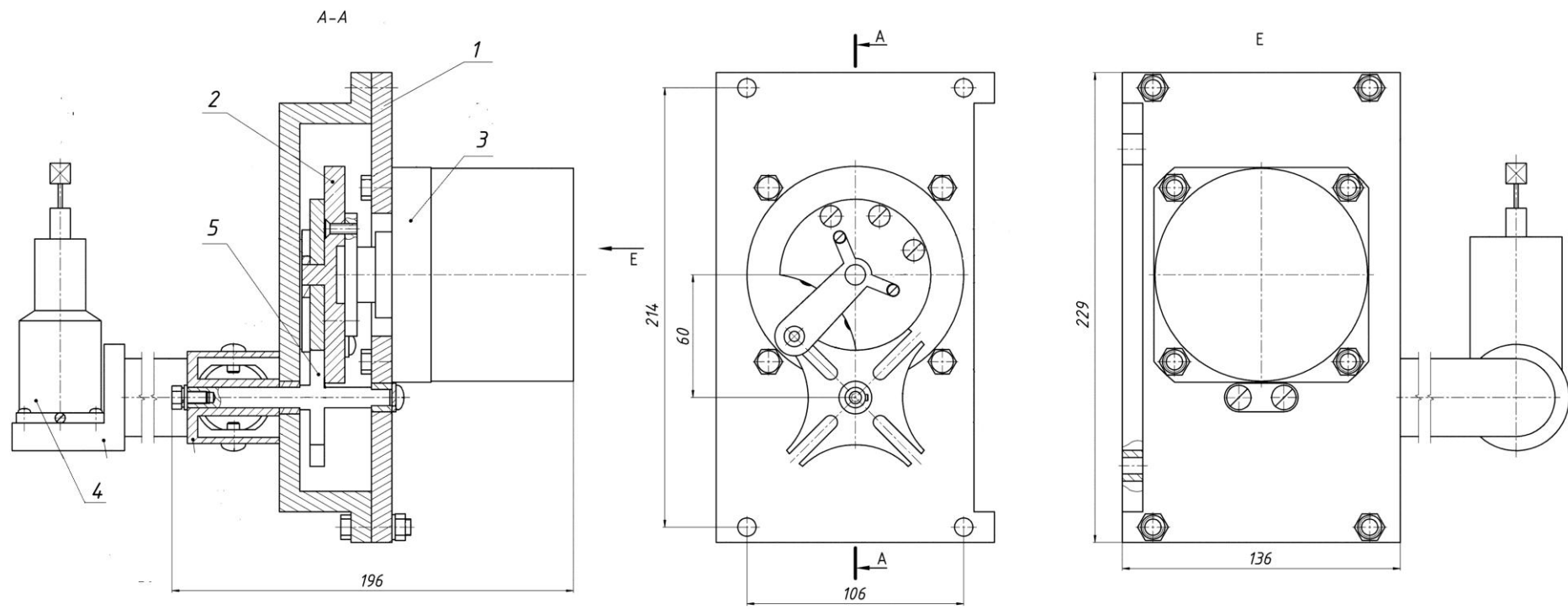


Рис. 2. Общий вид автоматического устройства наладки и контроля износа режущих инструментов

Передача сигнала осуществляется системой *Radio (BRC Technology)* в частотном диапазоне 2,400 – 2,483 ГГц. По радиоканалу в память системы ЧПУ заносятся координаты точки касания щупа с режущей кромкой инструмента. При этом происходит «привязка» РИ: фиксируются координаты положения его вершины и режущей кромки. Конструкция щупа датчика упрощает процесс «привязки», измерения и ввода координат положения вершины режущего инструмента.

При дальнейшем повороте эксцентрика до угла  $270^\circ$  происходит возврат автоматической «руки» в исходное положение, и на этом цикл измерения завершается.

Применение беспроводного контактного датчика *ТС63-20* продиктовано значительным его преимуществом по сравнению с аналогичными, так как в нем используется запатентованная технология *Shark 360*, которая дает более равномерный разброс погрешностей измерения во всех направлениях

Для унификации программного обеспечения настройки и измерения износа РИ необходимо выделить некоторые параметры, например, такими являются:

- положение измерительного щупа контактного датчика относительно абсолютного нуля системы координат станка;
- допустимые величины подач режущего инструмента;
- наличие системы подачи СОЖ;
- место хранения данных об инструментах и их калибровочных параметрах.

Для правильного измерения, настройки и контроля износа инструментов необходимо установить положение щупа контактного датчика автоматической «руки» с максимальной точностью вблизи оси центров токарного станка. С этой целью предварительно проводится калибровка с использованием калибровочного эталонного инструмента, в результате которой определяются координаты точки положения щупа датчика касания. Результаты измерения автоматически записываются в ПЗУ системы ЧПУ станка.

Для ускорения процесса измерения первое прикосновение щупа датчика производится на повышенной скорости подачи инструмента. Точное измерение при повторном касании происходит уже на пониженной скорости инструмента. Величина повышенной скорости зависит от двух факторов:

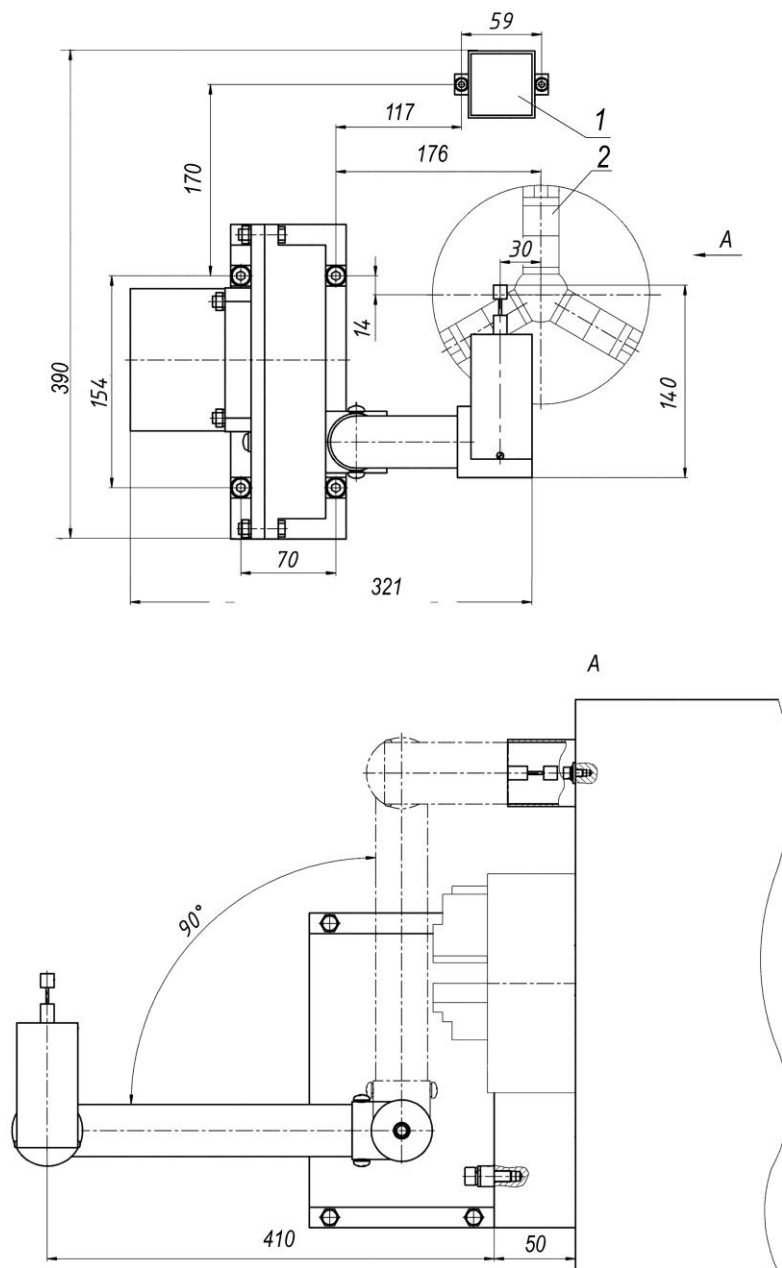
- максимальной скорости, с которой возможно отклонять датчик касания;
- путь торможения не должен превышать максимально допустимое отклонение щупа датчика касания.

Величина скорости подачи инструмента при точном измерении определяется частотой опроса измерительного сигнала системой управления. Например, если сигнал опрашивается системой с частотой 100 Гц, а требуемая точность 1 мкм, тогда максимальная скорость подачи инструмента для точного измерения составит  $0,001 \cdot 100 = 0,1$  мм/с или 6 мм/мин. Частота опроса зависит от аппаратного и программного обеспечения системы управления станка.

Существенным является не только размер инструмента, но и его тип, потому что измерение производится с разных сторон режущей части инструмента. Существует несколько типов инструментов, у которых режущая кромка смещена относительно оси симметрии их державки или инструменты могут быть расположены вдоль разных осей координат токарного станка. Поэтому необходимо определить некий условный тип инструмента, располагающийся вдоль оси *Z* или *X* в положительном или отрицательном их направлениях. При этом важно учитывать, что это: «правый» или «левый» режущий инструмент, например, РИ с двумя режущими кромками (резьбовой резец) системой ЧПУ станка определяется как два разных инструмента. Тип и размеры инструментов, используемых в данной операции, должны быть занесены в базу данных ПЗУ системы ЧПУ станка с заданной точностью. Это необходимо в целях безопасности работы на станке, потому что при отсутствии этих сведений существует большая вероятность столкновения измерительного щупа с инструментом.

Если же заданные размерные величины слишком сильно отличаются от полученных при измерении, это свидетельствует о том, что инструмент идентифицирован неверно или он

установлен неправильно. Если же при измерении бокового смещения оказалось, что разброс данных выше некоторой заданной величины, сопоставимой с размером контактной площадки датчика, тогда проводится повторное измерение длины, ибо первое измерение длины произошло не по центру площадки датчика и должно быть уточнено.



**Рис. 3. Крепление устройства наладки и измерения износа к передней бабке станка**

Таким образом, автоматическое устройство автоматической настройки режущих инструментов в период измерения работает как координатно-измерительная машина.

Вся конструкция устройства крепится к торцу корпуса передней бабки токарного станка вблизи трехкулачкового патрона 2 (рис. 3).

Для защиты щупа контактного датчика от СОЖ и стружки в исходном положении «руки» предусматривается кожух 1.

Применение описанного устройства будет способствовать автоматизации настройки РИ на автоматизированном металлорежущем оборудовании и одновременно иметь возможность осуществлять контроль износа инструмента, что позволит значительно снизить простои станков и улучшить качество их обслуживания.

#### Библиографический список

1. **Лурье, Г.Б.** Наладка и подналадка режущих инструментов на размер / Г.Б. Лурье. – М.: Высш. шк., 1981. – 80 с.
2. *Nastrojka-instrumenta-dlya-tokarnyx-stankov*// [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://stankitokarnie.ru>

*Дата поступления  
в редакцию 11.12.2014*

**A.R. Kvartalov, A. A. Moskvichyov**

#### **DEVICE FOR AUTOMATED CUTTING TOOLS SETTING ON A TURNING MACHINE**

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alexeev

The possibility to increase the productivity of machine processing at automated production by means of preliminary and corrective adjustment of the cutting tools for the required dimensions. The possibility of reducing the downtime and increasing metalwork productivity, using electromechanical wireless devices for automated tools size-setting by mounting them directly on a machine in the near premises of the processing area. Here we suggest the construction and the operation principle description of the automated tool setting device that is mounted on a headstock of a turning machine and is supplied with an optoelectronic sensor. Some recommendations for the device adjustment and an upgrade of the NC software of the machine are given.

*Key words:* tools adjustment (setting), tool wear monitoring, measuring device, contact sensor, Maltese-cross (Geneva) mechanism (drive).