

луча ( $\delta N_{ш} = 30 \text{ мкм}$  [6]).

Применение защитного кожуха или трубы, которые бы могли чисто механически защищать луч от влияния окружающей среды, не является хорошим конструктивным решением, так как приводит к громоздкости установки и неудобству работы с ней.

Итак, среди существующих методов контроля параметров и управления параметрами вибраций лазерный метод контроля является одним из наиболее перспективных в связи с тем, что он содержит немало резервов повышения точности контроля. Самым значительным из них является уменьшение влияния воздушного тракта на лазерный луч, вот почему необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

#### Литература

1. Цуккерман С. Т., Панков Э. Д. Влияние воздушного тракта на точность приборов управления лучом. «Изв. вузов», сер. «Приборостроение», 2000 г., М., 12.
2. Матросова В.В. Разработка и исследование лазерного устройства для контроля положения осей отверстий деталей и конструкций технологических систем. //Симпозиум «Автотракторостроение. Промышленность и высшая школа. Методы обработки, станки и инструменты», М., МГТУ «МАМИ», 2001
3. Матросова В.В., Мурачев Е.Г.. Результаты графоаналитических исследований математических моделей анализа лазерных систем автоматического контроля и управления параметрами вибрациями технологических объектов и конструкций.
4. Известия МГТУ «МАМИ» №1 (15), 2013, т.2

### **О револьверных головках токарных станков с дополнительным приводом вращения осевых инструментов**

Пини Б.Е., Максимов Ю.В., Лебедев П.А.  
Университет машиностроения  
[assi@mami.ru](mailto:assi@mami.ru); (495) 223-05-23, доб. 1451.

*Аннотация.* Дополнительное вращение инструментов в револьверных головках токарных станков осуществляется при использовании устройств со сложной кинематикой, поэтому предложена и рассматривается более простая и надёжная конструкция привода вращения осевых инструментов для револьверных головок токарных станков.

*Ключевые слова:* револьверная головка, качество обработки, осевые инструменты, приводы вращения, зубчатое колесо

Токарные станки в машиностроении всегда играли существенную роль при изготовлении разнообразных деталей. Высококвалифицированные токари выполняли на них разнообразные, подчас даже не свойственные для токарных станков операции, при этом качество обработки и его стабильность напрямую зависели от их квалификации. Появление станков с ЧПУ позволило уйти от влияния субъективного фактора, определявшего качество обработки в зависимости от квалификации рабочего и создало условия для высокой степени повторяемости качественных показателей при изготовлении, в том числе точных, деталей. Современные токарные станки с ЧПУ, обладающие высокой степенью универсальности и гибкости при изготовлении разнообразных конструкций деталей, способны обеспечивать высокую точность и качество поверхности с минимальным разбросом при изготовлении партий одинаковых деталей. При этом, как правило, эти станки имеют продольное и поперечное управляемые перемещения суппорта с револьверной головкой и управляемое вращательное движение шпинделя станка. Наличие револьверных головок и быстрой смены режущих инструментов позволяет выполнять достаточно большой объем токарных работ с высокой производительностью, поэтому, по нашему мнению, такие станки можно отнести к производственным станкам. Значительно более широкими технологическими возможностями обладают так называемые многоцелевые станки – «обрабатывающие центры», имеющие количество

управляемых координатных движений больше 3-х, ёмкие магазины инструментов, системы контроля точности обработки с подналадкой инструментов на размер и т.д. Такие станки эффективно использовать при длительном цикле обработки сложных деталей, характерным примером которых может служить, например, коленчатый вал судового двигателя, полностью изготавливаемый на обрабатывающем центре с одного установа. Подобную классификацию станков можно применить и к станкам с ЧПУ фрезерно-сверлильно-расточной группы.

Однако их стоимость значительно превосходит стоимость производственных станков, что ограничивает их распространение в промышленности.

У производственных токарных станков количество гнезд в revolverных головках для размещения режущих инструментов, как правило, составляет 6 – 8 позиций, но может достигать 10-ти, 12-ти и более. Увеличение количества рабочих позиций в revolverных головках вызывает увеличение их габаритных размеров и оказывает влияние на надёжность их работы. Кроме того, процессы изготовления деталей позволяют, как правило, не увеличивать количество инструментов сверх 6 - 8-и единиц, но при этом часто требуется в дальнейшем выполнять на деталях сверлильные и фрезерные работы. Значительное расширение технологических возможностей токарных станков при минимальном увеличении их стоимости обеспечивает использование revolverных головок, в которых применяются осевые инструменты (сверла, развёртки, метчики, концевые фрезы и т.д.) при сообщении им дополнительного вращения. В результате появляется возможность выполнять различные виды обработки этими инструментами как в направлении, параллельном оси детали, так и в направлении перпендикулярном к её оси. Становится возможным в пределах одного цикла обработки осуществить сверление отверстий во фланцах деталей, фрезерование, в том числе по сложному контуру и т.д. по двум вышеуказанным направлениям. Дополнительное вращение инструментов можно отнести к вспомогательному движению, аналогичному повороту revolverной головки при смене инструмента. Однако оно вызывает необходимость в использовании специальных механизмов для осуществления дополнительного привода вращения осевых инструментов.

Конструкции revolverных головок с дополнительным приводом вращения осевых инструментов известны довольно давно. Так, например, на Рязанском станкостроительном заводе (РСЗ) авторское свидетельство на конструкцию такой revolverной головки было получено в 1979г. (а.с. SU 1196155 А). В 1987г. был получен патент RU 2071 870 С1 на многопозиционную revolverную головку со специальной муфтой для обеспечения привода вращения инструмента и т.д.

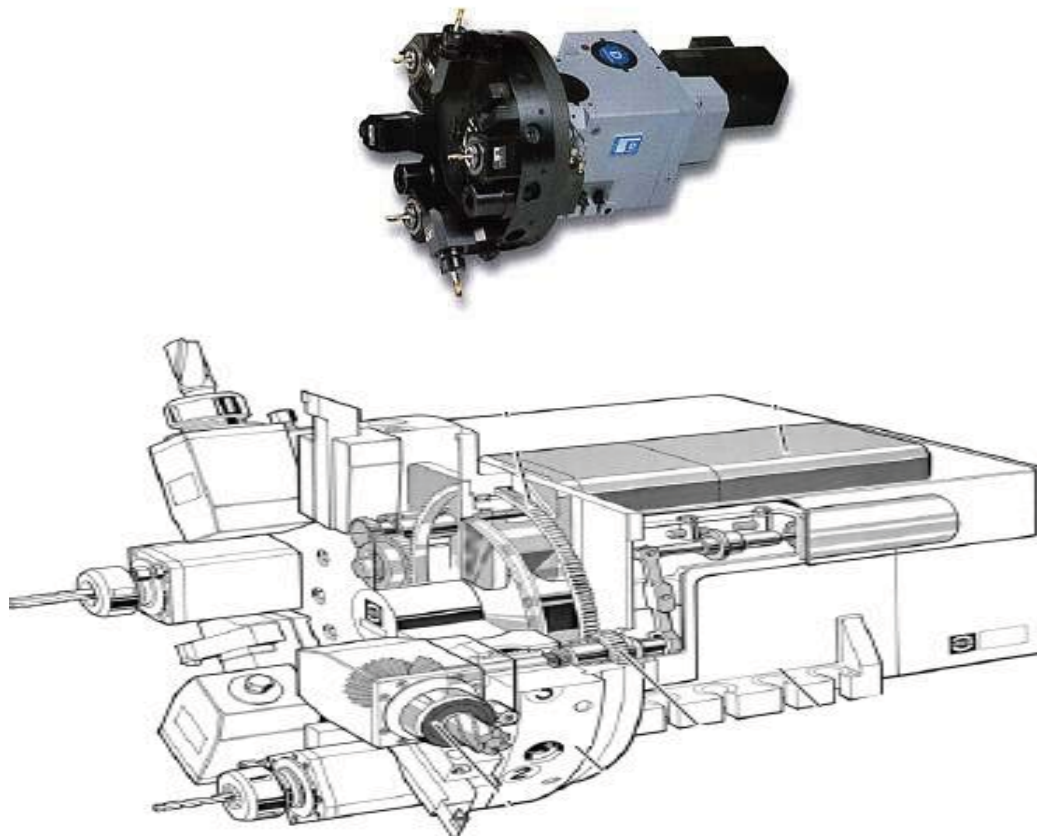
Главным отличием revolverных головок с приводом вращения осевых инструментов друг от друга является использование одного или двух электроприводов для выполнения необходимых рабочих движений в revolverной головке. В ряде разработок, выполненных, в частности, Рязанским специальным конструкторским бюро станкостроения, используется один электродвигатель с регулируемой скоростью вращения, обеспечивающий как поворот revolverной головки для смены инструмента, так и привод вращения осевого инструмента, выводимого на рабочую позицию. В результате за счёт уменьшения количества приводов и элементов управления этими приводами обеспечивается повышение надёжности её работы.

Конструкции revolverных головок зарубежных разработчиков имеют обычно два электропривода, один из которых служит для осуществления поворота revolverной головки для смены инструментов, а второй привод используется для обеспечения вращения осевых инструментов при выводе их в рабочую позицию. Эти конструкции revolverных головок имеют достаточно сложную кинематику и снабжены муфтами соединения хвостовиков оправок с осевыми инструментами с элементами приводов вращения. (рисунок 1).

Имеются зарубежные конструкции revolverных головок, в которых привод вращения осевых инструментов осуществляется от отдельного двигателя через карданный вал и специальную муфту. Такие конструкции работоспособны лишь за счёт высокого качества изготовления и требуют соответствующего качества обслуживания.

Несмотря на конструктивные отличия, можно говорить о том, что все revolverные

головки с приводом вращения осевых инструментов имеют достаточно сложную кинематику с большим числом точных деталей и, следовательно, имеют достаточно высокую стоимость. В результате производственные токарные станки с ЧПУ в основной комплектации имеют обычные револьверные головки, а головки с приводными инструментами предлагаются в качестве опции за отдельную цену. Такое положение является поводом для разработки более простой кинематики привода вращения осевых инструментов с целью соответствующего снижения стоимости таких головок. В Московском машиностроительном университете получен патент на полезную модель RU 125107 U1 с приоритетом от 07.09.2012г. (авторов Максимов Ю.В, Пини Б.Е., Лебедев П.А., Глыбина И.Ю.), в которой привод вращения осевых инструментов отличается простотой и удобством обслуживания. Это обеспечено за счёт выноса привода вращения инструментов за пределы корпуса револьверной головки.

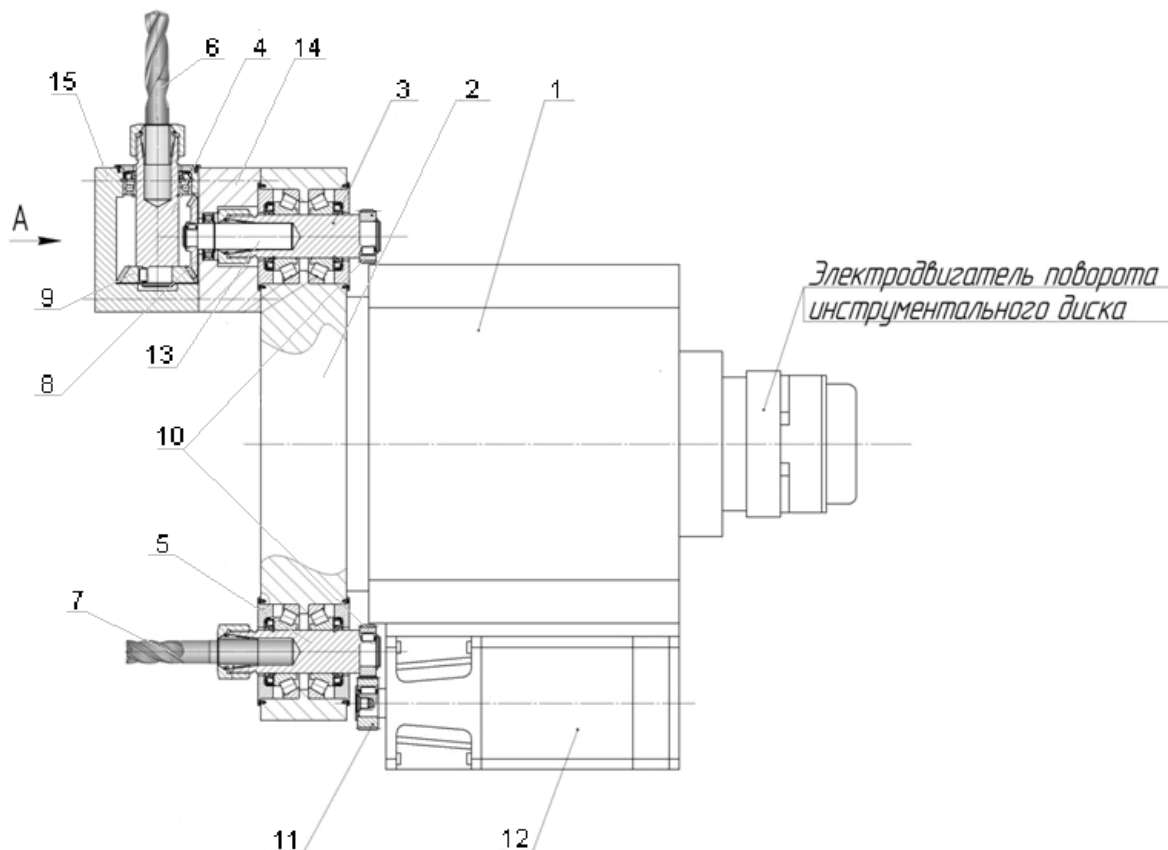


**Рисунок 1. Конструкция револьверных головок**

В предлагаемой конструкции револьверной головки может быть использован любой известный (желательно наиболее простой и дешёвый) механизм привода поворота и фиксации диска револьверной головки на угол, зависящий от числа гнезд под инструменты в револьверной головке. Для привода поворота диска револьверной головки должен использоваться отдельный двигатель. В частности, это может быть шаговый двигатель. Для привода вращения осевого инструмента предусмотрено использование отдельного двигателя с регулируемым числом оборотов, установленного на внешней стороне корпуса револьверной головки. Предлагаемая конструкция выполнена следующим образом.

Конструкция револьверной головки (рисунок. 2) имеет корпус 1 с присоединенным к нему инструментальным диском 2, предназначенным для размещения на нём специальной оснастки с инструментами 6 и 7, имеющими возможность вращения, а также невращающимися инструментами, которые на рисунке не показаны. Невращающиеся инструменты устанавливаются в обычных стандартных резцодержателях. Инструменты, которым сообщается вращение, закреплены в цанговых оправках 4 и 5. На оправках 3 и 4 смонтированы конические зубчатые колёса 8 и 9 привода вращения радиально установленного инструмента, а на хвостовых частях цанговых оправок 3 и 5 размещены цилиндрические зубчатые колёса 11, входящие в зацепление с зубчатым колесом 11, установленном на выходном валу

электродвигателя 12, который смонтирован на внешней стороне корпуса 1 револьверной головки.



**Рисунок 2. Конструкция револьверной головки**

Для привода вращения осевых инструментов используется асинхронный двигатель с частотным регулированием чисел оборотов.

Все используемые оправки имеют ступенчатую форму, для закрепления которых используются цанговые патроны. Они позволяют закреплять как осевые инструменты, так и оправку с коническим колесом привода вращения инструментов (см. позицию 8). Цанговые оправки, установленные в гнездах револьверного диска 2, смонтированы на радиально упорных подшипниках, которые могут быть радиально-упорными шариковыми или, для повышенных осевых нагрузок, роликовыми. Для радиально работающих инструментов используются специальный корпус 15, также имеющий подшипники для установки цанговой оправки. Этот корпус прикрепляется болтами через промежуточный корпус 14 непосредственно к поворотному диску револьверной головки. Подшипники в гнездах револьверной головки, используемые для установки цанговой оправки 3 и 5, закрыты крышками с манжетами.

Для установки конического зубчатого колеса 8 используется левая наименьшая по диаметру шейка трёхступенчатого валика 13, закрепляемого в цанговой оправке 3. Затем производится монтаж промежуточного корпуса 15 и закрепление зубчатого колеса 9 на шейке цанговой оправки с инструментом 6, предназначенным для обработки детали в радиальном направлении. Инструмент, предназначенный для обработки детали в осевом направлении, закреплен в цанговой оправке 5.

Работа предлагаемого устройства осуществляется следующим образом.

По команде от системы ЧПУ станка с помощью механизмов, размещённых в корпусе 1 револьверной головки, осуществляется расфиксация инструментального диска и его поворот на необходимый угол с введением зубчатого колёса 11, установленного на цанговой оправке 12, в зацепление с зубчатым колесом 13 закреплённого на валу, регулируемого по числу оборотов двигателя 14. Для более лёгкого входа в зацепление зубчатых колёс вала двигателя 11 и зубчатого колеса оправки с осевым инструментом 10 зубчатое колесо на валу электродвигателя вращается с числом оборотов, равным 50 – 60 об/мин. После фиксации инструмен-



тального диска 2 в рабочем положении включается предусмотренное программой обработки число оборотов вала электродвигателя, соответствующее намеченному по технологическому процессу.

Вал электродвигателя с зубчатым колесом и зубчатое колесо оправки с осевым инструментом целесообразно для обеспечения техники безопасности закрыть кожухом, что представляется не сложным процессом.

В результате упрощения кинематики привода вращения осевого инструмента и исключения муфты включения их вращения стоимость предлагаемой конструкции уменьшается и повышается надёжность её работы.

#### Литература

1. Патент на полезную модель RU 125107 U1 с приоритетом от 07.09.2012г. Авт. Максимов Ю.В., Пини Б.Е., Лебедев П.А., Глыбина И.Ю.
2. Сайт ФИПС.
3. Обеспечение конкурентоспособности металлорежущего оборудования путем управления его качеством и себестоимостью на этапах НИОКР (на примере токарных станков). Лукина С.В., Крутякова М.В., Соловьёва Н.П. М. МГТУ «МАМИ», 2011г., 108стр.
4. Многокоординатная и многоповерхностная металлообработка. Макаров В.М. Ритм №52, 2010г.

### **Новые принципы технологического обеспечения, создания и производства сложных ракетно-технических систем (на примере освоения МТКС «Энергия-Буран»)**

д.т.н. проф. Исаченко В.А.  
«ФГУП «НПО Техномаш»  
ivadim@ro.ru

*Анотация.* В статье описывается опыт применения новых технологических решений при реализации программы многоразовой транспортно-космической системы «Энергия-Буран». Приводятся примеры внедренных технологий и средств технологического оснащения.

*Ключевые слова:* «Энергия-Буран», технологически-ориентированное проектирование, директивная технология, принцип совмещения.

Освоение изделия «Энергия-Буран», отличающегося от предыдущих изделий новизной конструкторско-технологических решений, вызвало необходимость создания новых принципов и подходов к построению технологии, изменению установившейся практики работы с КБ-разработчиками и созданию новых технологий, основанных, в отличие от традиционных, на принципе совмещения функций как отдельных операций, так и процесса в целом.

При создании и производстве «Энергия-Буран» впервые в отечественной (а может быть и мировой) практике реализованы принципы технологически-ориентированного проектирования на базе разработки новых конструкторско-технологических решений.

В результате были сформированы и претворены в жизнь научные идеи технологического обеспечения создания изделий:

1. Новые принципы построения сквозной директивной технологии. Суть в том, что директивная технология строится исходя из обеспечения требований конструкторской документации с соответствующими видами сборки и испытаний, которые трансформируют «свои» требования к предшествующим процессам обработки и формообразования. Таким образом, через технологию реализуется задача обеспечения выходных параметров, заложенных в КД, и, соответственно, все виды технологии сориентированы на обеспечение заданных ТТХ изделия. Рабочая документация строится в обратном порядке – от заготовки до сборки и испытания. Определяющим документом является разработка директивных материалов, осно-