

УСТРОЙСТВО МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

3.1 Станки токарной группы

Доля обработки металлов резанием в машиностроении велика, что весьма плохо, и достигает 30—60%, но есть тенденция к уменьшению. В обработке металлов резанием наиболее часто применяют токарные станки. На них наиболее часто выполняемыми являются обработка наружных цилиндрических, конических и торцовых поверхностей, прорезание канавок и отрезание, чистовая и отделочная обработка, обработка отверстий, резание резьбы.

Токарный станок явился, как считают, продуктом новой волны открытий начала железного века. Его изобретение могло относиться либо к 1200, либо к 1000 году до н. э. Достоверно установлено, что к 800 году до н. э. он уже вошел в обиход. Древний токарный станок (насколько можно судить по дошедшим до нас сведениям) был устроен ненадежно. Существенный их недостаток — деталь вращалась то по часовой стрелке, то против. Такие станки применяли до начала XVII века и применяют по ныне. В средние века станину и бабку токарного станка сделали жесткими. Не позднее 1250 года ремень, поворачивающий заготовку, прикрепляли внизу к педальному механизму, а наверху — к шесту (см. рис. 2). В XIV веке для привода станков стали использовать водяное колесо. Ременным приводом через колесо с кривошипом стали пользоваться, видимо уже с 1411 года. Токарный станок с ременной передачей от маховика-шкива описан Соломоном де Ко в книге, изданной во Франции в 1615 году. Маховик находился в стороне от станка, имел ручку, которую вращал помощник токаря. С XVI века токарные станки стали оснащать педалью с шатуном и кривошипом, как теперь делают в швейных машинах с ножным приводом. Однако, если верить утверждению историка Плиния, еще до 400 года до н. э. мастер с острова Самос в Эгейском море Феодор сделал токарный станок, на котором заготовка вращалась в одну сторону. Станок имел кривошипный механизм, маховик и ножной педальный привод. Самое первое изображение токарного станка с

патроном, к которому деталь крепили болтами или зажимами, относится к 1568 году. Первые шаги по созданию передвижного суппорта были сделаны приблизительно в 1480 году, а устройство, которое высвободило руки рабочего от необходимости удерживать резец, получает распространение со второй половины XVI века. В 1565 году во Франции в станке Жака Бессона появилась специальная «подставка» — support. В своей книге «Театр инструментов» он описал станок для нарезки винтов, который был с суппортом. Прошло еще немало десятилетий, пока в 1794 году двадцатичетырехлетний английский механик Генри Модсли не сконструировал так называемый крестовый суппорт. В 1738 году А. К. Нартов сообщил в Академии наук о токарном станке с механизированным суппортом и сменными зубчатыми колесами задолго до их появления в Англии. Поворотным моментом в истории станкостроения было создание Генри Модсли современного вида металлорежущего станка. Он внес в конструкцию станка три новшества, известных и до него: цельнометаллическую конструкцию, изготовил точные плоские направляющие и разработал технологию изготовления точного ходового винта, что сделало

станок высокоточным и универсальным устройством. Считается, что Г. Модсли одним из первых стал делать станки на продажу.

Станки для токарной обработки составляют значительную долю в парке металлорежущего оборудования (до 30—40%).

Классификация станков токарной группы:

а) по признакам работы:

- автоматы и полуавтоматы одношпиндельные;
- автоматы и полуавтоматы многошпиндельные;
- револьверные;
- сверлильно-отрезные;
- карусельные;
- токарные и лобовые;
- многорезцовые;
- специализированные;
- разные токарные;

б) по размерам:

- настольные;
- средние;
- тяжелые или уникальные;

в) по точности:

- нормальной (Н);
- повышенной (П);
- высокой (В);
- особо высокой (А);
- особо точные (С);

г) по количеству одновременно работающих инструментов:

- однорезцовые;
- многорезцовые;

д) по чередованию работы:

- обыкновенные;
- револьверные;

е) по количеству одновременно работающих шпинделей:

- одношпиндельные;
- многошпиндельные;

ж) по расположению оси шпинделя:

- горизонтальные;
- вертикальные.

Данная классификация не является исчерпывающей.

Назначение, технологические возможности, основные параметры станков. В токарных станках главным движением является вращение шпинделя с закрепленной в нем заготовкой, а движением подачи — перемещение суппорта с резцом в продольном и поперечном направлениях. Все остальные движения вспомогательные.

Универсальные токарные станки по назначению представлены несколькими типами: собственно токарные, не имеющие ходового винта для нарезания резьбы резцами, токарно-винторезные, токарно-револьверные, токарно-карусельные, токарно-лобовые, токарно-затыловочные, резьботокарные.

Лобовые и карусельные токарные станки предназначены для обработки деталей больших диаметров и сравнительно небольшой длины (шкивы, маховики и др.). На этих станках выполняется обтачивание наружных цилиндрических и конических поверхностей, обработка торцов, протачивание канавок, растачивание и т. д.

Лобовые станки, у которых вместо патрона имеются планшайба большого диаметра, а задняя бабка отсутствует, рассчитаны на обработку деталей, имеющих пропорции дисков.

На карусельных станках, предназначенных для обработки более тяжелых, чем на лобовых, деталей, ось вращения планшайбы вертикальна. Они используются для выполнения почти всех токарных работ. По компоновке они бывают одностоечными и двухстоечными (портального типа).

На *токарно-револьверных* станках обрабатываются детали небольших и средних размеров сложной формы из пруткового материала (прутковые) или штучных заготовок (патронные) в условиях серийного производства, когда для их изготовления требуется применять несколько инструментов:

при обработке наружных поверхностей — резцы, сверла, зенкеры, развертки, метчики и т. д. Эти станки, в отличие от токарно-винторезных, не имеют задней бабки и ходового винта, а имеют револьверную головку, в гнездах которой устанавливаются различные инструменты.

Токарно-затыловочные станки применяются в инструментальном производстве для обработки задних поверхностей зубьев режущих инструментов (особенно фасонных) по криволинейной поверхности (чаще архимедовой спирали) — червячных, модульных, дисковых, цилиндрических с винтовым зубом и фасонных фрез.

Основными параметрами токарно-винторезных станков, определяющими его рабочее пространство, являются наибольший диаметр D (рис. 3.1) обрабатываемой заготовки, устанавливаемой над станиной, и наибольшее расстояние между центрами передней и задней бабок, которое ограничивает наибольшую длину обрабатываемой заготовки. Диаметр D приблизительно равен удвоенной высоте центров H , измеряемой от горизонтальной плоскости направляющих. Важным размером станка является также наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, устанавливаемой над суппортом D_1 . По максимальному диаметру токарно-винторезные станки выпускаются в пределах размерного ряда $s_f = 1,25$ от 100 до 6 300 мм. Станки с одним и тем же диаметром обработки могут иметь различные межцентровые расстояния, которые в тяжелых станках достигают до нескольких десятков метров (125...24 000 мм).

При правильной эксплуатации на станках среднего размера нормальной точности могут быть получены поверхности по 8...7 качеству точности с шероховатостью Ra не более 3,2...1,6 мкм. На специальных особо точных токарных станках при применении инструмента из монокристаллических алмазов можно получать поверхности с погрешностью формы,

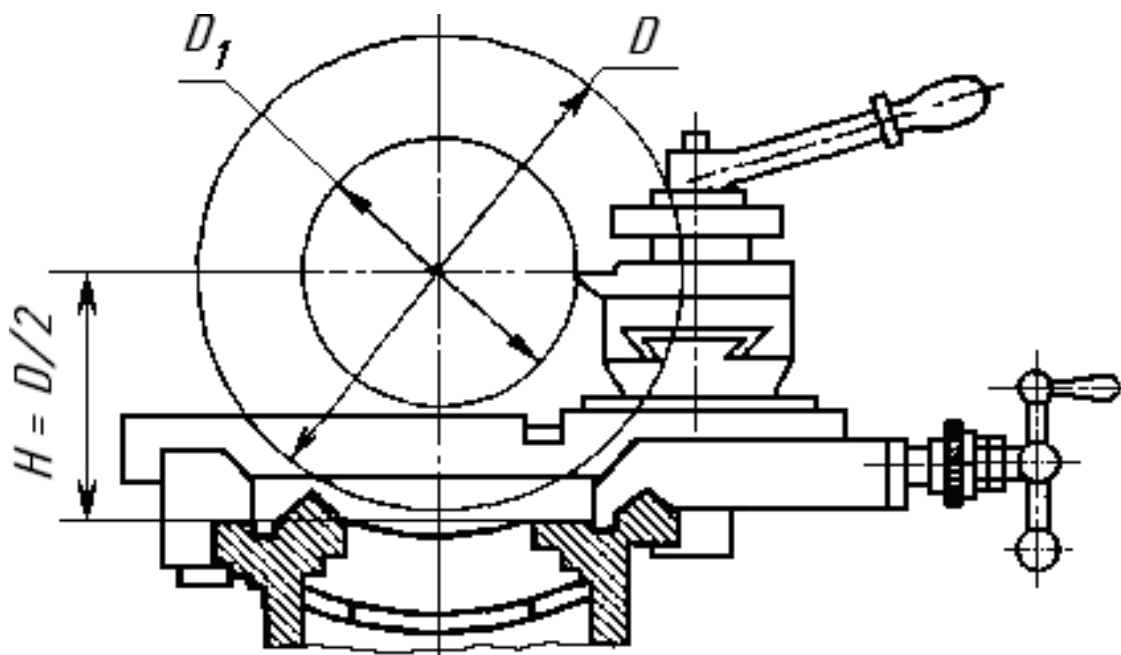


Рисунок 3.1 — Габариты обрабатываемых на станке заготовок

определяемой десятными долями микрометра и шероховатостью R_z до тысячных долей микрометра.

Токарно-винторезные станки на примере станка модели 16К20. Данный станок наряду со своим предшественником токарно-винторезным станком 1К62 на сегодняшний день является основным на металлообрабатывающих заводах.

Техническая характеристика. Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной — 400 мм, а над суппортом — 200 мм; наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя — 50 мм; число частот вращения шпинделя — 22; пределы частот вращения шпинделя: 12,5...1600 мин⁻¹ (диапазон регулирования $R = 128$); пределы продольных подач: 0,05—2,8 мм / об; поперечных 0,025...1,4 мм / об; шаг нарезаемой метрической резьбы: 0,5...112 мм, дюймовой: 56...0,5 нитки на 1", модульной: 0,5...112 мм, питчевой 56—95 питчей. Станок 16К20 изготавливают с расстояниями между центрами 710, 1 000, 1 400, 2 000 мм. На нем можно обрабатывать детали из незакаленной и закаленной стали, а также из труднообрабатываемых материалов. Размеры станка составляют 3 770 × 430 × 944 мм.

На базе основной модели 16К20 с максимальной унификацией, одинаковой кинематической схемой и унифицированной конструкцией выпускаются токарно-винторезные станки моделей 16К20П, 16К20Г и 16К25. При этом 16К20 — базовый станок нормальной точности, 16К20П — станок повышенной точности, 16К20Г — станок нормальной точности с выемкой в станине (диаметр обработки над выемкой станины — до 630 мм), 16К25 — облегченный станок нормальной точности с увеличенным диаметром обработки (над суппортом 290 мм, над станиной — 500 мм). Данные станки выпускаются нескольких модификаций, касающихся длины обрабатываемой детали. Так, все станки имеют модификации для обработки деталей длиной 710 и 1 000 мм, а станки 16К20, 16К20Г и 16К25 еще и 1 400, и 2 000 мм. Максимальная масса обрабатываемых деталей 1 500 кг.

Основные узлы станка. *Общий вид станка* представлен на рисунке 3.2. На станине слева размещены передняя бабка 1 и коробка подач 28, на направляющих станины 25 — каретка 15 с фартуком 22 и поперечным суппортом 14 с резцедержателем, справа — задняя бабка 11. В передней бабке размещена коробка скоростей со шпинделем, а на ее панели — органы управления 31, 2, 3 и 4. Продольная и поперечная подача каретки и суппорта осуществляется от механизмов, расположенных в фартуке и поворачивающих движение от ходового вала при точении или ходового винта 24 при нарезании резьбы.

Нижняя часть станины является корытом для сбора стружки и охлаждающей жидкости.

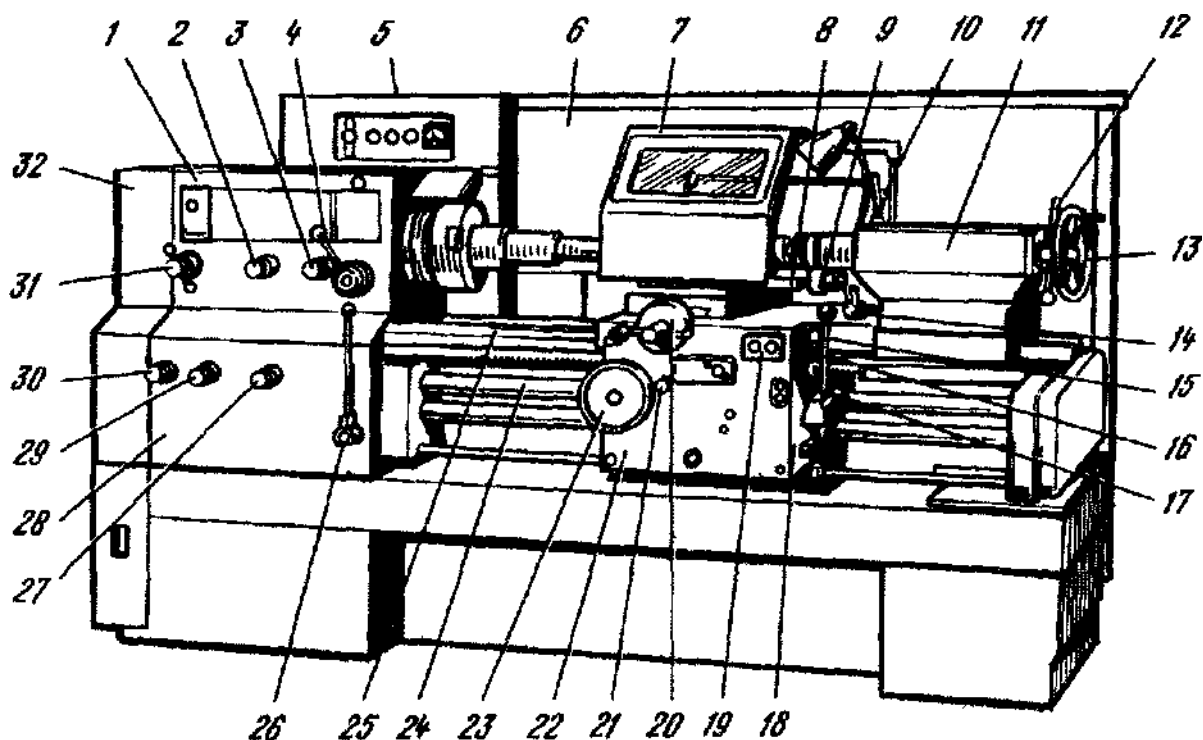


Рисунок 3.2 — Общий вид станка мод. 16К20

Рукоятки 4 и 31 служат для переключения частот вращения. Поперечные салазки суппорта 8 движутся в поперечном направлении относительно оси детали. Кнопочная станция 19 служит для включения и выключения главного электродвигателя, установленного в нише передней тумбы станины. Сблокированные рукоятки 26 и 17 предназначены для управления фрикционной муфтой включения главного привода станка.

Для управления приводом подачи служат рукоятки: 2 — для установки нормального или увеличенного шага резьб, 3 — для изменения направления нарезаемой резьбы, 30, 29, 27 — для установки величины подачи или шага резьбы. Рукояткой 21 включают и выключают реечную шестерню продольной подачи при нарезании резьбы, а рукояткой 15 — подачу суппорта; включение ускоренной подачи в любом направлении осуществляется той же рукояткой 15 нажатием кнопки на ее торце. Для включения и выключения гайки ходового винта 24 служит рукоятка 16. Маховичками 23 и 20 производится ручное перемещение суппорта соответственно в продольном и поперечном направлениях; с помощью маховичка 9 перемещают верхние поворотные салазки суппорта.

Перемещение пиноли задней бабки осуществляется маховичком 13, ее зажим — рукояткой 10, а закрепление бабки на направляющих станины — рукояткой 12. Электрооборудование станка размещается в электрошкафу 5. Для обеспечения безопасности работы на станке установлены экран 6,

прозрачный щиток 7 и кожух 32, закрывающий гитару и ременную передачу, связывающую коробку скоростей с электродвигателем.

Компоновка станка состоит из одного стационарного элемента (основание, состоящее из двух тумб, соединенных между собой, станины, передней бабки и коробки подач) и ряда подвижных элементов, выполняющих одно определенное координатное движение, перемещаясь по направляющим (каретка суппорта, поперечные салазки, поворотные салазки, фартук, задняя бабка). Надо отметить, что данная компоновка не самая лучшая. Она представляет скобу, которую разгибают силы резания. Именно поэтому современные токарные станки с ЧПУ для максимального использования их возможностей имеют замкнутую компоновку, похожую на сплюснутую букву « θ » с горизонтальной перемычкой в виде направляющих суппорта внутри.

Конструкция суппорта, задней бабки. *Суппорт* (рис. 3.3) состоит из:

- каретки 12, перемещающейся в продольном направлении по угольной 17 и плоской 11 направляющим станины;
- поперечных салазок 10;
- поворотной части (поворотных салазок) 9;
- резцедержателя 6.

Регулировка зазора в направляющих каретки 12 осуществляется подшлифовкой соответствующих планок (одна из них — 13 — видна на рисунке). *Поперечные салазки 10* перемещаются по направляющим 26 типа ласточкин хвост с помощью винта 14. Зазор в передаче винт-гайка выбирается с помощью пружины при осевом смещении полугайки 15 относительно неподвижной полугайки 16. Зазор между поперечными салазками 10 и направляющими 26 регулируется клином 27. Ручное перемещение салазок 10 производится рукояткой 1, при этом предусмотрено отключение ее вращения при включении механической подачи. В этом случае от рычажной системы, расположенной в фартуке, смещается вправо муфта 18 со штифтом, расположенным в пазу штока 19. Шток смещается вправо, сжимая пружину и отключая зубчатую полумуфту, выполненную на торце втулки 20. При выключении механической подачи пружина обеспечивает сцепление зубчатой муфты рукоятки 1 и возможность ручного перемещения. *Резцовые салазки 8* перемещаются по направляющим типа ласточкин хвост 7 поперечных салазок либо механически через систему зубчатых передач (см. кинематическую схему), либо вручную от рукоятки 25 с помощью винта 24 и гайки 23. Зазор в направляющих регулируется клином 2.

Резцедержатель 6 поворачивается относительно вертикальной оси основания 5; его надежное закрепление обеспечивается с помощью конусного сопряжения рукояткой 4 и колпаком 3. Фиксация в основных четырех положениях осуществляется подпружиненным шариком 22, попадающим

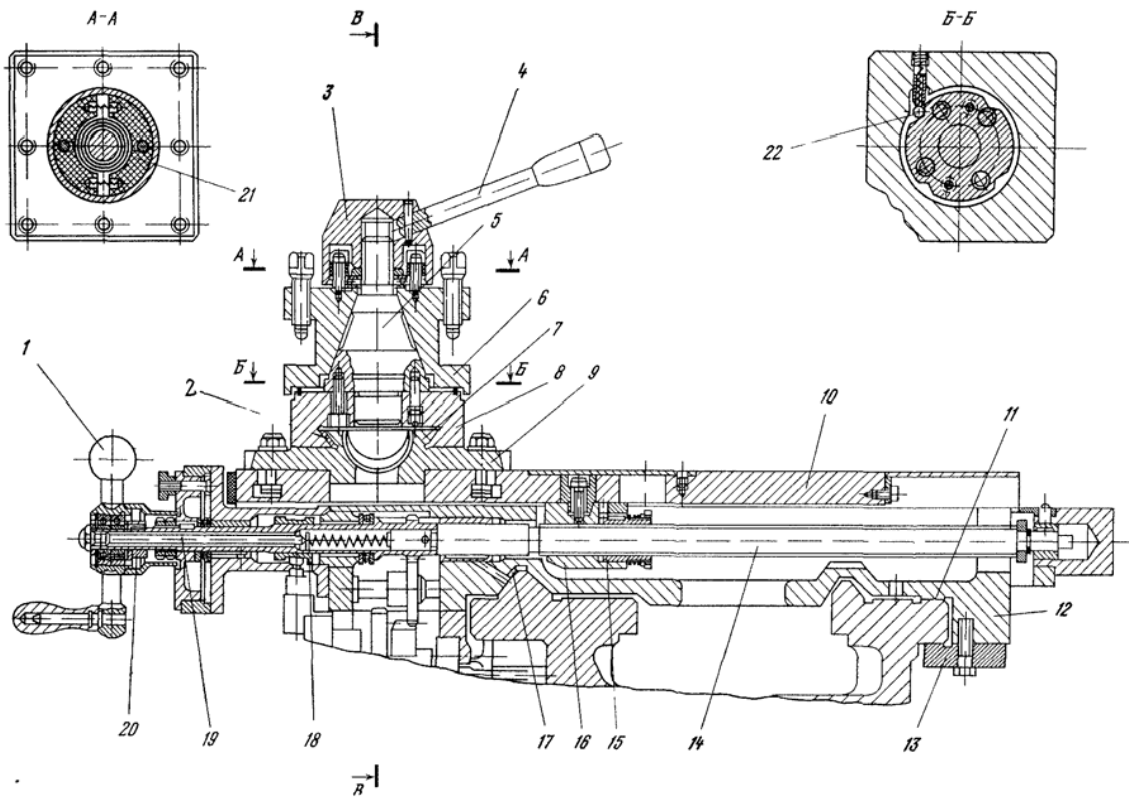


Рисунок 3.3 — Суппорт станка модели 16K20

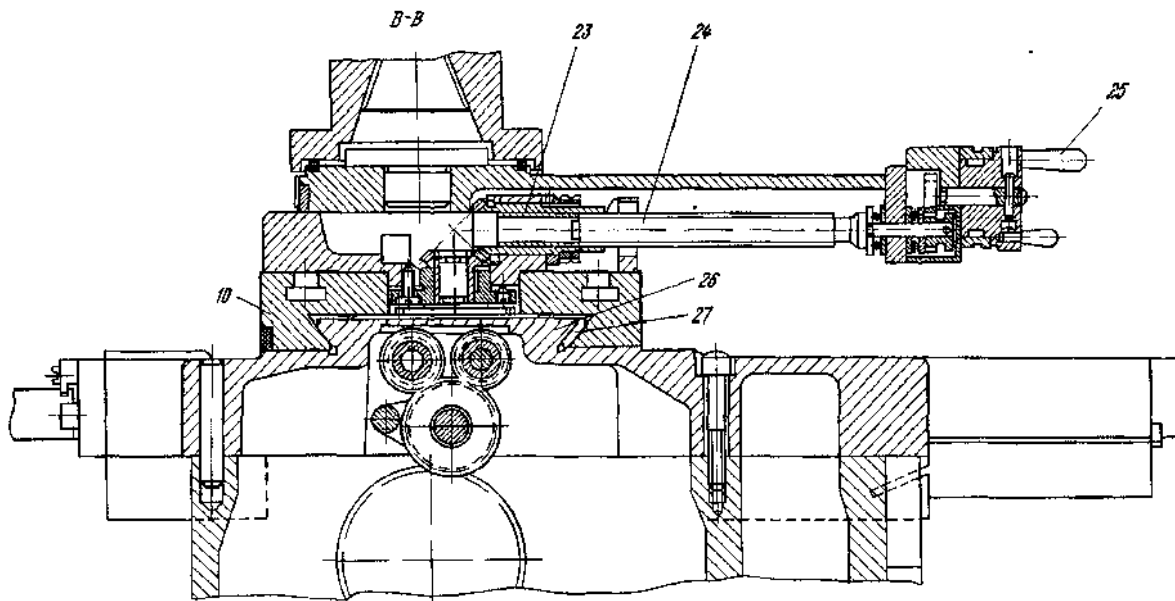


Рисунок 3.3 — Окончание

в соответствующие гнезда основания. При повороте рукоятки 4 вначале колпак 3 свинчивается по резьбе винта основания 5, освобождая резце-держатель. Подпружиненные фрикционные колодки 21 передают на него вращение. При зажиме вначале поворачивается от рукоятки колпак вместе с резцедержателем, а после его фиксации колпак, преодолевая трение в колодках, навинчивается на винт, обеспечивая надежное силовое замыкание конического соединения.

Задняя бабка (рис. 3.4) закрепляется на сделанных для нее направляющих станины планкой 20 при повороте рукоятки 5 с помощью эксцентрика 7 и тяги 8. Усилие закрепления можно регулировать с помощью винтов 9 и 10. Перемещение пиноли 2 с центром 1 производится при вращении маховичка 6 с помощью винта 3 и гайки 4. Пиноль закрепляется в требуемом положении поворотом рукоятки 16 за счет взаимного смещения сухариков 14 и 15. Корпус 13 бабки может смещаться в поперечном направлении с помощью винтов 12 и 17, что используется при обработке конусов. Для облегчения перемещения бабки из цеховой магистрали осуществляется подводжатого воздуха к направляющим через сверления 11, 18, 19.

Структурная схема станка включает три звена настройки (рис. 3.5): коробку скоростей u_v , гитару u_r и коробку подач $u_{кп}$. Наличие небольшого количества звеньев обусловлено функциональным назначением станка и, как следствие, простыми формообразующими движениями: 1) вращение заготовки В от двигателя 1 через звено настройки — коробку скоростей u_v — и на шпиндель; 2) поступательное движение n_1 и n_2 , которое начинается

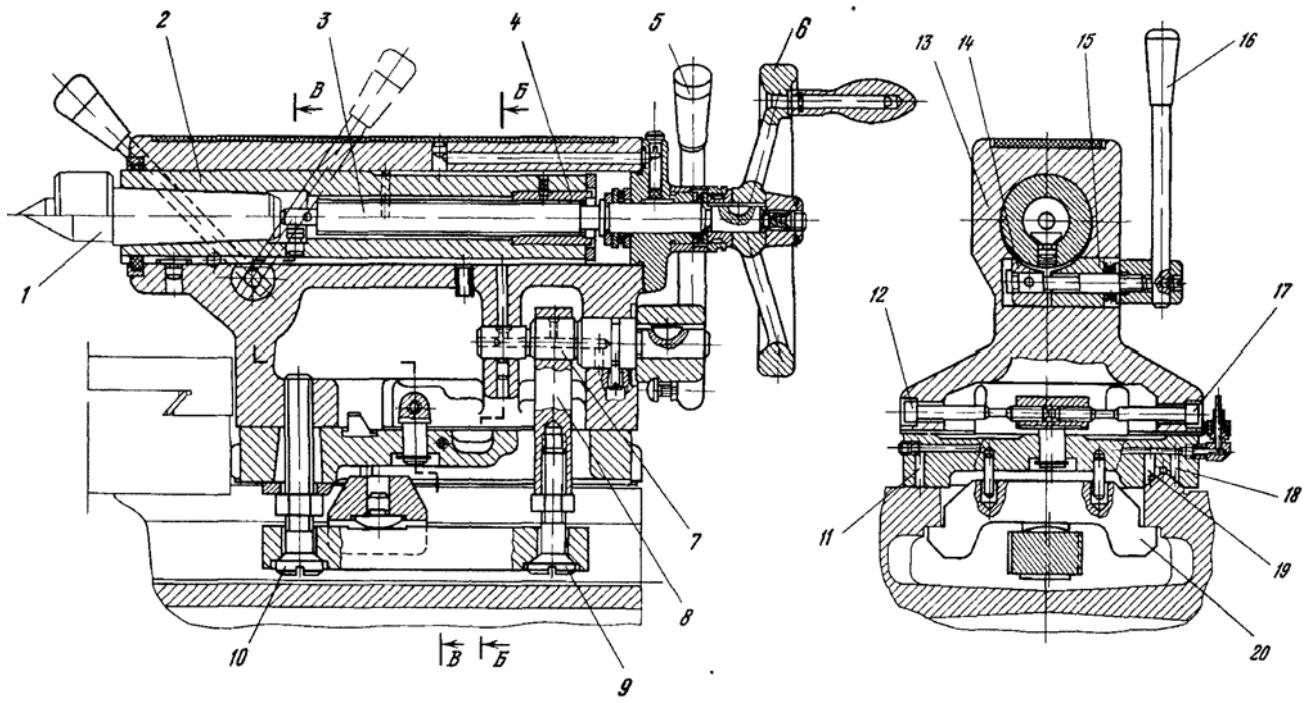


Рисунок 3.4 — Задняя бабка станка модели 16К20

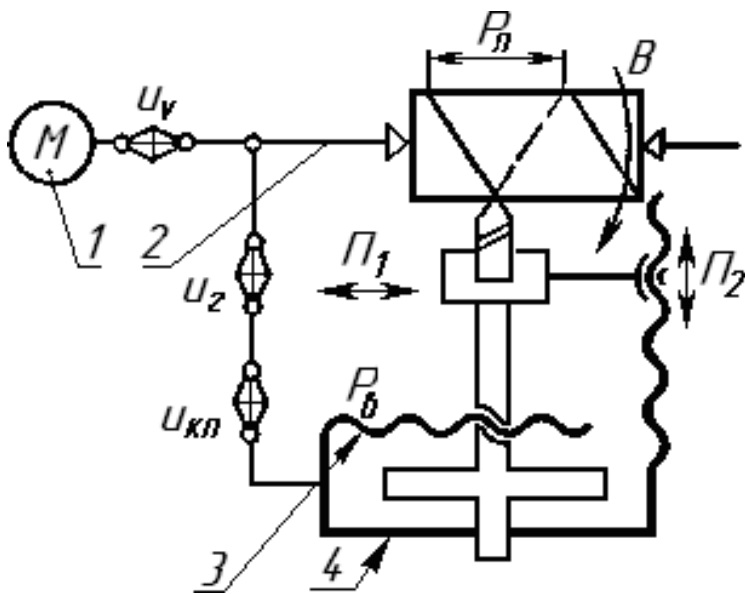
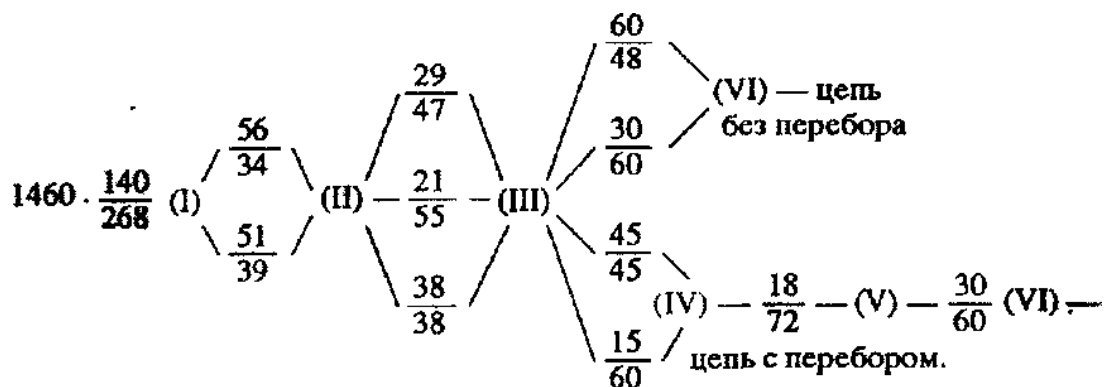


Рисунок 3.5 — Структурная схема токарно-винторезного станка

после коробки скоростей от шпинделя, далее — к звеньям настройки гитара u_T и коробки подач $u_{кп}$, затем — на ходовой вал 4 при точении или на ходовой винт 3 при нарезании резьбы.

Кинематическая схема станка модели 16К20 (рис. 3.6). Привод вращения шпинделя осуществляет главное движение. От электродвигателя М1 через клиноременную передачу 140/268 и коробку скоростей с передвигающимися скользящими блоками шпиндель получает 22 различные «прямые» частоты вращения против часовой стрелки при включении фрикционной муфты (главного фрикциона M_1) влево в диапазоне от 12,5 до 1 600 мин^{-1} . При включении муфты M_1 вправо через промежуточные (паразитные) передачи 50 / 24 и 36 / 38 осуществляется изменение направления вращения и шпиндель получает 12 «обратных» частот вращения в пределах от 19 до 1900 мин^{-1} .

Кинематическая цепь привода главного движения представляется следующим образом:



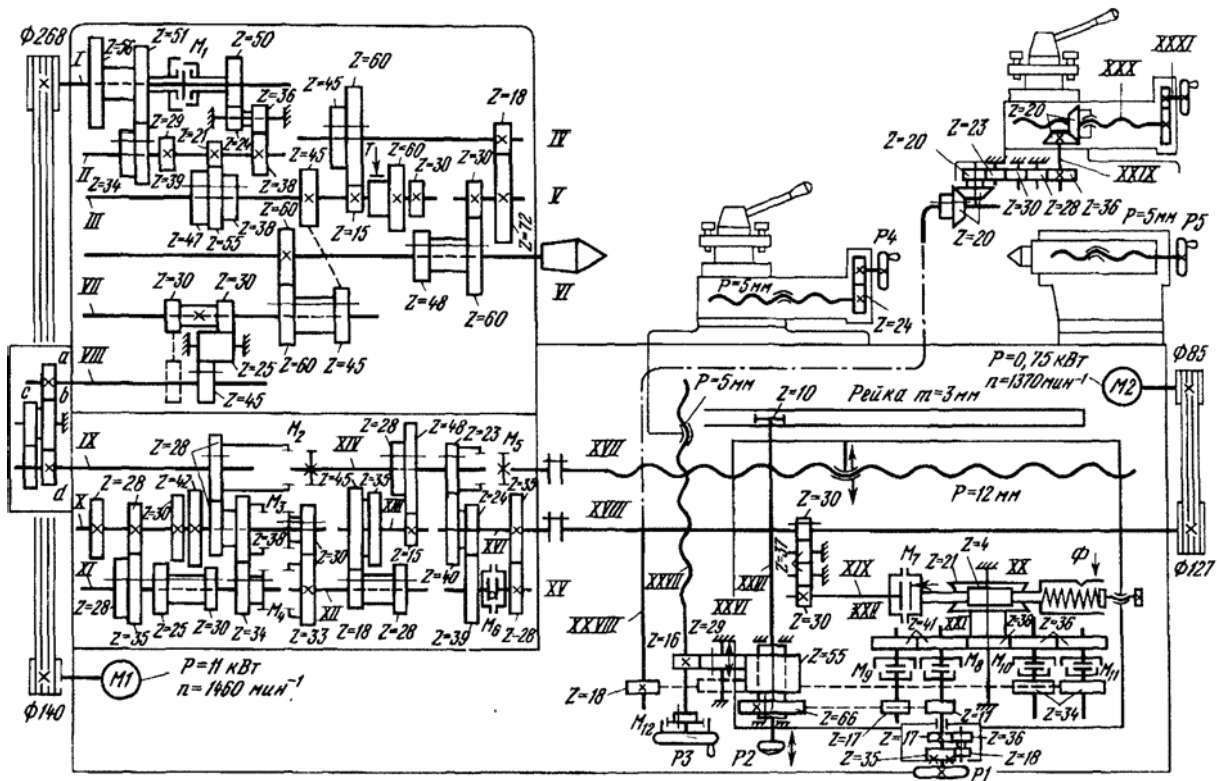
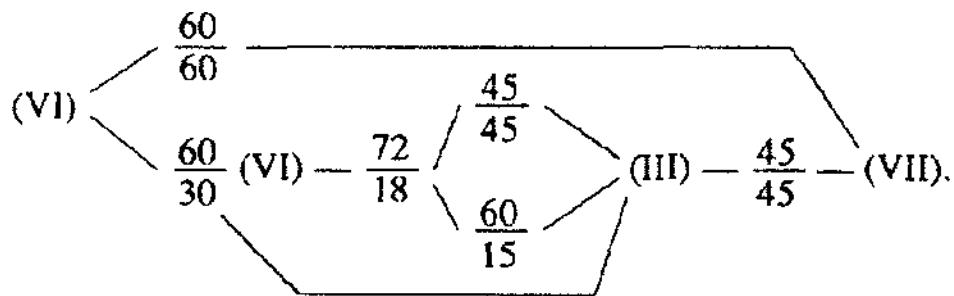


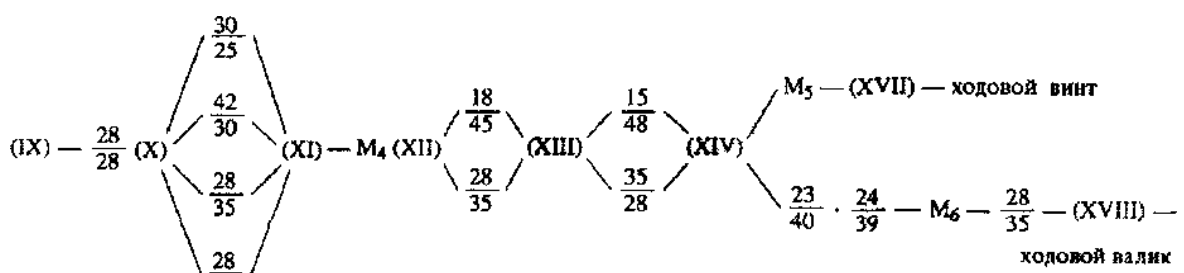
Рисунок 3.6 — Кинематическая схема станка модели 16K20

Здесь в скобках записаны номера валов привода, а в промежутках — возможные передаточные отношения между ними при соответствующих позициях зубчатых блоков. Частоты вращения шпинделя 500 и 630 мин⁻¹ повторяются дважды (перекрытие), что и определяет наличие 22, а не 24 скоростей. Торможение коробки осуществляется с помощью ленточного тормоза Т, расположенного на ступице колеса $z = 60$ на валу III.

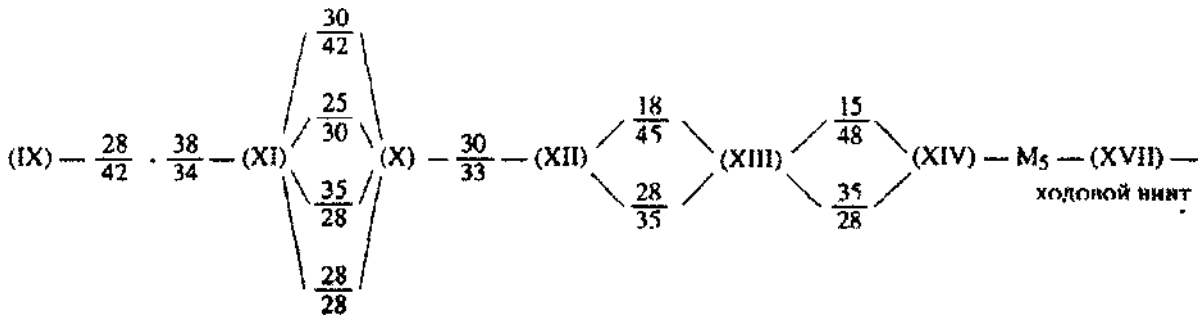
Привод подачи служит для получения продольной и поперечной подач суппорта от ходового вала XVIII или нарезания резьб при вращении ходового винта XVII. Движение механизму подачи передается либо от шпинделя VI, как показано на схеме, либо, для увеличения подачи (или шага нарезаемой резьбы) в 2, 8 и 32 раза, через звено увеличение шага:



Далее с вала VII вращение через реверсивный механизм (правое вращение — передача 30/45, левое — передачи $30/25 \cdot 25/45$) передается на вал VIII и через гитару сменных колес $a/b \cdot c/d$ на вал IX коробки подач с передвижными зубчатыми блоками. При нарезании метрических и дюймовых резьб, а также для получения механических подач от ходового валика устанавливается гитара $a/b \cdot c/d = 40/86 \cdot 86/64$; при нарезании модульных и питчевых резьб $a/b \cdot c/d = 60/73 \cdot 86/36$. С вала IX коробки подач движение может передаваться по двум кинематическим цепям. При включении зубчатых муфт M_3 , M_4 и M_5 и выключенной муфте M_2 нарезается метрическая или модульная резьба, а при включении муфты M_6 вращается ходовой валик:

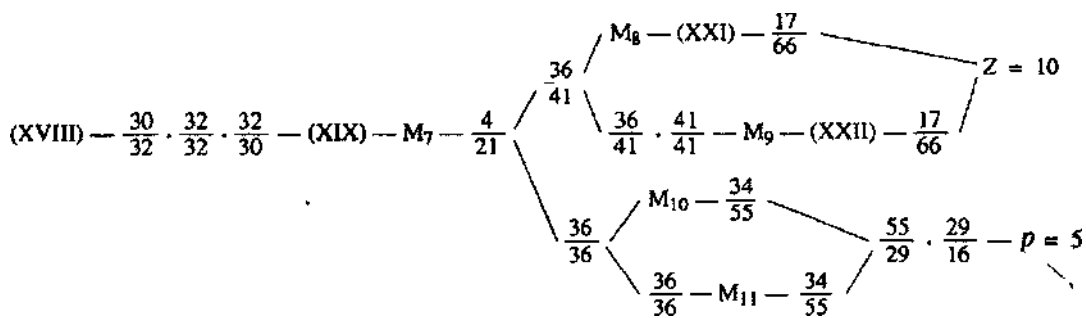


При отключении муфт M_2 , M_3 и M_4 и включенной муфте M_5 нарезаются дюймовая или метрическая резьба.



Резьбы повышенной точности, а также резьбы с нестандартными шагами нарезают при непосредственном соединении ходового винта со шпинделем через механизм реверса и гитару сменных колес (они подбираются расчетом) при включенных муфтах M_2 и M_5 . Говорят, что коробка подач в таком случае включена напрямую. Уменьшение количества зубчатых пар, участвующих в передаче движения, уменьшает общую погрешность передачи.

При токарной обработке механизмы фартука получают вращение от ходового вала XVIII через скользящее вдоль него зубчатое колесо $z = 30$. Муфты M_8 и M_9 служат для получения продольной подачи в прямом и обратном направлениях с помощью реечного колеса $z = 10$ на валу XXIII и рейки $m = 3$ мм, жестко закрепленной на станине. Муфты M_{10} и M_{11} служат для получения поперечной подачи в прямом и обратном направлениях от винта XXIII с шагом $P = 5$ мм:



Включение муфт M_8 , M_9 , M_{10} и M_{11} на станке производится одной рукояткой, причем направление наклона рукоятки при включении совпадает с направлением перемещения резца.

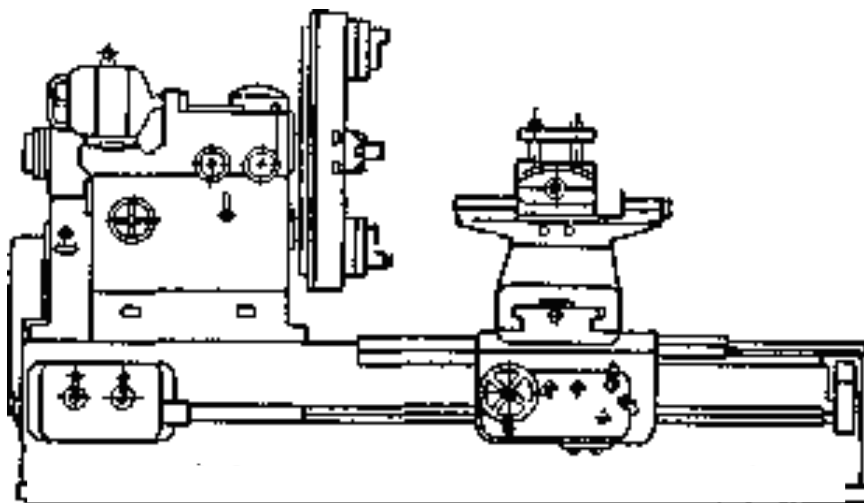
По особому заказу станок оснащается суппортом с механическим приводом поворотных резцовых салазок. В этом случае колесо $z = 29$ на валу XXVI сцепляется с колесом $z = 18$ на валу XXVIII, обеспечивая через соответствующую кинематическую цепь вращение винта XXX.

Продольное ручное перемещение суппорта производится маховичком Р1, а поперечное — маховичком Р3, когда рукоятка включения механической подачи 15 (см. рис. 3.2) установлена в среднее (нейтральное) положение. Рукоятка Р2 (позиция 21 см. рис. 3.2) служит для осевого смещения реечного колеса $z = 10$ при включении и выключении продольной подачи от ходового вала. Для предохранения цепи подач от перегрузок, а также для работы на жесткий упор на оси червяка $z = 4$ установлена предохранительная зубчатая муфта М7 (вал XIX). Быстрые перемещения суппорта осуществляются от электродвигателя М2, при этом сопряжение цепей ускоренных перемещений и рабочей подачи обеспечивается с помощью муфты обгона М6.

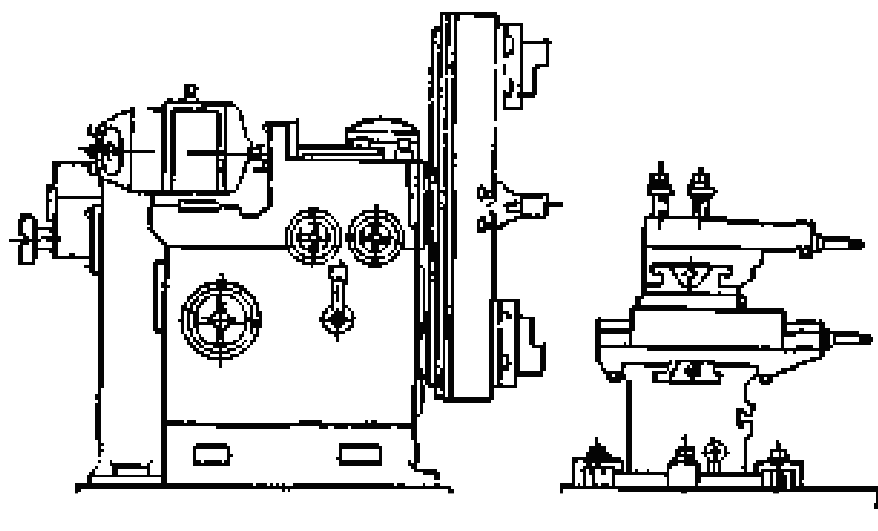
Виды работ, выполняемых на токарно-винторезных станках. Токарно-винторезные станки, как с ручным управлением, так и с ЧПУ, являются наиболее универсальными станками токарной группы для обработки деталей типа валов, дисков и втулок в единичном и серийном производствах. Подвергая их модернизации, т. е. автоматизируя управление, устанавливая загрузочные устройства и т. д., такие станки можно применять и в крупносерийном, и массовом производствах, вплоть до встраивания в автоматические линии. Такой подход должен обосновываться расчетом соответствующих технико-экономических показателей.

Эти станки обеспечивают выполнение следующих *основных видов работ*: обтачивание наружных цилиндрических и конических поверхностей, обработку торцовых поверхностей, прорезку канавок и ~~отрачивание~~ ~~отрачивание~~ цилиндрических и конических отверстий, фасонное точение, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, нарезание наружной и внутренней резьбы резцами, метчиками и плашками. На этих станках можно производить накатывание рифленых поверхностей, выглаживание и раскатку поверхностей. Применение различных приспособлений еще больше расширяет круг работ, выполняемых на токарно-винторезных станках (можно ~~фрезеровать~~ ~~фрезеровать~~ , фрезеровать, сверлить и т. д.).

Компоновка лобовых токарных станков. Для обработки заготовок большого диаметра и небольшой длины в единичном производстве применяют токарно-лобовые станки. При сравнительно небольшой длине имеют планшайбу большого диаметра. На рисунке 3.7 показаны лобовые станки с суппортом, установленным на одной станине со шпиндельной бабкой (рис. 3.7, а), и станки с обособленным суппортом (рис. 3.7, б). Последние станки предназначены для обработки особо крупных деталей, превышающих диаметр планшайбы. Для этого в фундаменте под планшайбой делают углубление. Привод подачи суппорта такого станка осуществляется или от отдельного электродвигателя, или от шпинделя станка через храповые устройства.



a)



б)

Рисунок 3.7 — Токарно-лобовые станки

Так, лобовой токарный модели станок 1Р694 (рис. 3.8) предназначен для обработки торцовых поверхностей деталей тел вращения диаметром до 2 000 мм. Станок *состоит* из плиты (основания), на которую монтируется тумба с установленной на ней передней бабкой, и станины, на которой смонтированы: фартук, каретка, сменный суппорт (токарный или шлифовальный), резцедержатель или шлифовальная головка.

Станина после ее перемещения по плите выставляется при помощи контрольной оправки, вставленной в шпиндель передней бабки, и индикаторной



Рисунок 3.8 — Токарно-лобовой станок модели 1P694

стойки, установленной на суппорте. Станок может оснащаться специальным шлифовальным суппортом с собственным приводом перемещения или шлифовальной головкой, которая устанавливается на суппорт станка вместо резцедержателя. Привод подач суппорта осуществляется от регулируемого электродвигателя, который установлен на фартуке и позволяет бесступенчато изменять величину подач суппорта. Главный привод устанавливается на отдельный фундамент, тем самым, уменьшая влияние вибрационных сил. Ввиду невысокой точности и сложности установки заготовки на вертикальной планшайбе, а также низкой производительности, лобовые станки применяются редко, они вытеснены более совершенными карусельными станками.

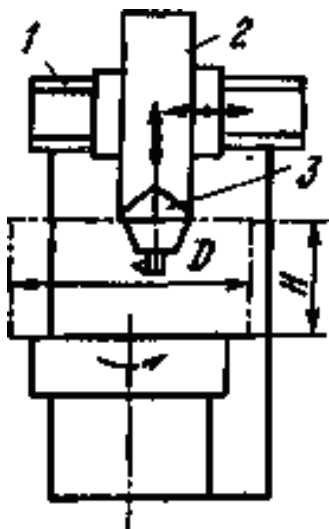
Токарно-карусельные станки: одностоечные и двухстоечные. Типовые компоновки токарно-карусельных станков обусловлены тем, что их обычно применяют для обработки концентрических деталей больших габаритов и массы, таких как зубчатые колеса больших размеров, диски турбин, маховики, шкивы и т. п., установка которых на планшайбах и в патронах с горизонтальной осью токарных и блото - карных станков затруднена или невозможна. На токарно-карусельных станках планшайба совершает вращательное движение вокруг вертикальной оси, движение подачи сообщается инструменту. На легких и средних токарно-карусельных станках обрабатывают детали с отно-

шением длины к диаметру $L / D \leq 1$, на тяжелых — $L / D \leq 0,5$.

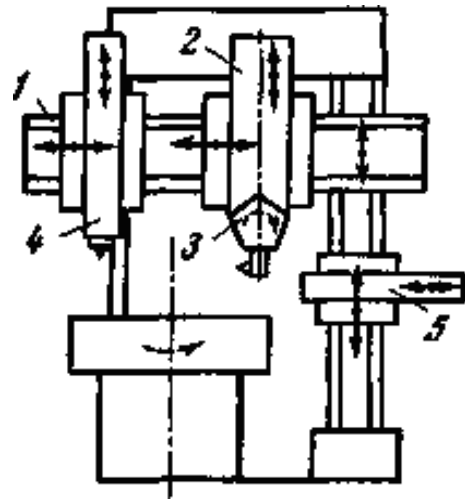
В зависимости от размеров и назначения станки выпускаются *одностоечными* или *двухстоечными* (рис. 3.9). Станки с диаметром обработки до 2 м выполняют, как правило, одностоечными (рис. 3.9, *а — в*). Ряд иностранных фирм выпускают одностоечными станки до диаметра обработки 3 500 мм. В зависимости от высоты заготовки H станки имеют неподвижную (см. рис. 3.9, *а*) или подвижную (см. рис. 3.9, *б*) поперечину 1 (перемещается в период подготовки к работе — «установочно»). В первом случае высота H заготовки значительно меньше диаметра D , а во втором — равна или даже несколько больше диаметра. Часто станки с неподвижной поперечиной имеют один вертикальный суппорт 2 с револьверной головкой 3 . Станки с подвижной поперечиной могут иметь дополнительно вертикальный 4 и горизонтальный 5 суппорты (см. рис. 3.9, *б*). Выпускаются также станки без поперечины (см. рис. 3.9, *в*). Здесь салазки 1 суппорта 2 перемещаются по вертикальным направляющим стойки 3 .

Отдельную группу составляют получающие все большее распространение *перестраиваемые станки* и *станки свободной компоновки* (рис. 3.10), позволяющие создавать из стандартных элементов — модулей — различные компоновки как одностоечных, так и двухстоечных станков, наиболее приспособленных к особенностям конфигурации и размерам обрабатываемых деталей. На рисунке 3.10, *а — е* приведены варианты станков перестраиваемой компоновки серии ОК фирмы SCHIESS—FRORIER.

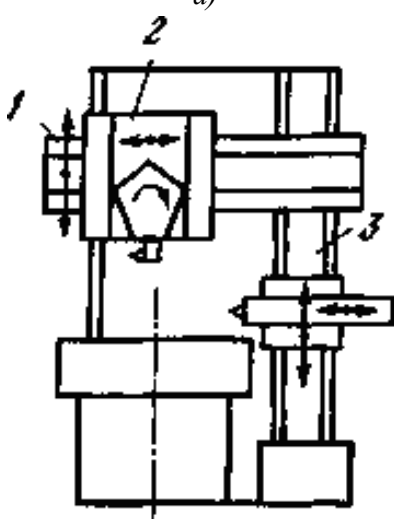
Перестраиваемую модульную компоновку имеют и тяжелые токарно-карусельные станки предприятия RAFAMET (Польша) серии KRB. Эти станки состоят из отдельных модулей-узлов, закрепленных на мощном фундаменте, который воспринимает силы резания. На рисунке 3.10, *ж, л* приведены комбинации станков, позволяющие вести черновую и чистовую обработку деталей диаметром до 9 000 мм и массой до 100 т. Портал станка собирают, исходя из требуемой высоты обработки. Сборку производят из коробчатых жестких элементов, скрепляемых между собой шпильками и увязываемыми сверху балкой-поперечиной. Станки могут быть и в одностоечном исполнении.



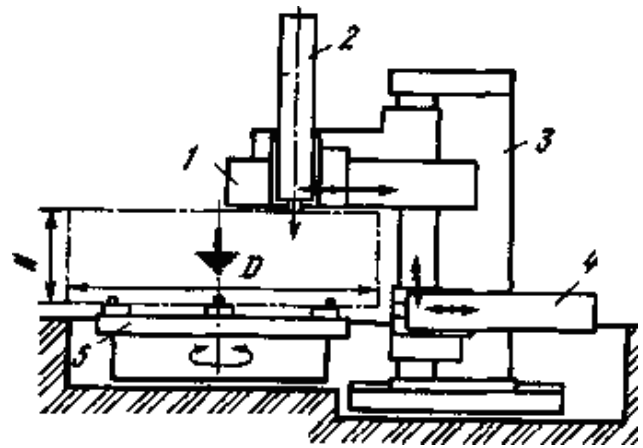
a)



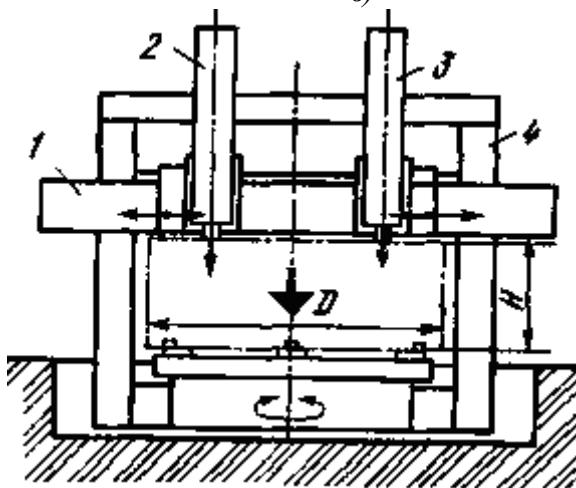
б)



в)



г)



д)

Рисунок 3.9 — Компоновки токарно-карусельных станков

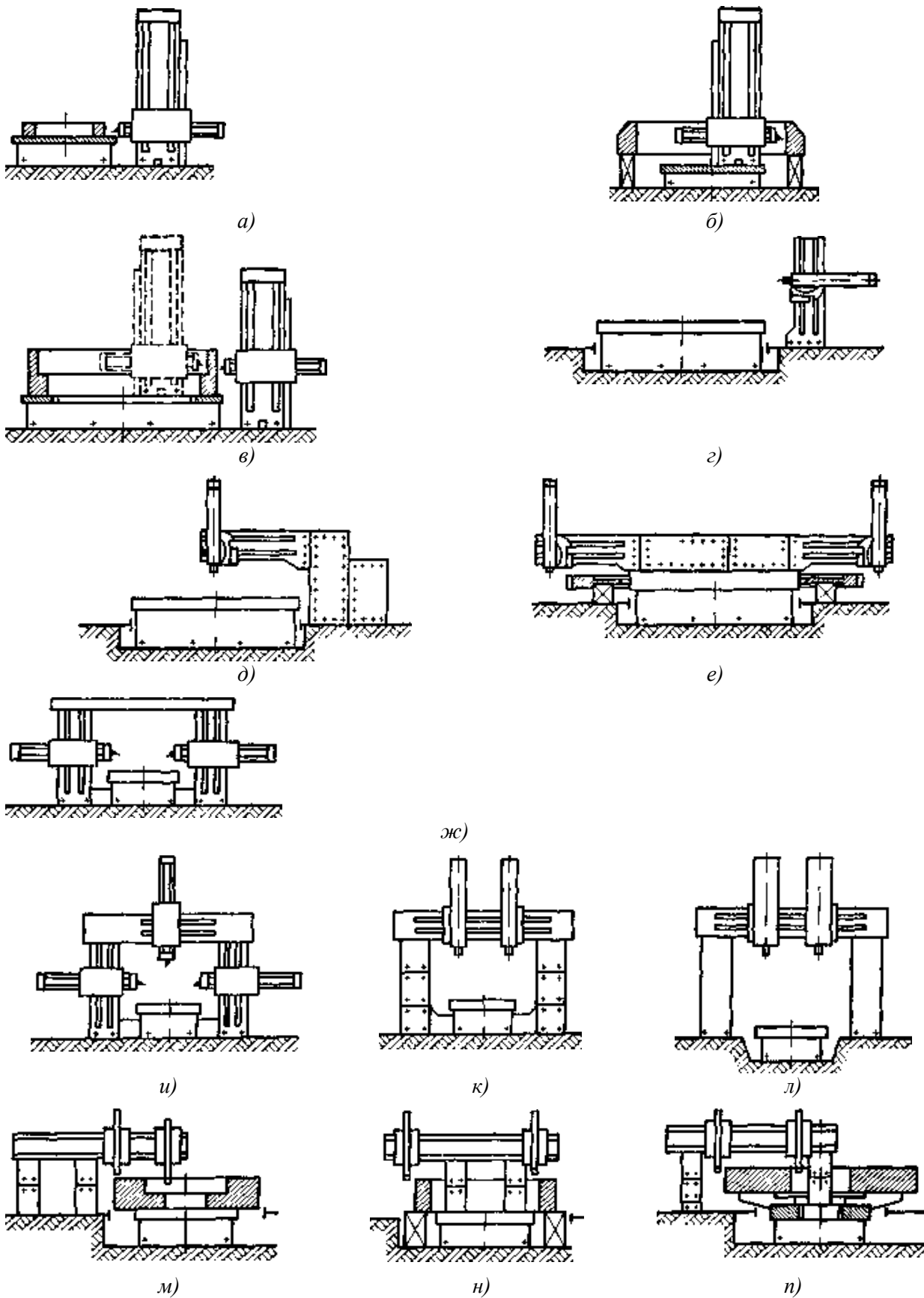


Рисунок 3.10 — Токарно-карусельные станки перестраиваемой компоновки

Фирма TOSHIBA (Япония) выпускает гамму перестраиваемых станков серии TOP различных размеров в зависимости от диаметра и высоты обрабатываемой детали от 5 000 × 3 000 мм до 16 000 × 6 000 мм двухстоечного исполнения с неподвижной поперечиной. Перестраиваемые станки Коломенского завода тяжелого станкостроения позволяют обрабатывать деталь диаметром до 16000 мм и высотой до 2600 мм.

Первый токарно-карусельный станок сделал в 1839 году швейцарец И. Г. Бодмер.

Стол токарно-карусельного станка является наиболее важным узлом, от которого зависят геометрическая точность и шероховатость обрабатываемых деталей. Узел состоит (рис. 3.11) из корпуса стола 1, планшайбы 5 со шпинделем, круговых направляющих и привода планшайбы 8. *Корпус стола* — это чугунная отливка с развитой системой ре-

бер, придающих большую жесткость. Для жесткого скрепления со станиной у него есть расположенный по периметру пластик с отверстиями для крепления. На верхней плоскости корпуса стола есть кольцевая канавка, в которую входит соответствующий выступ планшайбы, образуя лабиринт 6. Это препятствует разбрызгиванию смазки и защищает от по-

падания внутрь стола стружки, чугунной пыли и других загрязняющих элементов. Привод планшайбы осуществляется от коробки скоростей.

Шпиндель, жестко связанный с планшайбой, имеет у малых по размеру станков в качестве опор двухрядные роликовые подшипники 14 с коническим посадочным отверстием внутреннего кольца. Для восприятия вертикальных усилий от массы обрабатываемой детали и планшайбы и вертикальных сил резания служат плоские кольцевые направляющие из текстолита.

Планшайба 5 представляет собой полый диск с рядом внутренних радиальных ребер. На верхней плоскости планшайбы имеются Т-образные пазы для закрепления зажимных кулачков, специальных приспособлений или для непосредственного крепления обрабатываемых деталей. Для точной установки по центру деталей или приспособлений в планшайбе сделана центрирующая расточка, предохраняемая от забоин специальной заглушкой. Станок в основном исполнении поставляется с планшайбой, имеющей для крепления обрабатываемых деталей, четыре кулачка, каждый из которых может перемещаться независимо от других. Чтобы предотвратить сбрасывание незакрепленных кулачков с планшайбы во время ее вращения, в подошву корпуса кулачка запрессован штырь, головка которого входит в отверстие планшайбы. Столы у станков с диаметром обработки 2 500 мм и более взамен подшипниковых опор планшайбы все чаще имеют круговые гидростатические направляющие.

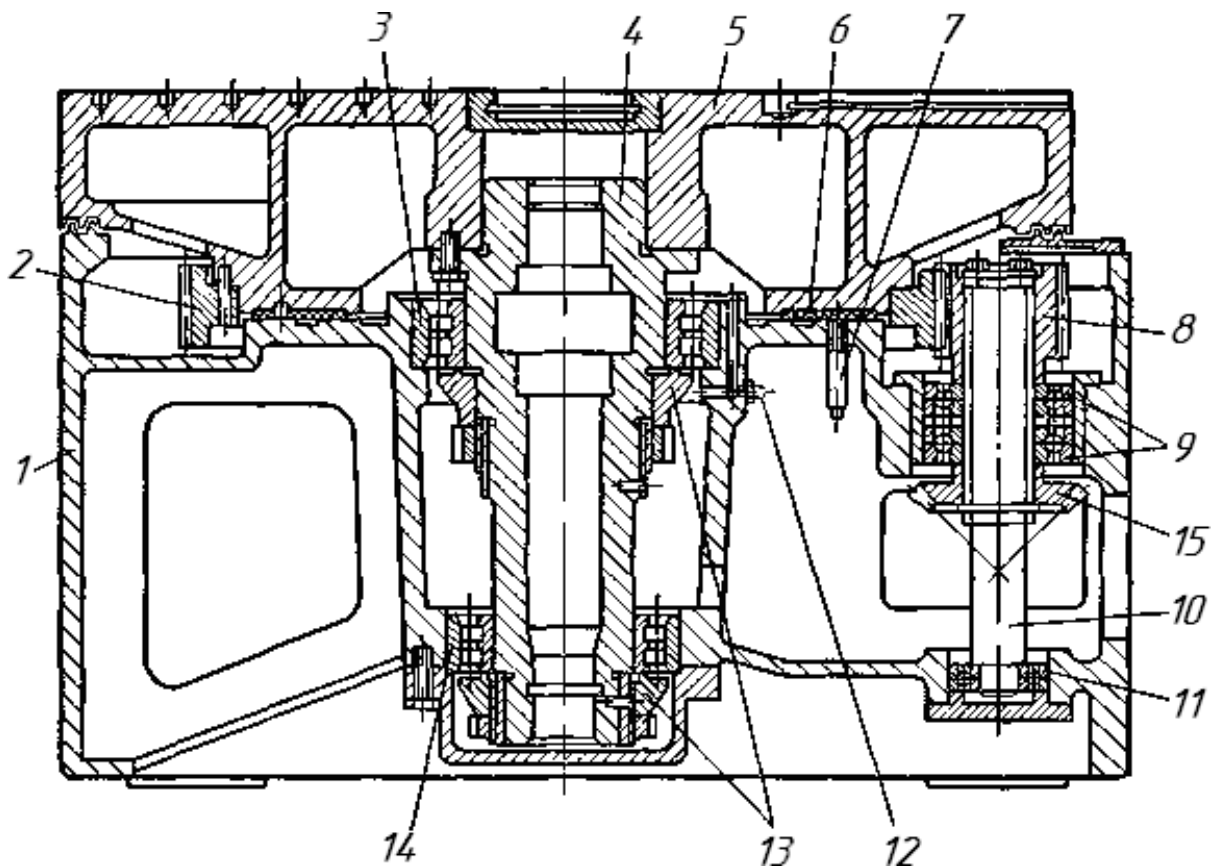


Рисунок 3.11 — Стол токарно-карусельного станка

Расположение и установка инструмента на двухстоечном токарно-карусельном станке. Тяжелые и уникальные станки с диаметром обработки от 4 000 до 20 000 мм двухстоечной компоновки могут иметь перемещающийся портал, что позволяет увеличить диаметр D заготовки. Одностоечные станки (рис. 3.9, з) выполняются также с подвижным столом 5 и неподвижной стойкой 3. Основными преимуществами одностоечной компоновки являются значительно меньшая масса, стоимость, занимаемая площадь, удобная загрузка станка крупными заготовками и обслуживание, так как рабочая зона открыта для установки заготовки. На таких станках эффективно используется боковой суппорт 4, который можно устанавливать на минимальном расстоянии от деталей. Недостатком станков является меньшая жесткость, особенно при точении вертикальным суппортом 2 деталей малого диаметра.

Преимуществом двухстоечной компоновки является высокая жесткость несущей системы, позволяющая эффективно использовать два вертикальных суппорта.

Работы, выполняемые на токарно-карусельных станках. Станки являются широкоуниверсальными и позволяют производить различные

виды работ. На станках *средних размеров* (диаметром до 2 500 мм) можно обтачивать цилиндрические, торцовые, конические и фасонные поверхности; сверлить и растачивать центральные отверстия и канавки; нарезать наружные и внутренние цилиндрические и конические резьбы. Для повышения гибкости и производительности станков средних размеров инструмент часто устанавливают в поворотной револьверной головке.

Крупные токарно-карусельные станки с диаметром обработки более 3 000 мм оснащаются различными сменными узлами, устанавливаемыми на суппорт, что позволяет обрабатывать заготовки исключительно сложной формы. Специальные токарно-карусельные станки, изготовленные на базе универсальных, имеют увеличенную или уменьшенную высоту обработки, число и конструкцию горизонтальных и вертикальных суппортов, зажимных устройств, дополнительные приводные головки (фрезерные, шлифовальные, сверлильно-расточные), приспособления и устройства для отсчета углов поворота планшайбы, растачивания глубоких отверстий, прорезания кольцевых пазов и канавок, обтачивания и растачивания конусов, копировальной обработки фасонных поверхностей вращения, нарезания резьбы, работы по упорам и т. д. Ввиду своей уникальности эти станки часто оборудуют системами ЧПУ, которые еще больше расширяют их возможности. С использованием современных систем ЧПУ на станках можно точить, растачивать, фрезеровать, сверлить, шлифовать детали одной установки и решать другие сложные технические задачи.

Пример комплексной обработки корпусной заготовки *1* с помощью сменных узлов, устанавливаемых вместо резцедержателя *13* на условно изображенном в виде призмы ползуне *14*, приведен на рисунке 3.12, *а*. Подрезка торца осуществляется резцом, установленным в резцедержателе *13*; обработка вертикальных плоскостей и уступов — угловой фрезерной головкой *12*; получение наклонной наружной поверхности на патрубке — поворотной планшайбой *11* с радиальной ползушкой или расточно-подрезным устройством *5*; фрезерование отверстия — с помощью угловой фрезерной головки *10* методом контурного фрезерования; обработка пазов — угловой фрезерной головкой *9*; наклонных плоскостей — головками *7* и *8*; фрезерование по контуру переходных поверхностей — с помощью угловой фрезерной головки *6*; обработка плоскостей разъема — прямой фрезерной головкой *4*; обработка канавок — планшайбой *3*; сверление отверстий — прямой фрезерной головкой *2* или непосредственно шпинделем станка, встроенным в ползун суппорта.

На рисунке 3.12, *б* показана схема обработки резьб большого диаметра (60...300 мм) с использованием приспособления *1* для резьбонарезания.

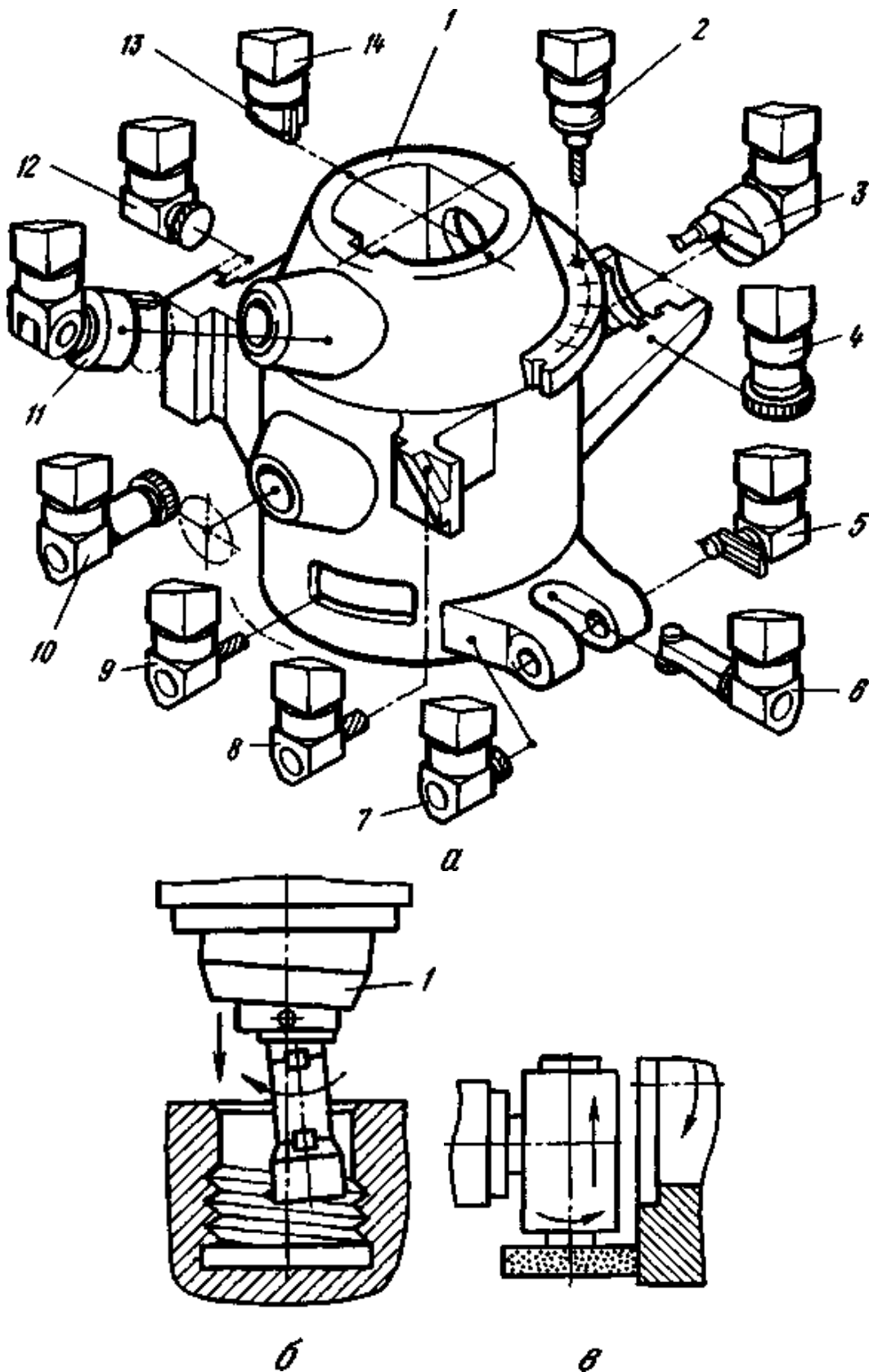


Рисунок 3.12 — Пример комплексной обработки сложной детали на тяжелом станке с использованием сменных узлов

Для осуществления финишных операций устанавливают различные шлифовальные головки (рис. 3.12, в).

Несмотря на большие размеры, станки обеспечивают высокую точность, малое радиальное и торцевое биение планшайбы до 5—10 мкм, что повышает осевую и угловую жесткость, а также виброустойчивость станка. Чтобы обработать торцевые и боковые поверхности карманов и цилиндрические отверстия, оси которых не совпадают с осью вращения заготовки, столы токарно-карусельных станков оснащают устройствами углового позиционирования планшайбы и фиксации ее в заданном положении. Точность углового позиционирования планшайбы при повороте на любой угол составляет от $\pm 5''$ до $\pm 10''$. У современных токарно-карусельных станков стол с закрепленной на нем заготовкой перемещается со скоростью рабочей подачи в направлении, перпендикулярном к плоскости направляющих поперечины; величина этого перемещения обычно не превышает 0,75 наибольшего диаметра обработки.

У крупных станков (с размером обрабатываемых диаметров 10...12,5 м) радиальное и торцевое биение планшайб не превышает 20...30 мкм. Параллельность перемещения ползуна относительно оси вращения детали — 20 мкм. Погрешность траекторий перемещений суппортов на всей длине (5...6 м) (параллельность, прямолинейность) обычно не превышает 40...50 мкм, погрешность позиционирования на всей длине — 40...50 мкм.

Токарно-револьверные станки. *Универсальные* токарно-револьверные станки применяются для обработки заготовок в виде прутков диаметром до 100 мм и штучных заготовок диаметром до 630 мм (рис. 3.13). Предназначены эти станки для работы в мелкосерийном или серийном производствах, а в случае полуавтоматической или автоматической конструкции — в крупносерийном и массовом.

Все револьверные станки разделяют:

а) по виду заготовки:

- на прутковые;
- патронные;

б) по расположению оси поворота револьверной головки:

- с вертикальной;
- горизонтальной продольной осью головки;

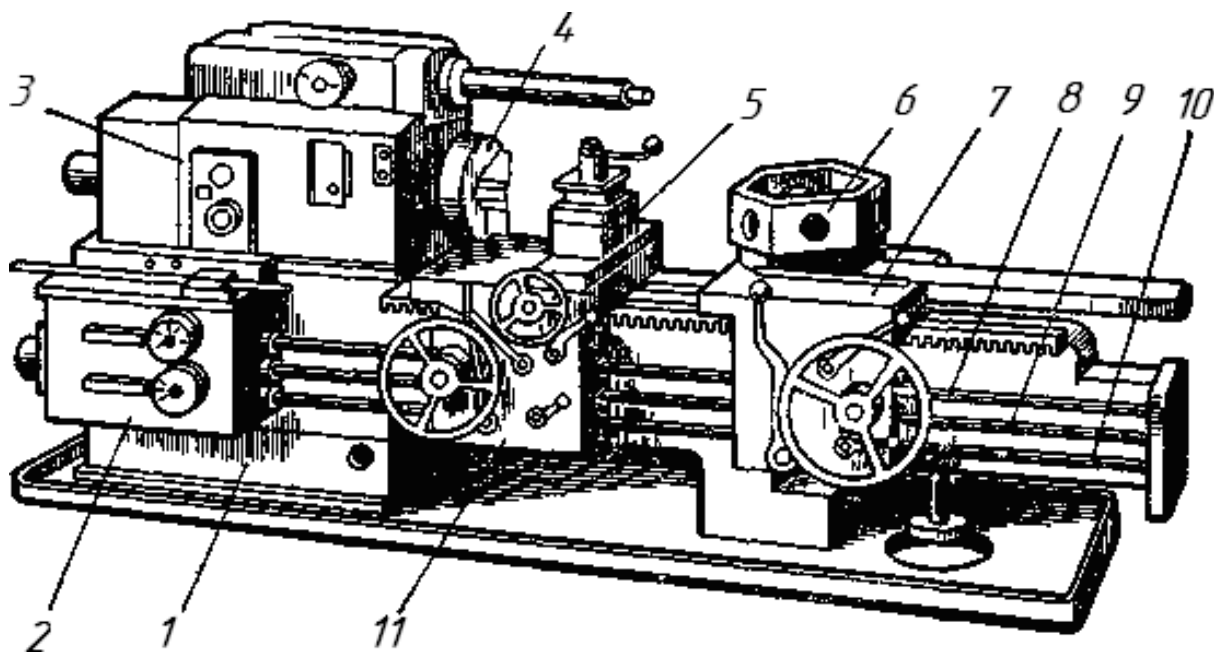
в) по числу гнезд в головке для размещения инструментов:

- 4-;
- 6-;

- 16-позиционные;

г) по степени автоматизации:

- на обычные;
- полуавтоматы.



1 — тумба; 2 — коробка подач; 3 — коробка скоростей в передней бабке; 4 — патрон на шпинделе; 5 — поперечный суппорт; 6 — револьверная головка; 7 — револьверный суппорт; 8, 9, 10 — ходовые валы; 11 — фартук поперечного суппорта

Рисунок 3.13 — Токарно-револьверный станок модели 1П365

Признаки «а» и «г» могут отражаться в наименовании станка, например, токарно-револьверный прутковый станок или токарно-револьверный патронный полуавтомат и т. п.

По роду обрабатываемых заготовок токарно-револьверные станки классифицируются на:

- *легкие* — для обработки пруткового (круглого, многогранного) материала. В зависимости от диаметра обрабатываемого прутка различают три типоразмера станков: *мелкие* (пр. диаметром до 25 мм), *средние* (диаметром до 40 мм) и *крупные* (диаметром свыше 40 мм);

- *среднего размера* — для обработки пруткового материала и штучных заготовок;

- *тяжелые станки* — для обработки штучных заготовок в патроне.

Типажом станков предусмотрены токарно-револьверные станки с наибольшим диаметром обрабатываемых прутков 10, 16, 18, 25, 40, 65 и 100 мм. Револьверные станки относятся к *второму* типу станков первой (токарной) группы, что отражается в индексе модели: 1П371, 1365, 1Н318, 1А340, 1Н325 и др. Последние две цифры могут обозначать наибольший диаметр обрабатываемого круглого прутка. Например, в приведенных моделях 18, 25, 40 и 65 мм. Патронные станки обрабатывают заготовки

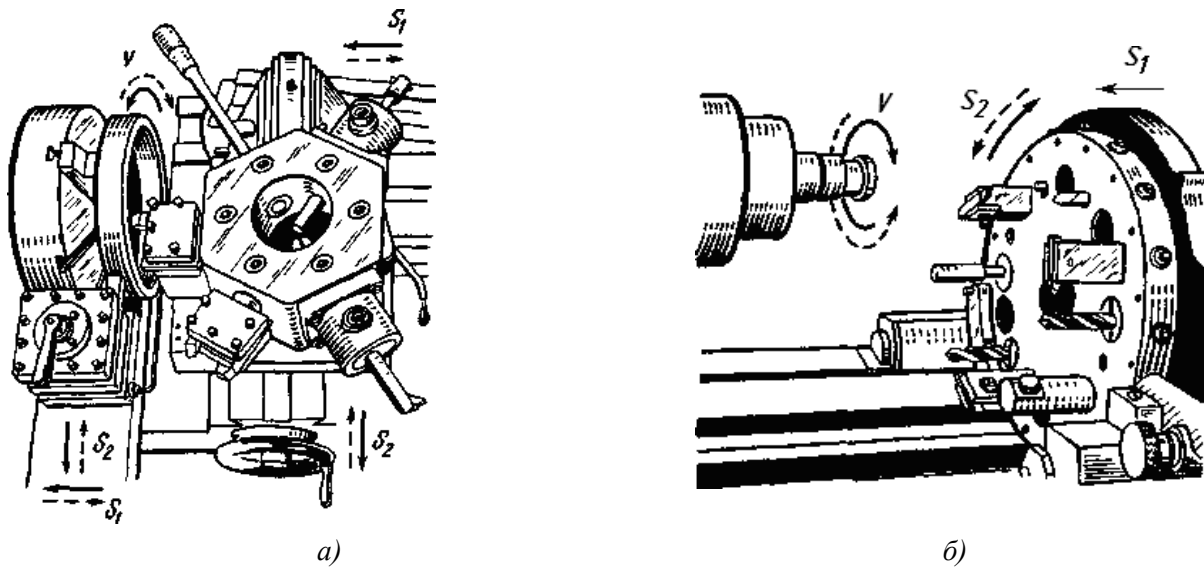
диаметром от 160 до 630 мм. Большую часть составляет оборудование, приспособленное для выполнения обоих видов работ. Наибольший диаметр обрабатываемого прутка и наибольший диаметр обрабатываемой (над станиной и над суппортом) заготовки являются их основной технической характеристикой.

Специальные токарно-револьверные станки отличаются от базовых универсальных удлиненной или укороченной станиной, конструкцией и точностью исполнения шпиндельного узла, диапазонами частот вращения шпинделя, пределами рабочих подач, величинами и скоростью перемещений суппортов и револьверных головок, установочно-зажимными приспособлениями, наличием или отсутствием дополнительных устройств и оригинальных узлов и т. д.

Токарно-револьверные станки предназначены для изготовления деталей, представляющих собой тела вращения сложной конфигурации, с применением разнообразных токарных, сверлильных, расточных, резьбно-нарезных и других инструментов. Основной особенностью револьверных станков является наличие продольного суппорта, несущего многопозиционную револьверную головку, в которой закрепляют различные инструменты в необходимой по технологическому процессу последовательности обработки. Однако, ввиду меньшей, чем у токарных станков универсальности, коробки скоростей и подач ТРС имеют меньшие диапазоны регулирования; привод подачи конструктивно проще, так как не предусматривается нарезание резьбы резцом. По этой же причине отсутствует и ходовой винт с механизмами его включения.

Токарно-револьверные станки имеют более высокую производительность по сравнению с токарными за счет сокращения как машинного времени (применение многоинструментальных державок, совмещение обработки инструментами револьверной головки и поперечного суппорта), так и вспомогательного (уменьшение времени на смену заранее настроенных на размер инструментов, применение быстросодействующих автоматических механизмов подачи и зажима прутка, обработка деталей по принципу автоматического получения размеров за счет использования продольных и поперечных упоров и размерного осевого инструмента, автоматизация переключения режимов обработки для всех переходов).

Главным движением v у токарно-револьверных станков является вращение шпинделя, несущего заготовку, а движениями подачи продольное s_1 и поперечное s_2 перемещения суппортов с инструментами. Причем поперечная подача s_2 револьверной головки осуществляется или перемещением поперечных салазок (рис. 3.14, *а*), или ее медленным поворотом (рис. 3.14, *б*). В последнем случае поперечный суппорт, как правило, отсутствует и поперечная подача не прямолинейная, а круговая.



а — с вертикальной осью поворота револьверной головки;
 б — с горизонтальной осью поворота револьверной головки

Рисунок 3.14 — Движения в револьверных станках

Заготовка (пруток) зажимается автоматически в цанговых патронах с механическим, пневматическим или гидравлическим приводом; штучная отливка или поковка закрепляется в универсальных кулачковых патронах ручным или автоматизированным приводом.

Для обработки заготовок на револьверных станках в зависимости от серийности производства применяется как нормальный, так и специальный, и комбинированный инструменты, которые закрепляются в суппорте и в гнездах револьверной головки при помощи различных приспособлений: державок, втулок, патронов, которые частично видны на рисунке 3.14.

Револьверные головки. Привычный токарно-винторезный станок имеет возможность одновременного закрепления как максимум пяти режущих инструментов. Во многих случаях этого недостаточно. В XIX веке в США была предложена установка на станке револьверная головка, которая может нести значительно большее количество инструмента. По конструкции револьверной головки станки делятся на *станки с вертикальной и горизонтальной осями вращения* револьверных головок (рис. 3.14). Револьверные головки бывают *цилиндрическими* и *призматическими*. Горизонтальная ось головки может быть параллельной и перпендикулярной оси станка. Головки *призматической* формы обычно имеют шесть граней. Инструменты в необходимой последовательности крепят в соответствующих позициях револьверной головки и резцедержателях поперечных суппортов. При наличии специальных державок можно

в одном гнезде револьверной головки закрепить несколько режущих инструментов, что обычно и делается. Все режущие инструменты устанавливаются заранее, при наладке станка, и в процессе обработки они поочередно или параллельно вводятся в работу. После каждого рабочего хода револьверная головка поворачивается и рабочую позицию занимает новый режущий инструмент. Каждый раз при повороте револьверной головки с инструментами происходит синхронный поворот барабана с упорными винтами, регулирующими длину рабочего хода с точностью 0,1...0,2 мм и барабана, на котором установлены упоры включения конечных выключателей командоаппарата, изменяющего частоты вращения шпинделя и величины подачи.

Работы, выполняемые на ТРС. На станках кроме обтачивания и растачивания резцами удобно выполнять последовательные операции сверления, зенкерования, развертывания, нарезания резьбы с помощью инструментов, устанавливаемых в револьверной головке. Специальными технологическими приемами, в частности групповой обработкой, расширяют область рационального применения револьверных станков в условиях единичного и мелкосерийного производства.

На рисунке 3.15 приведены типовые детали из штучных заготовок, обрабатываемые на токарно-револьверных станках. Можно обрабатывать такие детали, как фланцы, барабаны, шкивы, крышки, поршни и т. д. из штучных заготовок, полученных отливкой, штамповкой или ковкой, либо из прутка круглого, шестигранного или квадратного сечения. Однако надо помнить, что из-за того, что большинство вспомогательных движений выполняется на станке вручную, а производство, где применяется станок, серийное или ~~мелкосерийное~~ , а оплата труда сдельная и рабочий вынужден работать быстро, то работа на этих станках весьма утомительная и их надо заменять на более совершенные.

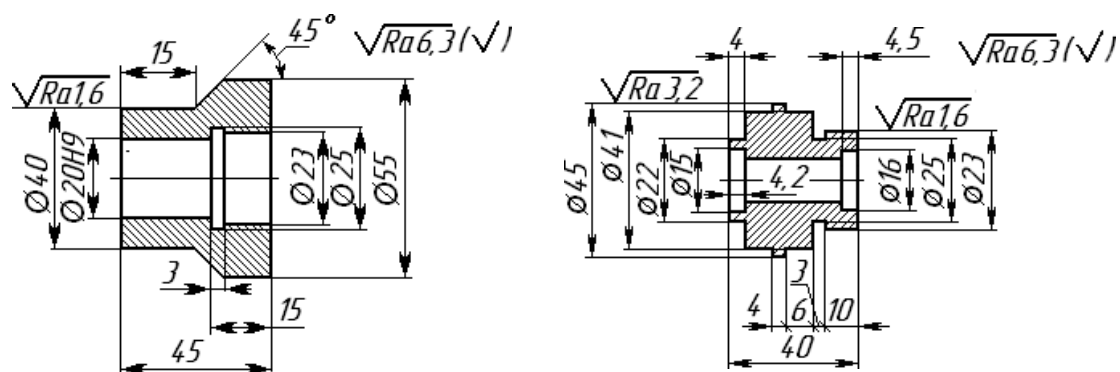


Рисунок 3.15 — Типовые детали, обрабатываемые на токарно-револьверных станках

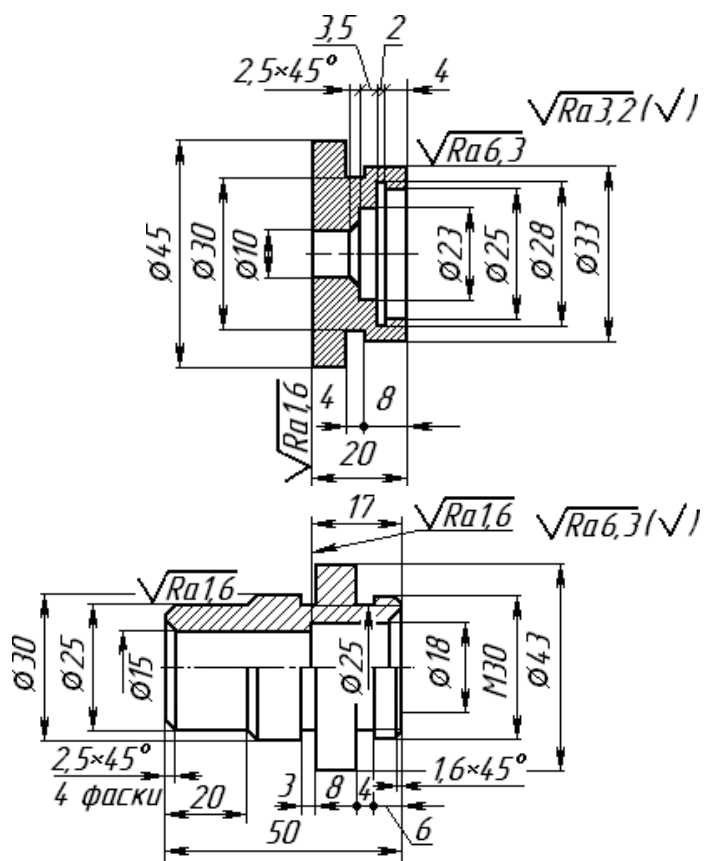


Рисунок 3.15 — Окончание