

Тема 3.7 Многоцелевые станки

Многоцелевой станок (МС) – это металлорежущий станок, предназначенный для выполнения нескольких различных видов обработки резанием, оснащенный системой ЧПУ и устройством автоматической смены инструмента (АСИ). К этому виду станков относятся одношпиндельные станки с револьверными 1 и 3 (рис.17.1, а) инструментальными 5 головками или с магазином 4 инструментов (рис. 17.1, б). В практику крупносерийного производства входят двухшпиндельные МС.

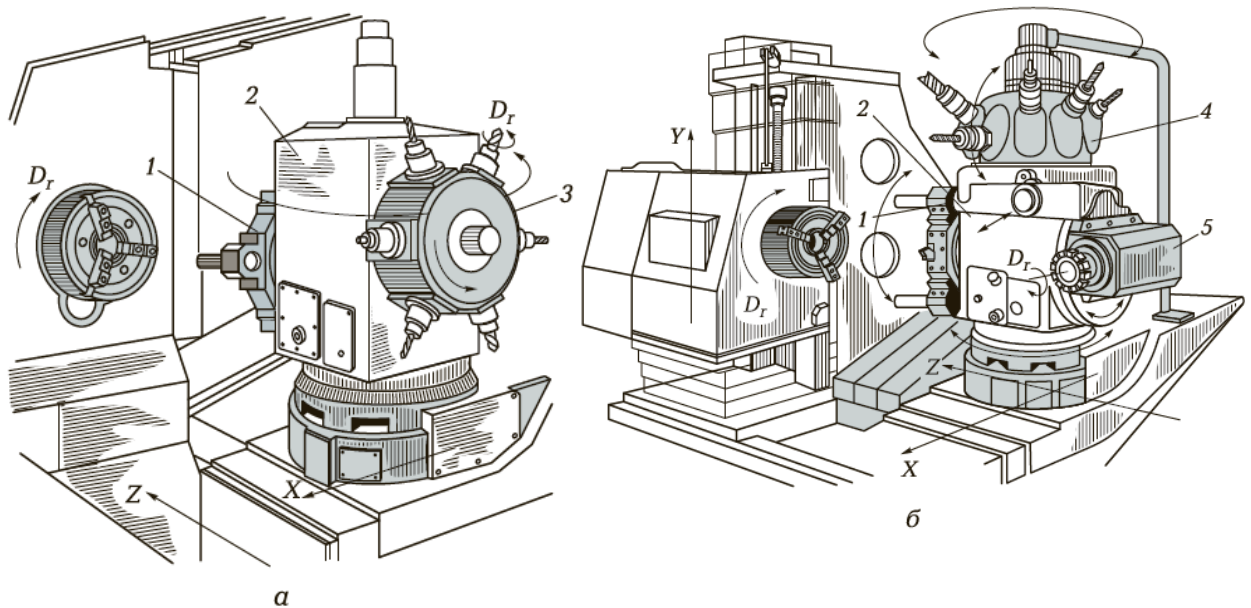


Рис. 17.1. Инструментальные узлы МС с револьверными головками (а) и с магазином инструментов, револьверной и инструментальной головками (б):

1, 3 – револьверные головки с неврвращающимися и вращающимися инструментами соответственно; 2 – стойка; 4 – магазин инструментов; 5 – инструментальная головка; X, Y, Z – оси координат; D_r – главное движение

Наличие устройств ЧПУ и АСИ сокращает вспомогательное время при обработке, повышается мобильность переналадки, обеспечивается высокая концентрация обработки: точения, растачивания, фрезерования, сверления, зенкерования, развертывания, нарезания резьбы, контроля качества обработки и др., высокая точность выполнения чистовых операций (6 – 7-й квалитеты).

По назначению МС подразделяют на две группы: для обработки заготовок корпусных и плоских деталей (станки сверлильно-фрезерно-расточной группы) и для обработки заготовок деталей типа тел вращения (станки токарной и шлифовальной группы). Такое разделение не означает, что, например, на МС второй группы выполняют только токарные или

шлифовальные работы. На МС, спроектированном на базе токарного станка с ЧПУ, помимо токарных работ можно фрезеровать грани на теле вращения, а с использованием системы ЧПУ с управлением по пяти координатам изготавливать зубчатые колеса, фрезеровать резьбу и выполнять другие нетрадиционные для токарных станков виды обработки.

Для систем управления МС характерны развитая сигнализация о функционировании узлов и цифровая индикация их положения, различные формы адаптивного управления, бесступенчатое регулирование скорости подачи и частоты вращения шпинделя, а также диагностика отказов.

По компоновке МС подразделяют на *горизонтальные* и *вертикальные* в зависимости от расположения оси шпинделя. На рис. 17.2, а – г показаны горизонтальные МС для обработки заготовок корпусных деталей.

Стойка 1 (см. рис. 17.2, а) с перемещающейся по ней в вертикальном направлении шпиндельной бабкой 2 устанавливается неподвижно либо перемещается по станине 3. При неподвижной стойке 1 стол 5 с поворотным столом 6 перемещается по двум взаимно-перпендикулярным осям координат с помощью салазок 4, снабженных крестообразно расположенными верхними и нижними направляющими.

Для обработки заготовок с разных сторон поворотные столы индексируются через 90° или могут поворачиваться на углы, заданные программой. При подвижной в одном направлении стойке 1 (см. рис. 17.2, б) стол 5 перемещается по одной линейной оси координат.

Если же стойка 1 (см.рис.17.2, в) с помощью промежуточных салазок 7 перемещается по двум взаимно-перпендикулярным осям, то стол 5 выполняют неподвижным. Компоновки с неподвижным или перемещающимся только по одной оси координат столом 8 (см. рис. 17,2, г) используются с станках, где стол 5 является поворотно-наклонным.

На рис. 17.2, д показан горизонтальный МС для обработки заготовок корпусных деталей или тел вращения. На неподвижной стойке 1 в вертикальном направлении перемещается шпиндельная бабка 2 с выдвижным шпинделем 9. В перпендикулярном к оси вращения инструментального шпинделя 9 может перемещаться бабка 10 изделия вдоль горизонтальной оси. Многоцелевые станки такой компоновки предназначены для сверлильно-фрезерно-расточной обработки вращающимся инструментом и для токарной обработки не вращающимся инструментом, закрепленным в неподвижном шпинделе 9, заготовок в патроне, установленном на поворотном столе 6.

На рис. 17.2, е показан вертикальный МС с неподвижной стойкой 1, по вертикальным направляющим которой перемещается шпиндельная бабка 2.

Салазки 4 со столом 5 могут осуществлять движение поперечной подачи по направляющим станины 3. Стол 5 (как правило, удлиненной формы) – движение продольной подачи по направляющим салазок.

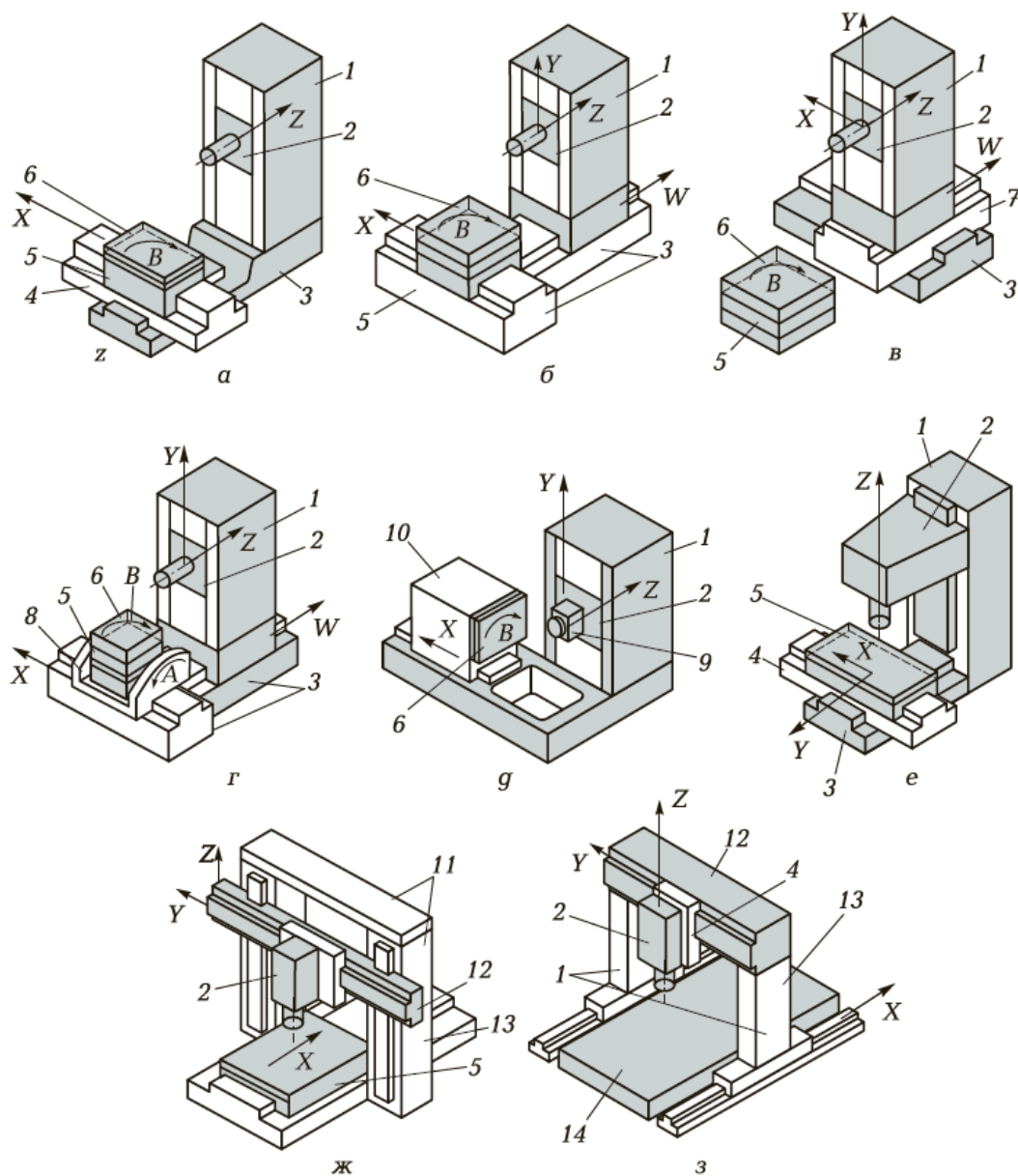


Рис.17.2. Компоновки узлов МС:

а – горизонтальная с неподвижной стойкой, крестовым и поворотным столом; б – горизонтальная с подвижной по одной оси координат стойкой, столом и поворотным столом; в – горизонтальная с неподвижным и поворотным столом и крестовой стойкой; г – горизонтальная с подвижной по одной оси стойкой с поворотно-наклонным столом; д – горизонтальная с неподвижной стойкой и поворотным вокруг горизонтальной оси координат столом; е – вертикальная с неподвижной стойкой и крестовым столом; ж – вертикальная с двумя стойками, подвижным столом и поперечиной; з – вертикальная с двумя стойками и подвижным порталом; 1, 13 – стойки; 2 – шпиндельная бабка; 3 – станина; 4, 7 – салазки; 5, 6, 8 – столы; 9 – шпиндель; 10 – бабка изделия; 11 – портал; 12 – поперечина; 14 – плита; X, Y, Z – оси координат

На рис. 17.2, ж, з показаны двухстоечные вертикальные МС. Портал 11 может быть неподвижным (см. рис. 17.2, ж) или подвижным (см. рис. 17.2, з) вдоль неподвижной плиты 14. При неподвижном портале стол 5 перемещается по одной оси координат, на нем устанавливается стол-спутник или заготовка. Шпиндельная бабка 2 расположена на поперечине 12 и перемещается по ней в горизонтальном направлении, перпендикулярном к направлению перемещения стола. Поперечина 12 может быть неподвижной, являясь частью портала. При неподвижной поперечине, жестко скрепленной со стойкой 13, по оси координат Z перемещается шпиндельная бабка 2, расположенная на салазках 4, которые перемещаются по направляющим поперечины 12. В этих случаях обработка на МС не требует, как правило, сложной специальной оснастки, заготовки крепятся с помощью упоров и прихватов. Возможно также вакуумное закрепление заготовки на столе – в этом случае заготовка полностью обрабатывается по внешнему контуру и упрощается составлением УП.

Фрезерование плоскостей производят строчками, используя фрезы небольшого диаметра. Консольный инструмент повышенной жесткости, применяемый для обработки неглубоких отверстий, обеспечивает заданную точность обработки. Отверстия, лежащие на одной оси, но в параллельных стенках заготовки, растачиваются с двух сторон, поворачивая для этого стол с заготовкой. Если заготовки корпусных деталей имеют группы одинаковых поверхностей и отверстий, то для упрощения составления технологического процесса и программы обработки, а также повышения производительности (благодаря сокращению вспомогательного времени) в память системы ЧПУ станка вводят постоянные циклы наиболее часто повторяющихся движений (при сверлении, фрезеровании). В этом случае программируется только цикл обработки первого отверстия (поверхности), а для остальных задаются лишь координаты (X и Y) их расположения.

Непосредственно в шпинделе станка закрепляют оправки для расточного инструмента и фрез с торцовой или продольной шпонкой, передающий крутящий момент; цанговый патрон для стандартных сверл, зенкеров, разверток, фрез диаметром до 20 мм и специальных фрез диаметром 20 ... 40 мм с цилиндрическим хвостовиком; патрон для метчиков; патрон для переходных оправок, позволяющих регулировать осевые размеры инструмента вне станка; различные оправки; центроискатель для концевого инструмента с конусом Морзе с поводком и без поводка.

В зависимости от типа станка и технологии обработки комплект режущего и вспомогательного инструмента изменяется.

Многоцелевые станки предназначены для комплексной обработки деталей сложной конфигурации с разных сторон без их перебазирования.

На них производится:

- фрезерование плоскостей и фасонных поверхностей;
- расточивание, сверление, зенкерование и развертывание отверстий;
- нарезание резьбы и др.

Отличительные особенности многоцелевых станков:

- наличие инструментального магазина;
- наличие автооператора (это орган станка, предназначенный для автоматической смены инструмента);
- развитая система ЧПУ;
- тенденция к максимальному выполнению операций на обрабатываемой заготовке.

Достоинства многооперационных станков:

1. Станки обеспечивают стабильность обрабатываемых деталей, что позволяет сократить объем контрольных операций на 50 ...70% по сравнению с другими способами обработки.

2. Существенная интенсификация режимов резания по принципу: один инструмент на одну операцию.

3. Позволяют существенное сокращение вспомогательного времени. В результате этого производительность изготовления деталей на таких станках в 4... 10 раз выше, чем при обработке на универсальных станках. Это происходит! из-за резкого сокращения вспомогательного времени, времени на контрольные операции. На этих станках в ручную лишь устанавливают и закрепляют деталь, если нет механизма автоматической смены заготовки.

4. Простота наладки и переналадки на изготовление деталей другой конструкции и отсутствие необходимости создания сложной и дорогостоящей технологической оснастки (шаблонов, копиров, специальных приспособлений и т.д.).

Типы применяемых систем ЧПУ:

- позиционные (Ф2)
- контурные (Ф3)
- комбинированные (Ф4)
- адаптивные (самоприспосабливающиеся)

Системы ЧПУ обеспечивают направление и величины перемещений рабочих органов, задают команды на выполнение вспомогательных операций: автоматический поиск инструмента и его смену после обработки, установку шпинделя в определенное положение при смене инструмента, изменение режимов обработки, включение и отключение системы СОЖ в зону обработки, реверс шпинделя при выполнении резьбонарезных операций, фиксацию механизмов после их позиционирования, осуществление автоматических циклов обработки; включение, выключение и индексирование поворотных столов и т. д. Системы ЧПУ многоцелевых станков, работающие с многоцелевыми станками, имеют ряд особенностей: большой объем программы, большое число управляемых по программе координат (до 7-8), обеспечение высокой точности перемещений рабочих органов (у большинства многоцелевых станков точность позиционирования в пределах 0,005-0,01 мм), широкий диапазон регулирования скоростей приводов главного движения и подачи, возможность работы станка в различных режимах, высокие требования к надежности. Системы должны работать как в автономном режиме, так и от ЭВМ верхнего уровня.

Классификация многоцелевых станков:

1) По конструкции:

- для обработки деталей типа тел вращения
- для обработки корпусных деталей

2) по расположению оси шпинделя:

- с вертикальной осью
- с горизонтальной осью

3) по степени универсальности:

- для обработки с одной стороны
- для обработки с 4-х сторон

- для обработки с 5 сторон и под разными углами

4) по концентрации обработки:

- с единичным инструментом

- с многошпиндельными головками

5) по виду выполняемых работ:

- сверлильно-фрезерно-расточные

- фрезерно-расточные

- сверлильно-фрезерные

- сверлильно-фрезерно-расточные с другими видами обработки (точение, шлифование, строгание и т.д.)

Устройства для автоматической смены инструментов на многоцелевых станках с ЧПУ с магазином инструментов

Принудительную смену инструмента на станках осуществляют как по требованиям технологического процесса, так и для предупреждения размерного или преждевременного катастрофического износа. По требованиям технологического процесса смена инструмента происходит при переналадке станка на обработку новых деталей (что обычно делается оператором вручную) или при многооперационной обработке одной детали — автоматически, по сигналу управляющей программы станка. Износ и поломки инструмента контролируют одним из трех способов: измерением силовых параметров процесса резания (силы, момента, мощности); период стойкости задается заранее на основании статистических данных и ведется счет фактического времени работы; износ инструмента измеряется с помощью контактных датчиков или электронно-лучевой трубки. Инструмент при этом может быть заменен вручную или автоматически по управляющей программе в процессе обработки одной детали операции.

Из способов замены изношенного инструмента отметим смену отдельных инструментов в магазинах или инструментальных головках и смену магазинов или инструментальных головок. Каждый из них имеет преимущества и недостатки.

При смене отдельных инструментов в ходе обработки одной детали можно устанавливать в магазин или головку инструмент для обработки следующей детали, т.е. сократить до минимума подготовительно-заключительное время. Достоинствами этого способа являются также возможность максимального использования режущих свойств

инструментов и отсутствие ограничений применительно к конструкциям инструментальных магазинов и головок. Недостаток способа обусловлен сложностью устройств автоматической смены инструмента. Способ широко применяется при двойном количестве инструментов для одной наладки. После износа инструмент автоматически заменяется, а резание производится инструментом-дублером.

Достоинством второго способа является минимальное время переналадки. Основной недостаток его заключается в сложности усреднения времени стойкости отдельных инструментов, что приводит к неполному использованию режущих свойств, а также к необходимости дополнительных площадей устройства автоматической смены инструмента (магазины, автооператоры, револьверные головки) должны иметь необходимую вместимость и обеспечивать минимальные затраты времени на смену инструмента, высокую надежность в работе, стабильность положения инструмента, т.е. постоянство размера вылета и положения оси при повторных сменах инструмента.

В зависимости от компоновки станков и их технологических возможностей устройства автоматической смены инструментов включают:

- накопители инструментов (револьверные головки, магазины шпиндельных гильз, инструментальные магазины);
- загрузочно-разгрузочные устройства для съема и установки инструмента в шпиндель станка (инструментальные загрузочные автооператоры);
- промежуточные конвейерные устройства для передачи инструмента от накопителя к загрузочно-разгрузочному устройству при больших расстояниях от шпинделя до накопителя (автооператоры, перегружатели);
- промежуточные накопители инструментальных наладок, являющиеся местом замены инструмента при больших емкостях магазина.

Револьверная головка — это наиболее простое устройство смены инструмента. В рабочей позиции один из шпинделей приводится во вращение от главного привода станка. Револьверные головки устанавливаются на токарные, сверлильные, фрезерные, многоцелевые станки с ЧПУ; в головке закрепляют 4, 6, 8 или 12 инструментов.

Инструментальные магазины (емкостью 8—36 и более инструментов) могут быть следующих типов:

- дискового;

- барабанного;
- цепного.

В зависимости от компоновки станка они могут располагаться на шпиндельной бабке, колонне, станине или вне станка.

При расположении дискового магазина на шпиндельной бабке не требуется дополнительной координации положения магазина и шпинделя при смене инструмента загрузочным автооператором. Цикл работы автооператора наиболее простой. Однако расположение магазина на шпиндельной бабке увеличивает ее размеры и массу, что уменьшает точность обработки.

При расположении магазина на станине шпиндельная бабка разгружается, цикл смены инструмента усложняется. При каждой смене инструмента шпиндельная бабка должна дополнительно перемещаться из рабочего положения в положение для смены инструмента и обратно.

При установке магазина на стойке, расположенной рядом со станком, динамические нагрузки магазина не влияют на точность работы станка. Однако увеличиваются габаритные размеры станка, а следовательно, площадь, необходимая для его установки.

Многосекционные магазины барабанного типа обладая большой вместимостью позволяют использовать при работе станка одну из секций магазина без перемещения всего запаса инструментов.

Конструкция магазинов цепного типа такова, что можно изменять их вместимость без существенного изменения конструкции станка.

Загрузочные автооператоры используют для смены инструментов, размещенных в инструментальных магазинах.

Автооператор (рис 6.2, а) размещен над шпиндельной бабкой многоцелевого станка (МС) модели ИР500МФ4. Между его захватами — рычагами **9** и **10** установлены пружины **13**, стремящиеся повернуть захваты относительно осей **77** и **12**. Захваты смонтированы в корпусе **20**, соединенном с гильзой **18**. В крышке **17** гильзы закреплен шарикоподшипник **16**, посаженный на конец штока **15** гидроцилиндра **21**. При перемещении поршня **22** вместе с штоком **75** движется и гильза **18** с захватами. При этом инструментальные оправки изымаются из гнезда магазина или из посадочного конуса шпинделя. Чтобы затем поменять инструменты местами, необходимо повернуть на 180° корпус **20** с захватами, для чего служит гидроцилиндр **8**. Шток гидроцилиндра соединен с рейкой **3**, которая находится в зацеплении с зубчатым венцом **2**, закрепленным на стакане **1**. Правый конец стакана сопряжен (двумя

длинными шпонками **7** и **19**) с гильзой **18**. Поэтому гильза (а вместе с ней и корпус **2** захватов) поворачивается вместе со стаканом **7**. Длинные шпоночные пазы позволяют гильзе с захватами совершать необходимые продольные перемещения.

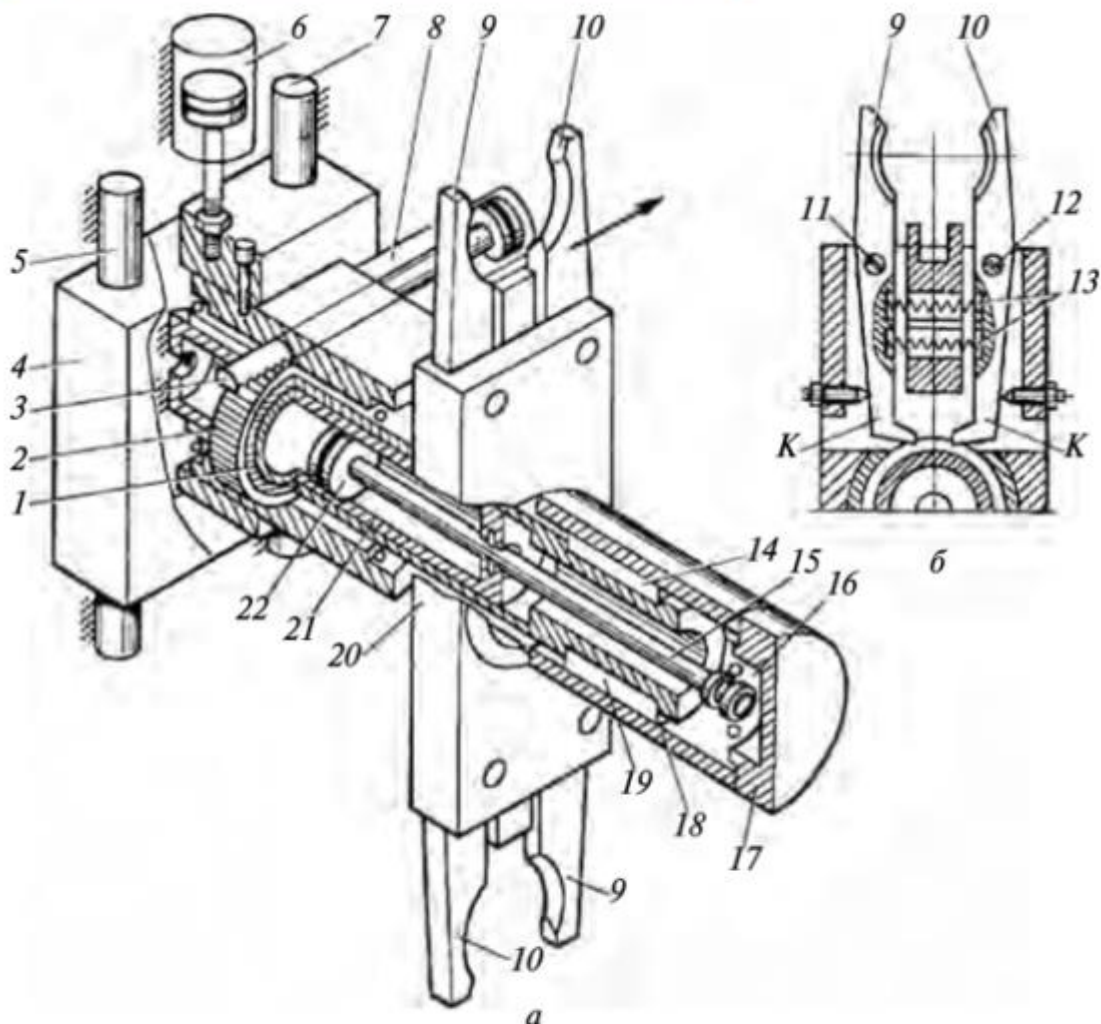


Рис. 6.2. Автооператор, размещенный над шпиндельной бабкой многоцелевого станка (МС) модели ИР500МФ4: а — общий вид; б — захватное устройство; 1 — стакан; 2 — зубчатый венец;

3 — рейка; 4 — автооператор; 5, 7 — направляющие; 6, 8, 21 — гидроцилиндры; 9, 10 — захваты-рычаги; 11, 12 — оси; 13 — пружины; 14, 19 — шпонки; 15 — шток; 16 — шарикоподшипник; 17 — крышка гильзы; 18 — гильза; 20 — корпус захватов; 22 — поршень; К — внутренние концы рычагов

Для захвата инструмента из магазина, корпус автооператора **4** поднимается (гидроцилиндром **6**) по направляющим **5** и **7** в крайнее верхнее положение, при котором один из захватов фиксирует фланец инструментальной оправки, подготовленной (соответствующим поворотом магазина) к подаче в шпиндель

станка. В дальнейшем при изъятии из магазина и переносе шпиндель оправка удерживается пружинами *13*.

Чтобы в момент поворота корпуса *20* захватов оправка (с инструментом) не выскочила из захвата под действием центробежной силы, предусмотрено предохранительное устройство. В крайнем правом положении корпуса *20* (т.е. когда происходит поворот) внутренние концы *К* рычагов (см. рис. 6.2, *б*) упираются в шпонки *14* и *19*, что не позволяет рычагам сблизиться и освободить оправку.

Цикл работы автооператора для смены инструмента из магазина барабанного типа, встроенного в токарный станок с ЧПУ, показан на рис. 6.3. Как и в предыдущем случае (на рис. 6.2) привод и управление автооператором осуществляются от систем станка.

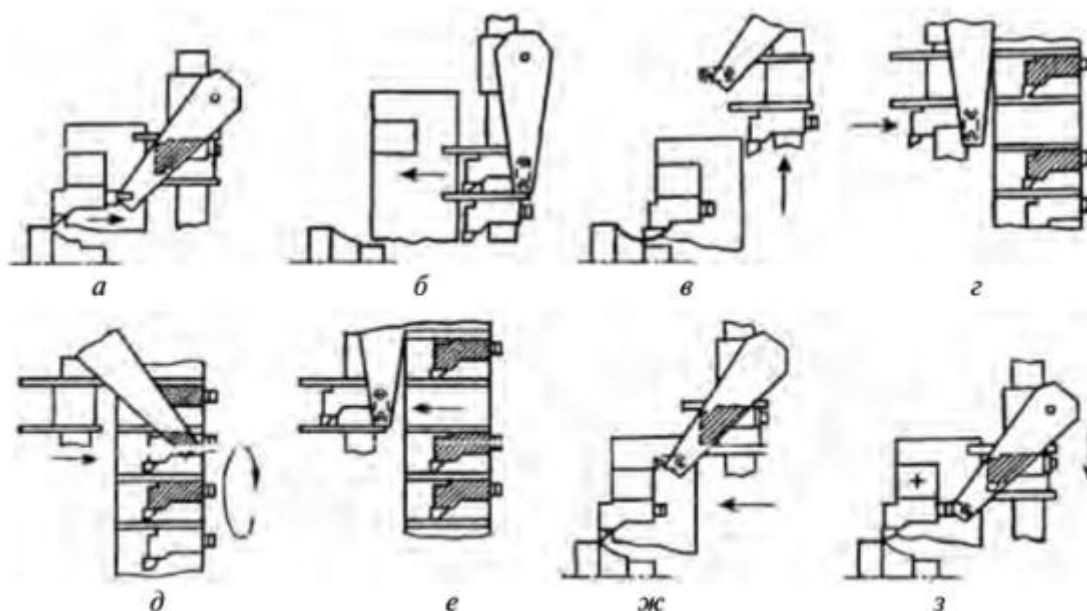


Рис. 6.3. Цикл работы (а — з) автооператора для автоматической смены инструмента из магазина барабанного типа на токарном станке

Последовательность смены инструмента из магазина в виде цепного транспортера, установленного на многоцелевом станке модели МС300-500А, показана на рис 6.4. При этом оси инструментов, установленных в магазине, перпендикулярны оси шпинделя *1* станка и, следовательно, для их установки необходим специальный кантователь *3*. Передача инструмента из оправки кантователя после поворота его в горизонтальное положение производится автооператором *2*. Последовательность цикла смены инструмента следующая:

- захват инструмента из магазина и опрокидывание его кантователем на 90° (рис. 6.4, *а*);

- захват рычагом 2 инструментов, находящихся в шпинделе 1 и кантователе 3 (рис. 6.4, а);
- перемещение рычага с инструментами вдоль своей оси вперед и поворот на 180° (рис. 6.4, б);
- загрузка инструментов в шпиндель и кантователь (рис. 6.4, в);
- установка рычага автооператора в исходное положение (рис. 6.4, д).

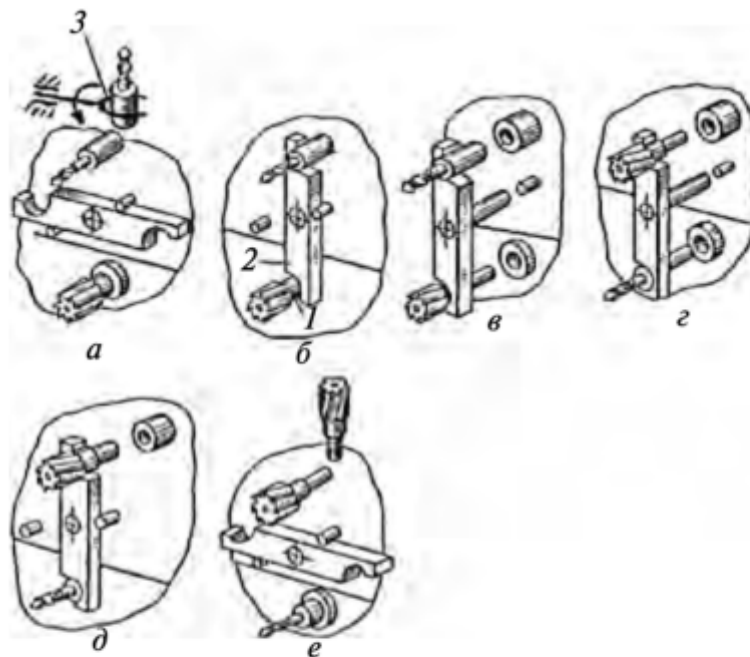


Рис. 6.4. Последовательность операций (а — е) цикла смены инструмента многоцелевого станка, снабженного инструментальным магазином в виде цепного транспортера:

1 — шпиндель станка; 2 — автооператор; 3 — кантователь

Инструментальный напольный передвижной автооператор МИВ 50.01 (Болгария) показан на рис. 6.5. Магазин инструментов и автооператор установлены на общем жестком основании. При групповом обслуживании станков вся конструкция монтируется на автоматическую передвижную рельсовую тележку, перемещающуюся к станкам по вызову. Автооператор оснащен собственным гидроагрегатом, системой управления и электрошкафом, но при необходимости может получать питание и управляющие сигналы от обслуживаемого станка.

Емкость инструментального магазина 50 гнезд. Наибольший диаметр и длина инструментов соответственно 160 и 350 мм. Грузоподъемность одной руки 25 кг. Частота вращения инструментального магазина $0,17 \text{ с}^{-1}$. Время смены инструмента 8 с.

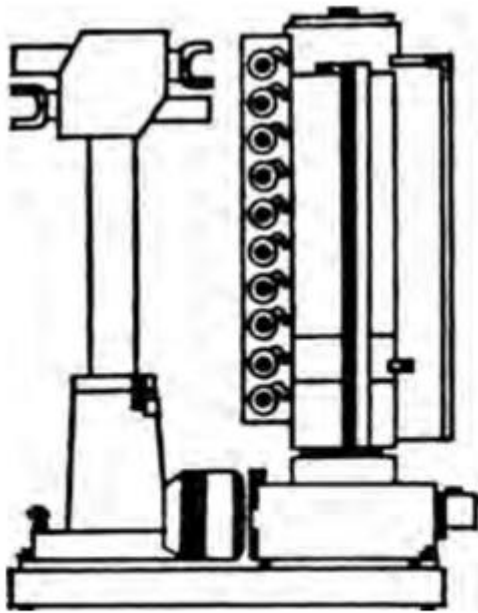


Рис. 6.5. Напольный передвижной автооператор для смены инструмента при индивидуальном или групповом обслуживании металлорежущих станков