

Технология и технологические машины

УДК.621-9.06—529

Автоматическая смена режущих инструментов на металлорежущих станках с ЧПУ на основе применения revolverных головок

В.С. Стародубов

Проанализированы и обоснованы варианты применения автоматической смены режущих инструментов в revolverных головках на различных металлорежущих станках с ЧПУ. Рассмотрены возможные решения этого способа на токарных многоцелевых станках с ЧПУ.

Ключевые слова: металлорежущие станки с ЧПУ, токарный станок с ЧПУ, revolverная головка с режущим инструментом, автоматическая смена режущих инструментов, время переключения revolverной головки с режущим инструментом, емкость revolverной головки.

The article analyzes and substantiates the options of an automatic changing of cutting tools on various numerically controlled machine tools on the basis of turrets application. Possible ways to accomplish this task on a multi-purpose turret lathe are considered.

Keywords: numerically controlled machine tools, numerically controlled turret lathe, turret with cutting tools, automatic changing of cutting tools, time to switch a turret with cutting tools, quantity of cutting tools in a turret.

Разработка современных систем числового программного управления (ЧПУ), позволяющих в автоматическом режиме управлять несколькими рабочими органами станка, в том числе и одновременно



СТАРОДУБОВ

Виктор Семенович

кандидат технических

наук, доцент

кафедры

«Металлорежущие станки»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

по нескольким координатам, позволяет создавать станки с ЧПУ с широкими технологическими возможностями, проводить на них комплексную обработку заготовок, применять большое количество разнообразных режущих инструментов.

Так, на токарных станках с ЧПУ можно проводить не только токарную обработку, но и сверление и расточку отверстий по периферии и на торцах заготовки, фрезерование плоскостей, шпоночных пазов, нарезание резьбы и др. Такие станки получили название токарные многоцелевые станки с ЧПУ.

Бывшие сверлильные, фрезерные и расточные станки были объединены в один сверлильно-фрезерно-расточной станок, на котором можно проводить сверление, расточку точных отверстий, фрезерование плоскостей и сложных профилей. Эти станки получили название многоцелевых станков с ЧПУ с вертикальной компоновкой или с горизонтальной компоновкой шпинделя. Первое время такие станки в нашей стране называли обрабатывающими центрами и многооперационными станками [1, 2]. На этих станках проводилась обработка большим количеством заранее настроенного, установленного в оправках или на резцедержавках режущего инструмента с его автоматической сменой во время изготовления деталей.

Общая схема использования режущих инструментов на станках с ЧПУ показана на рис. 1.

В связи с этим, важной задачей стала разработка различных схем автоматической смены режущих инструментов на разных типах станков с ЧПУ.

В настоящее время на станках с ЧПУ применяется два варианта накопления и смены режущих инструментов:

- 1) для относительно небольшого количества режущих инструментов — с помощью револьверных головок с числом позиций 6, 8, 10, 12 и реже 14;
- 2) для более сложных вариантов обработки — с помощью специальных инструментальных магазинов емкостью от 20 до 180 режущих инструментов (иногда и более) и сменой опра-



Рис. 1. Общая схема использования режущих инструментов на станках с ЧПУ

вок с режущими инструментами чаще всего специальной рукой (автооператором).

Первый вариант смены режущих инструментов с помощью револьверных головок применяется уже давно на токарных станках (универсальные токарно-револьверные станки и токарно-револьверные автоматы отечественного и зарубежного производства) [3].

С разработкой и внедрением систем ЧПУ на металлорежущих станках этот способ смены режущих инструментов получил дальнейшее развитие и применение не только на токарных станках с ЧПУ, но и на других типах станков. Были разработаны и применялись различные варианты револьверных головок на сверлильных и фрезерных станках с ЧПУ (например, отечественные станки с ЧПУ мод. 6Р13РФ3 и мод. 2Р13Ф2, а также на ряде зарубежных станков).

Однако основным недостатком таких станков оказалась малая емкость револьверных головок (рис. 2, а). Увеличение числа позиций, как показано на рис. 2, б, в, приводит к ограничению величины хода работающего режущего инструмента из-за близкого расположения соседнего инструмента. Вторым недостатком таких револьверных головок в станках с ЧПУ

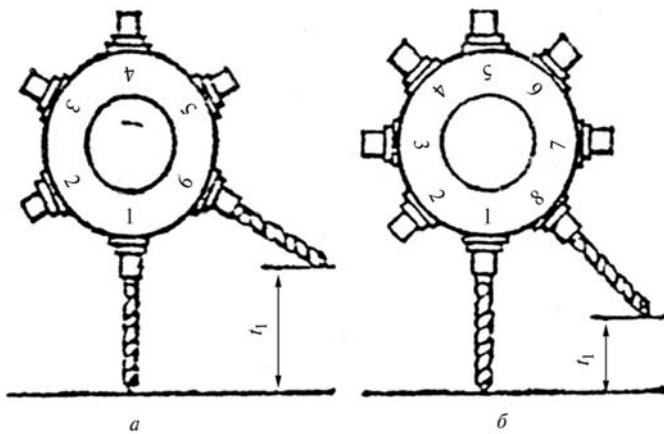


Рис. 2. Схемы револьверных головок с разным количеством позиций:

a — шесть позиций; *б* — восемь позиций

была сложность их конструкции из-за необходимости иметь в револьверной головке шесть одинаковых шпинделей.

Для устранения второго недостатка в некоторых конструкциях станков было предложено только один шпindel и конусная револьверная головка с оправками с режущими инструментами (рис. 3, *a*). В этом случае шпindel опускается вниз, захватывает оправку с инструментом. Затем шпindelная бабка вместе с револьверной головкой перемещается в зону обработки. После обработки бабка отходит вверх, шпindel освобождает оправку, поднимаясь вверх. Револьверная головка поворачивается, устанавливая под шпинделем другую оправку с инструментом.

Однако первый недостаток такой схемы револьверных головок при большом количестве позиций сохранился (см. рис. 3, *a*).

Чтобы увеличить емкость револьверной головки, но исключить указанные выше недостатки, фирма Olivetti (Италия) предложила вариант применения конусной револьверной головки, показанный на рис. 3, *б*. В этой конструкции шпindel станка, захватывая оправку с инструментом, перемещается вниз относительно неподвижной шпindelной бабки с револьверной головкой, что позволяет получать значительную величину рабочего хода при большом количестве позиций в револьверной головке.

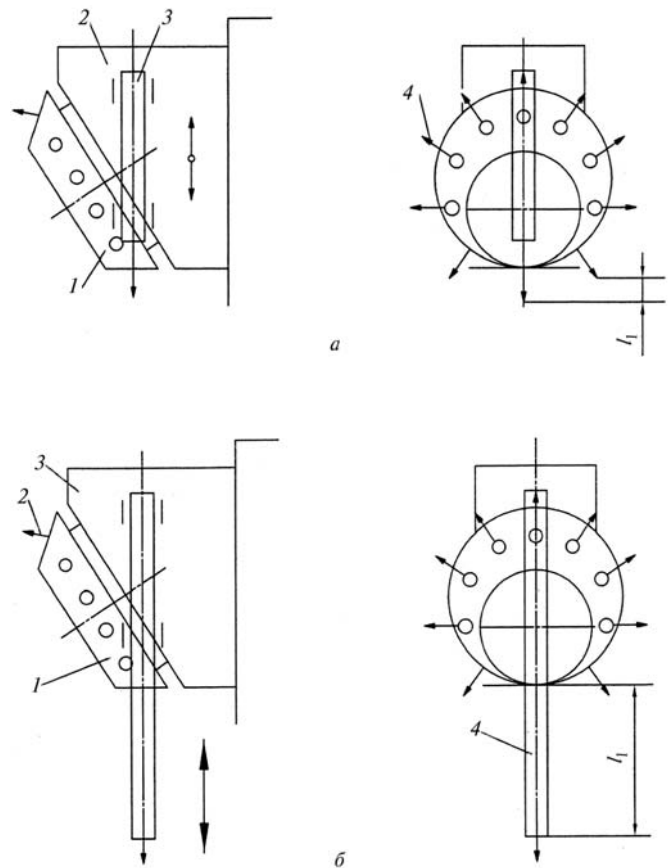


Рис. 3. Схемы конусных револьверных головок:

a — с подачей во время обработки всей револьверной головки (1 — револьверная головка; 2 — шпindelная бабка; 3 — шпindel; 4 — оправки с инструментом); *б* — с подачей во время обработки только шпинделя с режущим инструментом (1 — револьверная головка; 2 — оправки с инструментом; 3 — шпindelная бабка; 4 — шпindel)

Однако при данном способе смены режущего инструмента появляется другой недостаток — большая величина вылета шпинделя, что будет приводить к его прогибу при фрезеровании поверхностей при перемещении стола и салазок по координатам *X* и *Y*.

В настоящее время иногда применяют револьверные головки с разными шлифовальными кругами в шлифовальных станках с ЧПУ (рис. 4, *a*), в агрегатных станках с ЧПУ с многошпindelными головками в каждой позиции револьверной головки (рис. 4, *б*) и др.

Однако наиболее широкое применение револьверные головки получили на токарных станках с ЧПУ (особенно на токарных много-

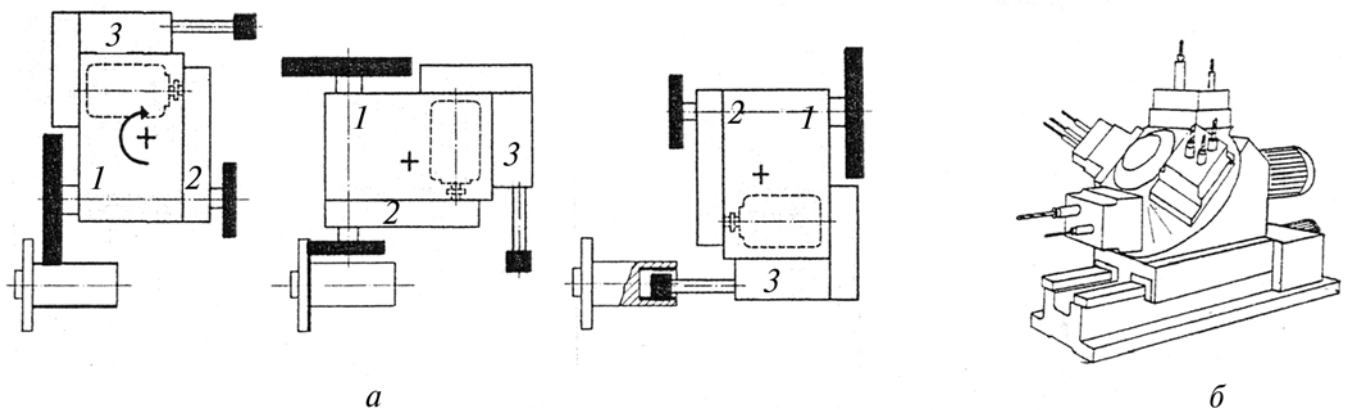


Рис. 4. Варианты применения револьверных головок:

а — на шлифовальных станках с ЧПУ (показана последовательность работы); *б* — на агрегатных станках с ЧПУ

целевых станках). Данные станки условно можно разделить на три группы:

1) токарные станки с ЧПУ, как правило, с одной револьверной головкой, на которых возможна только токарная обработка широкой номенклатуры деталей типа тел вращения, имеющих как ступенчатые цилиндрические поверхности, так и криволинейные, обрабатываемые при одновременном перемещении поперечного и продольного суппортов по координатам X и Z . Эта группа токарных станков с ЧПУ имеет наименьшие технологические возможности, но они проще по конструкции и дешевле;

2) токарные многоцелевые станки с ЧПУ с одной или двумя револьверными головками с управлением уже по трем координатам — X , Z и C . При наличии управляемого поворота шпинделя станка по координате C в револьверные головки кроме разных типов резцов устанавливается также вращающийся режущий инструмент (сверла, фрезы, метчики и др.), имеющий заданный диапазон частот вращения. Это позволяет проводить не только токарную обработку, но и обработку отверстий, расположенных как по центру, так и по периферии заготовки, сверлить поперечные отверстия, фрезеровать шпоночные пазы и другие поверхности, в том числе и криволинейные (при одновременном перемещении по координатам $X-Z$, $X-C$ и $Z-C$).

Однако это усложняет и удорожает данную группу станков, но обеспечивает более широкие технологические возможности;

3) токарные многоцелевые станки с ЧПУ с наиболее широкими технологическими возможностями за счет применения двух и даже трех револьверных головок и дополнительно противошпинделя, имеющего управляемое линейное перемещение (координата Z) и поворот по координате C . Наличие противошпинделя позволяет проводить комплексную и часто окончательную обработку очень сложных деталей с двух установов. Передача обрабатываемой заготовки из основного шпинделя в противошпindel происходит в автоматическом режиме и не требует участия оператора для переустановки заготовки вручную.

Однако при этом следует иметь в виду, что на станке с противошпинделем уменьшается максимальный осевой размер изготавливаемой детали по сравнению со станком с задней бабкой.

В некоторых случаях вместо противошпинделя в позицию одной из револьверных головок устанавливается вращающийся зажимной патрон, что также позволяет обрабатывать заготовки и со стороны отрезки.

Токарные многоцелевые станки с ЧПУ третьей группы являются самыми сложными и дорогими.

Револьверные головки, устанавливаемые на токарных станках с ЧПУ, могут иметь вертикальную, горизонтальную и наклонную оси по-

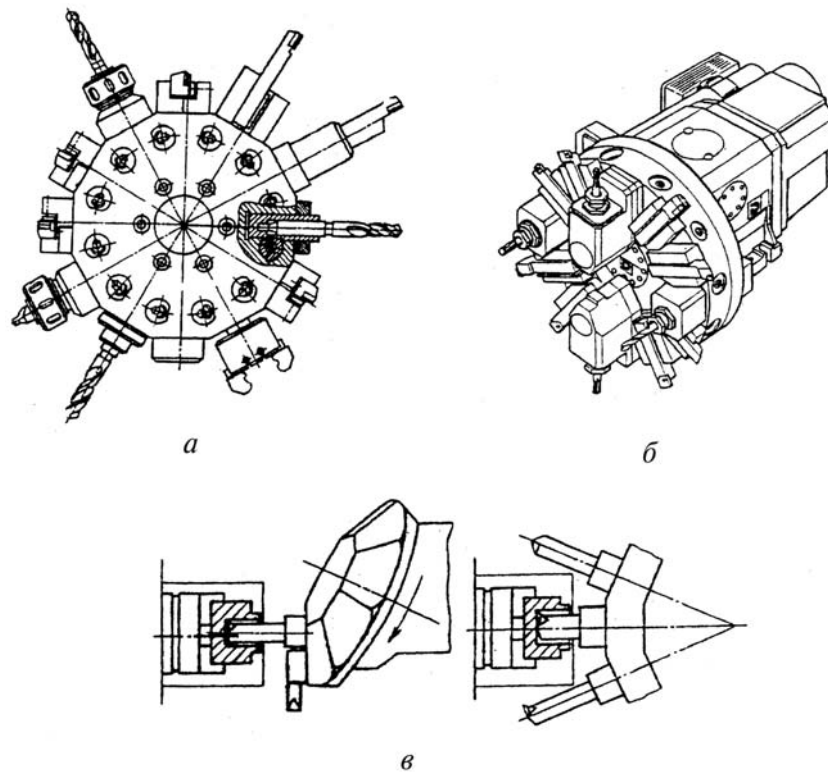


Рис. 5. Компоночные варианты револьверных головок:

а — звездообразная; *б* — барабанная; *в* — конусная

ворота. В большинстве случаев они могут поворачиваться в обе стороны. Время переключения револьверных головок для разных типоразмеров колеблется в пределах 0,2...1 с.

Например, фирма Pragati (Индия) производит унифицированные револьверные головки пяти размеров. Для 12-позиционной головки мод. ВТР-50 время переключения на 30° составляет 0,35 с, а для самой большой головки типа ВТР-160 — 1 с.

Компоновочные варианты применяемых револьверных головок показаны на рис. 5. Значительно реже используются конусные револьверные головки (рис. 5, *в*).

Варианты привода вращающегося осевого режущего инструмента, устанавливаемого в револьверных головках, представлены на рис. 6. Здесь применяются регулируемые электродвигатели с максимальной частотой вращения 2 500...6 000 мин⁻¹ (в зависимости от типоразмера как головок, так и самого станка).

Револьверные головки являются не только механизмом накопления и смены режущих инструментов, но и непосредственными рабочи-

ми органами станка, воспринимающими силы резания и определяющими положение режущих инструментов во время обработки. Поэтому они должны иметь высокую прочность, жесткость, точность поворота и фиксации.

Разработкой и изготовлением револьверных головок в ряде случаев занимаются сами станкостроительные фирмы, выпускающие токарные станки с ЧПУ. Наряду с этим существует ряд специализированных фирм, которые занимаются разработкой и изготовлением унифицированного ряда револьверных головок для различных токарных станков с ЧПУ: Sauter (Германия), Baruffaldi и Duplomatic (Италия), Pragati (Индия), Гомельский завод станочных узлов (Беларусь) и др. Это позволяет при производстве токарных станков с ЧПУ применять модульный принцип их построения с использованием готовых покупных револьверных головок, а также других узлов и механизмов, которые зачастую дешевле и качественнее, чем при самостоятельном изготовлении.

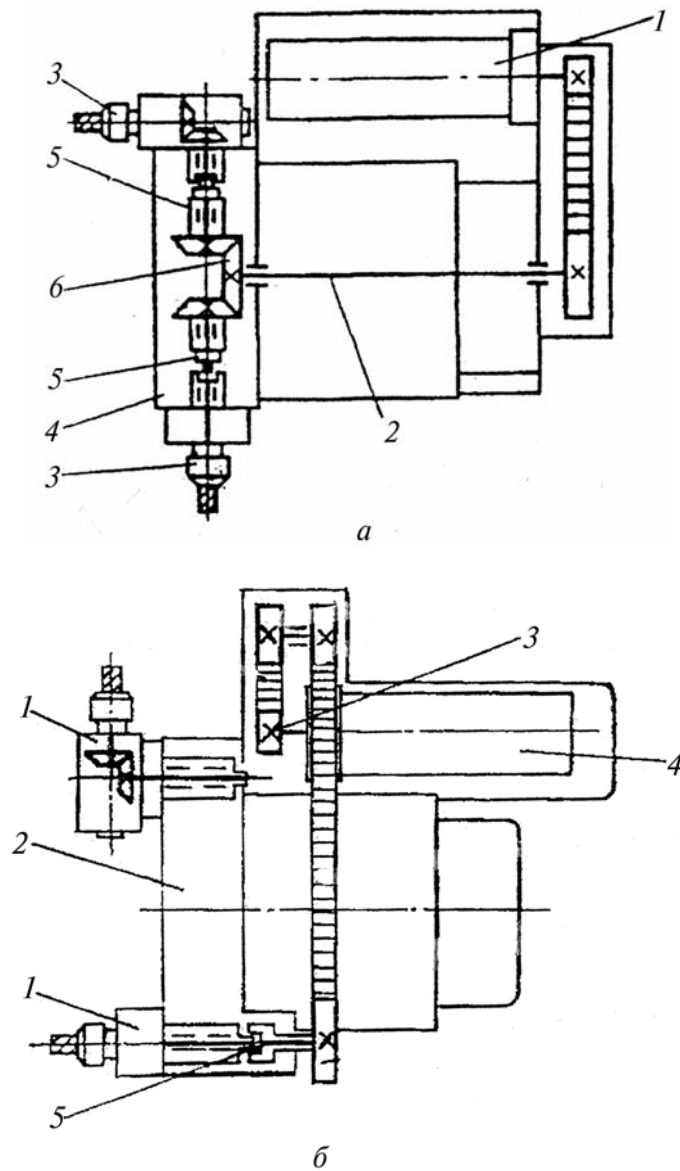


Рис. 6. Варианты привода вращающихся осевых режущих инструментов в revolverных головках:

- a* — через конические зубчатые передачи (1 — приводной электродвигатель; 2 — центральный вал; 3 — вращающийся инструмент; 4 — поворотная часть revolverной головки; 5 — муфты; 6 — центральное коническое колесо); *б* — через зубчатые ременные передачи (1 — осевой вращающийся режущий инструмент; 2 — поворотная часть revolverной головки; 3 — передачи с зубчатым ремнем; 4 — приводной электродвигатель; 5 — соединительная муфта)

Как показывает практика, многие фирмы используют данный вариант конструирования и изготовления токарных станков с ЧПУ.

Литература

1. Маталин А.А., Дашевский Т.Б., Княжицкий И.И. Многооперационные станки. М.: Машиностроение, 1974.

2. Автоматические станочные системы / В.Э. Пуш, Р. Пигерт, В.Л. Сосонкин / Под ред. В.Э. Пуша. М.: Машиностроение, 1982.

3. Камышный Н.И., Стародубов В.С. Конструкции и наладка токарных автоматов и полуавтоматов. М.: Высшая школа, 1988.

Статья поступила в редакцию 22.03.2012