

## **Раздел 3. Металлообрабатывающие станки. Назначение, кинематика, устройство, наладка**

### **Тема 3.1. Станки токарной группы.**

Значительную долю станочного парка составляют станки токарной группы, которая включает в себя девять типов, различающихся по назначению, компоновке, степени автоматизации и другим признакам.

#### ***Основные размеры, характеризующие токарный станок:***

- Наибольший допустимый диаметр обрабатываемой заготовки;
- Высота центров над станиной и расстояние между ними.

По этим размерам можно определить максимальный диаметр и длину заготовки, которую можно установить и обработать на данном станке.

#### ***По высоте центров различают следующие группы токарных станков:***

- мелкие (высота центров до 150мм);
- средние (высота центров 150÷300 мм);
- крупные (высота центров свыше 300мм).

#### **Основные типы токарных станков.**

**Токарные станки без ходового винта.** На них выполняют все основные токарные работы, кроме нарезания резьбы резцом.

**Токарно-винторезные станки с ходовым винтом.** На них производят все основные токарные работы, включая нарезания резьбы резцом.

**Многорезцовые токарные станки** служат для одновременной обработки заготовки несколькими резцами.

**Токарно-карусельные и лоботокарные станки** предназначены для обработки коротких заготовок большого диаметра.

**Токарно-револьверные станки.** На них обрабатывают отдельные заготовки поочередно несколькими инструментами.

**Токарные автоматы и полуавтоматы** служат для изготовления больших партий деталей из пруткового материала.

**Специальные токарные станки** предназначены для выполнения только одного определенного вида работ – отрезные, копировальные, затыловочные и др.

Станки одного типа могут иметь свои конструктивные особенности, поэтому их различают по моделям.

#### **Основные узлы токарно-винторезного станка.**

**Станина** – чугунное основание, на котором смонтированы все остальные узлы станка. По направляющим станины перемещаются суппорт и задняя бабка.

**Передняя бабка** – чугунная коробка, в которой смонтированы коробка скоростей и основной вал станка – шпиндель.

**Задняя бабка** поддерживает правый конец обрабатываемой заготовки; используют также для установки сверл и другого инструмента.

**Коробка подач.** В ней смонтирован механизм для передачи вращения ходовому винту или ходовому валу с разным числом оборотов.

**Фартук** преобразует вращательное движение ходового вала или ходового винта в поступательное движение ходового вала или ходового винта в поступательное движение суппорта.

**Суппорт** перемещает закрепленный в держателе резец в продольном и поперечном направлениях.

**Привод** передает вращение от электродвигателя к коробке скоростей.

### **Токарные операции.**

На рис. 8 даны схемы обработки поверхностей заготовок на токарно-винторезном станке. Наружные цилиндрические поверхности обтачивают прямыми (рис. 8а) или упорными проходными резцами. Упорные проходные резцы с главным углом в плане  $\varphi = 90^\circ$  удобно использовать для обработки нежестких ступенчатых валов. Наружные (рис. 8б) и внутренние резьбы нарезают резьбовыми резцами, форма режущих кромок которых определяет профиль нарезанных резьб.

Точение длинных пологих конусов производят, смещая корпус задней бабки в поперечном направлении относительно ее основания (рис. 8в) или используя специальное приспособление – конусную линейку.

Сквозные отверстия на токарно-винторезных станках растачивают проходными расточными резцами (рис. 8г), глухие – упорными (рис. 8д).

С поперечным движением подачи на токарно-винторезных станках обтачивают кольцевые канавки (рис. 8ж) прорезными резцами, фасонные поверхности (рис. 8з) фасонными стержневыми резцами, короткие конические поверхности (фаски) (рис. 8и) – широкими резцами, у которых главный угол в плане равен половине угла при вершине конической поверхности. Отрезание деталей от заготовки (рис. 8к) выполняют отрезными резцами.

Подрезание торцов (рис. 8м) выполняется специальными подрезными резцами.

Обработку отверстий на токарно-винторезных станках выполняют сверлами (рис. 7л), зенкерами и развертками. В этом случае обработку ведут с продольным движением подачи режущего инструмента.

Обтачивание наружных (рис. 7е) и растачивание внутренних конических поверхностей средней длины с любым углом конуса при вершине на токарно-винторезных станках производят с наклонным движением подачи резцов при повороте верхнего суппорта.

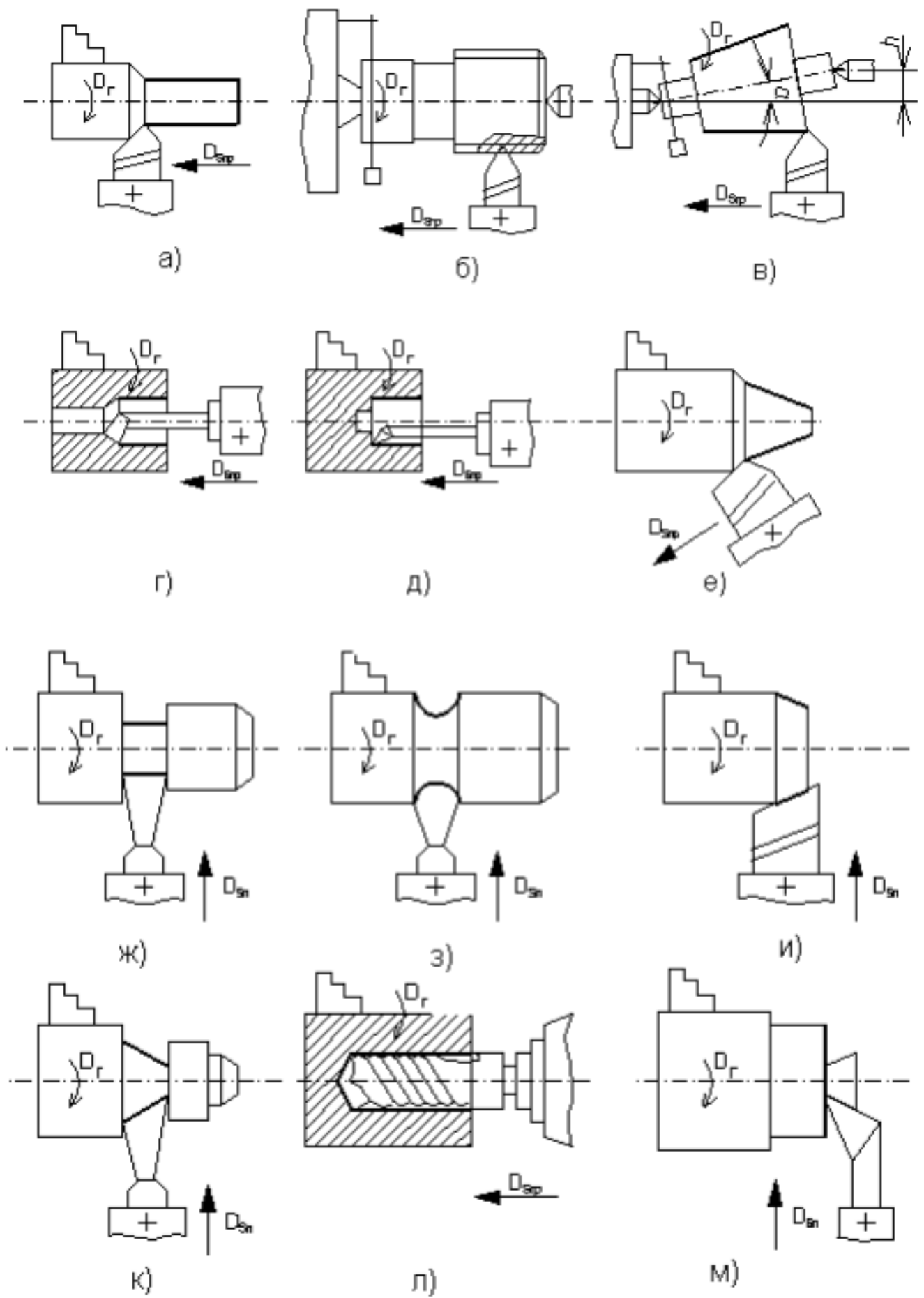


Рис. 8. Схемы обработки поверхностей заготовок  
 на токарно-винторезных станках

## Лоботокарные станки

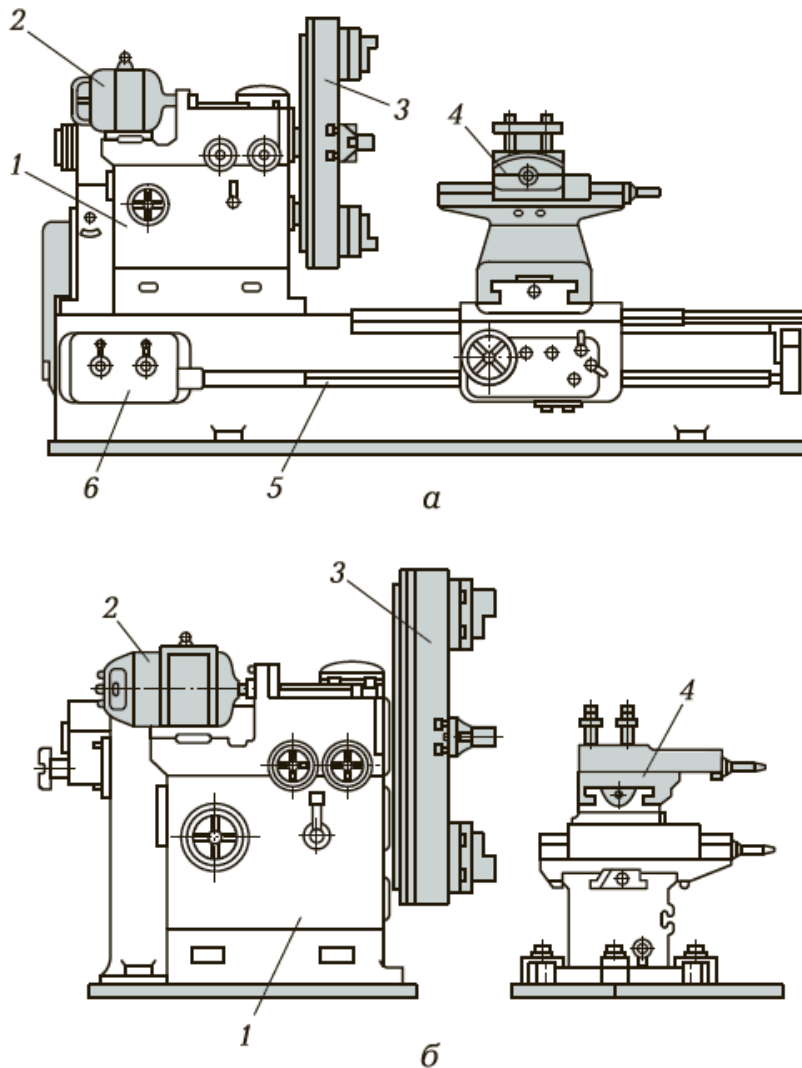


Рис. 4.7. Лоботокарные станки с единой (а) и раздельной (б) станиной:

1 — коробка скоростей; 2 — главный электродвигатель; 3 — планшайба; 4 — суппорт; 5 — ходовой вал; 6 — коробка подач

Лоботокарные станки (рис.4.7) служат для обработки заготовок тел вращения небольшой высоты и больших диаметров: шкивов, вагонных колес, маховиков и др. На станках этого типа обтачивают наружные цилиндрические и конические поверхности, обрабатывают торцы, растачивают и протачивают канавки.

Лоботокарные станки могут иметь планшайбу 3 диаметром до 4 м, задняя бабка у них отсутствует. У средних станков коробка скоростей 1 и суппорт 4 расположены на одной станине (рис.4.7, а).

Главное вращательное движение шпинделю вместе с планшайбой 3 сообщается от электродвигателя 2 через коробку скоростей 1, движение подачи — суппорту 4 через коробку подач 6 и ходовой вал 5.

Крупные станки выполняют с обособленным суппортом 4 (рис.4.7, б), что дает возможность обрабатывать заготовки, диаметр которых превышает размер планшайбы, для чего в фундаменте под планшайбой делают выемку. Суппорт этих станков получает перемещение от отдельного двигателя, а в некоторых моделях от шпинделя через храповое устройство. Для установки, выверки и закрепления тяжелой заготовки требуется

много времени, поэтому заготовки с диаметрами 2 м и более следует обрабатывать на токарно-карусельных станках, которые имеют горизонтальную планшайбу.

## Токарно-револьверные станки (ТРС)

Токарно-револьверные станки классифицируются следующим образом (рис. 5):

- по массе — легкие, средние и тяжелые;
- по расположению оси револьверной головки — вертикально и горизонтально;
- по степени автоматизации — универсальные с ручным управлением, полуавтоматы с управлением по упорам, автоматы с управлением от кулачков и токарно-револьверные с ЧПУ;
- по виду обрабатываемой заготовки — прутковые и для штучных заготовок.

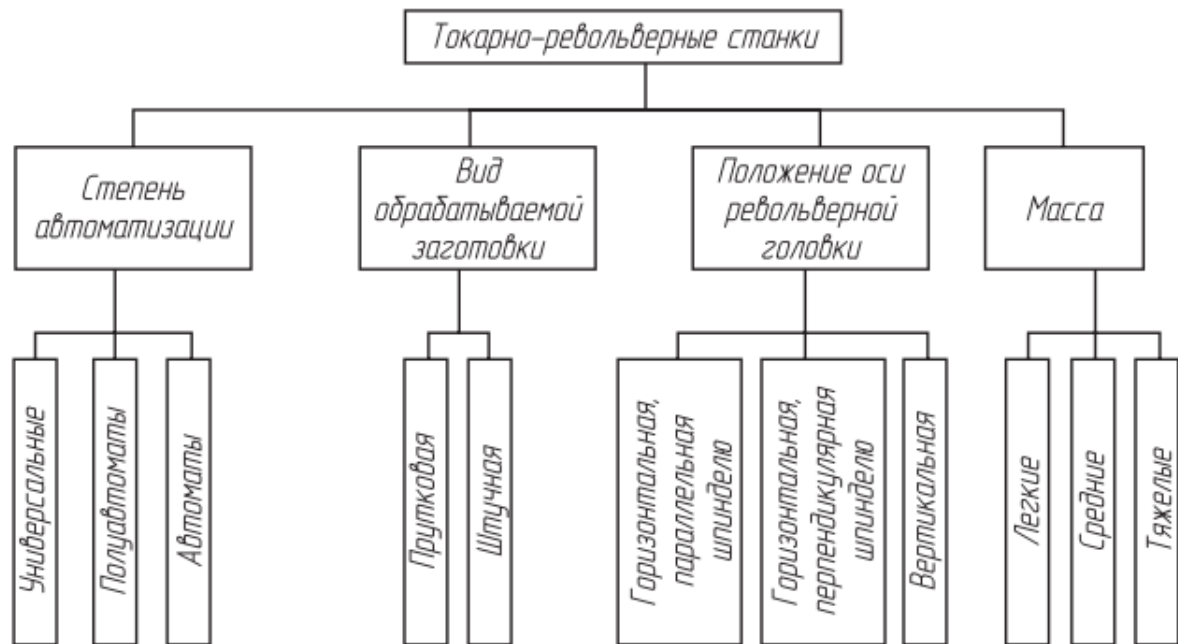


Рис. 5. Классификация токарно-револьверных станков

ТРС классифицируются по роду обрабатываемых заготовок:

- легкие — для обработки пруткового (круглого, многогранного) материала;
- среднего размера — для обработки пруткового материала и штучных заготовок;
- тяжелые — для обработки штучных заготовок в патроне.

Типажом станков предусмотрены ТРС с наибольшим диаметром обрабатываемых прутков 10, 16, 18, 25, 40, 65 и 100 мм. Патронные станки обрабатывают заготовки диаметром от 160 до 630 мм.

На ТРС используются три метода образования поверхностей:

- на ТРС с ручным управлением и автоматах и полуавтоматах — осевым размерным инструментом (сверла, зенкеры, зенковки, цековки, развертки, метчики) с подачей от коробки подач;
- на ТРС с ручным управлением — настройкой резцов на размер (получение нужного диаметра) и по упорам (получение нужной длины резания) с подачей от коробки подач;
- на ТРС-автоматах — с помощью кулачков, осуществляющих как продольную, так и поперечную подачу

Токарно-револьверные станки применяют в серийном производстве для изготовления деталей сложной конфигурации из прутка (до  $\Phi 100$  мм) или штучных заготовок (до  $\Phi 630$  мм). В зависимости от этого станки подразделяют на прутковые и патронные.

Особенностью конструкции токарно-револьверных станков является наличие поворотного, режущего линейно перемещаемого, инструментального держателя (револьверной головки), в которой располагаются необходимые для обработки комплекты инструментов в требуемой последовательности. В этих станках, как правило, отсутствует задняя бабка.

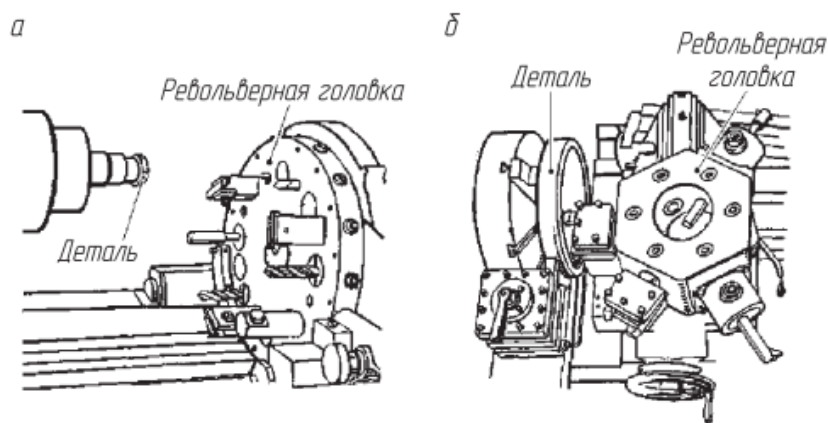


Рис. 6. Основные виды револьверных головок

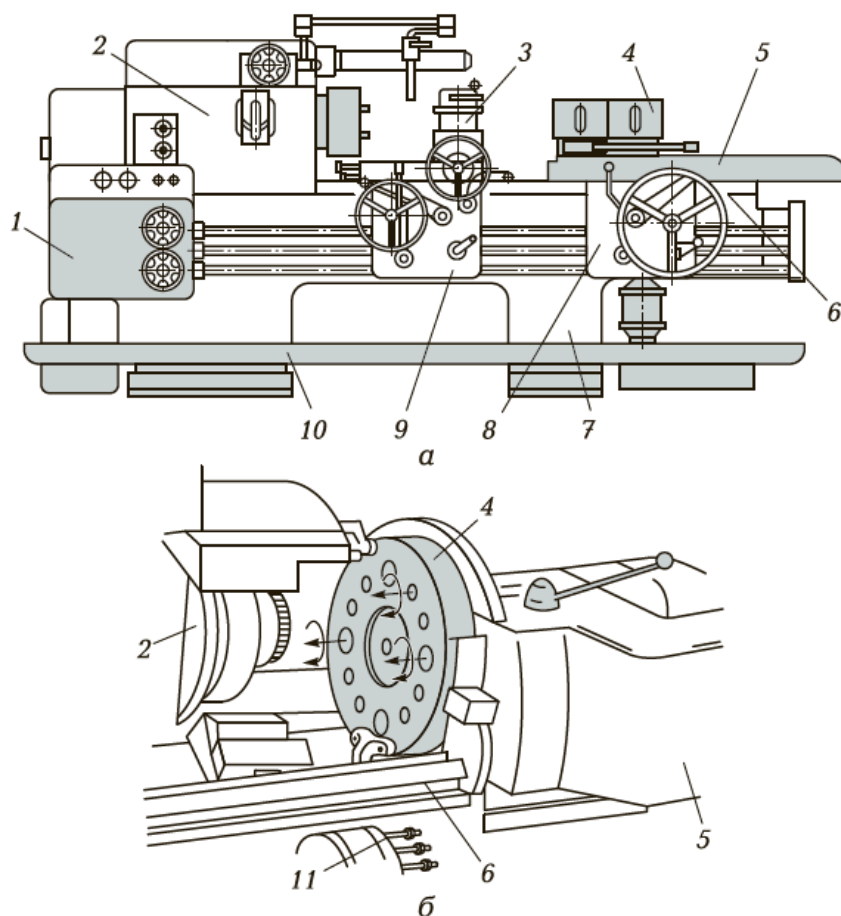


Рис. 4.8. Токарно-револьверный станок с вертикальной (а) и горизонтальной (б) осью вращения револьверной головки:  
 1 — коробка подач; 2 — шпиндельная бабка; 3 — поперечный суппорт; 4 — револьверная головка; 5 — продольный суппорт; 6 — направляющая; 7 — станина; 8, 9 — фартуки продольного и поперечного суппортов соответственно; 10 — поддон; 11 — упор

Расположение оси поворота револьверной головки определяет компоновку токарно-револьверных станков: с вертикальной осью вращения револьверной головки 4 (рис.4.8, а) и горизонтальной (рис.4.8, б).

Шпиндельная бабка 2 крепится на станине 7, суппорты 3 и 5 перемещаются по направляющим 6 станины, сообщая инструменту движение подачи. Рукоятки управления находятся на фартуках 8 и 9. Поддон 10 служит для сбора стружки.

На станке можно одновременно выполнять обработку инструментами, закрепленными в револьверной головке 4 и в поперечном суппорте 3, что позволяет увеличить производительность благодаря параллельной обработке поверхностей несколькими инструментами. Повышению производительности и рентабельности станков способствует их предварительная настройка на обработку заданной детали и последующая работа по упорам 11.

По форме револьверные головки могут быть цилиндрическими и призматическими (обычно с шестью гранями). После каждого рабочего хода револьверная головка поворачивается, и рабочую позицию занимает следующий режущий инструмент или группа инструментов, расположенных на специальной оправке.

Основными параметрами токарно-револьверных станков являются наибольший диаметр обрабатываемого прутка и наибольший диаметр обрабатываемой поверхности штучной заготовки над станиной и над суппортом. К основным параметрам относятся также габаритные размеры рабочей зоны станка, определяющие наибольшую длину обрабатываемой заготовки.

Главное движение в токарно-револьверном станке – вращение шпинделя, несущего заготовку; движение подачи – продольное и поперечное (в станках с горизонтальной осью вращения револьверной головки – круговое за счет вращения головки) перемещения суппорта, несущих инструмент.

Токарно-револьверные станки с ручным управлением имеют преселективное или автоматическое управление переключением частоты вращения шпинделя и подач суппорта. При преселективном управлении рукоятки переключения устанавливают во время работы станка в положения, соответствующие режимам, выбранным для следующего перехода, а переключение на новый режим работы происходит поворотом одной рукоятки в момент подачи команды на переключение.

Основные узлы токарно-револьверного станка с вертикальной осью вращения револьверной головки в значительной степени похожи по конструкции на аналогичные узлы токарно-винторезных станков.

Шпиндельная бабка станков средних и больших размеров имеет встроенную коробку скоростей, обеспечивающую по сравнению с таким же узлом токарно-винторезного станка меньший диапазон регулирования и меньшее число ступеней частоты вращения шпинделя. В шпиндельной бабке станков малого размера монтируется только шпиндель. Изменение частоты вращения шпинделя обеспечивает редуктор, установленный в основании станка и связанный со шпинделем ременной передачей.

Коробка подач 1 по конструкции проще коробки подач токарно-винторезных станков, так как токарно-револьверные станки имеют меньший диапазон регулирования

частоты вращения и меньшее число ступеней подач. Кроме того, в коробке подач отсутствуют элементы, необходимые для нарезания резьбы резцом с помощью ходового винта.

Токарно-револьверный станок с ручным управлением является универсальным станком. На нем можно изготавливать детали из прутка, а также из штучных заготовок, закрепляемых в патроне. Станок оснащается гидроприводом для подачи и зажима прутка в цанговом патроне (с допуском на диаметр прутка  $\pm 1$  мм). Зажим штучных заготовок производится с помощью прилагаемого к станку приводного патрона.

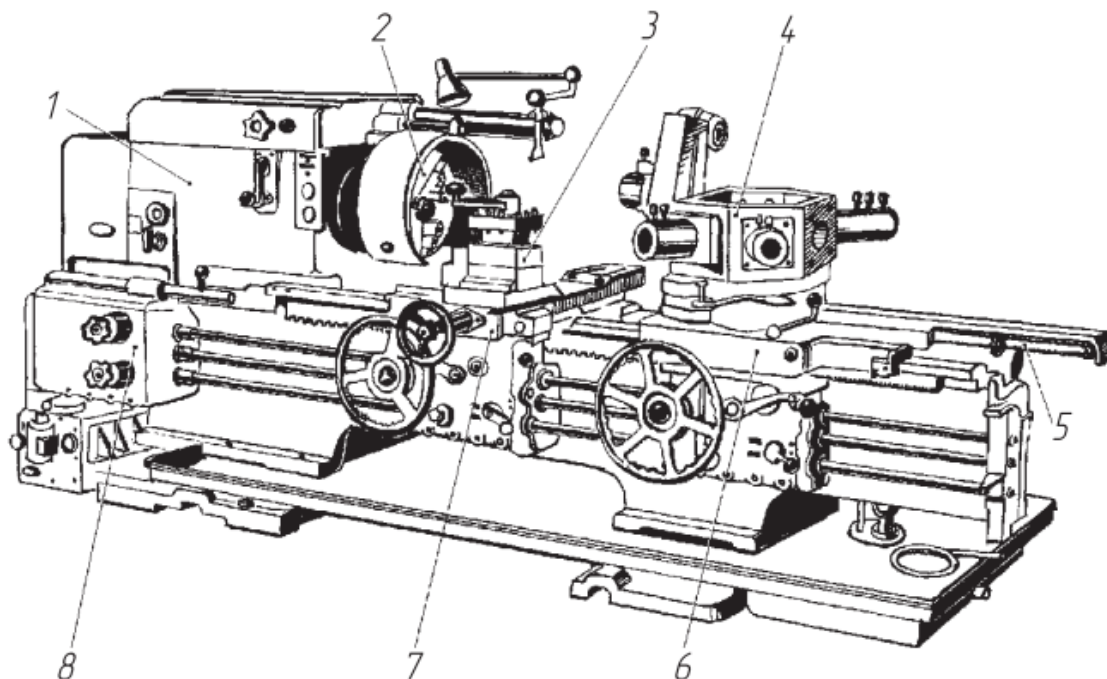


Рис. 15. Токарно-револьверный станок модели 1П371: 1 – передняя бабка с коробкой скоростей; 2 – шпиндель с патроном; 3 – резцедержатель поперечного суппорта; 4 – револьверная головка; 5 – барабан продольных упоров; 6 – револьверный суппорт; 7 – поперечный суппорт; 8 – коробка подач.

### Технические характеристики станка 1П371

Характеристика	Значение
Высота центров, мм	315
Расстояние от шпинделя до револьверной головки, мм	От 320 до 1400
Перемещение револьверной головки, мм	До 1080
Продольное перемещение поперечного суппорта, мм	До 1080
Поперечное перемещение поперечного суппорта, мм	До 410
Сечение резца поперечного суппорта, мм	25 x 40
Давление масла в гидросистеме, МПа	2,45
Максимальное усилие резания, кН:	
револьверного суппорта	31,4
поперечного суппорта, продольное	31,4
поперечного суппорта, поперечное	19,6



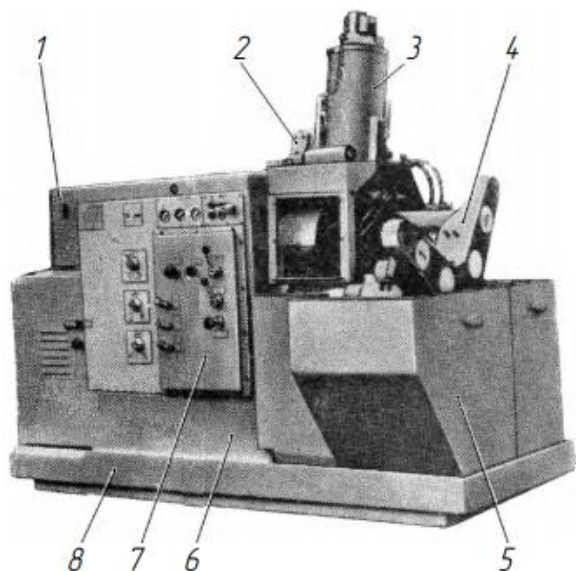


Рис. 18. Общий вид станка модели 1М425:1 – электрошкаф; 2 – кронштейн, на котором смонтированы горизонтальный и вертикальный суппорты; 3 – суппорт вертикальный; 4 – суппорт револьверный; 5 – ограждение; 6 – станина; 7 – пульт управления; 8 – корыто, в котором смонтирован станок и в которое собираются потеки масла и падает стружка.



Рис. 22. Станок токарно-револьверный патронно-прутковый с ЧПУ 1В340Ф30

На станке 1В340Ф30 можно обрабатывать детали из прутка диаметром 25. . .40 мм и штучных заготовок диаметром до 200 мм в условиях мелкосерийного и серийного производства. Максимальная длина обработки 120 мм. Над станиной наибольший диаметр устанавливаемого изделия до 400 мм.

### Карусельные станки

Карусельные станки применяют для обработки заготовок тяжелых деталей большого диаметра, но сравнительно небольшой длины. На них можно обрабатывать и растачивать цилиндрические и конические поверхности, подрезать торцы, подрезать кольцевые канавки, сверлить, зенкеровать, развертывать и др. Основными размерами карусельных станков считают наибольший диаметр и высоту обрабатываемой на станке заготовки. При этом каждая последующая по размеру модель станка позволяет обрабатывать заготовку в

1,25 раза большую по диаметру, чем предыдущая, т.е. у карусельных станков принят знаменатель размерного ряда  $\phi = 1,26$ .

Главным движением резания является вращение стола, несущего заготовку, движениями подачи – горизонтальное и вертикальное перемещения суппорта.

К вспомогательным движениям относится быстрое вертикальное перемещение поперечины, поворот револьверной головки и др.

Вертикальная подача бокового суппорта используется для обработки наружных поверхностей различного профиля, а горизонтальная – для прорезания канавок, снятия фасок и т.д. Горизонтальная подача вертикального суппорта используется для обработки торцовых плоскостей, вертикальная подача его – для обработки наружных и внутренних поверхностей.

По компоновке карусельные станки подразделяют на одно- и двухстоечные.

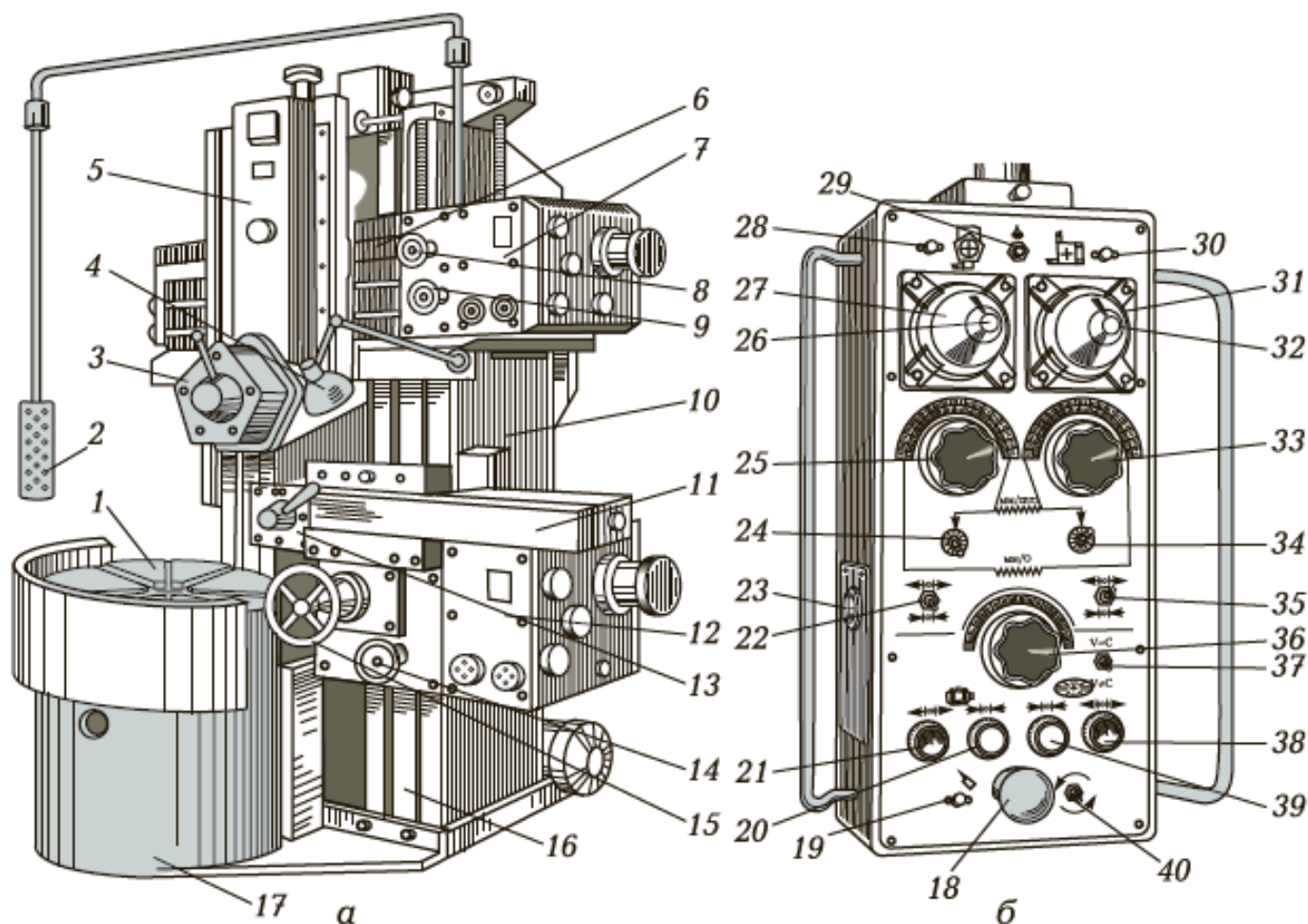


Рис. 4.10. Одностоечный токарно-карусельный станок:

*а* – общий вид; *б* – подвесной пульт управления; 1 – планшайба; 2 – пульт; 3 – пятипозиционная револьверная головка; 4 – лампа местного освещения;

5 — вертикальный суппорт; 6 — поперечина (траверса); 7 — коробка подач вертикального суппорта; 8, 9 — маховики ручного перемещения вертикального суппорта; 10 — станина; 11 — боковой (горизонтальный) суппорт; 12 — коробка подач бокового суппорта; 13 — четырехпозиционный резцедержатель; 14, 15 — маховики ручного перемещения бокового суппорта; 16 — направляющие станка; 17 — стол; 18 — кнопка аварийной остановки станка; 19 — сигнальная лампочка; 20 — кнопка останова двигателя главного привода; 21 — кнопка «Пуск двигателя»; 22 — включение и отключение тормоза перемещений верхнего суппорта; 23 — кнопка поворота револьверной головки на другую позицию; 24 — переключатель рабочих подач и установочных перемещений вертикального суппорта; 25 — рукоятка установки величины подачи верхнего суппорта; 26 — кнопка включения выбранной подачи верхнего (вертикального) суппорта; 27 — переключатель направления перемещения вертикального суппорта; 28 — сигнальная лампочка верхнего суппорта (горит, когда суппорт работает); 29 — включение местного освещения; 30 — сигнальная лампочка бокового суппорта (горит, когда суппорт работает); 31 — переключатель направления перемещения бокового суппорта; 32 — кнопка включения выбранной подачи бокового суппорта; 33 — рукоятка установки величины подачи бокового суппорта; 34 — переключатель рабочих подач и установочных перемещений бокового суппорта; 35 — включение и отключение тормоза перемещений бокового суппорта; 36 — кнопка вращения планшайбы в толчковом режиме; 37 — переключатель для включения (отключения) скорости резания: сразу или постепенно; 38 — кнопка пуска планшайбы; 39 — кнопка останова планшайбы; 40 — переключатель с нормального режима на толчковый

На рис.4.10 показан общий вид и органы управления одностоечного токарно-карусельного станка, предназначенного для токарной обработки крупногабаритных заготовок диаметром до 1250 мм. На нем выполняют различные виды токарной обработки: обтачивание и растачивание цилиндрических и конических поверхностей, сверление, зенкерование, развертывание, прорезание канавок, обтачивание плоских торцовых поверхностей, отрезание, а при наличии специальных приспособлений — нарезание резьбы и обработка фасонных поверхностей.

Основные узлы станка: станина со стойкой, стол (планшайба), поперечина (траверса), вертикальный суппорт с пятигранной револьверной головкой, боковой суппорт, привод планшайбы, механизмы подач суппортов.

Обработка на станках токарно-карусельной группы осуществляется на высоких скоростях. Это допустимо потому, что заготовка и шпиндель не испытывают значительных консольных нагрузок, так как планшайба закреплена на рабочем столе особым образом.

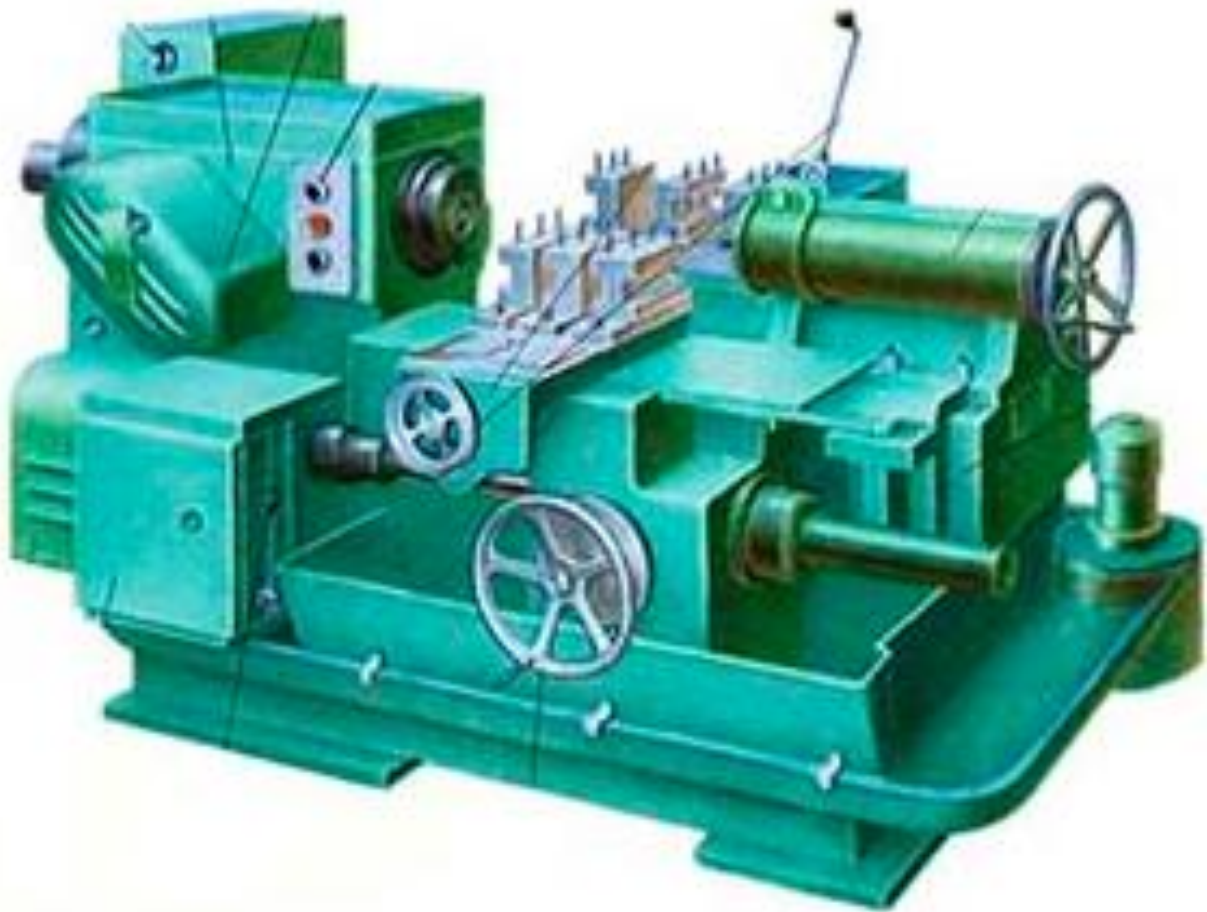
Кроме основного движения и движения подачи, на станках данной группы используется совершаемое поперечиной (ее также называют траверсой) дополнительное движение. С его помощью режущий инструмент подводится к поверхности обрабатываемой заготовки.

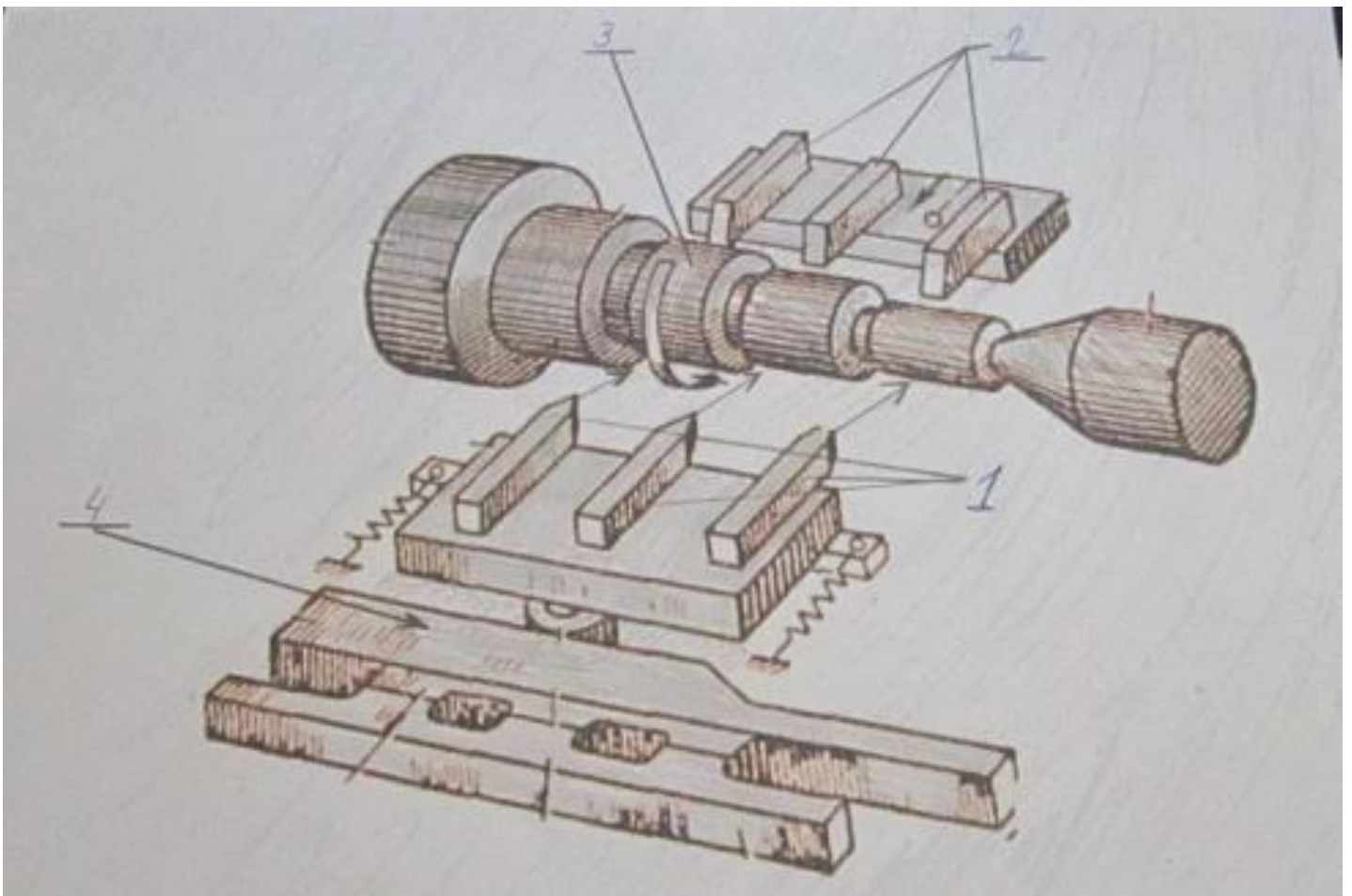


## Токарные многорезцовые станки

Токарные многорезцовые станки являются высокопроизводительными специализированными токарными станками, предназначенными для обработки (в патроне или в центрах) деталей типа ступенчатых валов, блоков шестерен и т.п. в условиях серийного и массового производства.

Наличие у многорезцового токарного станка двух и более суппортов, на каждом из которых может быть установлено несколько одновременно работающих резцов, позволяет сократить машинное время, так как каждый резец проходит при обработке лишь часть всей длины заготовки, и время работы суппортов может быть совмещено. Передний суппорт служит для обтачивания отдельных ступеней валов и имеет продольную рабочую подачу. (перемещение). Заднему суппорту сообщается только поперечная подача, необходимая для проточки канавок, подрезки торцов, снятие фасок и для обработки небольших фасонных поверхностей фасонными резцами.





*На рис.1 показана обработка на многорезцовом станке.*

- 1. Резцы на переднем суппорте предназначены для продольной подачи, стрелками показаны шейки, которые обработал каждый из резцов.*
- 2. Резцы на заднем суппорте, в данной технологической операции, они исполняли поперечную подачу, то есть шла нарезка канавок.*
- 3. Собственно сама деталь.*
- 4. Плита управления передним суппортом.*

*Таким образом за один, или два рабочих хода получается готовая деталь.*

Токарные многорезцовые станки работают по полуавтоматическому циклу. Рабочий только устанавливает заготовку, пускает станок и снимает готовую деталь; это позволяет одному рабочему обслуживать одновременно нескольких станков (многостаночное обслуживание).

Конструкции многорезцовых токарных станков отличаются высокой жесткостью узлов (станины, суппортов, передний и задней бабок), что необходимо в связи с большим сечением стружки, снимаемой одновременно несколькими резцами.

## **Токарные автоматы и полуавтоматы**

### **Назначение и классификация.**

Автоматом называется станок, в котором автоматизированы все основные и вспомогательные движения, необходимые для выполнения технологического цикла обработки заготовки, а также загрузка заготовки и выгрузка обработанной детали.

Полуавтоматом называется станок, в котором автоматизированы все основные и вспомогательные движения, составляющие цикл обработки одной заготовки.

Конструктивным признаком автомата является наличие полного комплекта механизмов для выполнения рабочих и вспомогательных ходов, автоматизирующих цикл, а также систему управления, координирующую их работу. Полуавтомат от автомата отличается тем, что в комплекте автоматизированных механизмов отсутствует загрузочно-разгрузочное устройство и эту операцию выполняют вручную или с помощью дополнительных средств механизации. Таким образом, для повторения цикла требуется вмешательство человека (загрузка заготовок, съем изделий, ориентирование, зажим заготовок).

**Одношпиндельные фасонно-отрезные автоматы.** Для изготовления из прутка мелких деталей простой формы в условиях крупносерийного и массового производства применяют одношпиндельные фасонно-отрезные автоматы. Пруток закрепляется во вращательном шпинделе с помощью цангового патрона. Обработка резцами, закрепленными в суппортах, перемещающихся только в поперечном направлении. Заданная длина детали обеспечивается выдвиганием прутка до подвижного упора. Некоторые модели фасонно-отрезных автоматов имеют продольный суппорт для сверления отверстий.

**Одношпиндельные автоматы продольного течения.** Автоматы продольного течения предназначены для изготовления из прутка высокоточных деталей относительно большой длины и малого диаметра в условиях массового производства.

#### **Одношпиндельные токарно-револьверные автоматы.**

Эти автоматы используют для изготовления деталей сложной конфигурации в условиях массового производства. Применение метода групповой технологии, заключающегося в обработке на станке группы однотипных деталей, близких по размерам и конфигурации, позволяет эффективно использовать автоматы в условиях крупносерийного производства.

#### **Многошпиндельные токарные полуавтоматы и автоматы**

Такое оборудование характеризуется широкими технологическими возможностями при изготовлении различных деталей. По сравнению с одношпиндельными многошпиндельные автоматы и полуавтоматы обеспечивают более высокую степень концентрации обработки, что способствует повышению их производительности, уменьшению станкоемкости, сокращению площади, занимаемой оборудованием.

По принципу работы эти автоматы подразделяют на автоматы параллельного и последовательного действия. На автоматах параллельного действия на всех шпинделях производятся одновременно одинаковые операции и за один цикл работы завершается обработка заготовок, число которых соответствует числу шпинделей.

Наибольшее распространение получили многошпиндельные автоматы и полуавтоматы последовательного действия. На таких автоматах заготовки с загрузочной позиции путем периодического поворота и индексации шпиндельного стола или шпиндельного блока последовательно подводятся к рабочим позициям и одновременно обрабатываются группами инструментов в соответствии с технологическим процессом.

Большое число рабочих позиций и шпинделей позволяет использовать их в различных сочетаниях.

Загрузка заготовок и выгрузка обработанных деталей совмещаются во времени с обработкой и выполняются специальными механизмами.

Многошпиндельные токарные автоматы и полуавтоматы широко применяют в серийном и массовом производстве. Их подразделяют: по назначению – на универсальные и специализированные; по виду заготовки – на прутковые и патронные; по расположению шпинделей – на горизонтальные и вертикальные.

### **Специализированные токарные станки**

К группе токарных станков относятся, помимо рассмотренных, также разнообразные специализированные станки, предназначенные для токарной обработки деталей, изготавливаемых крупными сериями в различных отраслях промышленности.

На заводах, выпускающих и эксплуатирующих прокатное оборудование, находят применение специализированные вальцетокарные станки для чернового и чистового обтачивания валков прокатных станков. Эти станки отличаются высокой жесткостью, что в сочетании с большой мощностью привода позволяет полностью использовать возможности оснащенного твердым сплавом инструмента. Станки этого вида оснащаются несколькими суппортами и специальными люнетами, позволяющими устанавливать парный валок при калибровании, которое может производиться с помощью электрокопировальных устройств.

В металлургической промышленности применяют специальные токарные станки для обдирки цилиндрических и конических слитков круглого и квадратного сечения, для отрезки головной части (прибыли) слитка, для разрезки многогранных бандажных слитков на заготовки для коле и бандажей колесных пар подвижного состава железных дорог.

### **Токарно-винторезные станки с ЧПУ**

Классификация и назначение. Токарные станки с ЧПУ предназначены для наружной и внутренней обработки сложных по форме заготовок типа тел вращения.

*Токарные станки с ЧПУ классифицируют по следующим признакам:*

расположению оси шпинделя (горизонтальные и вертикальные);

числу используемых в работе инструментов (одно- и много-инструментальные) и способам их закрепления (на суппорте, в револьверной головке, в магазине инструментов);

виду выполняемых работ (центровые, патронные, патронно-центровые, карусельные, прутковые);

степени автоматизации (полуавтоматы и автоматы).



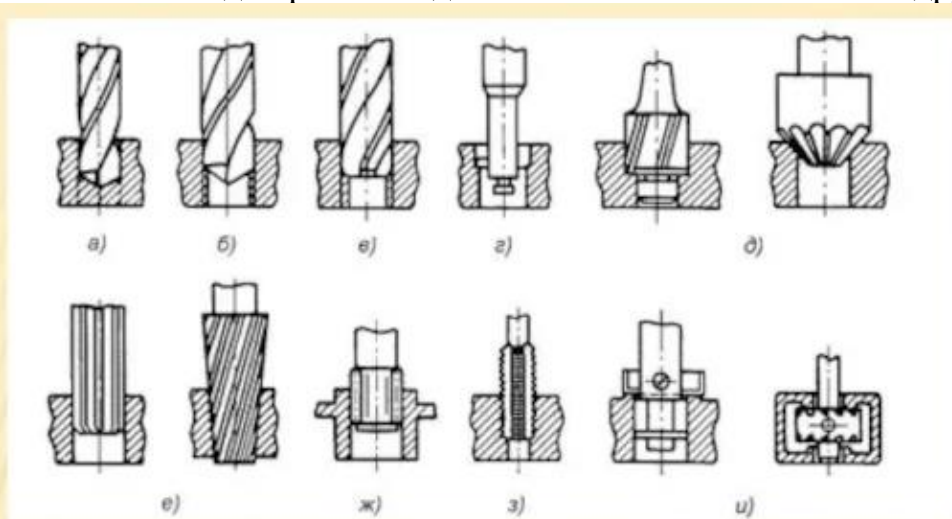
## Тема 3.2. Станки сверлильно-расточной группы

### Назначение и классификация

Сверлильные станки предназначены для выполнения следующих работ:

- сверление сквозных и глухих отверстий (рис. 3.1, а), при этом обеспечивается возможность получения параметра шероховатости поверхности не ниже 12-13\_го качества и  $Ra = 6,3...15$  мкм;
- рассверливание отверстий — увеличение диаметра спиральным сверлом (см. рис. 3.1, б);
- зенкерование, позволяющее получить более высокий качество и меньшее значение параметра шероховатости поверхности отверстий по сравнению со сверлением (см. рис. 3.1, в) — точность 11— 13\_й качество,  $Ra = 10...15$  мкм;
- растачивание отверстий, осуществляемое резцом на сверлильном станке (см. рис. 3.1, г);
- зенкование, выполняемое для получения у отверстий цилиндрических и конических углублений и фасок для головки болтов, и винтов (см. рис. 3.1, д); развертывание отверстий, применяемое для получения необходимых параметров точности (7—11\_й качество) и шероховатости,  $Ra = 1,25...15$  мкм (см. рис. 3.1, е);
- выглаживание, производимое специальными роликовыми оправками, или развальцовывание, имеющее назначение уплотнения — сглаживания гребешков на поверхности отверстия после развертывания деталей из дюралюминия, магниевых сплавов и др. (см. рис. 3.1, ж);
- нарезание внутренней резьбы метчиком (см. рис. 3.1, з); при использовании комбинированного инструмента получают сложные поверхности;
- цекование — подрезание торцов наружных и внутренних приливов и бобышек (см. рис. 3.1, и).

Кроме перечисленных видов работ на данных станках выполняют и другие операции.



#### Работы, выполняемые на сверлильных станках:

- а — сверление отверстий; б — рассверливание; в — зенкерование;
- г — растачивание; д — зенкование; е — развертывание;
- ж — выглаживание; з — нарезание внутренней резьбы;
- и — цекование

• нарезание внутренней резьбы метчиком (рис. 1, з); при использовании комбинированного инструмента получают сложные поверхности;

• цекование — подрезание торцов наружных и внутренних приливов и бобышек



Формообразующими движениями при обработке отверстий на сверлильных станках являются **главное вращательное движение инструмента** и поступательное движение подачи инструмента вдоль его оси.

**Основной параметр станка** – наибольший условный диаметр сверления отверстия (по стали). Кроме того, станок характеризуется вылетом и наибольшим ходом шпинделя, скоростными и другими показателями.

**Сверльно-расточные станки по классификатору** отнесены ко второй группе, внутри которой их делят на следующие типы:

- 1 – вертикально-сверлильные;
- 2 – одношпиндельные полуавтоматы;
- 3 – многошпиндельные полуавтоматы;
- 4 – координатно-расточные;
- 5 – радиально-сверлильные;
- 6 – горизонтально-расточные;
- 7 – алмазно-расточные;
- 8 – горизонтально-сверлильные;
- 9 – разные сверлильные.

Буквенно-цифровое обозначение на корпусе указывает:

1. Первая цифра — на группы по таблице классификации металлообрабатывающего оборудования;
2. Вторая цифра – на тип оборудования;
3. Если на втором месте указывается буква, то это говорит о модернизации базовой модели;
4. Максимальный диаметр сверления в мм определяется по значению последних 2 цифр.

Если в конце стоят буквы «Н», «П», «В», «А», «С», то они указывают на точность, «М» — магазина со сменным инструментом.

В зависимости от области применения различают универсальные и специальные станки. Находят широкое применение и специализированные станки крупносерийного и массового производства, которые создаются на базе универсальных станков путем их оснащения многошпиндельными сверлильными и резбонарезными головками и автоматизации цикла работы.

Из широкой номенклатуры сверлильных станков можно выделить следующие основные типы универсальных станков: вертикально-сверлильные одношпиндельные и многошпиндельные (рис.11.1); радиально-сверлильные (рис. 11.2); горизонтально-сверлильные для глубокого сверления (рис.11.3)

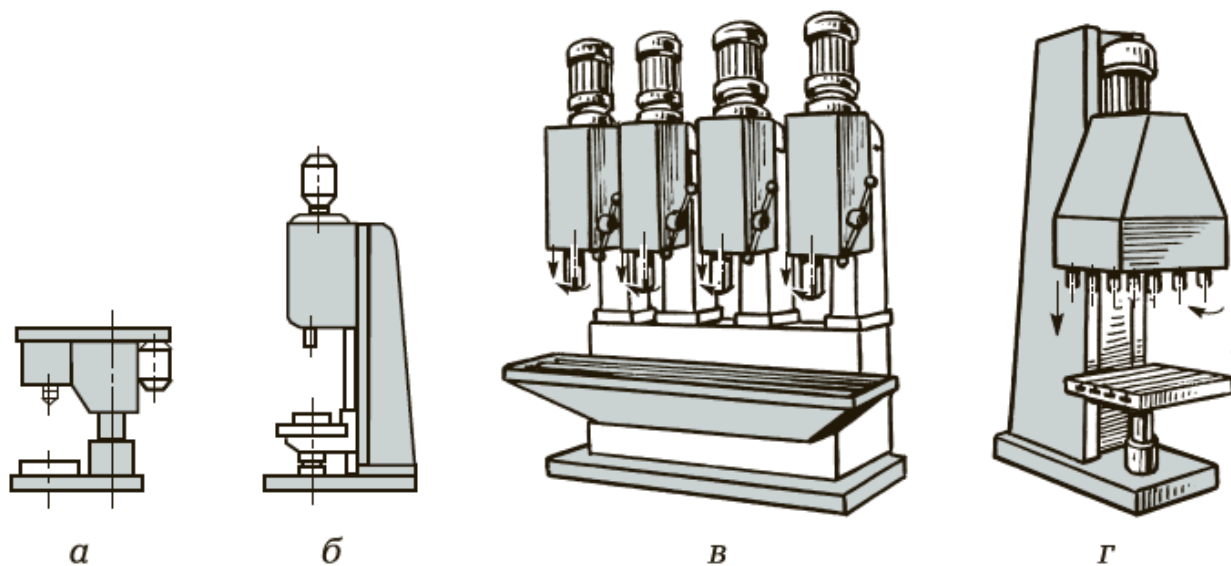


Рис. 11.1. Одношпиндельные (а, б) и многошпиндельные (в, г) вертикально-сверлильные станки:

а — настольный; б — среднего размера; в — на общей станине; г — с регулируемыми шпинделями

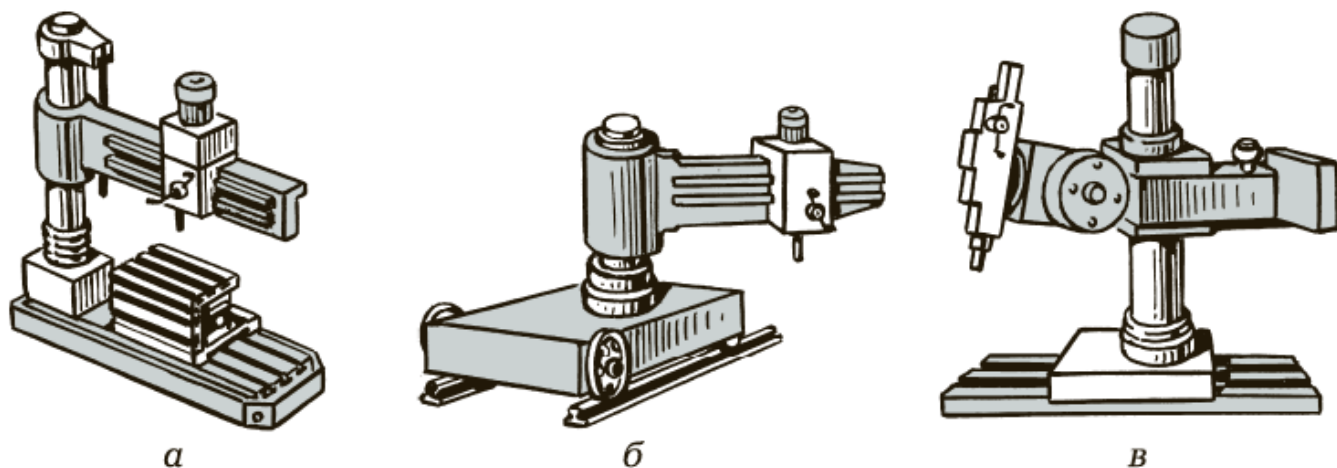


Рис. 11.2. Радиально-сверлильные станки:

а — стационарный; б — передвижной по рельсам; в — переносной

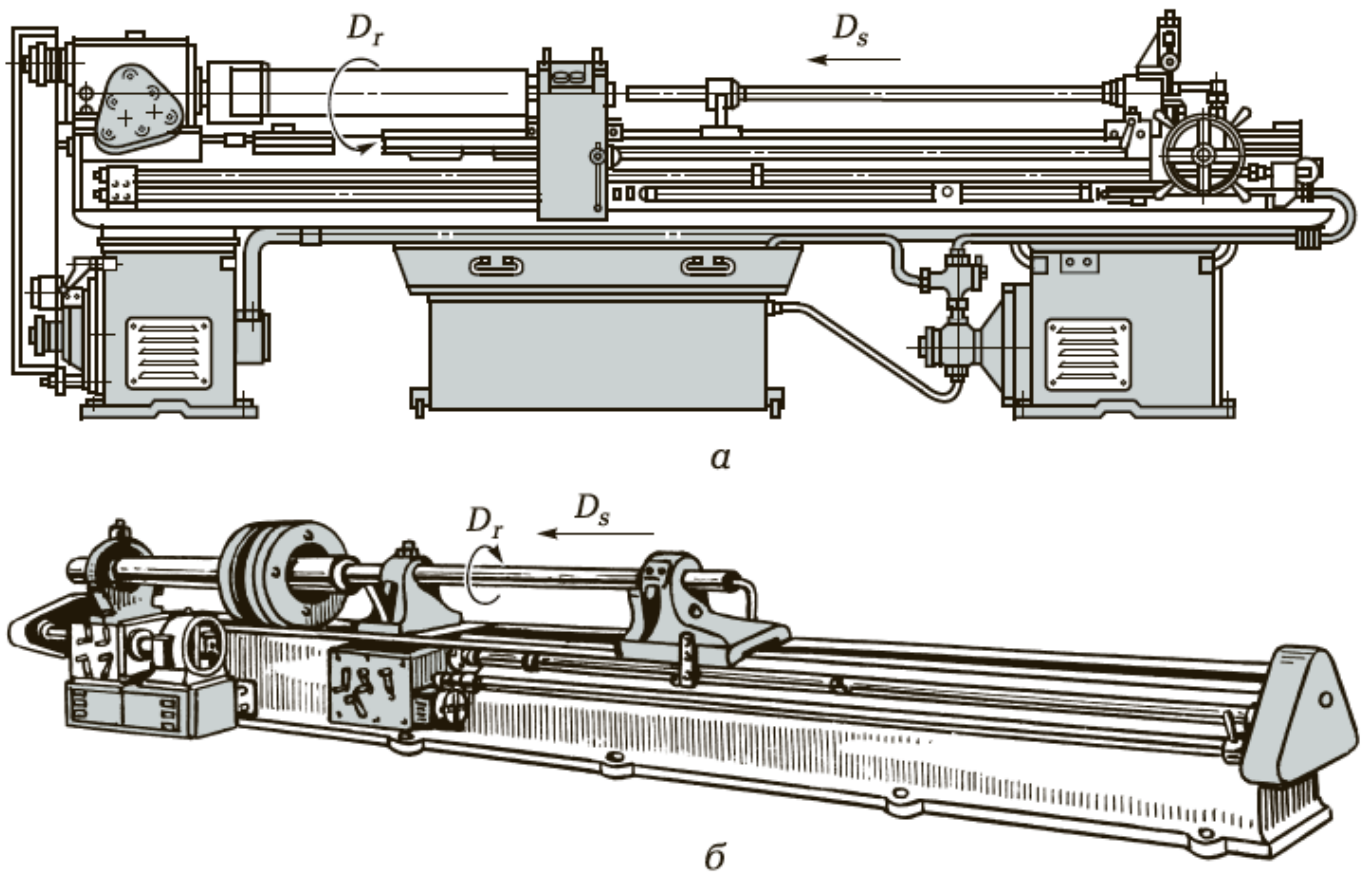


Рис. 11.3. Горизонтально-сверлильные станки для глубокого сверления вращающихся заготовок (а) и (б):

$D_r$ ,  $D_s$  — направления главного движения и подачи соответственно

Вертикально-сверлильные станки можно подразделить на три группы:  
**легкие** (настольного типа) — с наибольшим диаметром сверления 3; 6 и 12 мм;  
**средние** — с наибольшим диаметром сверления 18; 25; 35 и 50 мм;  
**тяжелые** — с наибольшим диаметром сверления 75 мм.

При выборе оборудования необходимо правильно подобрать компоновку станка и технические характеристики согласно планируемым работам.

### 1. Тип станка.

При обработке больших и тяжелых заготовок больше подходят радиально-сверлильные, маленьких — вертикальные.

### 2. Мощность.

От этого параметра напрямую зависит производительность и расход электроэнергии.

### 3. Напряжение питания.

220 В — небольшое оборудование, 380 В — профессиональные станки.

### 4. Максимальный диаметр сверления.

Этот параметр характеризует максимальный диаметр сверления в стали 45.

### 5. Частота вращения шпинделя.

Зависит от редуктора станка и, в зависимости от оборудования, может составлять 2000–3000 об/мин. Различные материалы обрабатываются на различных частотах вращения.

## Вертикально-сверлильные станки

Вертикально-сверлильные станки предназначены для сверления, рассверливания, зенкерования, зенкования, развертывания, нарезания резьбы машинными метчиками, цекования деталей в единичном и мелкосерийном производстве.

На станине 1 вертикально-сверлильного станка (рис.11.4) размещены основные узлы.

Станина имеет вертикальные направляющие, по которым перемещаются стол 9 и сверлильная головка 3, несущая шпиндель 7 и электродвигатель 2. Заготовку устанавливают на столе 9 станка, причем соосность отверстия заготовки и шпинделя достигается перемещением заготовки.

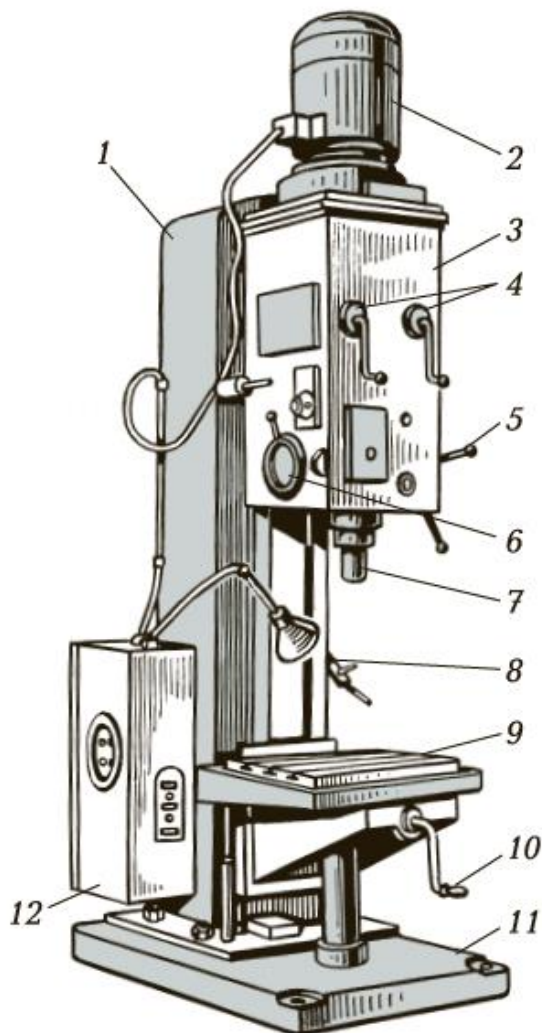


Рис. 11.4. Вертикально-сверлильный станок:

1 — станина; 2 — электродвигатель; 3 — сверлильная головка; 4 — рукоятки переключения скоростей и подачи; 5 — штурвал ручной подачи; 6 — лимб контроля глубины обработки; 7 — шпиндель; 8 — шланг для подачи СОЖ; 9 — стол; 10 — рукоятка подъема стола; 11 — фундаментная плита; 12 — шкаф с электрооборудованием



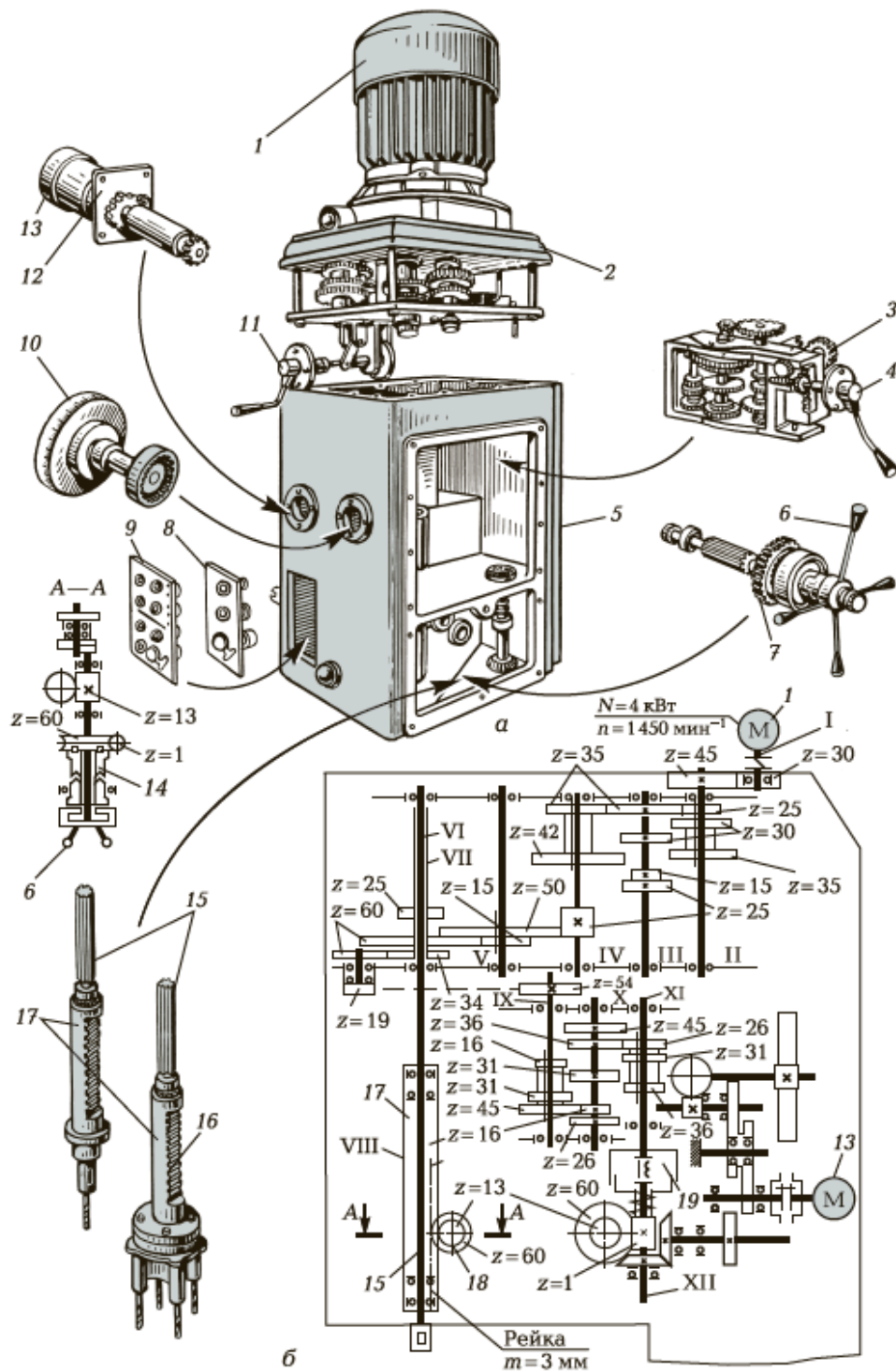


Рис. 11.5. Сверлильная головка (а) и кинематическая схема (б) вертикально-сверлильного станка:

1 — двухскоростной электродвигатель главного движения; 2 — коробка скоростей; 3 — коробка подач; 4 — рукоятка переключения подачи; 5 — корпус головки; 6 — штурвал перемещения гильзы шпинделя; 7 — механизм перемещения гильзы; 8 — кнопочная станция; 9 — панель управления; 10 — механизм установки глубины сверления; 11 — рукоятка переключения угловых скоростей; 12 — механизм ускоренного перемещения шпинделя; 13 — электродвигатель ускоренного перемещения шпинделя; 14 — муфта; 15 — шпиндель для одного или нескольких инструментов; 16 — рейка; 17 — гильза шпинделя; 18 — реечное колесо; 19 — предохранительная муфта; I—XII — валы

Для извлечения инструмента из конуса шпинделя применяют специальный механизм, состоящий из выбивного кулачка, обоймы и кожуха. При подъеме шпинделя обойма задерживается нижней стенкой корпуса сверлильной головки, а шпиндель, продолжая

уходить вверх, увлекает за собой кулачок, который закреплен в нем шарнирно. Конец кулачка упирается в остановившуюся обойму, поворачивается и выдавливает инструмент из конуса шпинделя.

Станки снабжают устройствами для автоматического выключения механической подачи при достижении заданной глубины обработки. Глубина обработки устанавливается с помощью механизма 10, смонтированного на левой стороне головки. Механизм приводится в действие зубчатой парой и имеет диск с кулачками для установления глубины сверления и автоматического выключения с реверсом, а также лимб для визуального отсчета.

Затраты времени на вспомогательные ходы сокращаются благодаря механизму 12 ускоренного перемещения шпинделя с электродвигателем 13. Управление универсальным станком осуществляется с кнопочной станки 8, автоматизированным станком – с панели 9.

## **2Н135 станок вертикальный сверлильный универсальный одношпиндельный.**

### **Назначение и область применения**

Станок сверлильный вертикальный **2Н135** (ТУ 2-024-4645-79) заменил в производстве устаревшую модель **2А135** и был заменен на более совершенную модель **2Н135-1** с плавающим координатным столом.

Вертикально-сверлильный станок **2Н135**, с условным диаметром сверления 35 мм, используется на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначены для выполнения следующих операций: сверления, рассверливания, зенкования, зенкерования, развертывания, нарезания резьб и подрезки торцов ножами.

Станок **2Н135** допускает обработку деталей в широком диапазоне размеров из различных материалов с использованием инструмента из высокоуглеродистых и быстрорежущих сталей и твердых сплавов.

### **Принцип работы и особенности конструкции станка 2Н135**

Наличие на станках механической подачи шпинделя, при ручном управлении циклами работы.

Станки снабжены устройством реверсирования электродвигателя главного движения, что позволяет производить на них нарезание резьбы машинными метчиками при ручной подаче шпинделя»

Категория размещения 4 по ГОСТ 15150–69.

### **Модификации сверлильных станков 2Н135**

Для обработки отверстий разных диаметров применяются базовые вертикально-сверлильные станки моделей: **2Н135**. Последние две цифры номера каждой модели указывают наибольший диаметр отверстия в мм, которое можно сверлить на этом станке в заготовках из стали 45.

На основе базовой модели вертикально-сверлильного станка 2Н135 созданы следующие модифицированные модели:

**2Н135А** — вертикально-сверлильные станки с автоматизированным управлением (управление производится с помощью заранее настроенных кулачков и кнопок);

**2Н135К** — координатные вертикально-сверлильные станки с крестовым столом;

**2Н135-1** — координатные вертикально-сверлильные станки с круглым поворотным столом;

**2Н135С** — специальные однопозиционные вертикально-сверлильные станки с фланцевой пинолью, служащей для крепления многошпиндельных головок;

**2Н135Н** — многопозиционные сверлильные станки, предназначенные для установки многошпиндельных головок и поворотных столов;

**2Р135Ф2** — сверлильные станки с ЧПУ, крестовым столом и револьверной головкой и др.

Колонна станка представляет собой чугунную отливку. По направляющим колонны типа "ласточкин хвост" вручную перемещаются сверлильная головка и стол.

Стол станка имеет три Т-образных паза. На фундаментной плите установлен электронасос, а внутри плиты - резервуар с отстойником для охлаждающей жидкости.

### **Радиально-сверлильные станки**

На радиально-сверлильных станках выполняют те же виды работ, что и на вертикально-сверлильных: сверление отверстий в сплошном металле, рассверливание и зенкерование предварительно просверленных отверстий, зенкерование торцовых поверхностей, развертывание отверстий, нарезание внутренней резьбы метчиками.

С помощью специальных инструментов и приспособлений на радиально-сверлильных станках можно растачивать отверстия, канавки, вырезать отверстия большого диаметра в дисках из листового материала, притирать точные отверстия цилиндров и т.д. Как видно из перечня технологических операций, радиально-сверлильные станки являются универсальными. Основное их назначение – обработка отверстий в крупных заготовках в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства.

**Радиально-сверлильный станок 2М55**, который относится к категории двухколонного оборудования, пришел на смену устаревшей модели 2Н55.

#### **Сферы применения и технические особенности станка**

Станок 2М55, конструкция которого разработана в известном Одесском конструкторском бюро «АРС», служит для выполнения таких технологических операций, как:

- сверление и рассверливание отверстий;
- зенкерование;
- развертывание;
- растачивание предварительно выполненных отверстий;
- нарезание внутренней резьбы;
- подрезка торцов деталей и др.

Благодаря универсальности радиально-сверлильного станка модели 2М55 его успешно используют на предприятиях, выпускающих продукцию единичными, мелкими и средними сериями, и в сборочных цехах предприятий, работающих в сфере тяжелого транспортного машиностроения. Технические возможности станка позволяют оснащать его дополнительными приспособлениями и инструментами, благодаря которым это устройство можно использовать в крупносерийном производстве.

Важное преимущество использования рассматриваемого аппарата состоит в том, что обрабатываемая деталь остается неподвижной, а все перемещения совершает шпиндельный узел с закрепленным в нем режущим инструментом. Такая конструктивная

особенность модели 2М55 позволяет экономить время, а также исключает необходимость перемещать габаритные и тяжелые детали по рабочему столу оборудования.

К преимуществам радиально-сверлильного станка модели 2М55 относят следующие особенности:

1. В верхней части агрегата отсутствуют механизмы, нуждающиеся в обслуживании, что значительно облегчает процесс использования аппарата.

2. Зажим колонны из-за использования конусного механизма отличается высокой жесткостью, что делает возможной обработку на высоких скоростях. Благодаря такой характеристике увеличивается ход траверсы по колонне и головки для сверления по траверсе, в результате возрастает объем рабочего пространства.

3. Благодаря двухстоечной компоновке радиально-сверлильного станка 2М55 и оснащению траверсы оборудования жесткими направляющими обеспечивается высокая точность обработки заготовок.

4. Высокая скорость передвижения рукава по колонне и быстрое действие его зажима значительно сокращают время выполнения вспомогательных операций.

5. Конструкция направляющих станка, при разработке которой были использованы инновационные подходы, увеличивает его ремонтпригодность и сокращает время на техническое обслуживание.

Особое значение имеют следующие характеристики радиально-сверлильного станка модели 2М55.

1. Противовес, которым оснащен шпиндельный узел, дает возможность оперативно регулировать данный узел в зависимости от веса используемого инструмента.

2. Колонна станка из-за специальной конструкции поворачивается очень легко, в результате оператор затрачивает минимум усилий при выполнении такой операции.

3. Направляющие станка не нуждаются в частом шабрении, для восстановления их характеристик достаточно плановых мероприятий.

4. Технические возможности радиально-сверлильного станка 2М55 предусматривают автоматическое отключение вращающегося инструмента тогда, когда он достиг требуемой глубины сверления.

5. Зажим колонны благодаря своей особой конструкции создает значительный тормозной момент, что повышает производительность устройства.

6. В конструкции радиально-сверлильного станка 2М55 имеется электрогидравлический преселективный механизм, управляемый дистанционно, и позволяющий предварительно устанавливать необходимые характеристики сверления, а также оперативно изменять их в ходе обработки.

7. Высокая жесткость станка 2М55 способствует тому, что ось шпинделя остается в исходном положении в процессе работы.



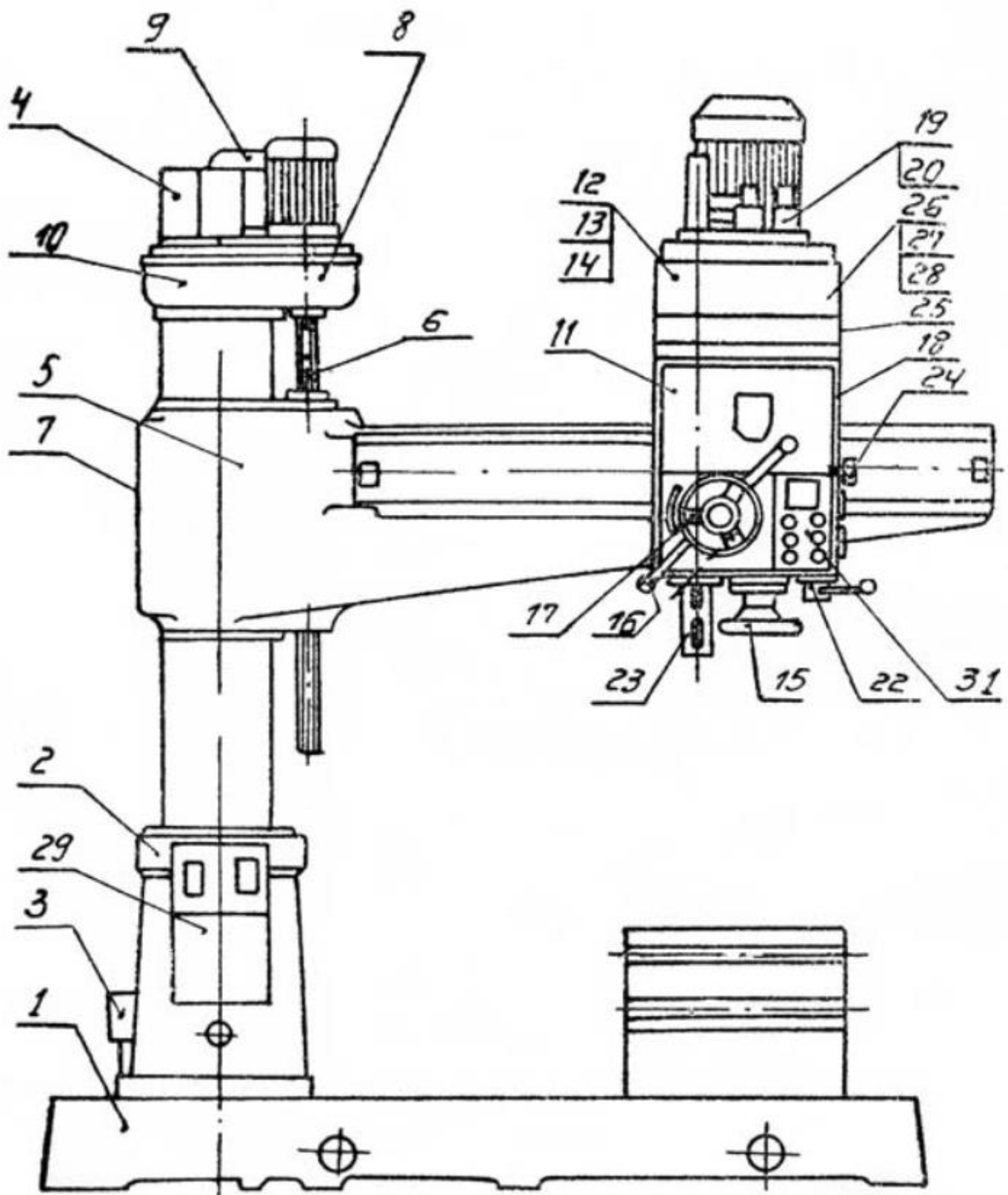


Рис. 2. Расположение составных частей станка

### Конструкция оборудования

Радиально-сверлильный станок модели 2М55 состоит из:

1. Плита станка
2. Цоколь, колонна
3. Агрегат охлаждения
4. Токосъемник
5. Рукав
6. Механизм подъема

7. Зажим рукава
8. Редуктор
9. Гидростанция
10. Гидрозажим
11. Головка сверлильная
12. Фрикционная муфта
13. Коробка скоростей
14. Коробка подач
15. Вал червяка
16. Механизм включения подач
17. Механизм ручного перемещения головки
18. Зажим головки
19. Гидропреселектор
20. Привод гидропреселектора
21. Гидропанель
22. Командоаппарат
23. Шпиндель
24. Противовес
25. Насосная установка
26. Главный цилиндр
27. Гидрокоммуникация
28. Смазка
29. Электрооборудование колонны
30. Электрооборудование рукава
31. Электрооборудование головки

Функцию основания радиально-сверлильного станка выполняет массивная плита. На ней монтируется цоколь для установки вращающейся колонны. На выполненной из стали колонне находится рукав с рабочей головкой, перемещение которого обеспечивает специальный механизм.

Рабочая головка – это отдельный механизм, включающий несколько конструктивных элементов: шпиндельный узел, противовес, коробку подач и скоростей. По траверсе данный узел перемещается в ручном режиме, а в необходимом положении фиксируется посредством специального зажимного механизма.

### **Технические характеристики модели**

Радиально-сверлильный станок рассматриваемой модели, согласно паспорту, обладает следующими техническими характеристиками:

1. Максимальный диаметр отверстия, получаемого на данном станке (для стальных деталей), – 50 мм.
2. Категория точности оборудования – «Н».
3. Рукав с расположенной на нем сверлильной головкой может поворачиваться на 360°.
4. Максимальное перемещение траверсы в вертикальном направлении – 750 мм.
5. Торцы шпинделя могут располагаться относительно рабочего стола в интервале от 450 до 1600 мм.
6. Габариты рабочего стола – 2555x1000 мм.

7. Минимальное расстояние от оси шпиндельной головки до колонны станка – 375 мм, максимальное – 1600 мм.

8. Рабочая головка может передвигаться по траверсе на расстояние до 1225 мм.

9. Наибольший ход шпинделя в вертикальном направлении – 400 мм.

10. Масса станка составляет 4700 кг.

На станке данной модели, согласно паспорту, установлено шесть электрических двигателей:

отвечающий за главное движение (мощность – 4,5 кВт);

обеспечивающий гидравлический зажим колонны (0,55 кВт);

привода вертикального перемещения траверсы (2,2 кВт);

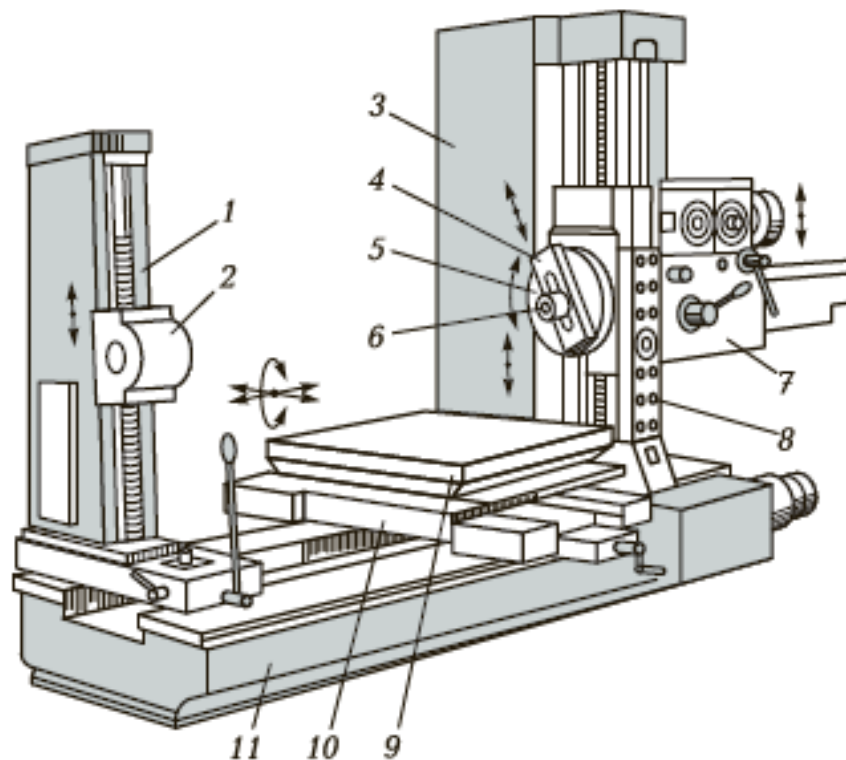
отвечающий за подачи (0,15 кВт);

коробки скоростей (0,15 кВт);

отвечающий за подачу охлаждающей жидкости (0,125 кВт).

### **Горизонтально-расточные станки с ручным управлением**

На рис. 13.1 показан горизонтально-расточной станок с ручным управлением, предназначенный для обработки заготовок больших размеров и массы. Передняя стойка 3 установлена на основании 11. На направляющих стойки может перемещаться вверх-низ шпиндельная бабка 7 с расточным шпинделем 6 и планшайбой 5. На направляющих основания 11 расположены салазки 10, а на них стол 9, который может перемещаться в продольном и поперечном направлениях относительно оси шпинделя и совершать круговое движение. На основании установлена задняя стойка 1 с люнетом 2, предназначенным для дополнительной опоры конца борштанги при растачивании длинных отверстий. На планшайбе в радиальных направляющих смонтирован суппорт 4, обеспечивающий обработку резцом плоских поверхностей и выточек. Управление станком осуществляется с пульта 8. Координаты перемещения шпиндельной бабки, люнета, задней стойки и стола отсчитываются по лимбам или с помощью навесных оптических устройств (с точностью до 0,01 мм).



**Рис. 13.1. Горизонтально-расточный станок с ручным управлением:**  
 1, 3 — стойки; 2 — люнет; 4 — суппорт; 5 — планшайба; 6 — шпиндель; 7 — шпиндельная бабка; 8 — пульт; 9 — стол; 10 — салазки; 11 — основание

На рис. 13.3 показан горизонтально-расточный станок с УПИ. Станок предназначен для обработки заготовок из черных и цветных металлов, пластмасс и других материалов в условиях единичного и мелкосерийного производства.

На станке выполняют сверление, растачивание, фрезерование, нарезание резьбы метчиками. Станок имеет комплект токарных узлов: токарный патрон, задний центр, резцедержатель 6, поэтому возможна наружная токарная обработка заготовок деталей типа тел вращения и нарезание резьбы плашками. При этом длинномерные заготовки поддерживаются центром, установленным в задней бабке 3. При использовании планшайбы 5 с радиальным суппортом возможна токарная обработка торцовых поверхностей и кольцевых выточек.

Все узлы станка размещены на станине 12, на которой крепится неподвижная передняя стойка 8, а задняя стойка 1 может получать установочные перемещения по направляющим станины. По вертикальным направляющим задней стойки рукояткой 2 перемещают заднюю бабку (или люнет) в вертикальном направлении с помощью ходового винта.

Заготовки корпусных деталей крепят на поворотном столе 4, который имеет перемещения: поперечное – вдоль оси X; продольное – вдоль оси W; круговое – вокруг оси B.

Выдвижной шпиндель 7 получает вращение от коробки скоростей 9; переключение скоростей осуществляется вручную рукоятками, расположенными на ее передней стенке. Шпиндельная бабка (вместе с коробкой скоростей) имеет вертикальное перемещение по вертикальным направляющим передней стойки.

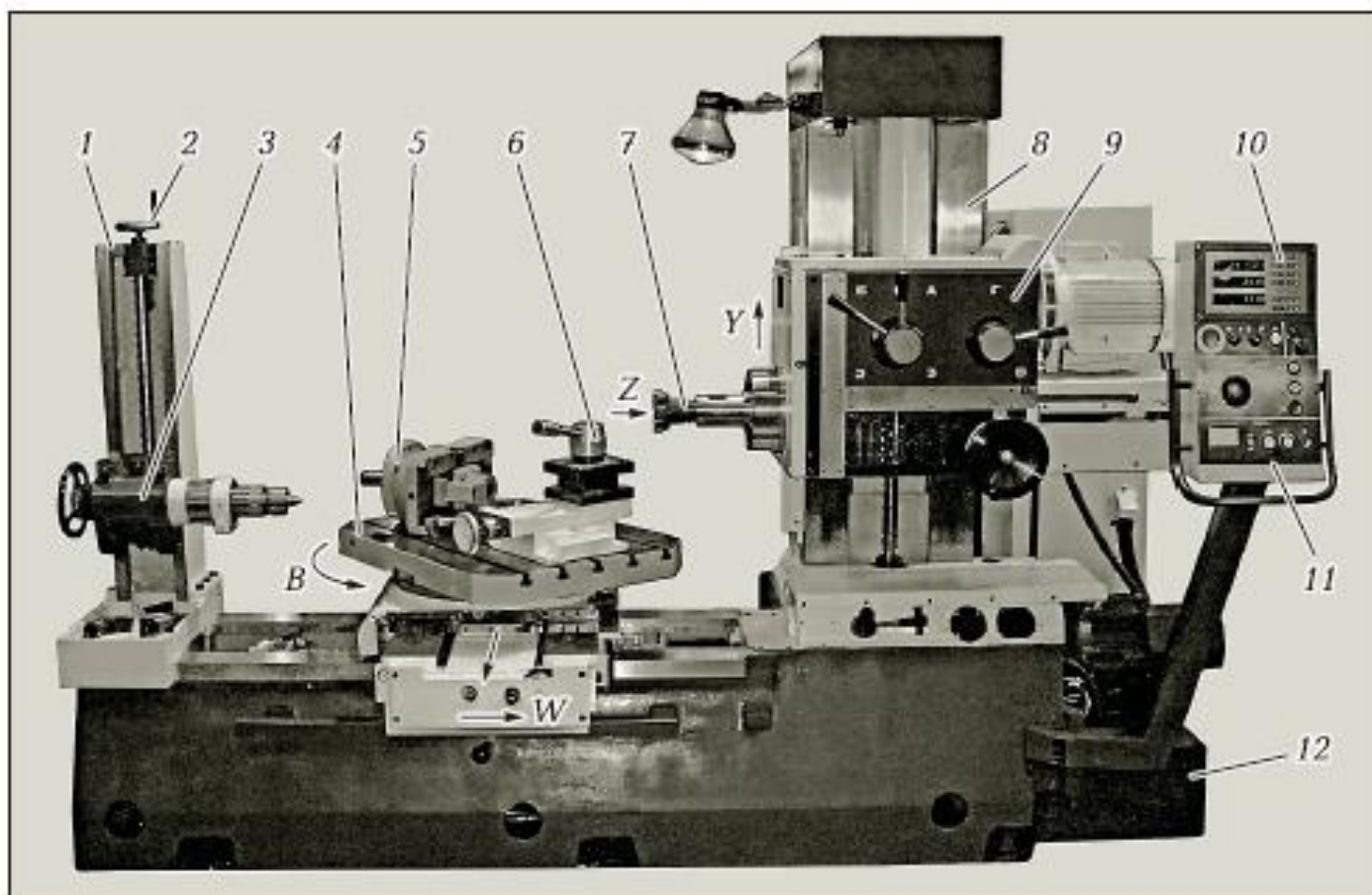


Рис. 13.3. Горизонтально-расточный станок с устройством цифровой индикации:

1 — задняя стойка; 2 — рукоятка вертикального перемещения задней бабки; 3 — задняя бабка; 4 — поворотный стол; 5 — планшайба с радиальным суппортом; 6 — резцедержатель; 7 — выдвижной шпиндель; 8 — передняя стойка; 9 — коробка скоростей; 10 — устройство цифровой индикации; 11 — пульт управления; 12 — станина

### **2620В станок горизонтально-расточный универсальный. Назначение и область применения**

Начало серийного производства станка 1973 год. В настоящее время станок не производится.

Станок универсальный горизонтально-расточный **2620В** предназначен для обработки корпусных деталей из черных и цветных металлов, имеющих точные отверстия, связанные между собой точными межосевыми расстояниями.

Наибольший вес обрабатываемой детали (при равномерно распределенной нагрузке на стол станка) 3000 кг.

На станках может производиться: сверление, растачивание, зенкерование, развертывание отверстий, обтачивание торцов радиальным суппортом, фрезерование торцовыми фрезами и нарезание внутренней резьбы расточным шпинделем, а также нарезание резьбы радиальным суппортом при продольном движении стола.



## Точность обработки изделий на горизонтально-расточном станке 2620В:

Некруглость отверстия диаметром 150 мм, расточенного чистовым резцом, закрепленным в шпинделе, 0,02 мм;

Нецилиндричность отверстия диаметром 150мм — 0,02 мм на длине 200 мм и 0,03 мм на длине 300 мм;

Непараллельность осей отверстий, расточенных при подаче шпинделя 0,03 мм на длине 300 мм;

Погрешность установки координат при перемещении на 100 мм — 0,05 мм, на 1000 мм — 0,08 мм;

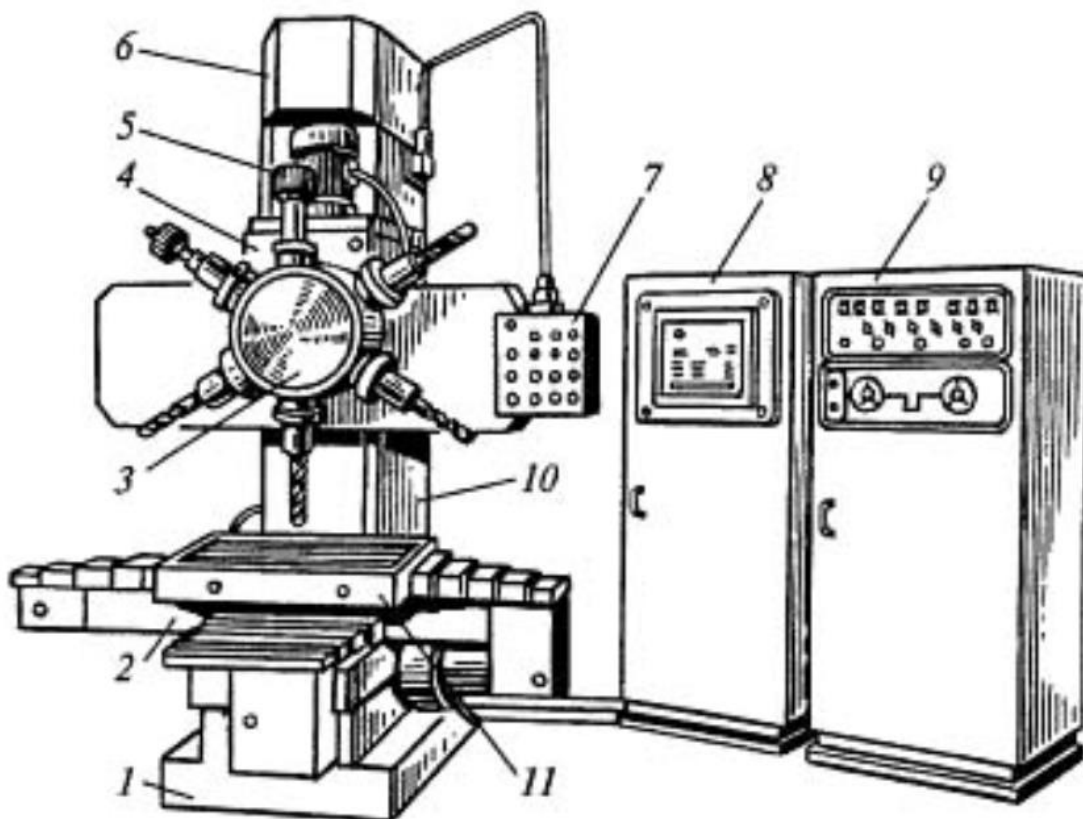
Класс точности станка Н. Шероховатость обработанной поверхности V 6.

## Конструктивные особенности сверлильно-расточных станков с ЧПУ

Сверлильные и расточные станки с ЧПУ используют при обработке сверлами, зенкерами, развертками, расточным инструментом отверстий в деталях без применения разметки и кондукторов.

Конструктивной особенностью этих станков является их высокая жесткость и точность. При позиционировании исполнительных органов станка точность достигает (0,25...0,05) мм; число управляемых координат три, в том числе одновременно управляемых две; дискретность задания перемещений 0,01 мм.

Расточные станки с ЧПУ изготовляют двух конструктивных видов: горизонтально-расточные и координатно-расточные. Наиболее широко используют горизонтально-расточные станки, не имеющие задних стоек и оснащенные поворотным столом. Они позволяют обрабатывать заготовку с двух сторон (при повороте стола на 180), а также взаимно перпендикулярные и наклонные отверстия с четырех сторон заготовки; обеспечивают высокопроизводительную обработку соосных отверстий.



## Обозначение основных частей сверлильного станка 2P135Ф2

1. Основание станка
2. Салазки стола
3. Револьверная головка
4. Шпиндельная бабка (суппорт)
5. Коробка скоростей
6. Редуктор подачи
7. Подвесной пульт управления
8. Шкаф с аппаратурой управления электрооборудованием
9. Шкаф с аппаратурой ЧПУ
10. Колонна
11. Крестовый стол

На основании (станине) 1 станка размещены салазки 2 крестового стола, имеющего телескопическую защиту направляющих. По вертикальным направляющим колонны перемещается шпиндельная бабка, на которой смонтирована шестишпиндельная револьверная головка, позволяющая осуществлять автоматическую смену инструмента по управляющей программе. Для ускорения ручной замены инструмента в револьверной головке предусмотрено специальное выпрессовочное устройство. Управлять станком можно с подвесного пульта.

### Движения в станке

**Главное движение** - вращение шпинделя с инструментом

Перемещение по осям станка:

Ось X - продольная подача - продольное перемещение стола по направляющим салазок

Ось Y - поперечная подача - поперечное перемещение салазок по направляющим станины

Ось Z - вертикальная подача - вертикальное перемещение шпиндельной бабки (суппорта) по направляющим стойки

**Вспомогательные движения** - ускоренное перемещение суппорта, периодический поворот револьверной головки, точные и ускоренные перемещения стола и салазок (движение позиционирования).

## Тема 3.3. Фрезерные станки

### Назначение и классификация фрезерных станков

Фрезерование является одним из самых распространенных способов механической обработки. Им осуществляют черновую, получистовую и чистовую обработку простых и фасонных поверхностей заготовок из стали, чугуна, цветных металлов и пластмасс.

Фрезерные станки предназначены для фрезерования поверхностей планок, рычагов, крышек, корпусов и кронштейнов простой конфигурации; контуров сложной конфигурации (типа кулачков, шаблонов и т.д.); поверхностей корпусных деталей. Технологические возможности станков фрезерной группы определяются конструкцией, компоновкой, классом точности станка и технической характеристикой системы ЧПУ.

Фрезерование характеризуется высокой производительностью и позволяет получать поверхности правильной геометрической формы. Применяя фрезы, оснащенные современными режущими материалами (синтетическими сверхтвердыми, минералокерамикой), можно обрабатывать закаленные до высокой твердости материалы, заменяя при этом шлифование. Фрезы могут быть самых различных конструкций, из которых наиболее распространенными являются цилиндрические, дисковые, концевые, торцевые, фасонные.

Фрезерные станки разделяют на две основные группы: общего назначения и специализированные. К первой группе относят станки консольные, бесконсольные, продольно-фрезерные и непрерывного фрезерования (карусельные и барабанные). Во вторую группу входят копировально-фрезерные, зубофрезерные, резьбофрезерные, шпоночно-фрезерные, шлицефрезерные и др. Типоразмеры отличаются площадью рабочей поверхности стола или размерами обрабатываемой заготовки. По этому признаку различают пять градаций станков:

Размер\градация	0	1	2	3	4
Размер стола, мм	200x800	250x1000	320x1250	400x1600	500x2000

По классификации фрезерные станки относятся к шестой группе, но часть входит и в пятую группу – зубо- и резьбообрабатывающих станков. Каждый станок имеет свой шифр, состоящий из цифр и букв: первая цифра обозначает группу станка, вторая – его тип: 1 – консольно-вертикально-фрезерные; 2 – непрерывного действия; 3 – одностоечные продольно-фрезерные; 4 – копировальные и гравировальные; 5 – вертикальные бесконсольные (с крестовым столом); 6 – продольные двухстоечные; 7 – консольно-фрезерные операционные; 8 – горизонтально-фрезерные консольные; 9 – разные. Третья и четвертая цифры обозначают один из характерных размеров станка. Если буква стоит между первой и второй цифрами, то это означает, что конструкция станка модифицирована. Универсальный консольно-фрезерный станок в течение многих лет совершенствовался, поэтому изменялся шифр его обозначения: 682, 6HE82, 6M82, 6T82 и 6P82Ш.

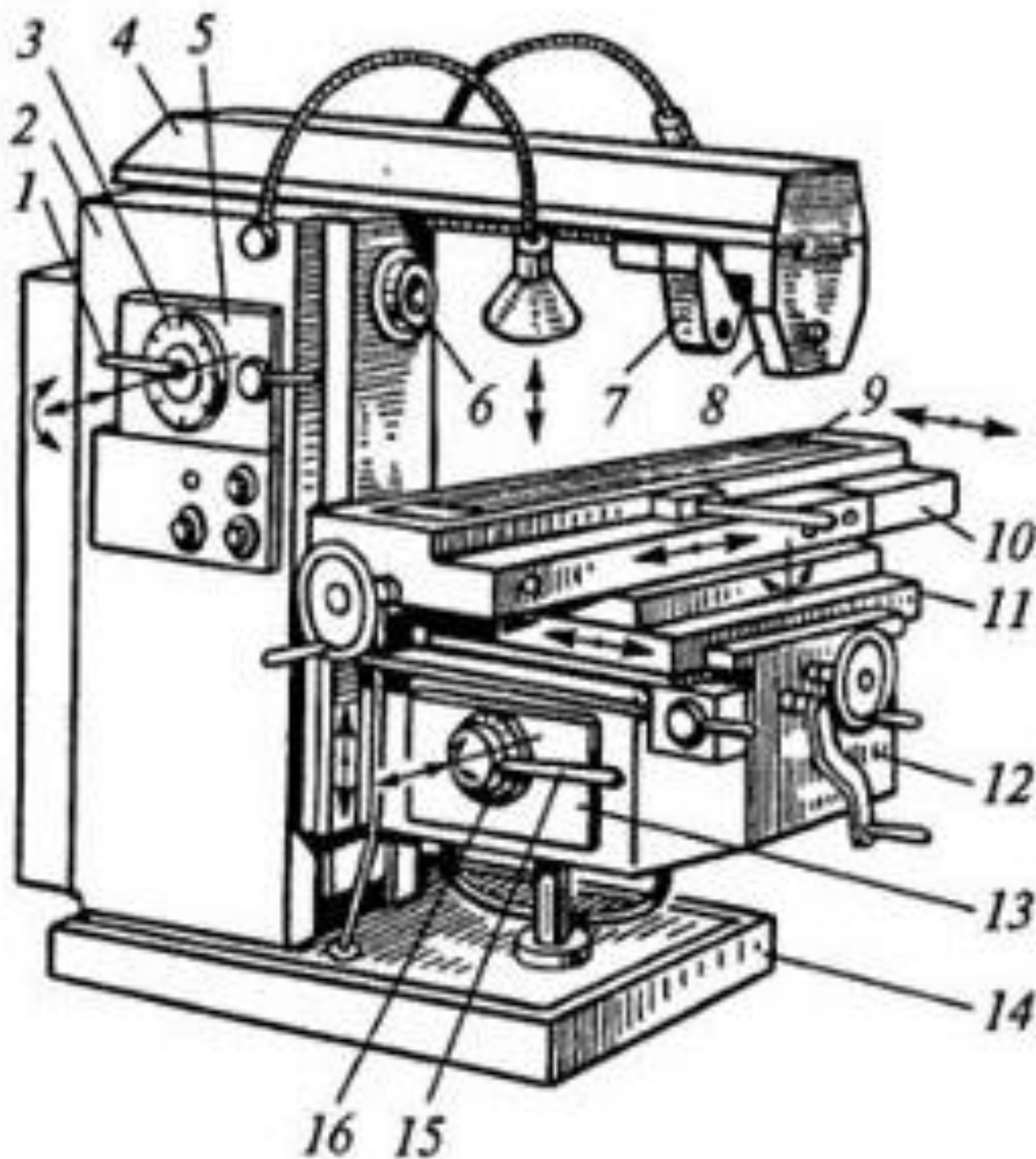
Буква, стоящая в конце номера станка, означает следующее: 1) конструктивную модификацию основной модели, например, 6P82Г – станок горизонтально-фрезерный; 6P12Б – быстроходная модель, 6P82Ш – широкоуниверсальный; 2) различное исполнение станков по классам точности: Н- нормальной точности; П – повышенной, В – высокой, А



– особо высокой и С – станки особо точные; 3) различные исполнения по используемым системам управления станками.

Фрезерные станки с программным управлением могут быть дополнительно оснащены механизмами автоматической смены инструмента. Если этот механизм выполнен в виде револьверного барабана, обозначении модели станка после цифр ставится буква Р (например, 6Р13РФ3), если же он выполнен в виде инструментального магазина – буква М (например, 6Т13МФ4).

В отдельных случаях после основного обозначения модели через дефис ставят одну или две цифры, которые указывают на то, что заводом-изготовителем внесены изменения в базовую модель, связанные в основном с приводами подачи или системами управления. В чем состоят эти изменения, указывается в паспорте стола.



## Рис. 5.2. Универсальный консольно-фрезерный станок:

1 — рукоятка; 2 — станина; 3 — лимб; 4 — хобот; 5 — коробка скоростей; 6 — шпиндель; 7, 8 — подвески; 9 — стол; 10 — поворотная плита; 11 — салазки; 12 — консоль; 13 — коробка подач; 14 — фундаментальная плита; 15 — рукоятка; 16 — лимб

Рабочая поверхность стола, мм:

длина .....	1000
ширина .....	250
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup> .....	50 ... 2000
Габаритные размеры, мм .....	1560×2045×1610
Масса, кг .....	2245

autowelding.ru

### Продольные фрезерные станки

Продольно-фрезерные станки делятся на одностоечные и двухстоечные и имеют несколько фрезерных шпинделей. Все современные продольно-фрезерные станки отличаются удобством обслуживания, повышенной точностью и высокой производительностью. Продольно-фрезерные станки (рис.38) предназначены для обработки плоскостей крупногабаритных деталей. На станине 1 этих станков смонтированы две стойки 2 и 3, скрепленные в некоторых станках поперечной балкой. На вертикальных направляющих стоек расположены фрезерные головки 4 и 5 с горизонтальной осью шпинделя и траверсы (поперечины) 6. На направляющих траверсы установлены две фрезерные головки 7 и 8 с вертикальной осью шпинделя. Обрабатываемую деталь устанавливают на столе 9, который смонтирован на направляющих станины 1.

Главным движением в станке является вращение шпинделей. Каждая фрезерная головка имеет самостоятельный привод: электродвигатель и коробку скоростей. Шпиндели допускают смещение их вдоль оси и могут быть установлены под углом.

Продольную подачу имеет стол 9, поперечную – головки 7 и 8, а вертикальную – головки 4 и 5. Привод движения подач для всех головок один.

Траверсу 6 устанавливают на требуемой высоте и зажимают. Во время работы она неподвижна.

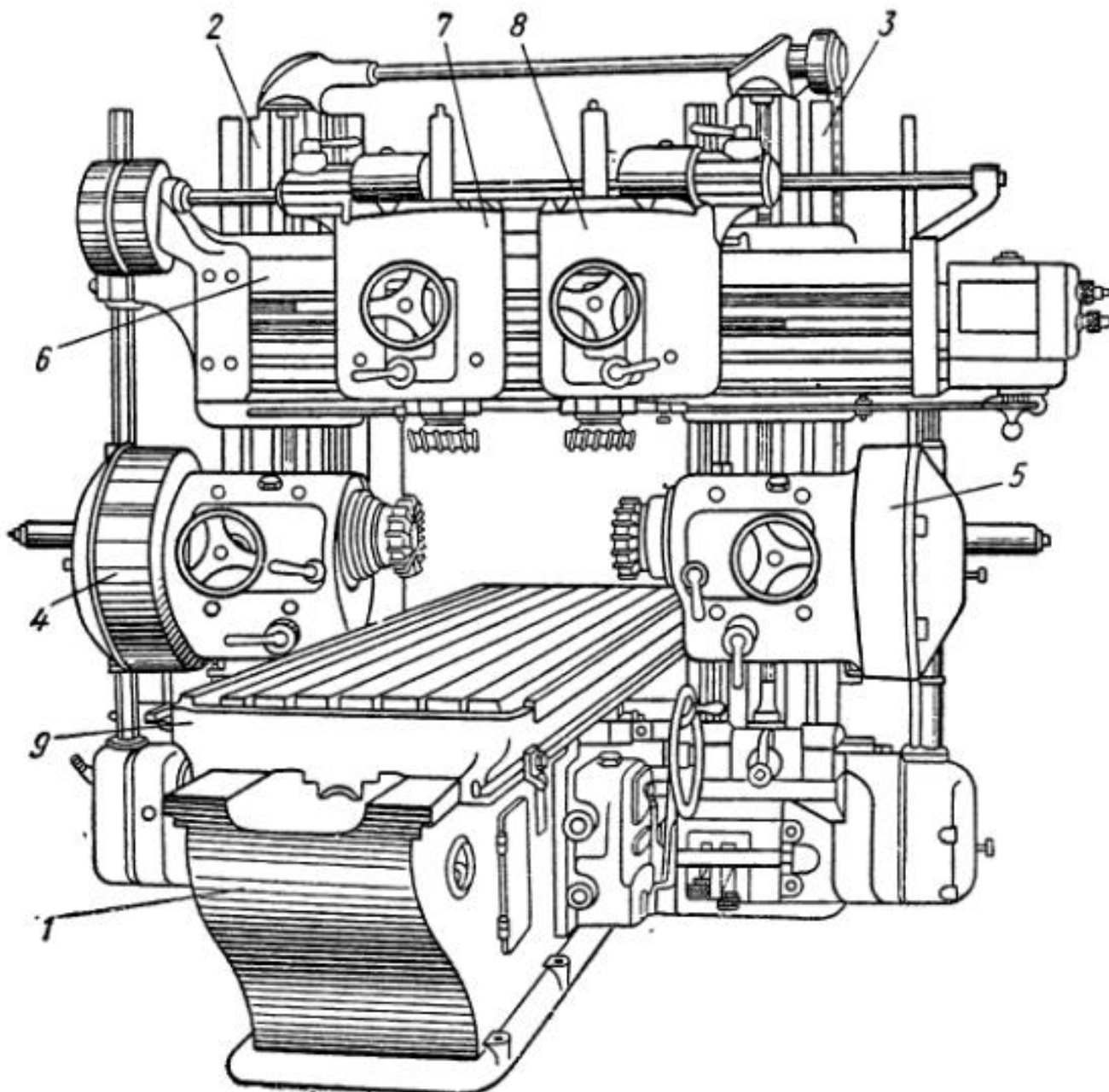


Рис. 38. Продольно-фрезерный станок

### Общие сведения о фрезерных станках с числовым программным управлением

Фрезерные станки с ЧПУ предназначены для обработки плоских и пространственных поверхностей заготовок сложной формы. Конструкции фрезерных станков с ЧПУ аналогичны конструкциям традиционных фрезерных станков, отличие от которых заключается в автоматизации перемещений узлов по УП при формообразовании.

Фрезерные станки с ЧПУ различают по расположению шпинделя (горизонтальное или вертикальное), по числу координатных перемещений стола или фрезерной бабки и по способу установки режущего инструмента в шпиндель станка (вручную или автоматически).

По компоновке фрезерные станки с ЧПУ подразделяют на четыре группы: вертикально-фрезерные бесконсольные; вертикально-фрезерные консольные; продольно-фрезерные; широко-универсальные инструментальные.

В вертикально-фрезерных станках бесконсольных станках (рис.9.1, а) стол перемещается в продольном (ось  $X$ ) и поперечном (ось  $Y$ ) горизонтальном направлениях, а фрезерная бабка – в вертикальном направлении (ось  $Z$ ).

В вертикально-фрезерных консольных станках (рис. 9.1, б) стол перемещается по трем координатным осям ( $X$ ,  $Y$  и  $W$ ), а бабка неподвижна; ползун вместе со шпинделем перемещается по оси  $Z$ .

В продольно-фрезерных станках с подвижной поперечиной (рис.9.1, в) стол перемещается по оси  $X$ , шпиндельная бабка – по оси  $Y$ , а поперечина – по оси  $Z$ . В продольно-фрезерных станках с неподвижной поперечиной (рис. 9.1, г) стол перемещается по оси  $X$ , шпиндельная бабка – по осям  $Y$  и  $Z$ .

В широкоуниверсальных инструментальных фрезерных станках (рис.9.1, д) стол перемещается по осям  $X$  и  $Y$ , а шпиндельная бабка – по оси  $Z$ .

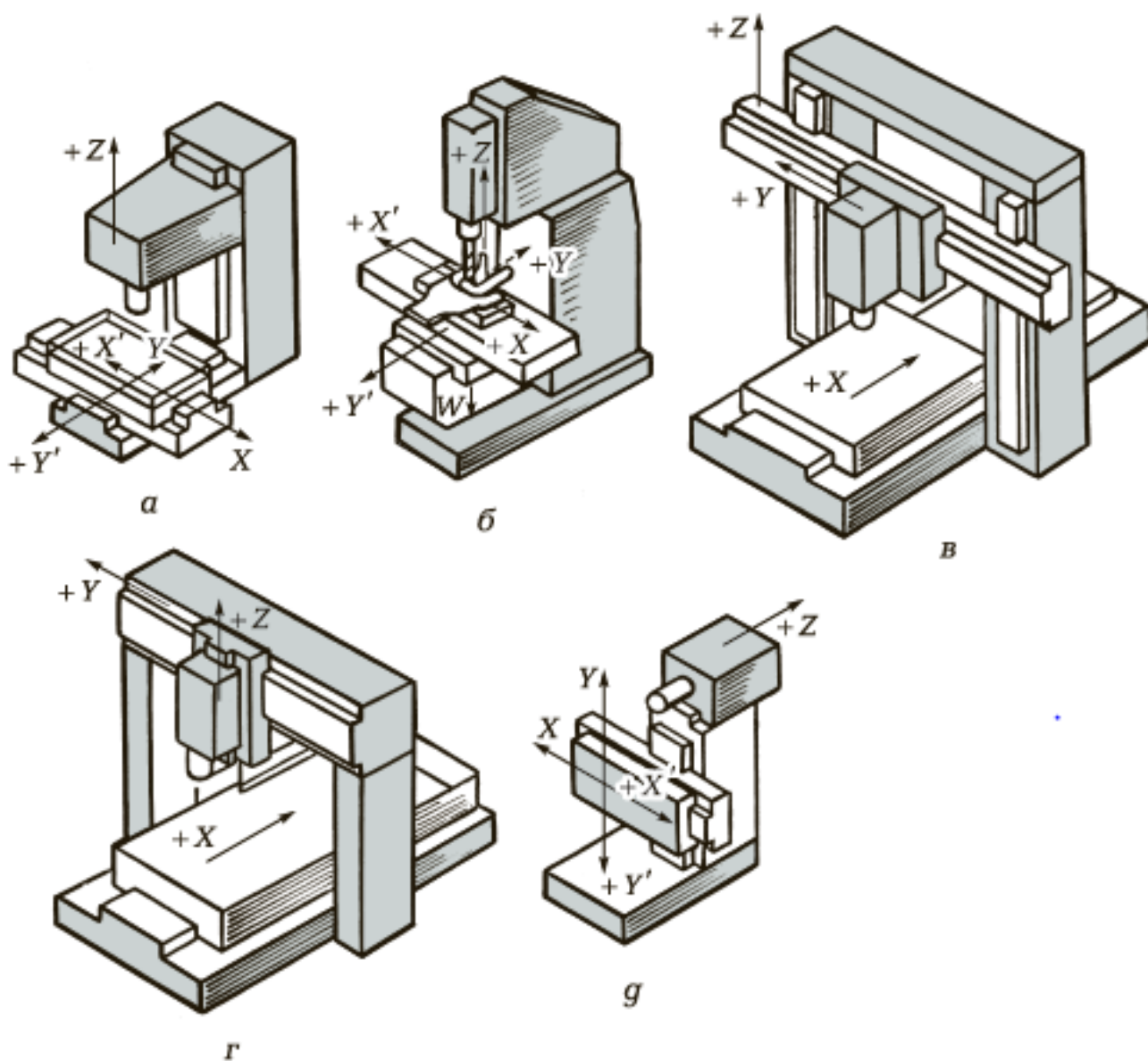


Рис. 9.1. Компонровка фрезерных станков с ЧПУ:

а – вертикально-фрезерный бесконсольный; б – вертикально-фрезерный консольный; в, г – продольно-фрезерные; д – широкоуниверсальный инструментальный;  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ,  $W$  – оси координат станка;  $X'$ ,  $Y'$  – оси координат обрабатываемой заготовки



Как видно из рис.9.1, положительные направления осей станка X, Y, Z и W совпадают с направлением отхода режущего инструмента (или узла станка), а положительные направления осей X, Y, связанные с заготовкой, противоположны принятым положительным направлениям осей станка.

Фрезерные станки оснащают прямоугольными и контурными системами ЧПУ. При прямоугольном управлении (условное обозначение Ф2) стол станка совершает движение в направлении, параллельном одной из координатных осей, что делает невозможной обработку сложных поверхностей. Поэтому такие станки применяют для фрезерования плоскостей, скосов, уступов, пазов, разновысоких бобышек и других аналогичных поверхностей. При контурной или комбинированной системах ЧПУ траектория перемещения узлов станка более сложная. Такие станки используют для фрезерования различных кулачков, штампов, пресс-форм и других деталей со сложными поверхностями. Число управляемых координат, как правило, равно трем, в некоторых случаях – четырем и пяти. При контурном управлении движение формообразования производится не менее чем по двум координатным осям одновременно.

### Последовательность этапов выбора режима резания.

Последовательность выбора режима резания и режущего инструмента при фрезеровании приведена в табл. 10.1. После определения рекомендуемых скорости резания и подач необходимо их скорректировать по паспорту станка. Выбирают ближайшую большую частоту вращения фрезы (шпинделя станка), если она не превышает рекомендуемую более чем на 10 %, в противном случае – меньшую.

Таблица 10.1. Последовательность этапов выбора инструмента и режимов резания	
Этап	Исходные данные
I. Выбор глубины резания $t$ , типа и параметров фрезы ( $d_{фр}$ , $B$ , $z$ )	1. Чертежи обрабатываемой заготовки и детали. 2. Конфигурация обрабатываемой поверхности (плоскость, уступ, паз). 3. Ширина $B$ и глубина $t$ фрезерования. 4. Характер обработки*
II. Выбор материала фрезы	1. Обрабатываемый материал и его твердость НВ. 2. Характер обработки. 3. Условия обработки**
III. Назначение геометрических параметров фрезы. Выбор типоразмера фрезы по ГОСТам	1. Инструментальный материал. 2. Диаметр фрезы $d_{фр}$ . 3. Обрабатываемый материал и его твердость НВ. 4. Конструктивные параметры фрезы
IV. Назначение подачи на зуб $S_z$	1. Обрабатываемый материал и его твердость НВ. 2. Тип фрезы и инструментальный материал. 3. Вид фрезеруемой поверхности.

Этап	Исходные данные
	4. Параметр шероховатости обрабатываемой поверхности. 5. Глубина $t$ резания. 6. Характер обработки. 7. Вылет фрезы
V. Определение периода $T$ стойкости фрезы	1. Диаметр фрезы $d_{\text{фр}}$ . 2. Инструментальный материал
VI. Выбор скорости $v$ резания	1. Обрабатываемый материал и его твердость НВ. 2. Глубина $t$ резания. 3. Подача на зуб $S_z$ . 4. Период $T$ стойкости фрезы. 5. Условия и характер обработки
VII. Определение частоты вращения фрезы по формуле $n_{\text{фр}} = \frac{1\,000v}{\pi d_{\text{фр}}}$	1. Скорость резания $v$ . 2. Диаметр фрезы $d_{\text{фр}}$
VIII. Определение фактической частоты вращения фрезы $n_{\text{факт}}$	Паспорт станка
IX. Определение фактической скорости резания по формуле $v_{\text{факт}} = \frac{\pi d_{\text{фр}} n_{\text{факт}}}{1\,000}$	Фактическая скорость резания не должна превышать рекомендованную справочниками (см. п. б)

\* Черновая, получистовая или чистовая.

\*\* С охлаждением или без него.

### Тема 3.4. Станки строгально-протяжной группы

Строгание – процесс снятия слоёв металла с плоских поверхностей заготовок. Применяется, наряду с фрезерованием, но отличается иной кинематикой движения рабочего инструмента: если фреза совершает вращательное движение, то резец на строгальном станке – возвратно-поступательное. На таком оборудовании иногда выполняют также пазы и канавки.

Строгальные станки предназначены для обработки резцами плоскостей и фасонных линейчатых поверхностей. Они делятся на поперечно-строгальные, продольно-строгальные и долбежные. Первые применяются при изготовлении мелких и средних по размерам деталей, вторые для сравнительно крупных или для одновременного строгания нескольких деталей среднего размера. Долбежные станки используют для обработки шпоночных пазов, канавок, фасонных поверхностей небольшой длины. Станки имеют рабочий ход, во время которого происходит резание, и обратный ход, когда инструмент возвращается в исходное положение.

Строгальные станки проигрывают фрезерным в производительности, поскольку имеют стадию холостого хода, когда заготовка или резец перемещаются в новое положение. Зато привод не является таким энергоёмким, т.к. вращательное перемещение рабочего инструмента (как в фрезерных станках) требует от приводного электродвигателя повышенных затрат работы.

Классификация рассматриваемого металлорежущего оборудования может быть произведена и по другим параметрам:

1. По типу привода. Выпускаются агрегаты с гидравлическим приводом хода стола (или инструмента), а также с кривошипно-кулисным вариантом привода. У первых скорости подвижных узлов – постоянны, а у вторых могут изменяться сообразно особенностям технологии обработки. Для этого достаточно переустановить в новое положение камень кулисного механизма.
2. По количеству рабочих поверхностей, которые могут обрабатываться одновременно. Четырёхсторонние строгальные станки по металлу могут вести обработку одновременно по всем граням полуфабриката, в то время, как двухсторонние – только с противоположных сторон. Соответственно, суппорт станков первой разновидности имеет более сложную конструкцию и предназначается для установки четырёх резцов. Односторонние станки – преимущественно малогабаритные.
3. По мощности привода. Малогабаритные станки ограничены в своих функциональных возможностях, но привлекают потребителя небольшой ценой и компактностью, поэтому могут устанавливаться на небольших металлообрабатывающих производствах, или даже в частных мастерских.
4. По конфигурации перемещения инструмента или стола. Для сложных траекторий производятся фасонно-строгальные станки по металлу, которые снабжаются системой ЧПУ. Они находят применение в мелкосерийном производстве, при необходимости получения на изделиях сложных плоских поверхностей. Квалификация рабочего при этом особого значения не имеет, поскольку все

перемещения выполняются по заблаговременно введенным в память системы координатам.

Поперечно-строгальный станок (рис. 1) предназначен для обработки деталей небольших габаритов.

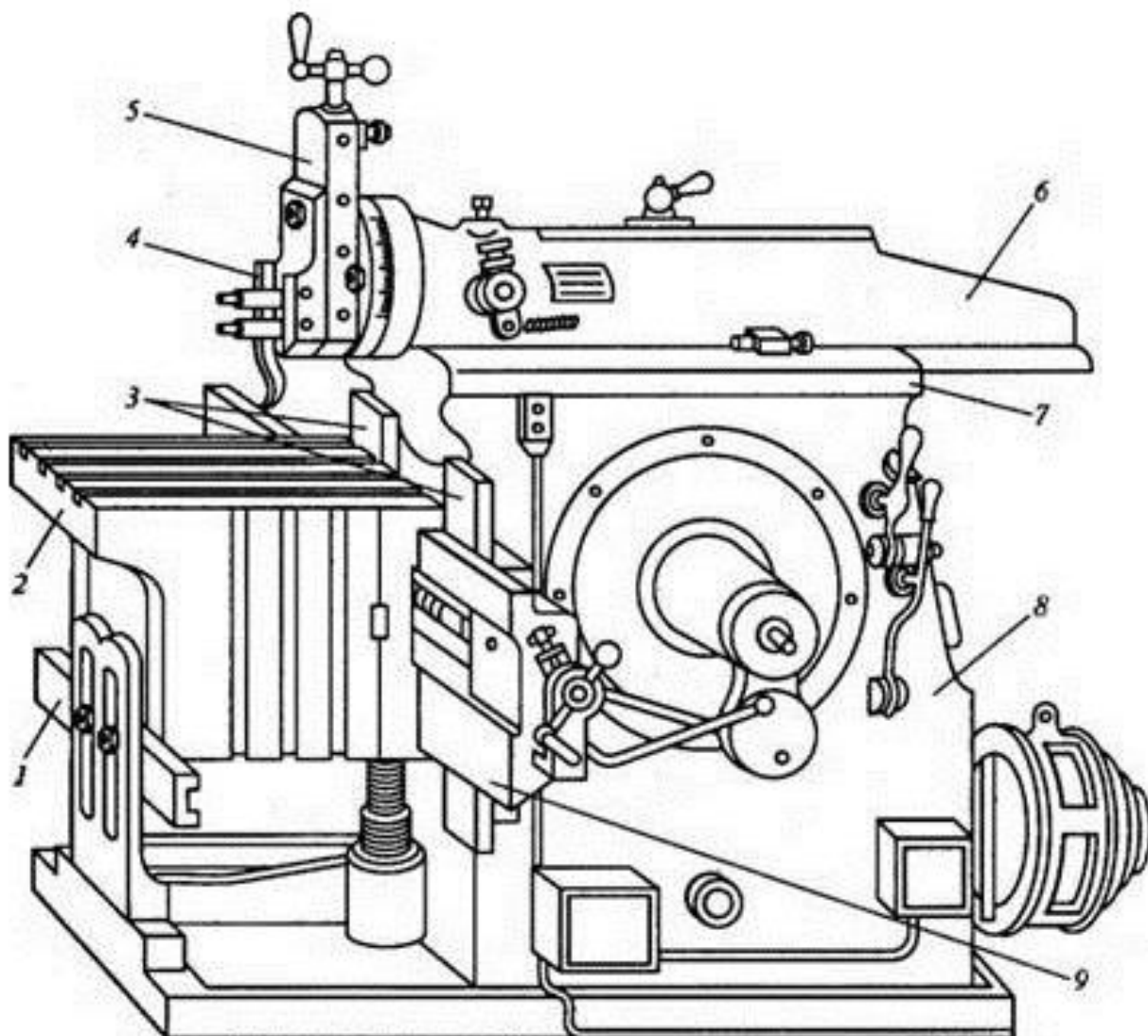


Рисунок 1. Поперечно-строгальный станок.

Поперечно-строгальный станок состоит из следующих основных элементов.

1. Поддерживающий упор. Служит второй точкой опоры для стола. Имеет регулируемую планку, на которую опирается стол. Планка одновременно является направляющей, по которой осуществляется поперечное перемещение.

2. Стол. Предназначен для закрепления заготовки и подачи ее в рабочую зону. Движение стола может осуществляться в поперечной и вертикальной плоскости. Поперечная подача производится за счет движения стола по направляющим. Изменение высоты осуществляется при помощи винтовой передачи. Механизм поперечной подачи связан со строгальной головкой, благодаря чему есть возможность настройки величины продвижения заготовки на определенную величину за один рабочий цикл станка.

3. Вертикальные направляющие. По ним перемещается стол в вертикальной плоскости.

4. Резцедержатель (рис. 2). Служит для закрепления режущего инструмента. Часто имеет механизм отвода резца при холостом ходе для предотвращения его повреждения.



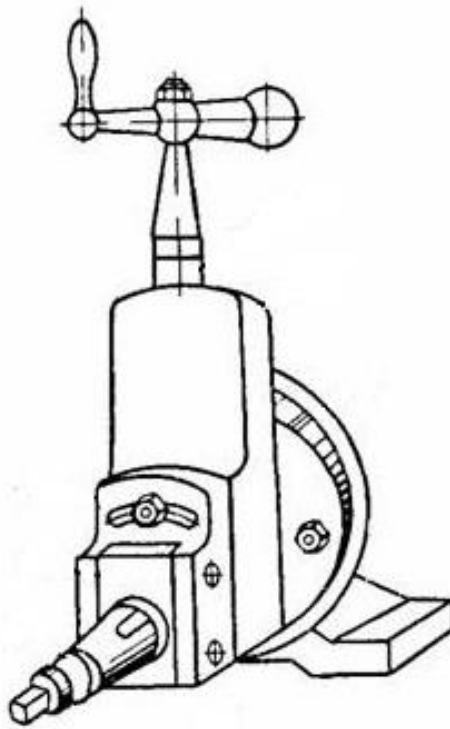


Рисунок 2. Резцедержатель строгального станка.

5. Суппорт (рис. 3). Суппорт предназначен для настройки глубины резания и установки положения резца относительно заготовки. Способен регулировать положение режущего инструмента по высоте, а также может поворачиваться вокруг оси подачи для обработки поверхностей, находящихся не в горизонтальной плоскости.

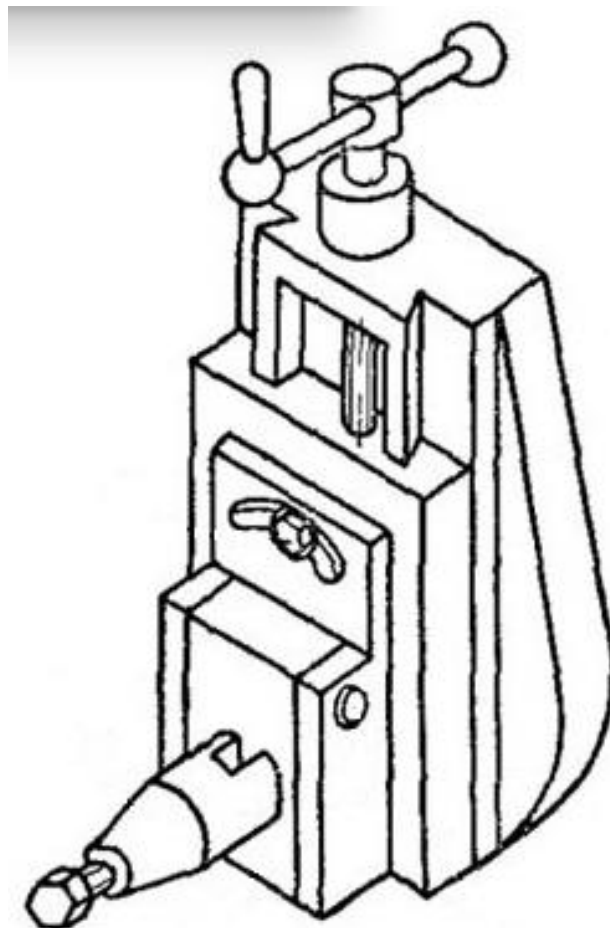


Рисунок 3. Суппорт поперечно-строгального станка.

6. Ползун. Осуществляет главное рабочее движение. Передвигается на направляющих. Приводится в движение от электродвигателя через кулисно-кривошипную передачу или при помощи гидравлики.

7. Горизонтальные направляющие. По ним осуществляется движение ползуна.

8. Станина. Основание строгального станка. На станине закрепляются все узлы и механизмы станка.

9. Поперечина. Является конструкцией, обеспечивающей поперечное и вертикальное движение стола. Включает в себя направляющие, винт вертикальной подачи и связующую кинематическую цепь для взаимодействия с ползуном при автоматической настройке подачи.

### **Продольно-строгальный станок**

Продольно-строгальный станок (рис. 4) служит для обработки крупногабаритных или массивных деталей.

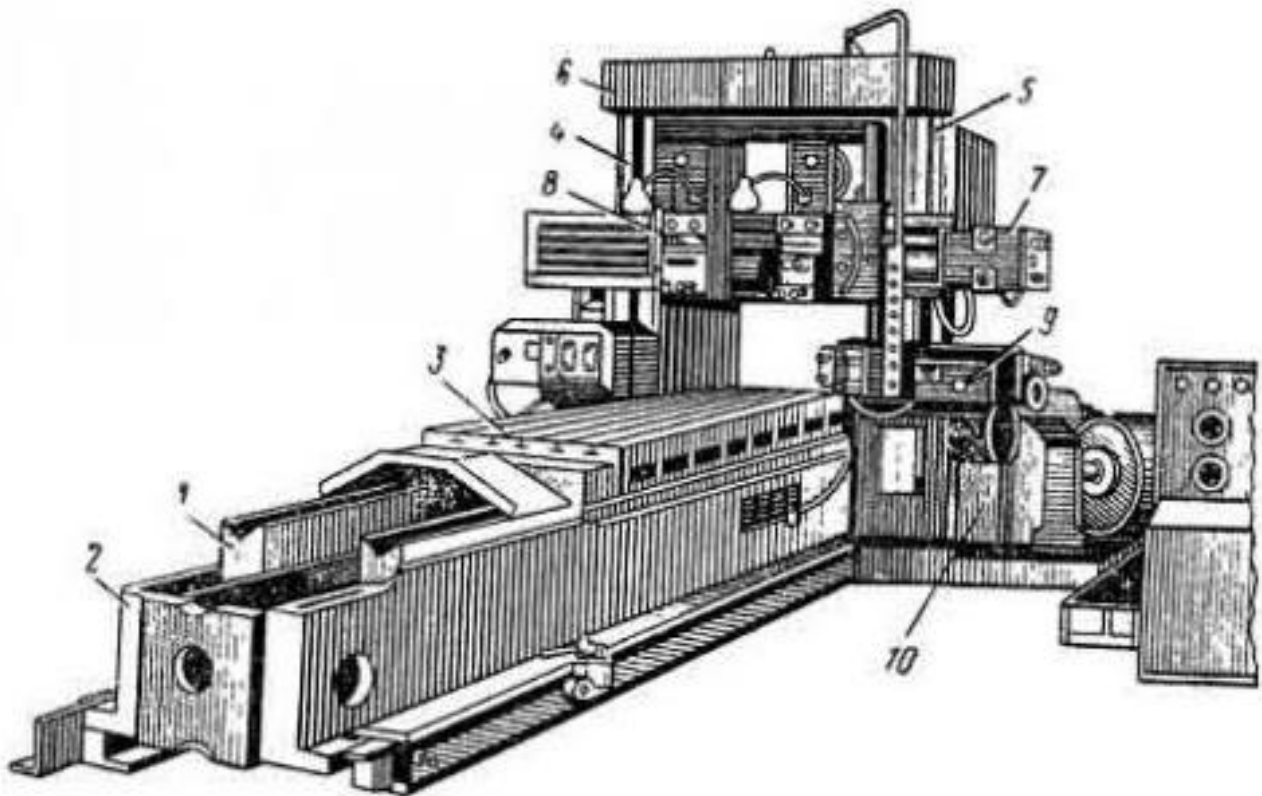


Рисунок 4. Продольно-строгальный станок.

Продольно-строгальный станок состоит из следующих основных компонентов.

1. Направляющие стола. По направляющим стола осуществляется главное рабочее движение. Выполняются направляющие с повышенной точностью.
2. Станина. Служит основой для установки всех элементов станка. Ввиду больших габаритов продольно-строгальных станков станины под них выполняются составными. Это делается для облегчения транспортировки и монтажа.
3. Стол. Конструкция стола продольно-строгального станка стандартная для металлообрабатывающего оборудования. Металлическая плита, в которой имеются

T-образные проточки для установки в них крепежных элементов (винтов, струбцин, тисков и др.), надежно соединена с рамой, движущейся по направляющим.

4. Левая стойка.
5. Правая стойка. На стойки опирается траверса, которая служит для закрепления суппорта.
6. Верхняя поперечная перекладина. Служит для соединения стоек.
7. Коробка привода вертикальной подачи траверсы. В ней расположен электродвигатель и редуктор. Осуществляет перемещение траверсы в вертикальном направлении.
8. Суппорт с резцедержателем. Главный рабочий орган. За счет суппорта осуществляется подача резца. Величина подачи регулируется в зависимости от условий обработки.
9. Привод бокового суппорта.
10. Привод главного рабочего движения стола. Включает в себя электродвигатель, редуктор, коробку скоростей и электрический щит, содержащий схемы управления величиной и скоростью подачи.

Продольно-строгальные станки массово используются в тяжелом машиностроении, где часто требуется обработка деталей больших габаритов и массы.

Долбежные станки (рис. 1) предназначены для механической обработки металлов резанием при помощи специальных резцов. Эта группа станков относится к узкоспециализированным ввиду ограниченности операций, который могут производиться на стандартном оборудовании.



Рисунок 1. Долбежный станок.

Есть несколько основных операций, которые характерны для выполнения на долбежном станке:

- создание отверстий различной формы, которые невозможно или сложно нарезать с использованием токарных или фрезерных операций;
- нарезание зубьев шестерен и зубчатых колес при помощи особого резца (рис. 4);



Рисунок 4. Резец долбежного станка для нарезания зубьев.

- создание шлицевых поверхностей, как внутренних, так и наружных;
- выдалбливание шпоночных пазов различной формы (рис. 5);

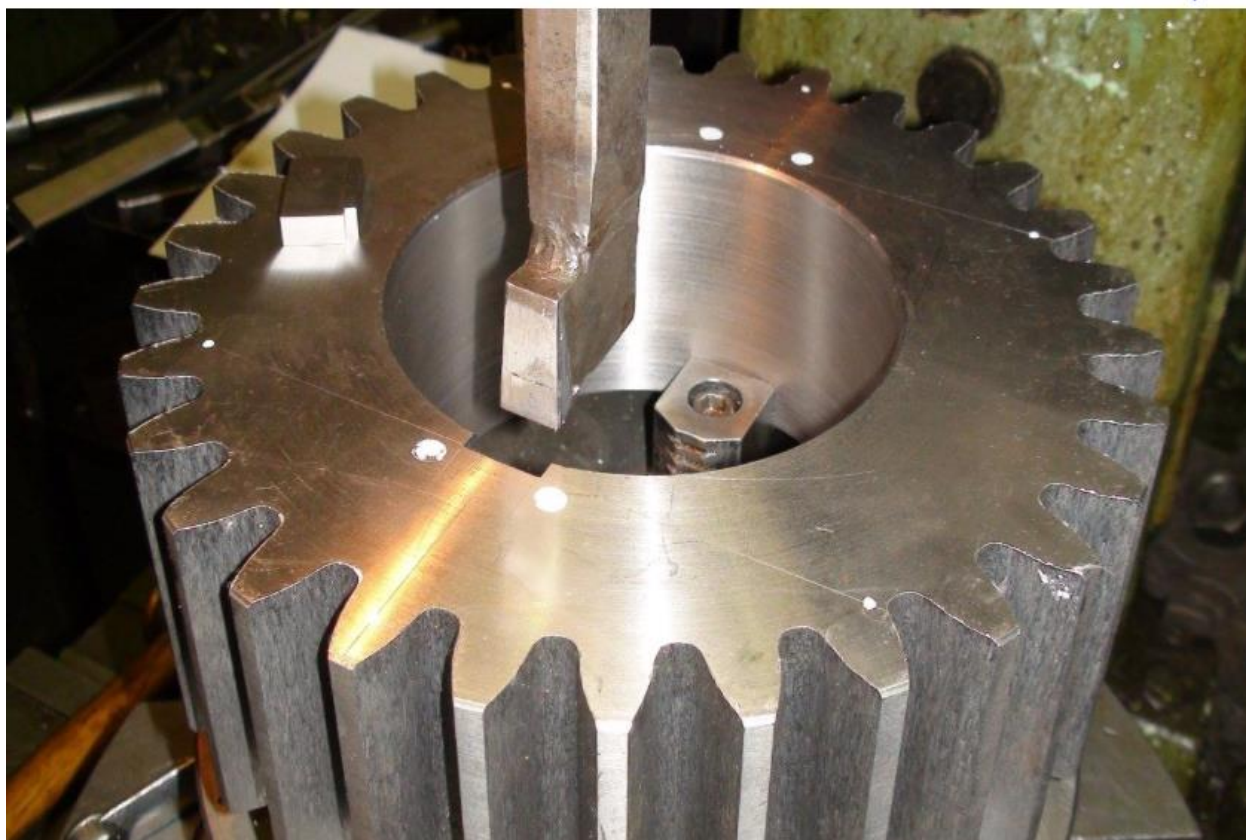


Рисунок 5. Создание шпоночного паза при помощи долбежного станка.

- вырезание сложных форм в труднодоступных местах с использованием фасонных резцов.

Сегодня большинство операций, которые выполняет долбежный станок, возможно продублировать на станках другой направленности. Однако долбежные станки не теряют своей актуальности ввиду простоты их устройства, надежности и невысокой стоимости.

Современные станки с ЧПУ не выделяются в отдельную категорию. Операция долбления является одной из многих, которые могут реализовывать многофункциональные станки нового поколения.



**1. Область применения протяжных станков.** Высокая эффективность процесса протягивания объясняется большой длиной режущих кромок, одновременно участвующих в резании; выполнением одним инструментом за один рабочий ход нескольких этапов обработки (черновая, чистовая); отсутствием большого числа холостых ходов, которые сопровождают процесс долбления шпоночных пазов, шлицевых, зубчатых, многогранных и фасонных отверстий.

Протяжные станки широко применяют в авиационной, автотракторной и станкостроительной промышленности.

Они применяются для обработки отверстий поршня, шатуна, шлицевых отверстий, отверстий в зубчатых колесах, а также различных профильных отверстий и пазов, шпоночных канавок, трака гусениц, зева шестигранных ключей, зубчатых колес и муфт внутреннего зацепления. Протяжные станки применяют и в общем машиностроении, при обработке деталей пишущих и швейных машин, велосипедов, мотоциклов, деталей оборудования для пищевой и текстильной промышленности, фото- и киноаппаратуры.

Область применения протяжных станков непрерывно расширяется. Они применяются не только в массовом и крупносерийном производстве, где это во многих случаях незаменимо, но и в мелкосерийном и даже единичном производстве — для обработки унифицированных поверхностей.

**2. Виды работ, выполняемых на протяжных станках.** Протяжные станки *предназначены для точной обработки* внутренних (замкнутых) и наружных (открытых) поверхностей различного профиля

*Внутреннее протягивание* наиболее широко применяют для обработки различных отверстий: круглых, квадратных, многогранных, шлицевых с различным профилем прямых и винтовых канавок, а также шпоночных и других фигурных пазов в отверстиях заготовки (рис. 1). Диаметр протягиваемых отверстий — до 400 мм, длина — до 10 м. Чаще всего протягивают отверстия диаметром 10...75 мм и длиной, не превышающей 2,5...3 диаметра. Ширина протягиваемых пазов — 1...200 мм.

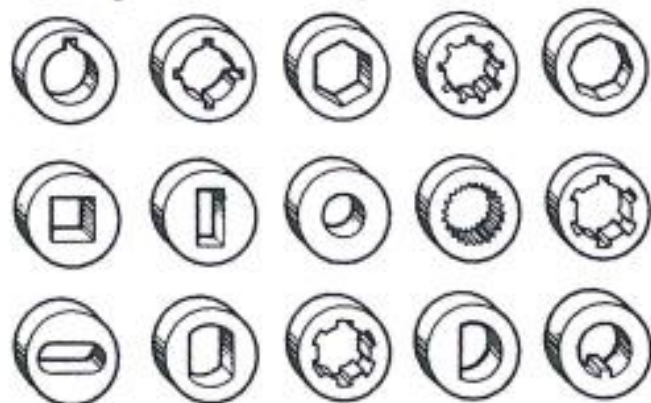


Рис. 1. Формы отверстий, обрабатываемых внутренним протягиванием

*Наружное протягивание* применяют вместо фрезерования, строгания, шлифования для обработки поверхностей площадью 100...200 см<sup>2</sup>. Вместе с тем наружное протягивание выгодно при обработке в массовом производстве больших поверхностей (блоков и головок цилиндров автотракторных двигателей). Чаще всего протягивают плоскости, фасонные поверхности, различные пазы, рифления, например зубчатые колеса, хвосты турбинных лопаток, пазы в дисках газовых турбин и др. (рис. 2).

**3. Классификация протяжных станков.** Протяжные станки делят по следующим признакам:

- по назначению:
  - для внутреннего протягивания;
  - для наружного протягивания.
- по степени универсальности:
  - станки общего назначения;
  - специальные.
- по направлению и характеру рабочего движения:



Рис. 2. Заготовки, обрабатываемые наружным протягиванием



- горизонтальные (рис. 3, а; 4, б);
- вертикальные (рис. 3, б; 4, а);
- непрерывного действия с прямолинейным конвейерным движением (рис. 4, в);
- с круговым движением протяжки или заготовки (рис. 4, з, д);
- с комбинацией различных одновременных движений заготовки и протяжки (рис. 3, в; рис. 4, е, ж).
- по числу кареток:
  - с одной кареткой;
  - с двумя и более каретками.
- по числу позиций:
  - однопозиционные (обычные);
  - многопозиционные (с поворотным столом).

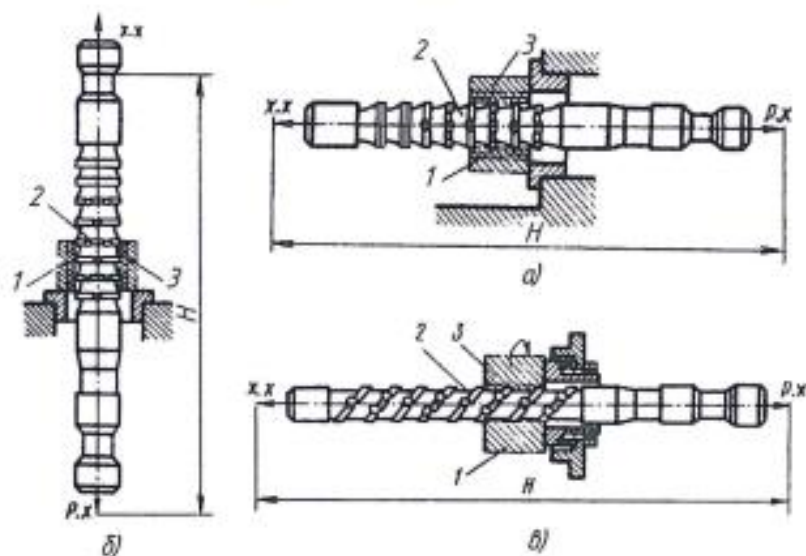


Рис. 3. Виды внутреннего протягивания

Наиболее распространены вертикально-протяжные станки для внутреннего и наружного протягивания, горизонтально-протяжные для внутреннего протягивания и горизонтально-протяжные для непрерывного протягивания.

Главное движение у протяжных станков — движение протяжки. Механизм подачи у них отсутствует, поскольку подача обеспечивается подъемом зубьев протяжки.

Основными параметрами, характеризующими протяжные станки, являются:

- наибольшая сила протягивания (она может достигать 290...390 кН (29...39 т) у средних станков и 1170 кН у крупных станков);

- максимальная длина хода протяжки (для средних станков она колеблется в пределах 350...2300 мм).

Обычно протяжные станки работают в полуавтоматическом цикле. Они имеют, как правило, гидравлический привод. Однако выпускают высокоскоростные протяжные станки, у которых применяют электромеханический привод от регулируемого электродвигателя постоянного тока.

**4. Горизонтально-протяжной станок 7Б56** одинарного действия предназначен для протягивания внутренних поверхностей различной формы и размеров.

Станок (рис. 5) состоит из станины 7 с рабочей ползушкой,

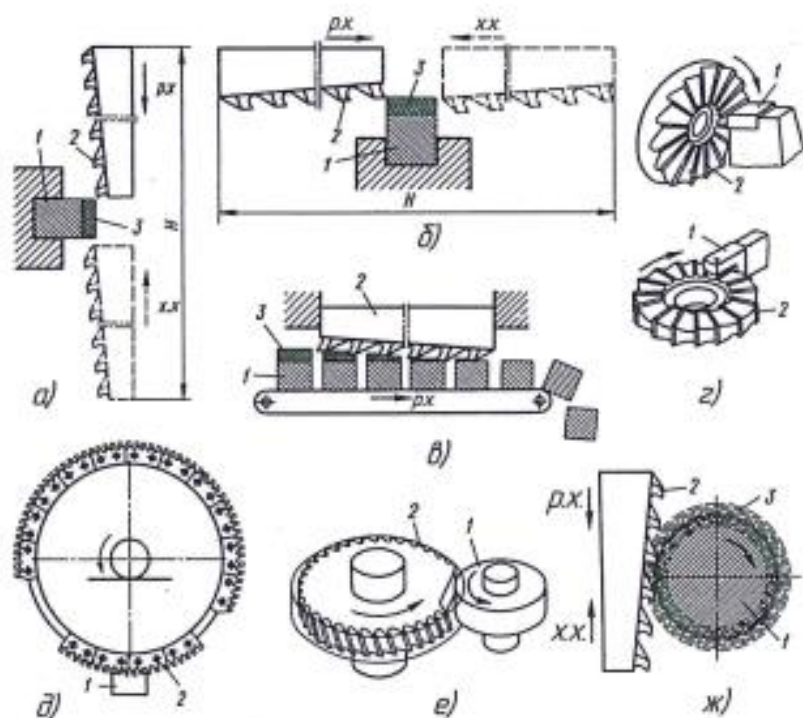


Рис. 4. Виды наружного протягивания:

1 — заготовка; 2 — протяжка; 3 — слои срезаемого металла;  
H — длина хода инструмента (заготовки)

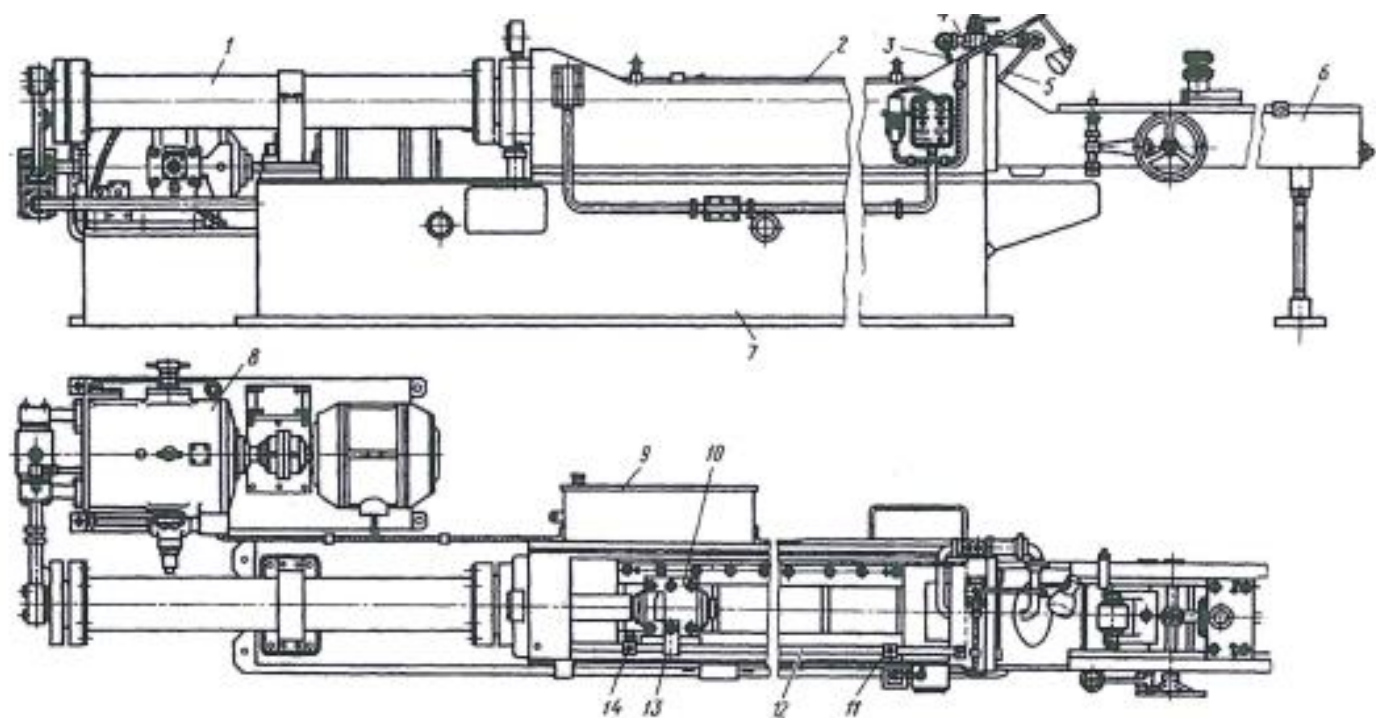


Рис. 5. Горизонтально-протяжной станок 7Б56

гидроцилиндра 1, механизма управления 2, корыта 6, системы охлаждения 4, гидропривода 8, электрооборудования 9, рабочей каретки 10, штанги управления 12, на которой находятся кулачок 13, путевые выключатели 14 и 11 и наконечников 3 и 5 системы охлаждения.

На сварной станине 7 удлиненной коробчатой формы имеются направляющие, по которым перемещается каретка 10. В станине расположены бак для эмульсии и насос с электродвигателем для подачи СОЖ. К ее торцу прикреплен рабочий цилиндр 1.

Управление станком осуществляется кнопочной коробкой и конечными упорами. К опорной части станины станка прикреплено корыто, имеющее направляющую пластину, по которой вручную перемещается люнет, удерживающий протяжку за цапфенную часть не только перед началом работы, но и в процессе ее движения.

### Тема 3.5. Шлифовальные станки

Шлифовальные станки - отдельная категория металлообрабатывающих станков, которые предназначены для производства операций шлифовки. Имеется несколько основных видов этих станков, которые различаются по конструкции, принципу работы и виду обрабатываемых поверхностей. Рассмотрим каждый из них по отдельности.

Нужно понимать, что для разных целей по обработке деталей, можно приобрести и разные шлифовальные станки. Но, так или иначе, **при выборе следует обращать внимание на некоторые общие технические характеристики.**

- Мощность привода.

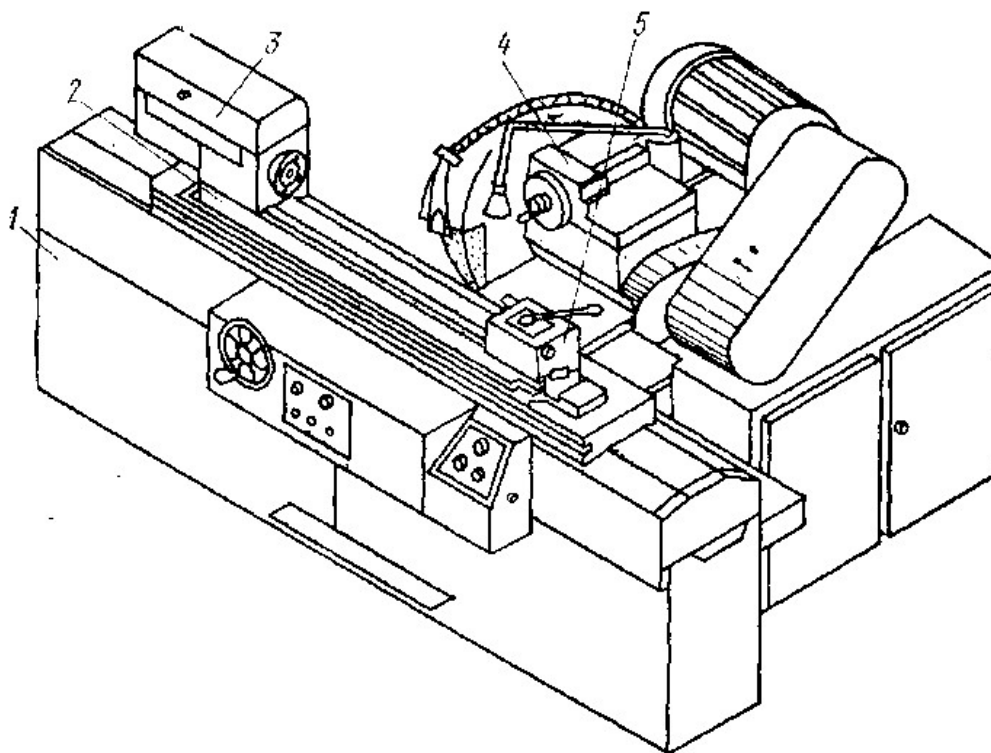
- Расстояние от шпинделя до рабочего стола, которое влияет на толщину шлифовки обрабатываемой детали.

- Ход рабочего стола по осям Y и X, который обеспечивает ширину и длину шлифовки.

Ещё очень важной характеристикой является точность обработки, а также максимальная и минимальная поперечная подача и, разумеется, размер рабочего стола. На эти характеристики нужно обращать особое внимание при покупке этого вида аппарата.

#### Круглошлифовальный станок

Станки круглошлифовальной подгруппы (рис. 1) предназначены для производства шлифовальных операций на наружных и внутренних поверхностях тел вращения.



**Рисунок 1. Круглошлифовальный станок.**

Конструктивно круглошлифовальный станок состоит из станины (1), стола (2) двух бабок (3,5), в которых закрепляется цилиндрическая или коническая деталь и приводной бабки (4), в которой закреплен рабочий орган. Рабочим органом на этом станке является шлифовальный круг. Здесь имеются различия в способе подачи вращательного движения, которые часто комбинируются в зависимости от требуемого эффекта:

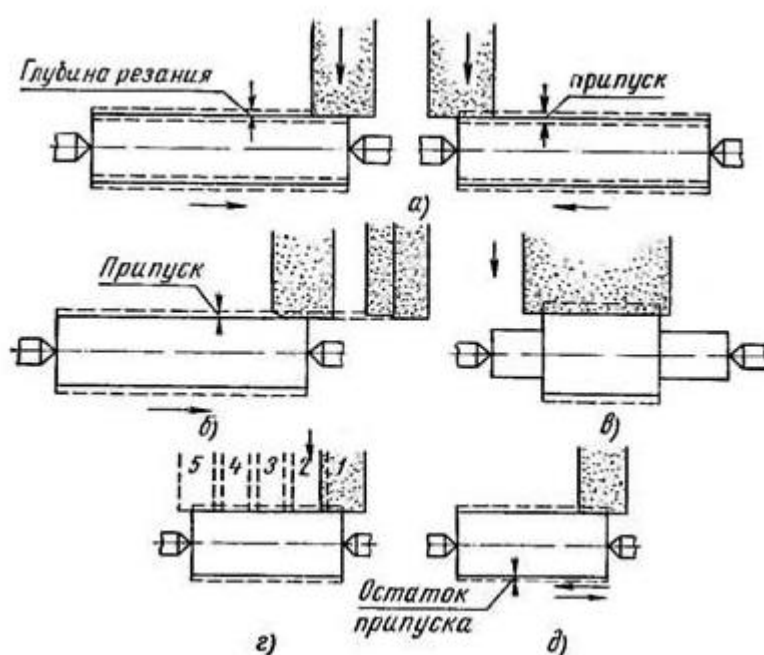
- вращается сама заготовка;



- вращается шлифовальный круг;
- вращается и заготовка, и круг.

В общем случае заготовка закрепляется в центрах. Запускается приводной электродвигатель шлифовального круга. Выбирается скорость вращения круга и скорость подачи. Круг подается на заготовку. Осуществляется продольная подача с определенной скоростью. В процессе работы шлифовальный круг снимает металл с поверхности заготовки, тем самым сглаживая неровности и уменьшая шероховатость.

Также различаются способы подачи шлифовального круга при обработке детали (рис. 2).



**Рисунок 2. Способы шлифования.**

Основные способы шлифования поверхностей тел вращения, следующие:

- с осуществлением продольной подачи;
- с заглаблением;
- с врезанием;
- с последовательным врезанием;
- комбинированный.

Станки для круглого шлифования подразделяются на следующие категории:

- стандартные;
- специализированные;
- универсальные;
- бесцентровые;
- врезные.

Самым распространенным является стандартный круглошлифовальный станок.

Рассмотрим круглошлифовальный станок с ЧПУ на примере полуавтомата модели **3М151Ф2**:





Круглошлифовальный полуавтомат **3M151Φ2** с ЧПУ предназначен для наружного шлифования гладких и прерывистых цилиндрических поверхностей валов с несколькими ступенями.

Станок **3M151Φ2** применяются в условиях мелко и среднесерийного производства. Станок обеспечивает выполнение в автоматическом режиме продольного, врезного и строчного шлифования с последующей зачисткой продольным шлифованием, а также шлифование буртиков. В процессе обработки осуществляется активный контроль диаметральных размеров валов. Класс точности станка П, он обеспечивает точность диаметральных размеров по 6-му качеству. Станок можно встраивать в автоматизированные участки, управляемые от ЭВМ.

Обработка ступеней ведется последовательно одним кругом. При обработке осуществляют активный контроль и автоматический переход от одной ступени к другой.

На станке **3M151Φ2** осуществляется врезное и продольное шлифование в автоматическом режиме (конусные поверхности по программе не шлифуются).

**Задняя бабка** снабжена механизмом, позволяющим устранять конусность на изделии. Пиноль бабки выполнена на направляющих качения. Станок обеспечивает 2-й класс точности размеров по диаметру и чистоте  $Ra = 0,32$  мкм, на торцовых поверхностях —  $Ra = 1,25$  мкм.

**Ввод программы** производится декадными переключателями. В процессе обработки осуществляется активный контроль размеров гладких шеек изделия и путевой контроль гладких и прерывистых поверхностей шеек (шлицы, шпоночные пазы).

Основная экономия при работе на станке достигается за счет сокращения вспомогательных операций: переустановки, настройки и измерения. Поэтому наибольший экономический эффект достигается при обработке многоступенчатых валиков с одной установки.

Применение станка с числовым программным управлением **3M151Φ2** улучшает качество обработки, повышает взаимозаменяемость деталей, уменьшает количество брака, снижает утомляемость рабочего, позволяет организовать многостаночное обслуживание.

**Правка шлифовального круга** в цикле производится алмазом с помощью гидрофицированного правильного прибора. Станок оснащен регулируемым приводом постоянного тока для подачи шлифовального круга, отдельно стоящей гидростанцией и баком для охлаждающей жидкости.

Класс точности станка — П по ГОСТ 8—71.

### Методы и особенности круглого шлифования

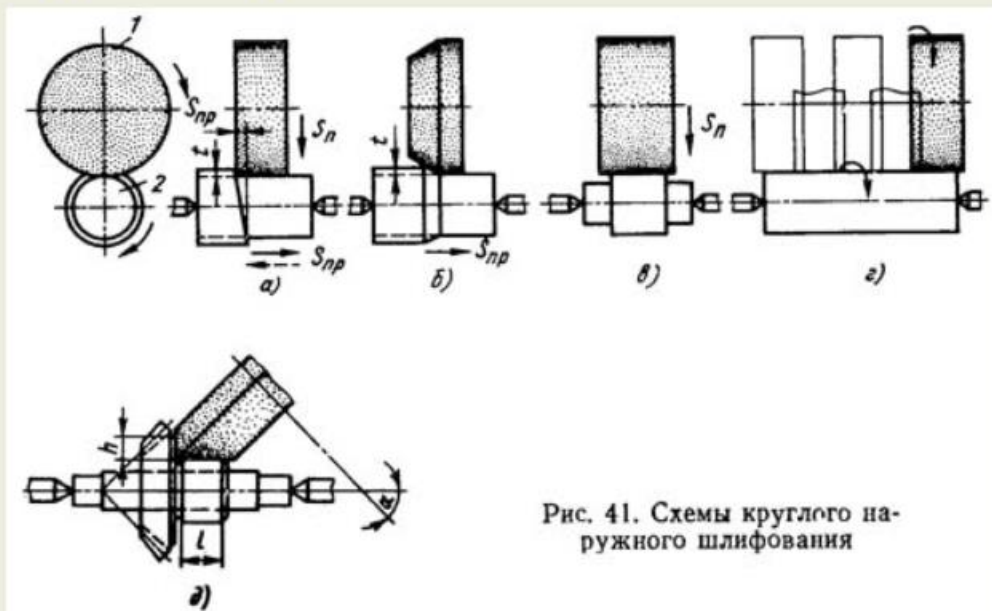


Рис. 41. Схемы круглого наружного шлифования

### Внутришлифовальный станок

Внутришлифовальные станки (рис. 3) предназначены для обработки внутренних цилиндрических, конических и сферических поверхностей.



Рисунок 3. Внутришлифовальный станок.

Процедура внутреннего шлифования предназначена для финальной обработки внутренних поверхностей деталей. Одним из положительных эффектов, помимо убирания неровностей и понижения шероховатости, является исправление отклонения внутренней

поверхности детали от оси вращения. Такое отклонение появляется, как правило, из-за погрешностей при производстве предыдущих металлорежущих операций.

Внутришлифовальный станок имеет две бабки. В одной из них установлен патрон. В патроне закрепляется деталь. Вторая бабка имеет собственный привод. В ней установлен держатель, в котором фиксируется шлифовальный инструмент. Передняя бабка неподвижна. Подача осуществляется перемещением задней бабки на салазках. Часто подобные станки оснащаются дополнительным подводом смазывающе-охлаждающей жидкости.

### **Плоскошлифовальный станок**

Плоскошлифовальные станки (рис. 4) предназначены для обработки плоских поверхностей деталей с использованием абразивного инструмента, как правило, шлифовального круга.



**Рисунок 4. Плоскошлифовальный станок.**

Конструктивно плоскошлифовальный станок состоит из станины, на которой установлен стол. В нем закрепляется обрабатываемая деталь. На станине устанавливается суппорт. В зависимости от степени подвижности элементов, плоскошлифовальные станки подразделяются на три подгруппы:



- с подвижным столом;
- с подвижным суппортом;
- с подвижным столом и суппортом.

В суппорте имеется шлифовальная головка, в которой закрепляется абразивный круг. Приводится круг в движение электродвигателем. Для изменения частоты вращения имеется коробка скоростей.

Шлифование осуществляется возвратно-поступательными движениями заготовки относительно абразивного круга или с постоянной подачей в одном направлении до завершения прохода.

### **Бесцентрошлифовальный станок**

Этот тип является разновидностью круглошлифовального станка. Бесцентрошлифовальный станок (рис. 5) используется для обработки деталей, закрепить которые в центрах не представляется возможным. Это связано либо с отсутствием возможности захвата детали патроном, либо с габаритами.



**Рисунок 5. Бесцентрошлифовальный станок.**

Бесцентрошлифовальный станок имеет два шлифовальных круга, каждый из которых приводится в движение собственным электромотором. Один из кругов, как правило, закрепляется статично или имеет настройку положения лишь по высоте. Второй круг подвижный и может перемещаться в более широких диапазонах. Снизу имеется так называемый опорный нож, который служит для поддержки обрабатываемой детали.

## Тема 3.6 Резьбообрабатывающие и зубообрабатывающие станки

### 1. Методы образование профиля зуба зубчатого колеса

Передача вращательного движения с помощью зубчатых колес имеет самое широкое распространение. Существуют разные виды зубчатых зацеплений: цевочное, с круглым зубом (Новикова), — но наибольшее распространение получило эвольвентное, у которого боковая поверхность зуба имеет профиль эвольвенты.

Основные методы получения зубчатых колес — обработка резанием. Некоторые зубчатые колеса можно получать отливкой или штамповкой, а профиль зубчатых колес малого и среднего модуля — накатыванием. Образование профиля зуба резанием производят методами копирования или обката (огибания).

Инструментом при обработке зубьев *копированием* являются дисковые (рис. 1, а) и концевые (рис. 1, б) модульные фрезы и фасонные резцы, режущие кромки которых имеют очертания контура впадины нарезаемого зуба. Для выполнения обработки конструкция станка должна обеспечить следующие движения:

- главное движение  $v$  (сообщается инструменту);
- движение подачи  $S$  (в зависимости от конструкции станка сообщается инструменту или заготовке);
- движение деления (сообщается заготовке и обеспечивает обработку очередной впадины между зубьями колеса).

При использовании метода обката зуборезный инструмент и заготовка имитируют в своем относительном движении зацепление пары сопряженных колес (рис. 2). Инструменту может придаваться форма зубчатого колеса, зубчатой рейки или червяка, т. е. детали, которая работает в зацеплении с нарезаемым колесом.

### 2. Компоновка и устройство зубодолбежных станков

На зубодолбежных станках обрабатываются цилиндрические зубчатые колеса наружного и внутреннего зацепления с прямыми, винтовыми и шевронными зубьями, блоки зубчатых колес, зубчатые муфты, рейки, колеса с буртиками, копии и храповые колеса. Зубодолбежные станки работают по методу обкатки.

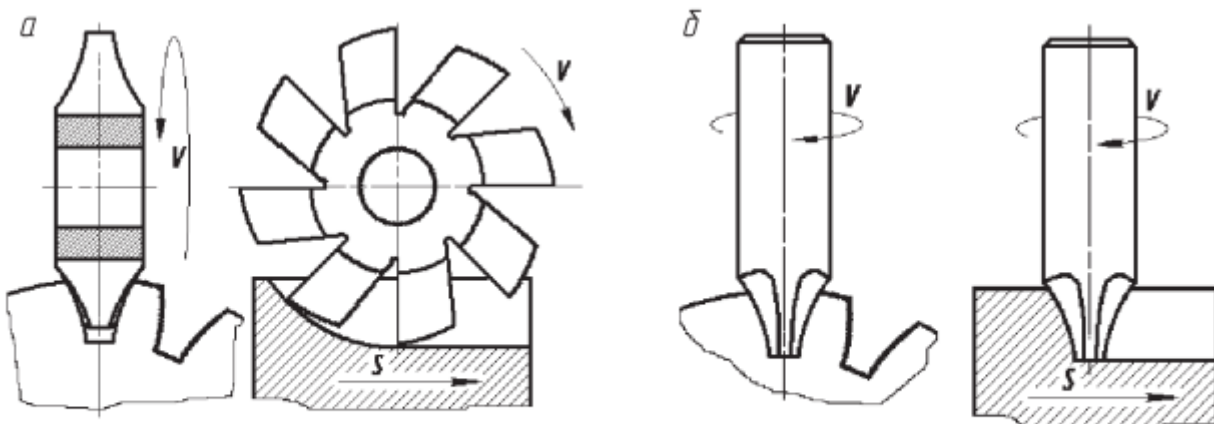


Рис. 1. Схемы нарезания зубчатых колес методом копирования



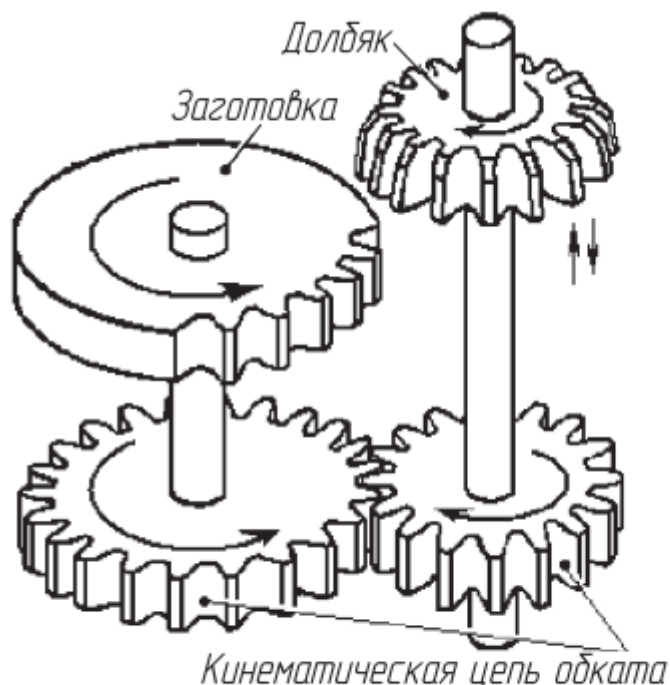


Рис. 2. Схема нарезания зубчатого колеса методом обката с помощью долбяка

Применяются вертикальные и горизонтальные зубодолбежные станки. Горизонтальные зубодолбежные станки при нарезании шевронных зубчатых колес работают двумя долбяками. Вертикальные станки имеют две разновидности. У одних радиальное врезание долбяка производится перемещением суппорта, у вторых — стола с заготовкой. Режущим инструментом может быть зуборезный долбяк или зуборезная рейка.

По сравнению с зубофрезерными станками, долбежные менее производительны, но только на них можно обрабатывать блоки колес, колеса с внутренним зацеплением и с буртиком. На этих станках можно обрабатывать зубчатые колеса диаметром до 2280 мм, длиной зуба до 170 мм с модулем от 0,1 до 12 мм.

Современные зубодолбежные станки имеют жесткую конструкцию, гидростатические подшипники и направляющие, работают с частотой 2500 ходов в минуту, удобны для работы и для автоматизации. Электронное устройство позволяет точно останавливать станок в конце цикла и исключать уменьшение толщины последнего зуба.

Формообразование на зубодолбежном станке эвольвентного профиля зубьев обрабатываемых колес достигается методом обкатки двух цилиндрических колес.

Профиль одного зубчатого колеса образуют кромки зубьев режущего инструмента — долбяка. Долбяк считают ведущим колесом.

Второе зубчатое колесо — заготовка. Вращение заготовки называется делительным движением.

Для правильной обкатки колес скорость делительного движения заготовки должна строго совпадать с выбранной скоростью круговой подачи долбяка, что обеспечивается в станке кинематической цепью обката, установленной соосно с долбяком и заготовкой. Скорость вращения шестерни и зубчатого колеса (окружную скорость или, иными словами, круговую подачу) выбирают, руководствуясь режимами резания.

## Формообразующие движения:

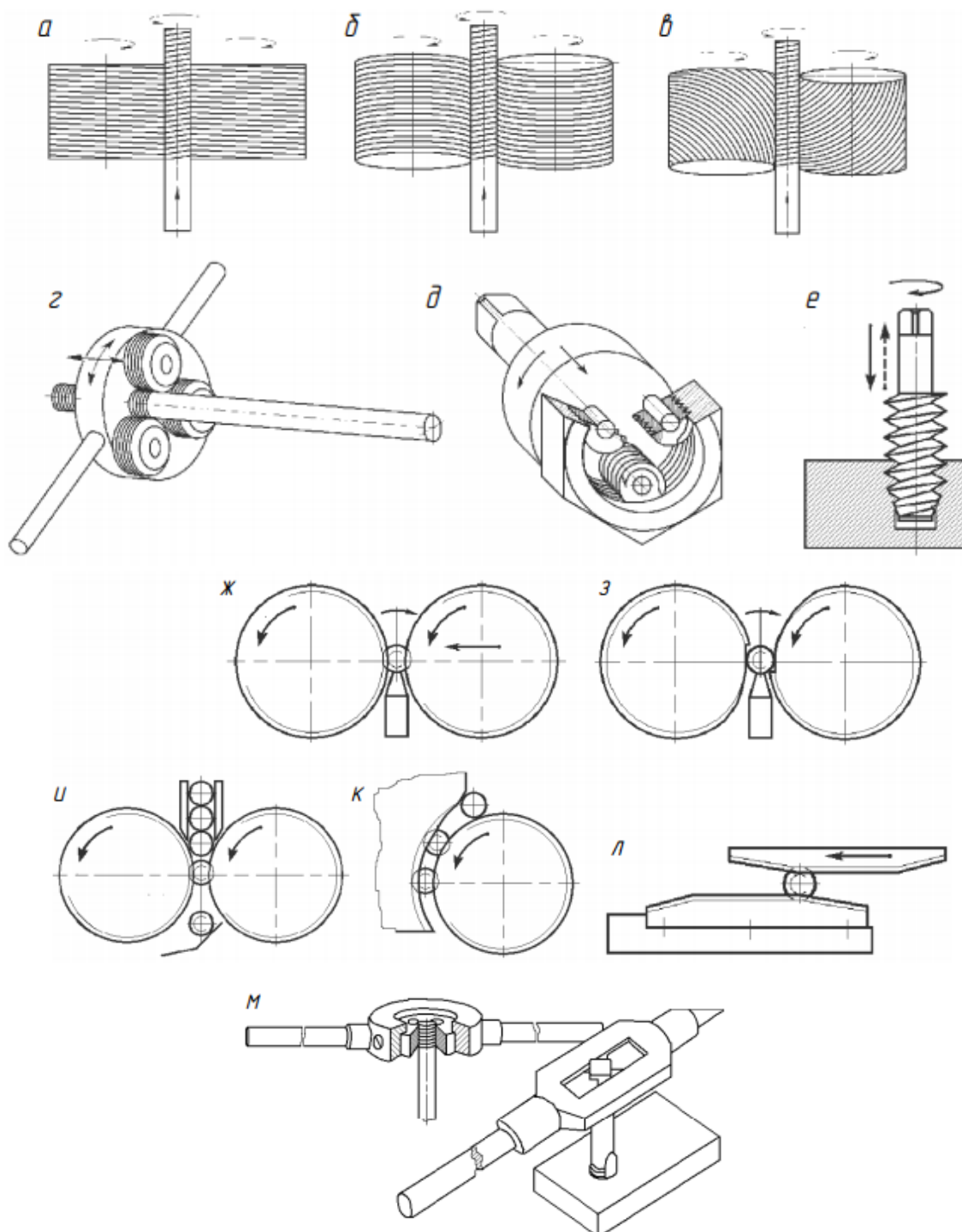
*главное движение* — возвратно-поступательное перемещение долбняка в вертикальной плоскости;

*движение обката* (делительное движение) — вращение долбняка и стола с заготовкой;

*движение врезания* радиальной подачи стола;

*вспомогательные движения* — быстрое вращение заготовки, работа счетного механизма, управляющего автоматическим циклом обработки, механизм отвода долбняка при обратном ходе.

## 7. Резьбообрабатывающие станки.



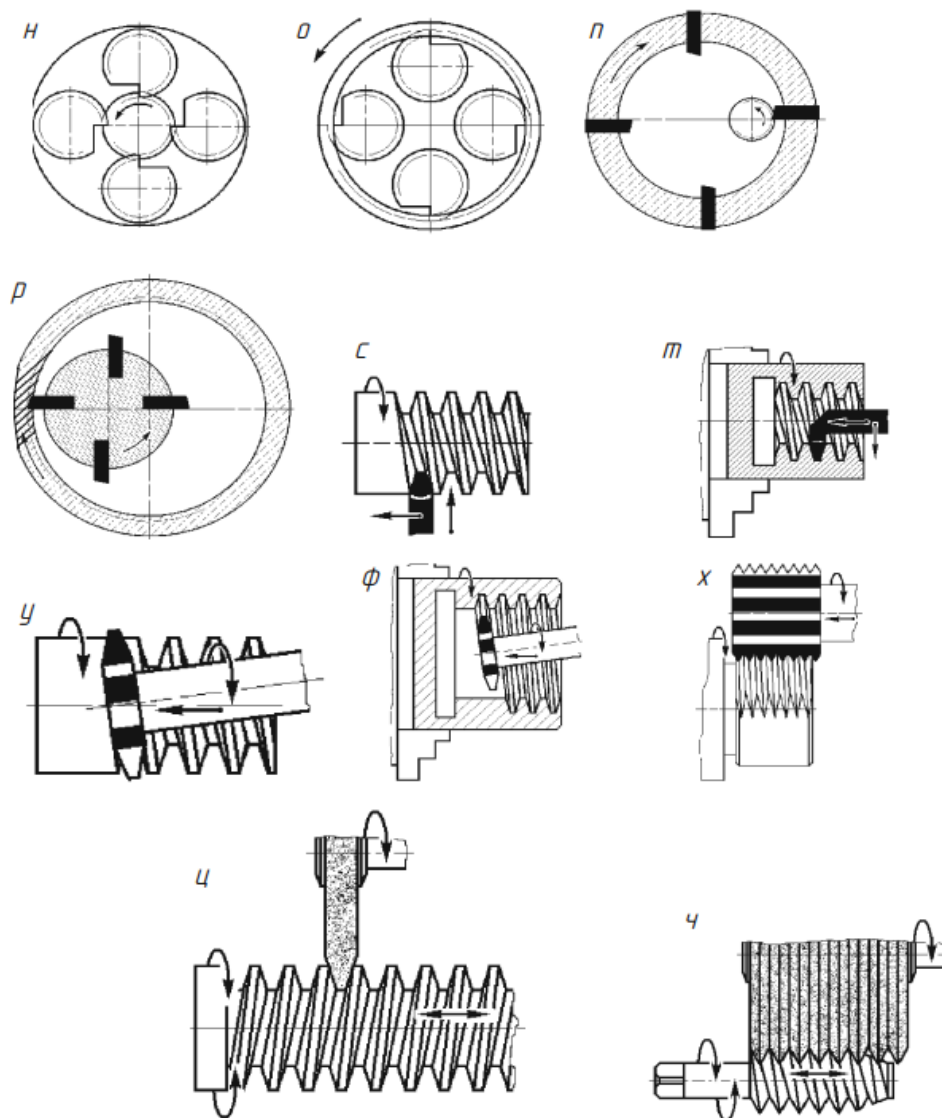


Рис. 29. Наиболее употребительные способы получения резьб

Методов получения резьбы несколько: нарезание лезвийным инструментом, нарезание шлифовальным кругом, обработка давлением, плазменная обработка.

Наиболее часто для получения резьбы используют:

- накатывание с осевой подачей двумя или тремя роликами с параллельными осями и винтовой нарезкой (рис. 29, а);
- накатывание с осевой подачей двумя или тремя роликами с пересекающимися осями и кольцевой нарезкой (рис. 29, б);
- поперечно-винтовое накатывание (рис 29, в);
- накатывание наружных и внутренних резьб аксиальными резьбонакатными головками (рис. 29, г, д) с осевой подачей инструмента;
- накатывание наружных резьб двумя или тремя роликами (рис. 29, ж) с радиальной подачей;
- накатывание наружных резьб двумя или тремя затылованными (некруглыми) роликами (рис. 29, з), имеющими стационарные оси вращения;
- накатывание наружных резьб с тангенциальной подачей двумя роликами с параллельными осями и винтовой нарезкой, вращающимися с разными окружными скоростями (рис. 29, ж);
- планетарное накатывание наружных резьб (рис. 29, к);

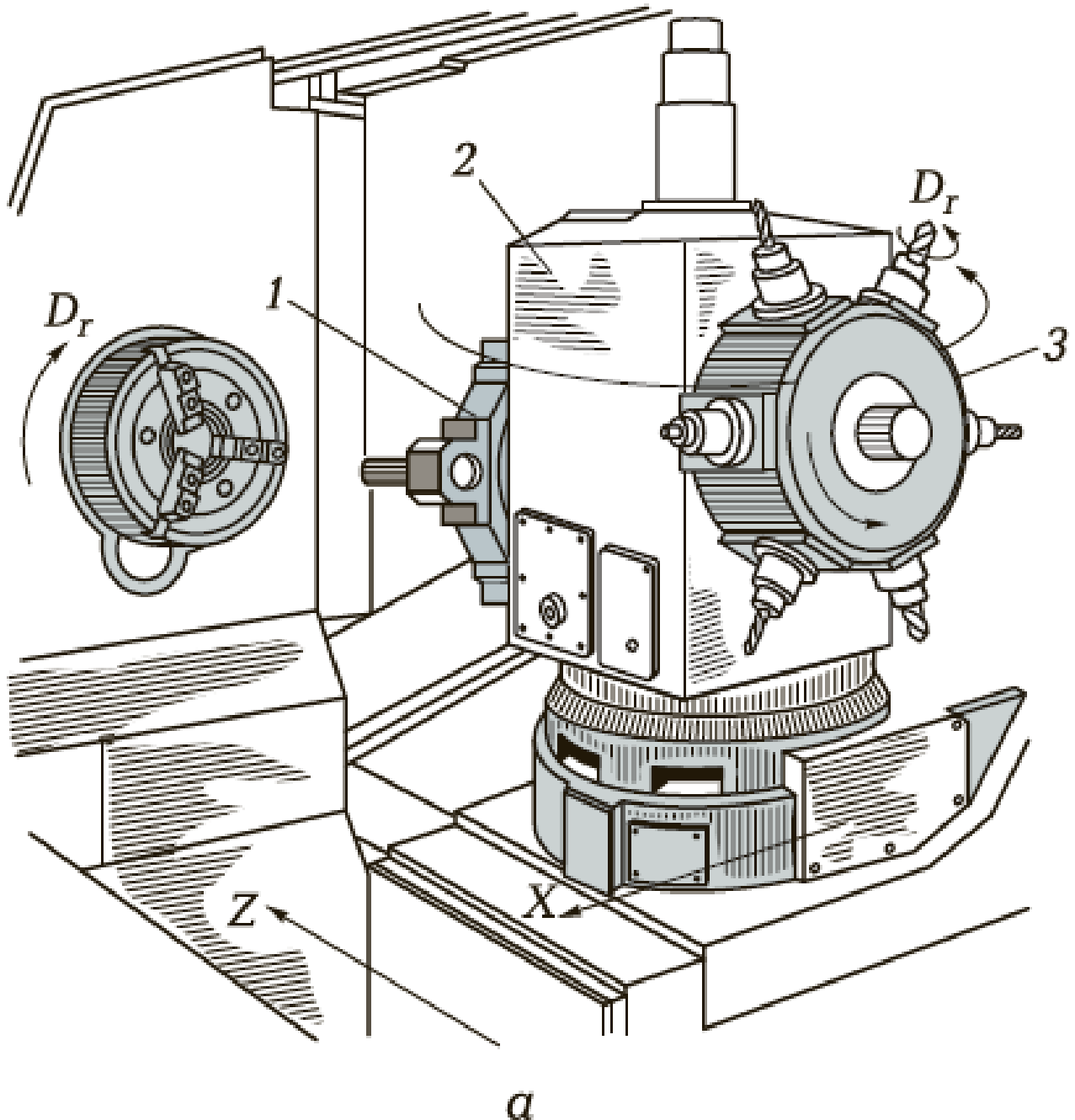
- накатывание наружных резьб двумя (тремя) плоскими плашками (рис. 29, л);
- накатывание двухроликовыми тангенциальными накатными головками;
- выдавливание внутренних резьб бесстружечным метчиком (рис. 29, е);
- накатывание наружных резьб с тангенциальной подачей двумя роликами с параллельными осями и винтовой нарезкой, вращающимися с разными окружными скоростями (рис. 29, и);
- нарезание резьб плашкой и метчиком (рис. 29, м);
- нарезание наружных резьб плашками (рис. 29, н);
- нарезание наружных и внутренних резьб с осевой подачей резьбонарезными головками (рис. 29, н, о);
- точение наружных и внутренних резьб резцами и гребенками (рис. 29, с, т);
- точение по полуавтоматическому циклу твердосплавными резцами;
- вихревая обработка наружных и внутренних резьб вихревой головкой (рис. 29, п, р);
- фрезерование наружных и внутренних резьб дисковыми фрезами (рис. 29, у, ф);
- фрезерование наружных и внутренних резьб гребенчатыми фрезами (рис. 29, х);
- шлифование наружных и внутренних резьб одно- (рис. 29, ц) и многониточными (рис. 29, ч) шлифовальными кругами.

Исходя из способов получения резьб и предъявляемых к ним требований разработано большое количество различных станков.

Рассмотрим наиболее часто применяемые.

### 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.



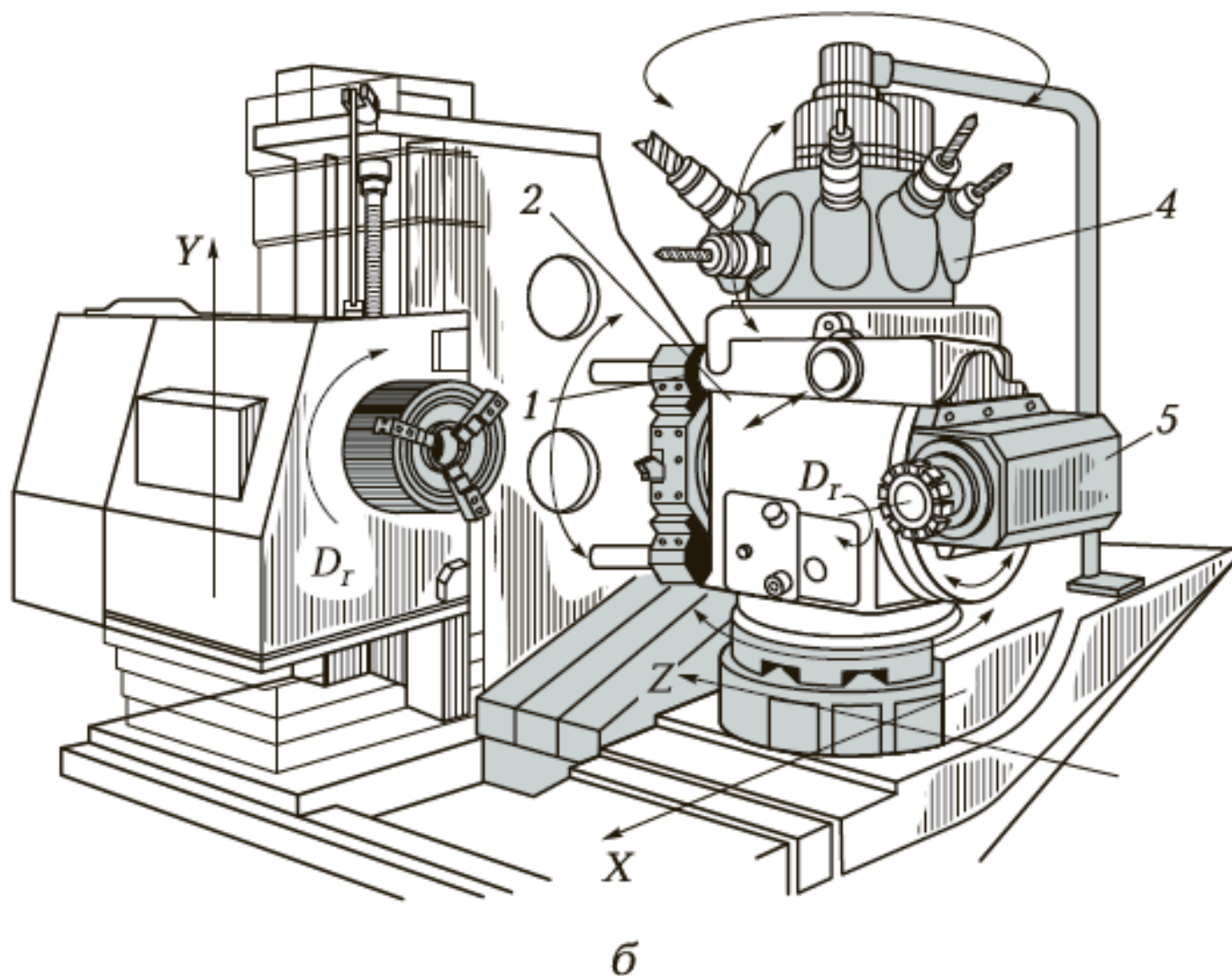


Рис. 17.1. Инструментальные узлы МС с револьверными головками (а) и с магазином инструментов, револьверной и инструментальной головками (б):

1, 3 — револьверные головки с неврвращающимся и вращающимся 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 изготовлять 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.

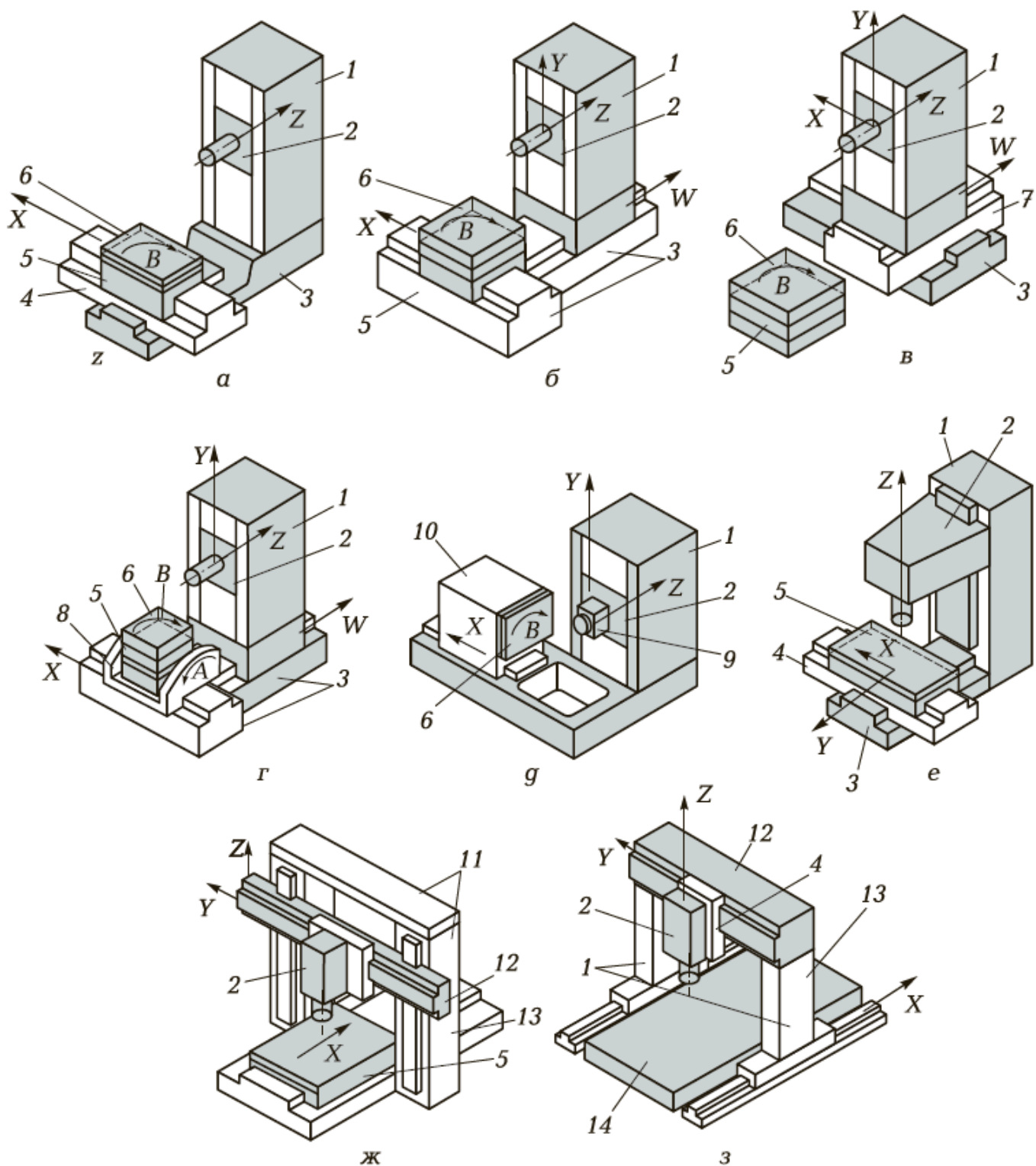


Рис.17.2. Компонки узлов МС:

*a* — 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.

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.).

***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.)

## Тема 3.8 Агрегатные станки

Одним из методов усовершенствования технологических процессов на машиностроительных заводах является применение высокопроизводительного станочного оборудования.

Высокопроизводительными станками комплектуются целые автоматические линии. Создание таких линий становится приоритетом в развитии обрабатывающей промышленности. Среди крупных предприятий начали зарождаться тенденции развития многооперационных и агрегатных станков. Для внедрения новых технологий многие конструкторские учреждения усиленно работают над созданием новых моделей агрегатных станков. Особое широкое применение получили агрегатные станки с ЧПУ (числовым программным управлением).



**Агрегатный станок** – это специальные полуавтоматические или автоматические станки, конструкция которых состоит из унифицированных узлов и механизмов, не связанных между собой единой кинематической схемой. Область применения данного оборудования охватывает группу предприятий с крупносерийным и массовым производством. Их основное назначение – это обработка деталей, имеющих объемные (коробчатые) формы.

Технические характеристики агрегатных станков позволяют применять их для сверления, нарезания резьбы, фрезерования и много других работ, связанных с токарной обработкой заготовок.

Станки такой модели, еще применяются в тех случаях, когда деталь, которая обрабатывается, закрепляется в неподвижном состоянии, а в движении находится режущий инструмент. Это дает возможность, на одной детали выполнять одновременно несколько операций с разных сторон детали.



## Классификация

В зависимости от геометрических размеров заготовок, которые могут обрабатываться, агрегатные станки классифицируются на три группы. Каждая группа отличается габаритными размерами станка, его весом и конструкцией унифицированных узлов.

1. Группа малогабаритных агрегатных станков. Это группа станков с небольшими размерами пинольных головок. Мощность пинольных головок колеблется от 0,18 до 0,75 кВт.
2. Группа средних станков. У этой группы станков силовые головки имеют плоскокулачковый привод. Мощность подачи колеблется от 1,1 до 3 кВт.
3. Группа больших размеров. Такие станки в своей конструкции имеют гидравлические или электромеханические столы. Такие столы предназначены для установки на них шпиндельных узлов.

Агрегатные станки классифицируются также по конструктивным особенностям:

*По количеству рабочих позиций* классификация осуществляется по следующим признакам:

**однопозиционные.** Конструкция такого агрегатного станка обеспечивает многостороннюю обработку деталей. Обрабатываемая деталь, на этих станках фиксируется в закрепленном неподвижном положении. Силовая головка агрегатного станка может обрабатывать заготовку с одной, двух или трех сторон;

**многopозиционные.** На таком оборудовании заготовки могут обрабатываться в последовательном режиме. На каждом режиме обработка может вестись в трехстороннем режиме.

*По расположению инструмента.* Силовая головка может обеспечить расположения инструмента по отношению к обрабатываемой детали в вертикальном, горизонтальном или наклонном положении.

1. По способу крепления и передвижению заготовки классификация разделяет станки на следующие виды:
  - станки, у которых столы неподвижные;
  - станки с поворотным столом. Такая модель позволяет передвигаться столу вокруг двух осей (вокруг осей в вертикальной и горизонтальной плоскости);
  - станки с возможностью перемещения в 1, 2, 3-х направлениях.

К отдельной классификационной группе следует отнести агрегатные станки *линейного построения*. На этих станках можно выполнять сверлильные, фрезерные и другие работы, а также нарезать внутренние резьбы. У таких станков нет закрепленного основания. Конструктивно такие станки состоят из рамы, электродвигателя и держателя рабочего инструмента. Рама оснащена направляющими. Заготовка крепится в специальное приспособление.

Многие промышленники требуют от станочного оборудования высокой степени гибкости

при совершенной производительности. Этим требованиям удовлетворяют агрегатные станки с ЧПУ, которые относятся к особой классификационной группе.

**Преимущества:** требуется меньшая производственная площадь; обеспечивается стабильная точность обработки; обслуживания операторами невысокой квалификации; допускает многократное использование нормализованных узлов.

**Недостатки:** менее гибкие при переналадке. Наибольшее распространение получили агрегатные станки сверлильной группы. Агрегатные станки различаются компоновкой, которая зависит от заготовки и последовательности обработки.