

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет»



Е.Н. Некравцев, А.П. Будник, А.М. Чашников

**КОНСТРУКЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

Часть 1

Утверждено Редакционно-издательским советом
университета в качестве учебного пособия

Воронеж 2022

УДК 621.313

Некравцев Е.Н. Конструкция и управление технологическим оборудованием: учеб. пособие / Е.Н. Некравцев, А.П. Будник, А.М. Чашников. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. Ч.1. 131 с.

В первой части учебного пособия рассмотрено кузнечно-прессовое и токарное технологическое оборудование различных схем и компоновок. Приведены примеры вариантов управления на основании кинематических и гидравлических схем. Описаны типы систем числового программного управления станками. Представлены основные узлы и агрегаты станков. Определены типы производств, на которых наиболее предпочтительно использование описываемого оборудования.

Издание соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 160100.65 «Самолето- и вертолетостроение», дисциплине «Конструкция и управление технологическим оборудованием».

Учебное пособие подготовлено в электронном виде в текстовом редакторе Microsoft Word 2003 и содержится в файле «Часть 1.doc».

Ил. 98. Библиогр.: 2 назв.

Научный редактор канд. техн. наук, доц. Н.В. Лосев

Рецензенты: филиал ОАО «Научно-производственная корпорация «Иркут» в г. Воронеже (директор В.Л. Паргачев);
канд. техн. наук, доц. В.В. Самохвалов

© Некравцев Е.Н., А.П. Будник,
Чашников А.М., 2013

© Оформление. ФГБОУ ВПО
«Воронежский государственный
технический университет», 2013

ВВЕДЕНИЕ

Данное Учебное пособие в основном предназначено для использования студентами специальности 160201 и 340100 «Самолёто и вертолестроение», также им могут пользоваться и студенты других специальностей. Конспект лекций написан в соответствии с Государственным образовательным стандартом по данной специальности.

В этой части учебного пособия рассмотрено кузнечно-прессовое и токарное технологическое оборудование различных схем и компоновок. Приведены примеры вариантов управления на основании кинематических и гидравлических схем. Описаны типы систем числового программного управления станками. Представлены основные узлы и агрегаты станков. Определены типы производств, на которых наиболее предпочтительно использование описываемого оборудования.

ГЛАВА 1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫХ МАШИН

Типовая кузнечно-штамповочная машина (КШМ) состоит из трех главных механизмов: двигательного (двигателя), передаточного (передачи) и исполнительного. Двигатель и передачу часто характеризуют термином привод машины. Если привод и исполнительный механизм, или, более правильно, рабочая машина, представляют собой конструктивно отдельные устройства, то весь комплекс оборудования называют установкой.

Общая классификация КШМ основана на характеристических признаках главных механизмов.

Двигатель, воспринимая внешнюю энергию носителя, превращает ее в кинетическую энергию передаточного и исполнительного механизмов или в потенциальную энергию передаточного рабочего тела, создавая ее определенный уровень в машине. Характеристические признаки двигателя: вид носителя энергии, или рабочего тела, и тип привода. В качестве носителя энергии, или рабочего тела, в двигательных механизмах современных КШМ применяют пар, газ, жидкость, взрывчатые вещества, горючие смеси и электричество. Привод может быть индивидуальным или групповым, когда несколько рабочих машин получают движение от одного двигателя.

Основная характеристика передаточного механизма определяется способом осуществления связи исполнительного механизма с двигателем: жесткая механическая связь или нежесткая связь при помощи рабочего тела (пар, газ, жидкость, электромагнитное поле). В некоторых типах машин в период рабочего хода эта связь прерывается.

Трансформация кинетической или потенциальной энергии в механическую работу пластического деформирования происходит при движении рабочих органов (ползуна, коромысла, траверсы, бабы, валков, роликов и т. п.) главных исполнительных механизмов. Это движение характеризуется следующими признаками:

- способом отдачи накопленной энергии привода и исполнительного механизма обрабатываемому металлу;
- видом движения рабочего органа;
- характером изменения скорости рабочего органа в период рабочего хода;
- периодичностью воздействия рабочего органа на обрабатываемый металл во времени.

Отдачу накопленной энергии обрабатываемому металлу осуществляют нажимом или ударом. При нажиме силовое воздействие на металл характеризуется относительно малыми изменениями во времени, и рабочий ход измеряют секундами, десятими и сотыми ее долями. При ударе динамическое силовое воздействие на металл очень быстро изменяется, что приводит к возникновению колебательных процессов в КШМ и ее фундаменте. Рабочий ход

продолжается тысячные или еще меньшие доли секунды. Скорость движения рабочего органа у машин квазистатического действия в начале рабочего хода не превышает 0,3...0,5 м/с; у машин динамического действия эта скорость как минимум на один порядок выше.

Рабочие органы КШМ могут совершать возвратно-поступательное прямолинейное, качательное и вращательное движения. В зависимости от связей в передачах изменение скорости рабочего органа в период рабочего хода может быть заданным в условиях жестких механических связей или произвольным, зависящим от субъективных факторов, при нежестких связях.

Воздействие рабочего органа исполнительного механизма на обрабатываемый металл может быть периодическим или непрерывным.

При непрерывном воздействии металл обрабатывают в течение нескольких следующих один за другим оборотов исполнительного органа без разделения холостыми пробегам.

Различают одно- и многопереходные технологии производства кованых и штампованных изделий. Примером первой является вырубка заготовок монет из листа, второй - горячая штамповка поковок типа шестерен на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП), включающая в себя осадку заготовки, предварительную и окончательную штамповки.

При однопереходной обработке физико-механические процессы, совершающиеся в прессе, идентичны в каждом последующем ходе.

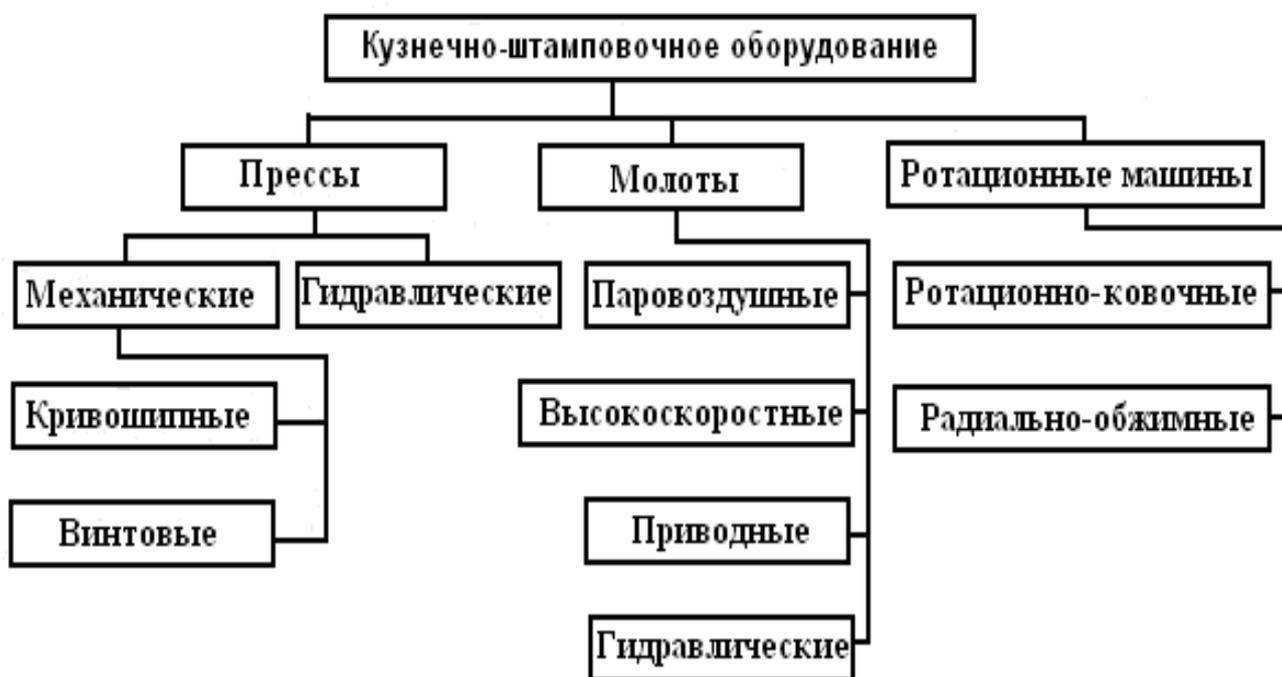


Рисунок 1.1. Классификация кузнечно-штамповочного оборудования

Классификация кузнечно-штамповочного оборудования приведена на рисунке 1.1.

Современная технология кузнечно-штамповочного производства включает в себя ковку, горячую и холодную объемные штамповки, горячую и хо-

лодную листовые штамповки, разделку и разрезку исходного металла. В соответствии с этим КШМ могут быть отнесены к тому или иному технологическому классу.

Машины, аналогичные КШМ, применяют в других отраслях народного хозяйства: в металлургическом производстве для обработки металла; в электротехническом производстве и при производстве предметов ширпотреба для обработки неметаллических материалов, в том числе пластмасс, и др.

По технологическим возможностям КШМ подразделяют на три группы: универсальные (общего назначения), специализированные и специальные. Машины первой группы пригодны для выполнения большинства типовых операций данного технологического класса. Так, на паровоздушном ковочном молоте можно осуществить любую операциюковки. Машины второй группы специализированы по виду технологии, например вытяжные кривошипные прессы. Специализацию машин третьей группы проводят не только в зависимости от технологии, но и от вида изготавливаемой продукции, например брикетировочные прессы для штамповки брикетов из металлической стружки.

При исполнении любой технологии необходимо совершать вспомогательные движения, связанные с установкой и переносом обрабатываемого металла или инструмента. В неавтоматизированной КШМ эти движения осуществляют вручную или при помощи простых средств механизации. В автоматических КШМ все рабочие и вспомогательные движения совершает машина. Очевидно, что в автомате должны быть предусмотрены в достаточном количестве исполнительные механизмы, а также система самоуправления, обеспечивающая строгую синхронность в последовательности действий всех механизмов.

1.1. ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ

Принцип действия

Принцип действия кривошипного пресса основан на преобразовании вращательного движения привода посредством кривошипного механизма той или иной модификации в качательное движение коромысла или возвратно-поступательное ползуна с закрепленным на нем инструментом. На рисунке 1.3 приведены различные модификации кривошипного механизма: кривошипно-коромысловый (костыльные прессы-автоматы); кривошипно-ползунный (большинство кривошипных прессов для листовой и объемной штамповки); кривошипно-коленный (чеканочные прессы и прессы для выдавливания); двухкривошипный с двумя степенями подвижности (кривошипно-шарнирные вытяжные прессы); двухкривошипный коленно-ползунный с двумя степенями подвижности (прессы тройного действия для чистовой вырубки); кривошипно-клиновой (КГШП); кривошипно-круговой (специализированные вырубные прессы); кривошипно-кулисный (КГШП и горизонтально-ковочные машины (ГКМ)).

Преобразование энергии вращательного движения привода в энергию деформации металла обусловлено наличием кинематических связей между всеми движущимися частями кривошипного пресса. Это исключает зависимость скорости движения рабочего инструмента от механических характеристик обрабатываемого металла в любой момент времени: изменение скорости движения инструмента за все время действия пресса будет определяться кинематикой машины (без учета неравномерности движения вращающихся деталей привода и упругого деформирования машины).

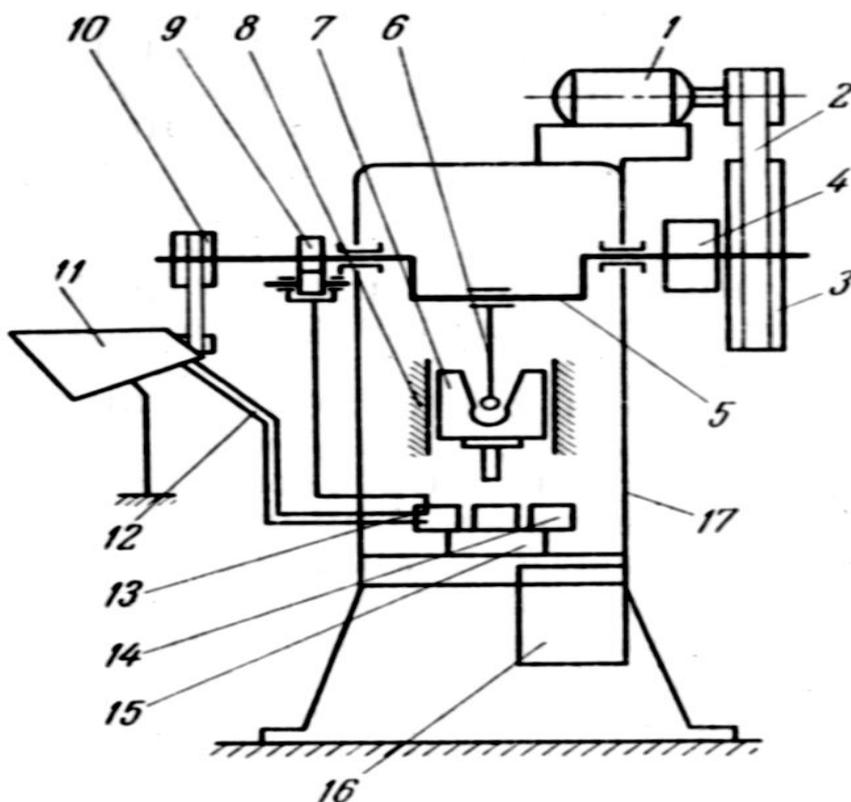


Рисунок 1.2. Схема кривошипного пресса: 1 — электродвигатель; 2 — передача привода; 3 — маховик; 4 — муфта включения; 5 — кривошипный вал; 6 — шатун; 7 — ползун; 8 — направляющие; 9 — привод питателя; 10 — привод автоматического бункерного захватного устройства; 11 — автоматическое бункерное захватно-ориентирующее устройство; 12 — магазин-накопитель; 13 — питатель; 14 — устройство, удаляющее отходы; 15 — устройство, удаляющее и стапелирующее изделия; 16 — система управления; 17 — станина

Дважды в цикле возвратно-поступательного движения исполнительного механизма скорость рабочего органа - ползуна с инструментом - равна нулю. В это время ползун проходит через крайние положения (верхнее и нижнее или заднее и переднее). Кривая его скорости в функции времени $v(t)$ между этими точками является синусоидой или другой, более сложной, но гармонической функцией (рисунок 1.4).

$$\alpha'_{п.х} = \alpha_{в} - \alpha_{р.н}; \quad (1.2)$$

$\alpha_{н.х}:$

$$\alpha''_{п.х} = \alpha_{р.х} - \alpha_{н}. \quad (1.3)$$

Таким образом, угол поворота кривошипного вала при прямом ходе ползуна

$$\alpha_{п.х} = \alpha'_{п.х} + \alpha_{р} + \alpha''_{п.х}. \quad (1.4)$$

$\alpha = \alpha''_{п.х}$, связана с проталкиванием металла (изделия или отхода), и, как говорят, деформирующий инструмент работает на проход.

$\alpha''_{п.х} = 0$, и процесс деформирования заканчивается при крайнем нижнем (переднем) положении ползуна.

При обратном холостом ходе, во время которого не совершается полезной работы, ползун возвращается в крайнее верхнее (заднее) положение. Кривошипный вал в это время повернется на угол

$$\alpha_{о.х} = \alpha_{н} - \alpha_{в}. \quad (1.5)$$

Если вращение кривошипного вала принято равномерным, время поворота t прямо пропорционально углам поворота:

$$t = \alpha / \omega, \quad (1.6)$$

где α - угол поворота кривошипа, рад.

Время двойных ходов:

$$t_{дв.х} = t'_{п.х} + t_{р} + t''_{п.х} + t_{о.х} = 60/n. \quad (1.7)$$

В некоторых случаях, например при расшифровке осциллограмм, снятых при испытании кривошипных прессов, угол α выражают по известным отметкам времени:

$$\alpha = \omega t = \pi n t / 30. \quad (1.8)$$

$u_{н} = f(\alpha_{р.н})$, задана кинематикой пресса и положением ведущего кривошипа. В кривошипных прессах скорость инструмента в момент начала рабочего хода изменяется в широких пределах - от 0,01 до 0,5 м/с и более. В процессе деформирования металла скорость инструмента постепенно уменьшается до некоторого конечного значения.

$$P_D = f(S). \quad (1.9)$$

Оно зависит от вида операции, механических характеристик и размеров обрабатываемого металла.

$P_{ном}$ на ползуне главного исполнительного механизма. Для некоторых специализированных прессов в качестве главного параметра принимают размер исходной заготовки и ее вид. Например, диаметр исходного прутка или проволоки для метизных прессов-автоматов, толщину разрезаемого листа для листовых ножниц.

Характер и количество заданных технологических линейных параметров зависят от назначения кривошипного пресса и его конструктивных особенностей. Они регламентированы специальными ГОСТами для каждого типа.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ

Кривошипные прессы, к которым следует отнести и ножницы, применяют для выполнения почти всех основных и заготовительных операций холодной и горячей штамповки из листового и сортового проката. По технологическому назначению их подразделяют на три класса:

- прессы для штамповки изделий из листовых материалов;
- прессы для объемной штамповки поковок из сортового проката;
- ножницы для разделки и резки прутков и листов.

Углубление технологической классификации связано с узким кругом работ, выполняемых на прессах, и их специализацией.

По функциональному назначению механизмы и системы современных кривошипных прессов можно разбить на пять групп: приводы, исполнительные механизмы, системы управления и контроля, механизмы настройки, системы смазки.

Общий признак кривошипных прессов - единообразие привода, состоящего из индивидуального электродвигателя, ременной и зубчатой передач. В системе привода предусмотрены сцепные устройства (муфты), позволяющие соединять и разъединять валы передач на ходу, и тормозные устройства для остановки механизмов в определенном положении. Кинематическое и конструктивное оформление привода может быть различным в зависимости от назначения и условий работы.

В основу классификации кривошипных прессов положены структурно-кинематические признаки устройств исполнительных механизмов. Главным исполнительным механизмом называют кинематическую цепь, которая начинается от передаточного механизма привода и заканчивается рабочим органом с инструментом, предназначенным для осуществления технологического формоизменения заготовки.

По структурному строению следует различать прессы простого и многократного действия.

Прессы простого действия имеют только один главный рабочий орган. Некоторые типы таких прессов оснащают дополнительными устройствами для прижима листа, выталкивания изделий, автоматической подачи заготовки и др. Эти устройства, встраиваемые в имеющуюся конструкцию, представляют собой привнесенные элементы. В каждом отдельном случае пресс

может работать без них, выполняя те операции, для которых его чаще всего используют. Например, универсальный листоштамповочный пресс простого действия может работать без прижимной подушки.

Для выполнения дополнительных функций, обусловленных характером технологического процесса (подача, резка, прижим заготовки и др.), в прессах простого действия применяют специальные исполнительные механизмы. В зависимости от назначения их подразделяют на рабочие и вспомогательные.

Прессы многократного действия содержат несколько рабочих и вспомогательных механизмов, необходимых для выполнения дополнительных функций.

Все операции, рабочие и вспомогательные, осуществляемые на прессах многократного действия, выполняются в строго определенной, раз и навсегда заданной последовательности. Это предопределяет необходимость синхронизации движений отдельных механизмов пресса. Поэтому в структуре прессов многократного действия особое место занимают распределительные (управляющие) механизмы, обеспечивающие цикличность работы.

Согласованность работы отдельных механизмов прессов многократного действия во времени определена цикловой диаграммой, или циклограммой.

Привод дополнительных механизмов прессов многократного действия осуществляется от электродвигателей, индивидуальных или общих компрессоров и гидронасосов.

Прессы многократного действия могут иметь неавтоматизированный и автоматизированный технологические циклы.

К современным неавтоматизированным прессам многократного действия относят прессы двойного (один главный и один целевой исполнительные механизмы) и тройного действия (один главный и два целевых исполнительных механизма).

Прессы многократного действия, имеющие достаточно развитую структуру с таким количеством рабочих и вспомогательных механизмов, которое обеспечивает выполнение всего технологического цикла без вмешательства человека, называются прессами-автоматами. Технологический цикл на них замкнутый и повторяется непрерывно до израсходования запаса заготовок.

Так называемые комбинированные прессы не представляют собой особого структурного типа машин. Комбинированные прессы характеризуются тем, что у них на одной станине скомпонованы две или три простые кинематические цепи с общим приводом. Каждая из этих цепей является главным исполнительным механизмом и используется самостоятельно для выполнения заданного формоизменения. Например, комбинированные ножницы могут иметь три главных исполнительных механизма, предназначенных для резки листа, сортового проката и пробивки отверстий; обрезные прессы с боковым ползуном содержат два главных исполнительных механизма.

Таким образом, классификация кривошипных прессов должна включать три класса машин по технологическому назначению. В каждый из этих

классов могут входить следующие структурные группы прессов: простого, двойного, тройного действия и автоматы с определенным целевым применением (рис. 1.3).

К системам управления и контроля кривошипных прессов относятся механизмы включения, самоуправления, а также регистрирующие и контрольные механизмы. Функционально они связаны с общей цикличностью работы исполнительных механизмов пресса. Следует отметить, что кулачковые механизмы самоуправления относятся к исполнительным механизмам кривошипного пресса. Контрольные, регистрирующие и механизмы включения хотя функционально и связаны с работой пресса, но непосредственного воздействия на определенность совершаемого движения исполнительных органов не оказывают и поэтому не входят в общую кинематическую цепь пресса. К устройствам настройки кривошипных прессов относятся механизмы, предназначенные для установки рабочих органов в требуемое исходное положение, наладки системы управления и привода.

Основные признаки для конструктивного подразделения кривошипных прессов

В зависимости от конструктивного оформления главных деталей и узлов различают следующие кривошипные прессы: вертикальные, наклоняемые и горизонтальные; одностоечные и двухстоечные; открытые и закрытые; с открытым и закрытым приводом; с кривошипным, коленчатым или эксцентриковым валом, с шестеренно-эксцентриковым приводом; одно- и многокривошипные; с одно и многоступенчатым приводом; с верхним и нижним приводом.

В зависимости от расположения направляющих станины и направления движения главного ползуна различают вертикальные, наклоняемые и горизонтальные прессы. У наклоняемых прессов специальное устройство допускает наклон станины от ее вертикального положения на $30...40^\circ$.

Различие между одностоечными и двухстоечными прессами связано с расположением главного исполнительного механизма относительно опор ведущего кривошипного вала. У двухстоечных прессов головка шатуна исполнительного механизма находится между опорами вала, а у одностоечных - по одну сторону, на выступающей консоли кривошипа главного вала.

В зависимости от формы станины, определяющей доступ к столу пресса и, следовательно, к установленным на нем штампам, различают открытые и закрытые прессы. Открытые прессы имеют С-образную станину округлой или прямоугольной формы, обеспечивающую удобный доступ к столу спереди и с боков. Однако при нагрузке С-образной станины в момент рабочего хода в ней возникает значительная несимметричная деформация, приводящая к отклонению линии перемещения ползуна от оси пресса. В результате нарушается равномерность зазоров между верхней и нижней частями штампа. Например, при вырубке или вытяжке из листа зазор между пуансоном и матрицей спереди уменьшается, а сзади увеличивается. Это ухудшает условия работы штампа, увеличивает его износ и является причиной изготовления бракованных изделий. Закрытые прессы имеют станину рамного (ароч-

ного) типа с доступом к рабочему пространству с передней и с задней стороны пресса.

По внешнему оформлению конструкции различают прессы с открытым и закрытым приводом, т. е. скрытым внутри станины и даже герметизированным.

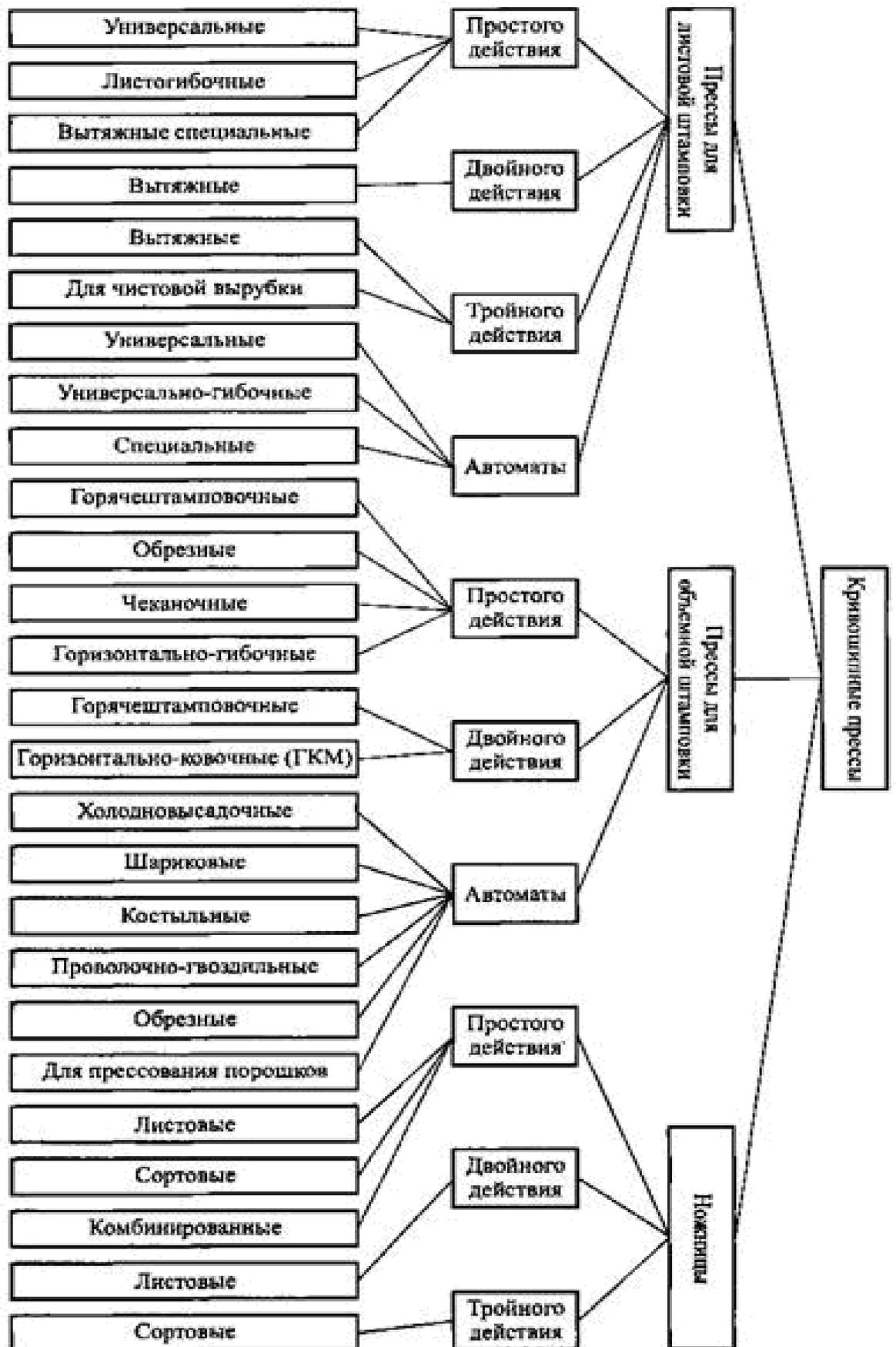
По конструктивному оформлению различают прессы с ведущим кривошипным главным валом, выполненным в виде кривошипного, коленчатого или эксцентрикового вала, и шестеренно-эксцентриковым приводом.

В зависимости от количества кривошипов (эксцентриков) и соответственно количества шатунов различают одно- и многокривошипные прессы (одно- и многшатунные или многоточечные). Многшатунная подвеска ползуна улучшает условия его работы и допускает нецентральную нагрузку при рабочем ходе.

Существенное различие между кривошипными прессами связано со структурой кинематической схемы привода, передающего движение от электродвигателя к главному валу исполнительного механизма пресса. В быстроходных прессах, где общее передаточное число невелико, оказывается достаточным одной или двух ступеней передач. В тихоходных прессах с малым числом ходов ползуна для значительного уменьшения частоты вращения от электродвигателя до главного вала предусматривают от двух до четырех ступеней передач.

Различия в кинематике привода кривошипных прессов связаны также с необходимостью передачи движения у однокривошипных прессов от электродвигателя на две стороны главного вала, а у многокривошипных прессов нескольким валам.

Рисунок 1.5 Классификация кривошипных прессов



В зависимости от места расположения привода на станине различают прессы с верхним и нижним приводом.

1.3. Гильотинные ножницы

Ножницы для резки листового материала предназначены для поперечной резки полос, например, из термопластичной, полимерной пленки или фольги, содержит ножницы для резки тонкого листового материала, нижний неподвижный нож, размещенный на ножевой плите станины, и верхний подвижный нож, размещенный на ножевой траверсе. Последняя жестко связана с концами цилиндрических скалок, установленных с возможностью возвратно-поступательного перемещения в подшипниках. Концы скалок соединены с планкой, с которой связан шток поршня пневмоцилиндра. Верхний подвижный нож снабжен механизмом регулирования его положения в горизонтальной плоскости. На цилиндрических скалках установлены дополнительные подшипники, подпружиненные к станине с помощью пластинчатой пружины. Последняя установлена с возможностью контакта с дополнительными подшипниками и снабжена регулятором упругости.

Ножницы для резки тонкого листового материала содержат закрепленный на станине нижний неподвижный нож, верхний подвижный нож, установленный на ножевой траверсе, жестко связанной с концами цилиндрических скалок, размещенных с возможностью возвратно-поступательного перемещения в подшипниках, корпуса которых укреплены на станине, привод поступательного перемещения верхнего подвижного ножа, исполнительный элемент которого установлен симметрично осям цилиндрических скалок и связан с цилиндрическими скалками с помощью планки, закрепленной на других концах этих скалок, и механизм регулирования положения одного из ножей в горизонтальной плоскости.

Перечисленные признаки являются существенными для достижения основного технического результата: осуществление разрезания тонкого листового материала на мерные заготовки, в особенности тонкого материала, когда необходима точная настройка взаимного расположения ножей в горизонтальной плоскости, и незначительные отклонения во взаимном положении ножей ножниц могут привести к прекращению процесса резания и поломке ножниц. Во-первых, наличие механизма регулирования положения одного из ножей в горизонтальной плоскости позволяет обеспечить надежность работы ножниц за счет настройки их на соответствующую толщину разрезаемого материала и предотвращения перекоса ножей при резке. Во-вторых, в процессе эксплуатации ножниц для сохранения указанной настройки ножей необходимо выполнить привод верхнего подвижного ножа в виде жесткой подвижной рамочной конструкции, которая образуется установленными с возможностью возвратно-поступательного перемещения в подшипниках цилиндрическими скалками, одни концы которых жестко связаны с ножевой траверсой.

Для повышения надежности и долговечности работы за счет стабилизации настраиваемого горизонтального зазора между ножами ножницы снабжены дополнительными подшипниками, установленными на скалках и подпружиненными к станине в плоскости, перпендикулярной продольным осям скалок, причем дополнительные подшипники размещены в корпусах подшипников с зазором. Наличие в ножницах дополнительных подшипников, установленных на скалках и подпружиненных к станине в плоскости, перпендикулярной продольным осям цилиндрических скалок, обеспечивает выборку люфтов в подшипниках и корпусах, в которых эти подшипники размещены с зазором. Такая конструкция ножниц позволяет также осуществлять автоматическую компенсацию люфтов в подвижных парах, образующихся в результате износа, например скалок или подшипников. Указанная компенсация люфтов происходит в ножницах в плоскости, перпендикулярной продольным осям скалок, т. е. в горизонтальной плоскости, параллельно которой производится настройка первоначального технологического зазора между режущими кромками ножей. Это позволяет устранять также износ ножей, сохранять или стабилизировать заданный первоначальный горизонтальный зазор между ножами ножниц и повысить тем самым надежность и долговечность ножниц.

Кроме того, в заявляемых ножницах для резки тонкого листового материала дополнительные подшипники на скалках могут быть подпружинены к станине с помощью пластинчатой пружины, размещенной с возможностью взаимодействия ее концов с наружными обоймами подшипников и снабженной регулятором упругости в виде винта, размещенного на станине с возможностью взаимодействия с пластиной в точке, симметричной относительно точек контакта концов пружины с обоймами дополнительных подшипников. Такое исполнение ножниц имеет простую конструкцию и позволяет повысить точность настройки и удобство обслуживания ножниц при переналадке их на соответствующую толщину разрезаемой пленки или фольги.

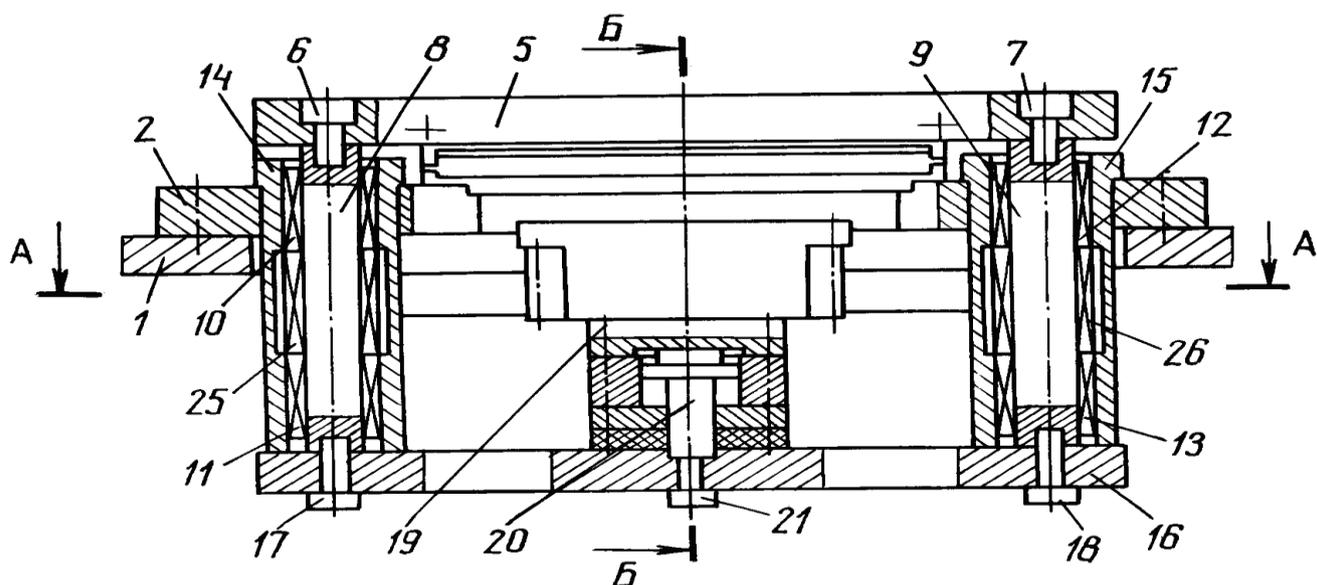


Рисунок 1.6.

На рисунке 1.6 изображены ножницы в разрезе вдоль вертикальных осей цилиндрических скалок.

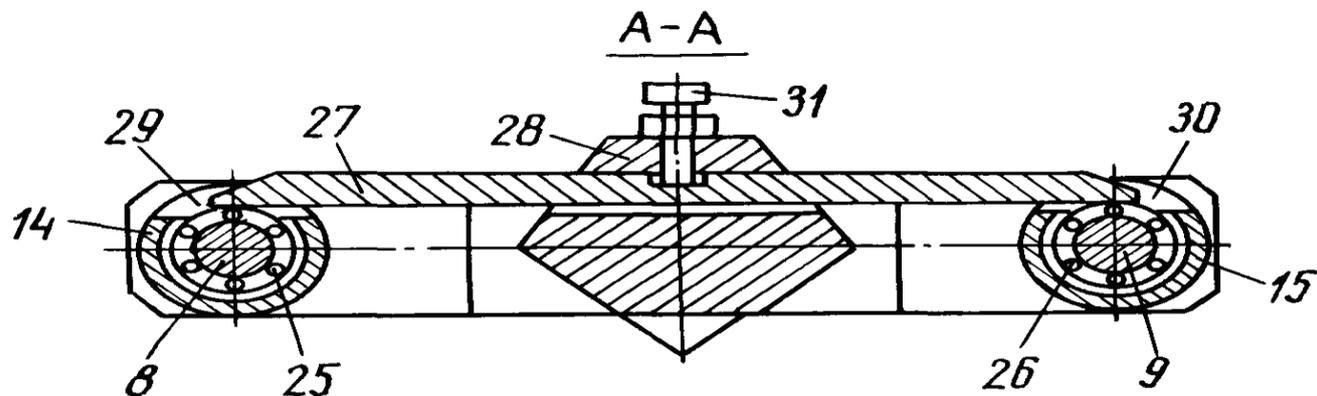


Рисунок 1.7.

На рисунке 1.7 показан разрез ножниц по А-А в плоскости, перпендикулярной вертикальным осям цилиндрических скалок.

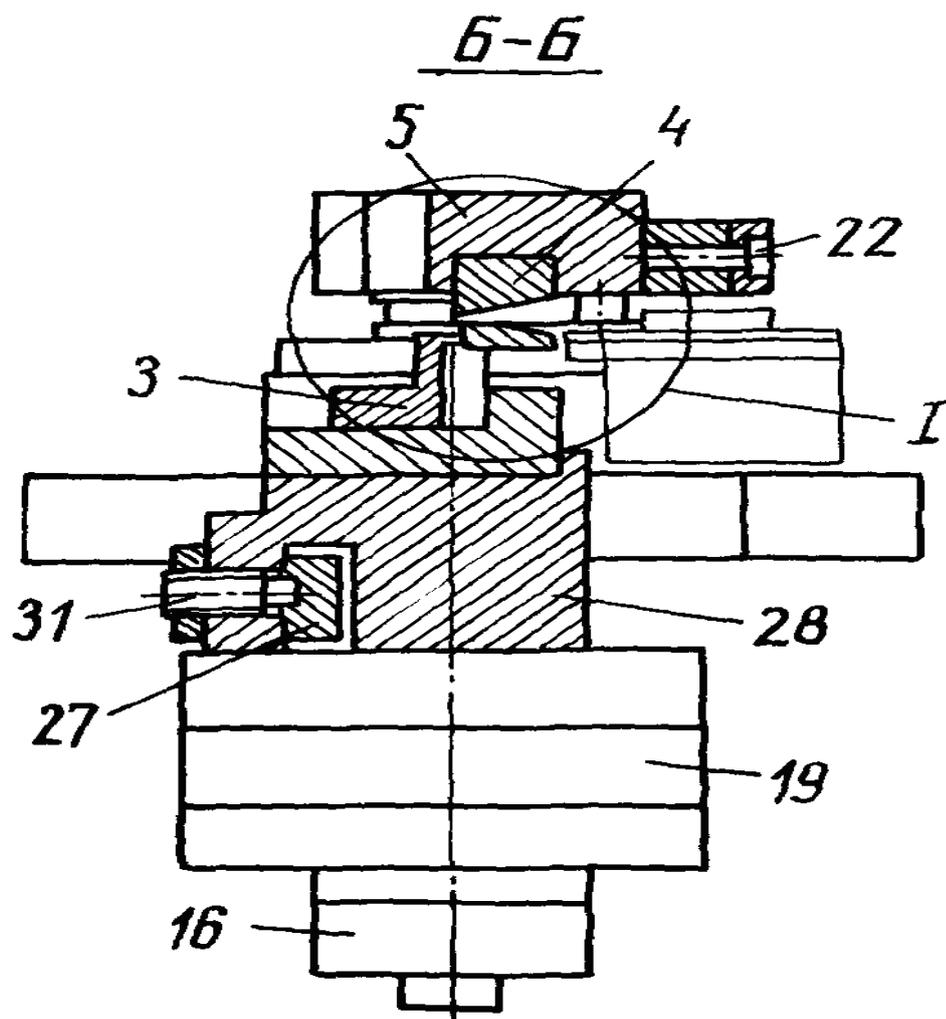


Рисунок 1.8.

На рисунке 1.8 разрез по Б-Б в плоскости, проходящей через ось исполнительного элемента и перпендикулярной плоскости разреза на рисунке 1.6.

На рисунке 1.9 представлен увеличенный вид узла I на рисунке 1.8, раскрывающий конструкцию механизма регулирования положения верхнего ножа в горизонтальной плоскости.

Ножницы для резки содержат станину 1 с несущей плитой 2, на которой закреплен нижний неподвижный нож 3 и верхний подвижный нож 4, размещенный на ножевой траверсе 5. Ножевая траверса 5 жестко связана с помощью винтов 6 и 7 с верхними концами двух цилиндрических скалок 8 и 9. Скалки установлены с возможностью возвратно-поступательного перемещения на соответствующих парах подшипников 10, 11 и 12, 13, корпуса которых 14 и 15 закреплены на станине 1. К нижним концам скалок 8 и 9 привернута планка 16 с помощью винтов 17 и 18. В станине 1 закреплен привод поступательного перемещения, например пневмоцилиндр 19. Исполнительный элемент цилиндра, а именно шток поршня 20, установлен симметрично и параллельно осям цилиндрических скалок 8 и 9, жестко связан винтом 21 с планкой 16.

Верхний подвижный нож 4 имеет механизм регулирования его положения в горизонтальной плоскости, выполненный в виде фиксирующих винтов 22, установленных соответственно в пазах 23 ножевой траверсы и в ноже 4, и регулировочных винтов 24, закрепленных в ножевой траверсе 5 перпендикулярно винтам 22 с возможностью контакта с ножом 4. На цилиндрических скалках 8 и 9 установлены дополнительные подшипники 25 и 26, наружные обоймы которых размещены в корпусах 14 и 15 с зазором. Дополнительные подшипники 25 и 26 расположены в плоскости, перпендикулярной продольным осям скалок 8 и 9. Указанные дополнительные подшипники 25 и 26 подпружинены в указанной плоскости их расположения с помощью пластинчатой пружины 27, которая установлена в закрепленном на станине корпусе 28. Концы пружины 27 размещены в пазах корпусов 14 и 15 подшипников с возможностью контакта с наружными обоймами дополнительных подшипников 25 и 26. Пластинчатая пружина 27 снабжена регулятором упругости в виде винта 31, размещенного на станине с возможностью контакта с пластиной в точке, симметричной относительно точек контакта концов пружины 27 с обоймами дополнительных подшипников 25 и 26.

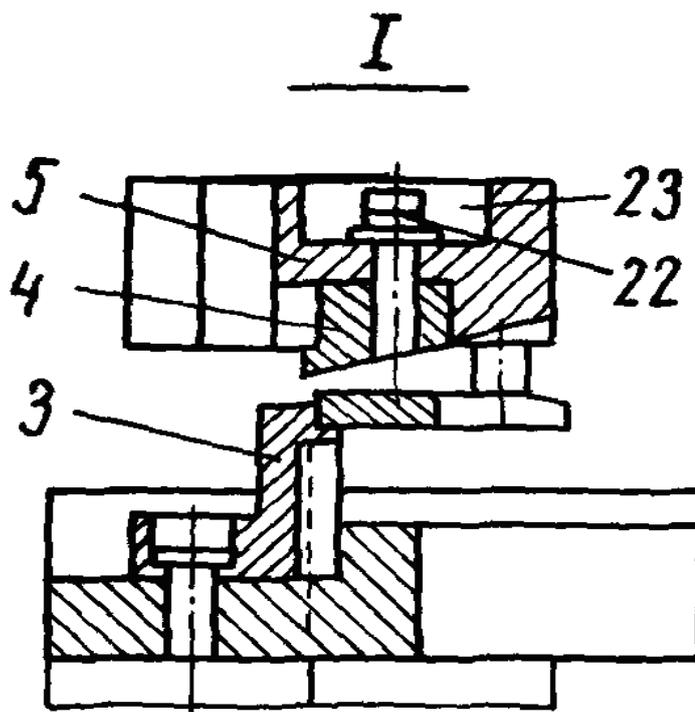


Рисунок 1.9.

Заявляемые ножницы для резки тонкого листового материала работают следующим образом. Разрезаемый тонкий листовый материал, например тонкая лента упаковочной пленки или фольги (на чертежах не показано), подается к ножницам в горизонтальной плоскости и пропускается через вертикальный зазор между верхним 4 и нижним ножами 3 на требуемую длину отрезаемой заготовки. При движении штока поршня 20 пневмоцилиндра 19 вниз производится также перемещение связанной с ним планки 16. Одновременно с движением планки 16 происходит перемещение вниз верхнего ножа 4, установленного на ножевой траверсе 5, которая жестко связана с планкой 16 через цилиндрические скалки 8 и 9. Скалки 8 и 9 имеют возможность возвратно-поступательного перемещения в подшипниках 10, 11 и 23, 13. При совмещении режущей кромки верхнего подвижного ножа 4 с режущей кромкой нижнего неподвижного ножа 3 и последующего перемещения верхнего ножа 4 происходит разрезание материала. При обратном ходе поршня 20 верхний подвижный нож 4 занимает исходное верхнее положение.

Далее процесс резания повторяется. Для предварительной наладки ножниц на соответствующую толщину разрезаемого листового материала производится регулирование величины горизонтального зазора между режущими кромками ножей путем настройки горизонтального положения верхнего ножа 4 относительно нижнего 3 с помощью винтов 22 и 24. В процессе работы ножниц сохранение ранее выставленного горизонтального зазора за счет выборки люфтов и компенсации износа подвижных частей производится с помощью пластинчатой пружины 27, концы которой имеют возможность контакта с наружными обоймами дополнительных подшипников 25 и 26 через пазы 29 и 30 в корпусах подшипников 14 и 15. Усилие поджатия пружины к дополнительным подшипникам 25 и 26 может регулироваться с помо-

щью винтов 31, которые установлены в корпусе 28, закрепленном на станине 1. Это позволяет также расширить технологические возможности ножниц при их настройке и поддержания предварительно настроенного горизонтального зазора между ножами 3 и 4.

Например, при выставке горизонтального зазора между ножами при резке очень тонких пленочных материалов или фольги можно производить следующие операции. Перед началом резки производят перемещение верхнего подвижного ножа 4 вниз на холостом ходе, приведение рабочих поверхностей ножей в контакт путем перемещения верхнего ножа 4 в горизонтальной плоскости с помощью регулировочных винтов 24 винтов с последующей фиксацией положения этого ножа с помощью винтов 22. Настройка ножниц для резки пленочного материала, например полимерной упаковочной ленты или тонкой фольги, осуществляется за счет регулирования усилия поджатия концов пружины 27 к обоймам подшипников 25 и 26 с помощью винта 31. Такая регулировка позволит одновременно выбрать люфты в подвижных частях ножниц в горизонтальном направлении и поддерживать заданный настраиваемый рабочий горизонтальный зазор между подвижным и неподвижным ножами, обеспечив тем самым надежность и долговечность работы ножниц, в особенности, при резке очень тонкого листового материала.

Таким образом, при использовании предлагаемого изобретения обеспечивается повышение надежности и долговечности работы ножниц за счет того, что они имеют описанную выше жесткую рамочную конструкцию механизма возвратно-поступательного перемещения верхнего подвижного ножа, причем ножи ножниц имеют механизм настройки их горизонтального положения относительно друг друга и дополнительный упругий механизм стабилизации настройки положения ножей, например, в виде пластинчатой пружины, используемой для точной выставки положения верхнего ножа относительно нижнего в горизонтальной плоскости и одновременно выборки люфтов в подшипниках и подвижных элементах ножниц и компенсации износа подвижных элементов ножниц в процессе эксплуатации, причем компенсация люфтов и износа производится в том же горизонтальном направлении, как и предварительная настройка ножей. Может производиться не только предварительная настройка ножей в горизонтальной плоскости, но и стабилизация положения ножей путем выборки люфтов и зазоров в подвижных элементах ножниц, в том числе и при износе подвижных пар. Это устраняет износ ножей, повышает долговечность и надежность работы ножниц. Ножницы описанной конструкции могут использоваться для точной и надежной резки очень тонких листовых материалов или фольги, например полимерной термопластичной упаковочной ленты из ПВХ, с толщиной в пределах от 50 до 70 мкм. Горизонтальный зазор между ножами настраивается и автоматически сохраняется в пределах не более одного-двух порядков от толщины разрезаемого материала, т.е. от 1 до 2 мкм.

Глава 2 ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

2.1. ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЕ СТАНКИ

2.1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Станки для токарной обработки (точение) составляют значительную долю в парке металлорежущего оборудования (до 30...40%) и предназначены для обработки наружных, внутренних и торцовых поверхностей тел вращения, а также нарезания резьб. Главным движением в токарных станках является вращение заготовки, инструмент же осуществляет прямолинейное продольное или поперечное движение подачи.

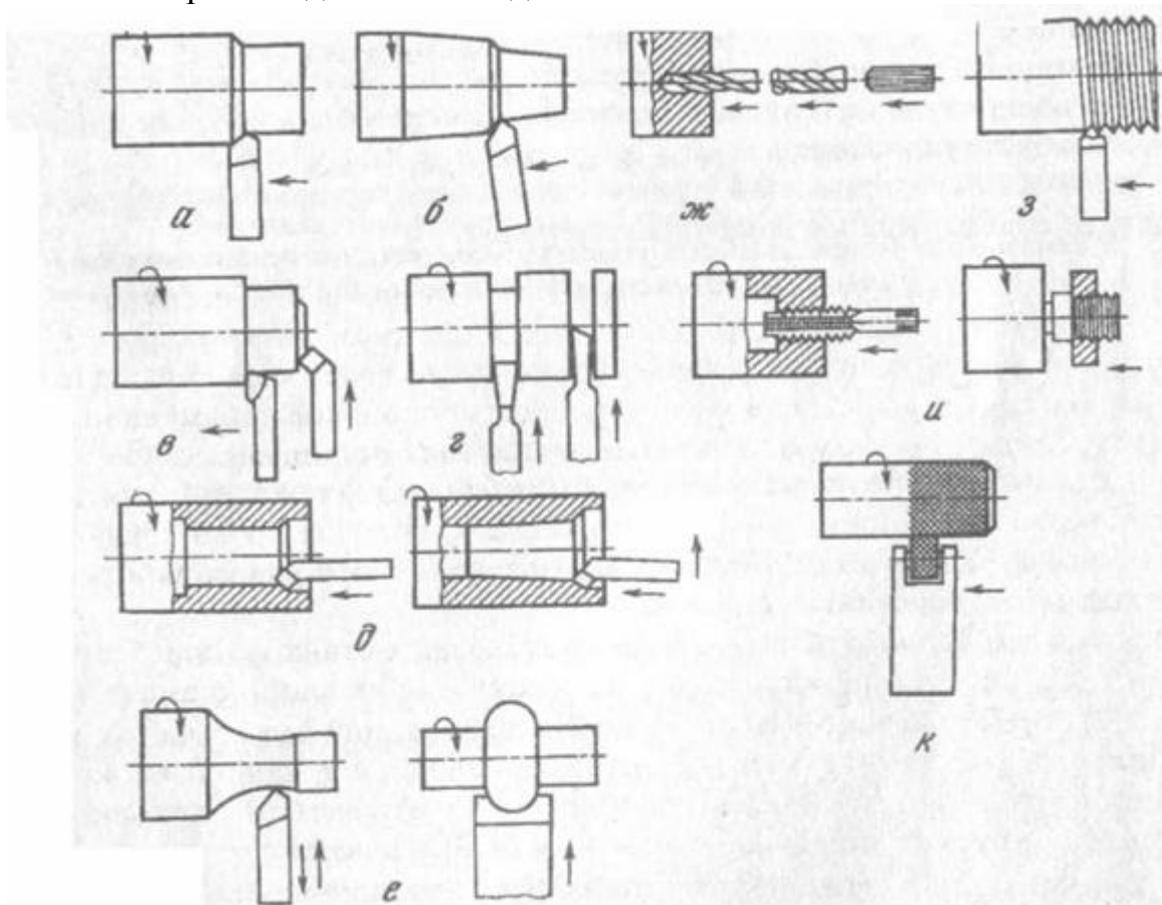


Рисунок 2.1. Типовые операции, выполняемые на токарных станках.

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 и обеспечивают выполнение следующих основных видов работ (рис. 1.1.): обтачивание резцами наружных цилиндрических (а) и конических (б) поверхностей; обработку торцовых поверхностей (в); прорезку канавок и отрезку (г); растачивание цилиндрических и конических отверстий (д); фасонное точение (е); сверление, зенкерование и развертывание отверстий (ж); нарезание наружной и внутренней резьб резцами (з),

метчиками и плашками (и). На них можно производить также накатывание рифленых поверхностей (к), выглаживание и раскатку поверхностей.

2.1.2. КОМПОНОВКА, ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ХАРАКТЕРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Станки с ручным управлением в подавляющем большинстве случаев имеют горизонтальную компоновку, удобную для обслуживания и наблюдения за зоной обработки. На рисунке 2.2 показаны важнейшие узлы станка. Обрабатываемая заготовка, закрепленная в патроне 1, получает вращение от коробки скоростей, расположенной в шпиндельной(передней) бабке 9, связанной ременной передачей с приводным двигателем, обычно расположенным в тумбе станины 7. Инструмент, устанавливаемый в резцедержателе, закрепленном на суппорте 2, получает продольное и поперечное перемещение через коробку подач 8 и фартук 5. При нарезании резьбы резцом продольное перемещение суппорта осуществляется от ходового винта 4, для остальных операций используется ходовой валик 6 и зубчатая рейка; задняя бабка 3 служит для поддержания длинных заготовок, а также иногда для закрепления и перемещения осевого инструмента, предназначенного для обработки центральных отверстий.

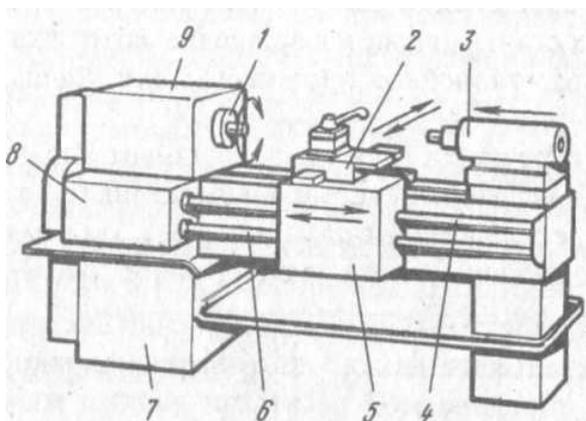


Рисунок 2.2. Компоновка токарно-винторезного станка.

Основными параметрами токарно-винторезных станков, определяющими его рабочее пространство, являются наибольший диаметр D (рисунок 2.3) обрабатываемой заготовки, устанавливаемой над станиной, и наибольшее рас-

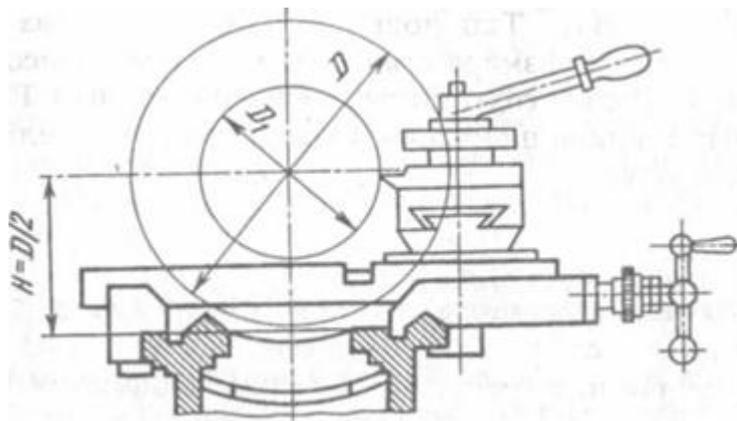


Рисунок 2.3. Обрабатываемые на станках заготовки

стояние между центрами передней и задней бабки, 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 $D\backslash$. По максимальному диаметру токарно-винторезные станки выпускаются в пределах размерного ряда с $\phi = 1,25$ от 100 до 6300 мм. Станки с одним и тем же диаметром могут иметь различные межцентровые расстояния, которые в тяжелых станках достигают до нескольких десятков метров.

Шпиндельные узлы имеют существенно различные типы шариковых и роликовых подшипников с регулированием натяга. Тип подшипников и класс их точности зависят от назначения и размера станка. В тяжелых и высокоточных станках нашли применение гидростатические подшипники. В большинстве современных станков шпиндели подвергаются тщательной динамической балансировке.

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, определяемой десятными долями мкм и шероховатостью Rz до тысячных долей мкм.

2.1.3. КОНСТРУКЦИЯ СТАНКОВ

Приводы главного движения

Для изменения частоты вращения шпинделя в легких токарно-винторезных станках часто применяют ступенчато-шкивные передачи с клиновым или плоским синтетическим ремнем. В большинстве современных моделей средних станков применяют привод с одно-, реже многоскоростным асинхронным электродвигателем переменного тока в сочетании со ступенчатой меха-

нической коробкой скоростей. Число ступеней скорости составляет обычно 18...24. При неразделенном приводе механизмы коробки скоростей полностью располагаются в шпиндельной (передней) бабке; при разделенном - коробка скоростей, расположенная в нижней части тумбы или станины, соединяется ременной передачей со шпиндельной бабкой, в которой обычно располагается одинарный или двойной перебор.

Для возможности установки на шпинделе различных стандартных зажимных и других устройств передние концы шпинделей нормализованы, размеры отверстия в шпинделе определяются диаметром обрабатываемого прутка.

Приводы подачи

Типовая блок-схема привода подачи универсального токарно-винторезного станка средних размеров представлена на рис. 2.4, а. Для нарезания резьбы резцом требуется жесткая кинематическая связь между ходовым винтом 13 и шпинделем 8, поэтому применяется зависимый от шпинделя привод подачи, и подача измеряется в миллиметрах на его оборот. Для других работ в качестве тягового устройства для продольной подачи обычно применяется зубчато-реечная передача с неподвижной рейкой 10 и реечным колесом 11, связанным с фартуком 2 при приводе от ходового валика 1. Поперечная подача осуществляется при вращении винта 12. Привод подачи, как правило, содержит: звено увеличения шага 9, в качестве которого используются последние переборные группы коробки скоростей 7; зубчатый реверсивный механизм 6 для нарезания правых и левых резьб, который располагается в шпиндельной бабке; сменные зубчатые колеса гитары 5, используемые для нарезки разных типов резьб, включая нестандартные; коробку подач 4. В коробках подач часто применяются в качестве основной группы механизмы Нортон и в качестве множительных - механизмы Меандра. В последнее время широко применяются коробки подач с передвигными зубчатыми блоками, передаточные отношения колес которых ориентированы на стандартные значения шагов нарезаемых резьб.

В фартуке 2 (рисунок 2.4,б), который перемещается совместно с продольным суппортом 14, располагаются передачи, связывающие скользящее вдоль ходового валика 1 зубчатое колесо 3 с реечным колесом 11 или винтом поперечной подачи 12. Среди этих передач обычно имеется червячная, обеспечивающая необходимую редукцию в приводе.

Для включения и выключения привода от ходового винта используется расцепляемая маточная гайка, состоящая из двух полугаек 21 и 22.

Полугайки перемещаются по вертикальным направляющим корпуса фартука с помощью соответствующей рукоятки и рычажной системы.

Включение, выключение и реверс продольных и поперечных подач от ходового валика осуществляются в фартуке с помощью передвигных цилиндрических зубчатых колес, мелкозубчатых муфт или электромагнитных фрикционных муфт в тяжелых станках. В ряде станков при нарезании резьб предусматривается выключение реечного колеса перемещением его в осевом направлении.

В малых токарных станках, не имеющих механической подачи, фартуки отсутствуют; в тяжелых станках в фартуках во многих случаях размещаются и коробки подач. В некоторых станках продольная подача суппорта осуществляется только от ходового винта. При этом привод подачи, как правило, содержит две цепи: одну - жесткую с зубчатыми колесами для нарезания резьб и другую - с ременной передачей для остальных работ.

Ходовые винты для привода продольного перемещения суппорта используются в станках с наибольшим диаметром обработки менее 1600 мм, так как в более крупных станках при больших осевых усилиях и длинах обработки они не обеспечивают требуемой осевой жесткости.

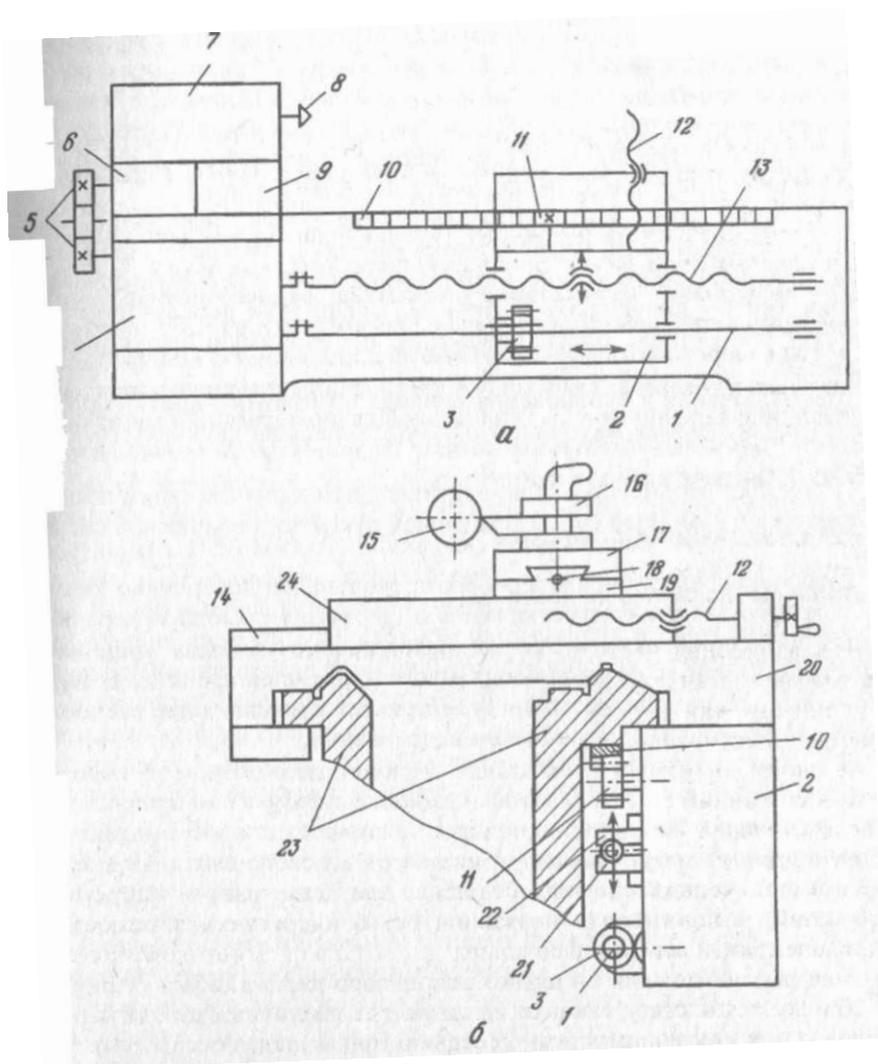


Рисунок 2.4. Блок-схема привода подачи.

Суппорты

В станках среднего размера суппорт служит для установки режущих инструментов и сообщения им движений подачи (рисунок 2.4 б). Суппорт жестко связан с фартуком 2 и состоит из каретки (нижних салазков) 20, которая перемещается вдоль оси заготовки 15 по направляющим станины 23; поперечных салазков 24, перемещающихся перпендикулярно оси центров по

направляющим 14 каретки; поворотной части 19 с направляющими 18, по которым движется резцовая (верхняя) каретка 17 с резцедержателем 16. Каретку и поперечные салазки можно перемещать как механически, так и вручную. Поворотная часть суппорта устанавливается и закрепляется вручную под углом к линии центров станка, что используется, например, при обработке конусов. Резцовая каретка перемещается вручную (иногда и механически) от ходового винта.

Задняя бабка предназначается для поддержки заготовок при обработке их в центрах, для центрирования борштанг при растачивании заготовок, закрепленных на суппорте, для установки и подачи осевого инструмента. Задние бабки имеют различные по конструкции устройства: для закрепления их в требуемом месте станины после перестановки, для перемещения в осевом направлении пиноли, в коническое отверстие которой вставляется задний центр, и для зажима пиноли. Перемещение задних бабок малых и средних станков и их пинолей обычно осуществляется вручную. Для облегчения перемещения задних бабок, особенно в тяжелых станках, иногда применяются подпружиненные подшипники или системы пневморазгрузки, уменьшающие нагрузку на направляющие.

Приспособления, применяемые на токарно-винторезных станках

Наибольшее распространение для закрепления заготовок получили различные типы самоцентрирующих патронов (для симметричных заготовок) с ручным зажимом или механизированных, а также четырех-кулачковые несоцентрирующие патроны (для несимметричных заготовок) с независимым перемещением кулачков.

Точность установки заготовок (биение) в самоцентрирующих патронах составляет 0,05...0,1 мм, при использовании четырехкулачкового патрона выверкой заготовки обеспечивается точность ее установки до 0,05 мм.

Для закрепления пруткового материала применяются цанговые зажимные патроны. Крупные или сложные по конфигурации изделия, которые не могут быть зажаты в кулачках, крепятся (рисунок 2.5 а, б) на планшайбе 1 с помощью прихватов 2, угольников 3 или специальных приспособлений.

При работе в центрах (рисунок 2.5 в, схемы I—II—III) на конец шпинделя 4 устанавливается (часто навинчивается) поводковый патрон 5 с пальцем - поводком 6, с помощью которого вращение передается на заготовку 7 через хомутик 9. Противоположный конец заготовки опирается на центр, устанавливаемый в коническое отверстие пиноли задней бабки 8. Мелкие и средние детали устанавливаются в обычных упорных центрах (2.5 г) с углом конуса при вершине 60°. В случае необходимости подрезки торца детали со стороны задней бабки используется полуцентр (2.5 е).

Заготовки с отверстием устанавливают в центрах увеличенного диаметра со срезанной вершиной конуса. Причем передний центр часто выполняется рифленным (2.5, з), что позволяет проводить обработку без поводка. Заготовки малого диаметра устанавливают на обратные центры (2.5, д), используя при этом конусные фаски на наружной поверхности заготовки. При необходимости установки заготовки с некоторым перекосом (например, при обработке конусов смещением задней бабки) применяют центр со сферическим нако-

нечником (2.5 ж). Для увеличения износостойкости рабочей поверхности заднего центра его иногда выполняют из твердого сплава (2.5 и).

При обработке с высокими скоростями резания задние центры выполняют вращающимися (2.5 к). Точность обработки на таких центрах ниже, чем на цельных (радиальное биение обычно до 0,01 мм).

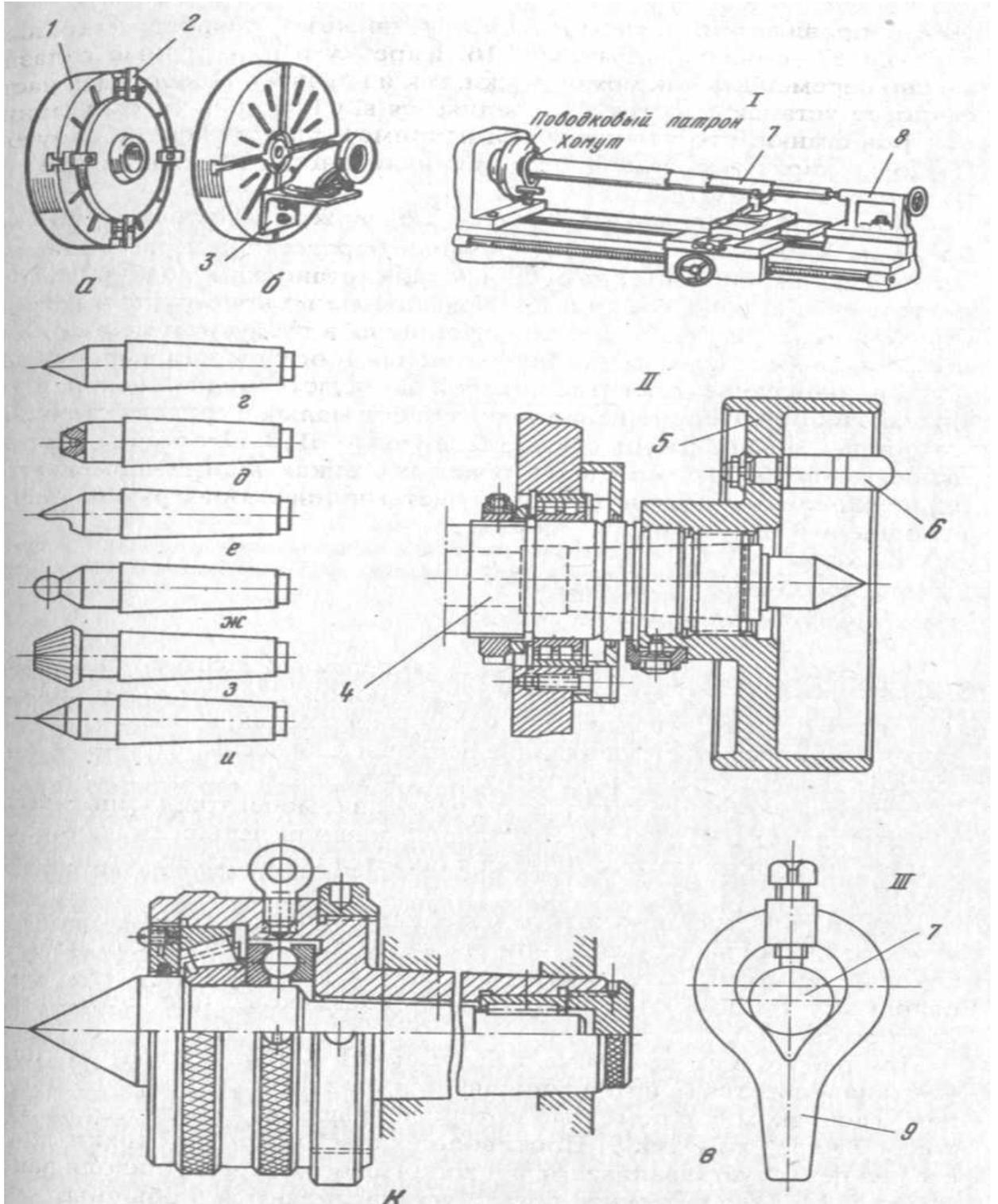


Рисунок 2.5. Приспособления для токарных станков.

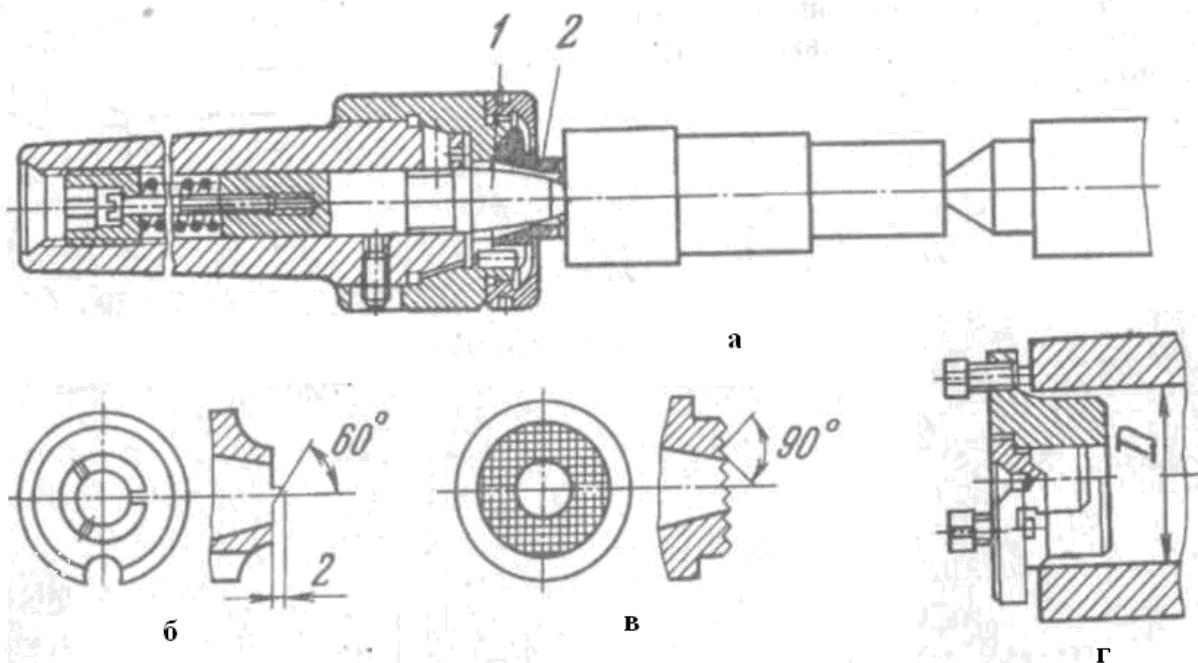


Рисунок 2.6. Установка заготовки в плавающий центр (а), б – трехзубая поводковая шайба, в – многозубая поводковая шайба, г – переходные пробки.

Для обеспечения высокой точности размеров вдоль оси необходимо базирование заготовки по торцу. Для этого применяется их установка (рис. 2.6, а) на плавающий передний центр 1. При этом для возможности обработки вблизи переднего торца применяется специальная поводковая шайба 2 (эту схему применяют при заготовках диаметром до 80 мм и длиной до 400 мм). При черновой обработке шайбу выполняют трехзубой (рисунок 2.6, б), при чистой - многозубой (рисунок 2.6, в). Заготовки с большим центральным отверстием устанавливают в центрах с помощью пробок (цельных или разжимных) (рисунок 2.6, г). При обработке заготовок большого диаметра и длины и отсутствии центрального отверстия со стороны передней бабки применяют установку в патроне и на заднем центре.

При высоких требованиях к взаимному расположению базовых и обрабатываемых поверхностей заготовки, имеющие отверстие, устанавливают на концевых или центровых оправках. В простейшем случае (рисунок 2.7, а) средняя рабочая часть 4 оправки выполняется с очень малой конусностью, обычно 1/1000... 1/2000. Обрабатываемая заготовка 1 удерживается только за счет сил трения, поэтому она плотно одевается на конус. Лыска 3 служит для закрепления хомутика, а отверстия 2 и 5 - для установки оправки в центрах. В таких оправках положение заготовки по оси зависит от размера отверстия в заготовке. При использовании цилиндрической оправки (рисунок 2.7, б) заготовка 1 надевается на ее цилиндрическую часть 2 до упора в бурт и зажимается гайкой 4 через быстросъемную шайбу 3. Недостаток таких оправок заключается в наличии зазора в сопряжении оправки с заготовкой, что уменьшает точность обработки.

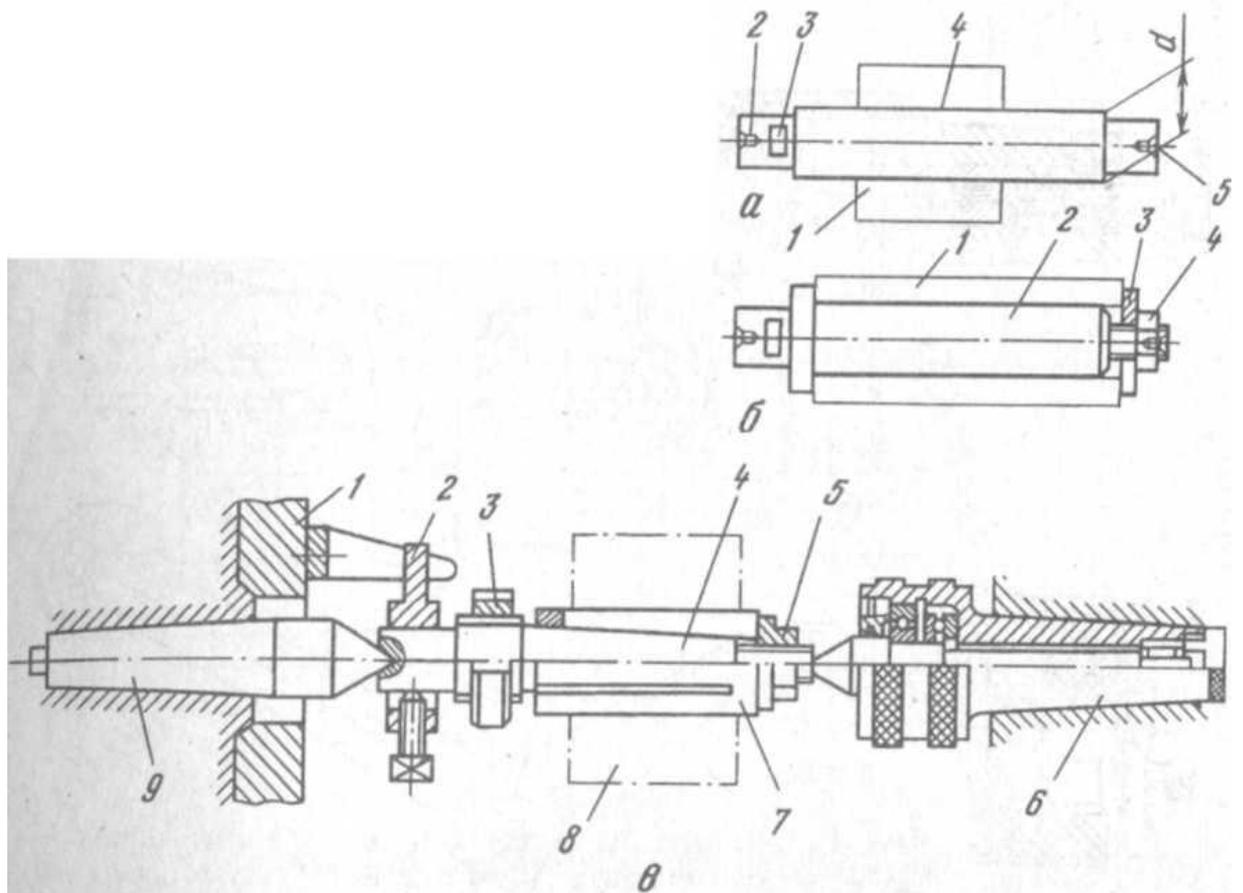


Рисунок 2.7

Для обработки заготовок с более широким разбросом размеров отверстий применяются разжимные оправки. На рисунке 2.7, в показана схема обработки в центрах 9 и 6 заготовки 8, установленной на разжимную втулку (цангу) 7 с коническим внутренним отверстием и цилиндрической наружной поверхностью. При завинчивании гайкой 5 цанга, перемещаясь влево, расширяется за счет конической поверхности 4 и обеспечивает надежное закрепление заготовки. Для снятия цанги с конуса оправки служит гайка 3. Вращение на оправку передается от поводкового патрона 1 через хомутик 2.

При обработке длинных нежестких валов для предотвращения их прогиба от действия сил резания применяют подвижные и неподвижные люнеты.

Резцы на токарных станках закрепляются в резцедержателях, которые устанавливаются в пазах резцовой каретки. Современные токарные станки имеют обычно четырехпозиционную (четырёхрезцовую) головку, позволяющую последовательно вводить в работу заранее закрепленные в ней резцы. Для обеспечения быстрой замены инструмента и настройки его на размер вне станка применяют специальные быстросменные резцедержатели (рисунок 2.8). На резцовой каретке 7 суппорта с помощью болта 4, гайки и штифта закрепляется широкая шестерня 3, зубья которой сопрягаются с внутренними зубьями сменного резцедержателя 1. Эксцентриковой рукояткой 5 резцедер-

жатель надежно закрепляется с шестерней с помощью хомута 6, имеющего Т-образные выступы, которые входят в соответствующие пазы резцедержателя. Для установки резца по высоте служит винт 2.

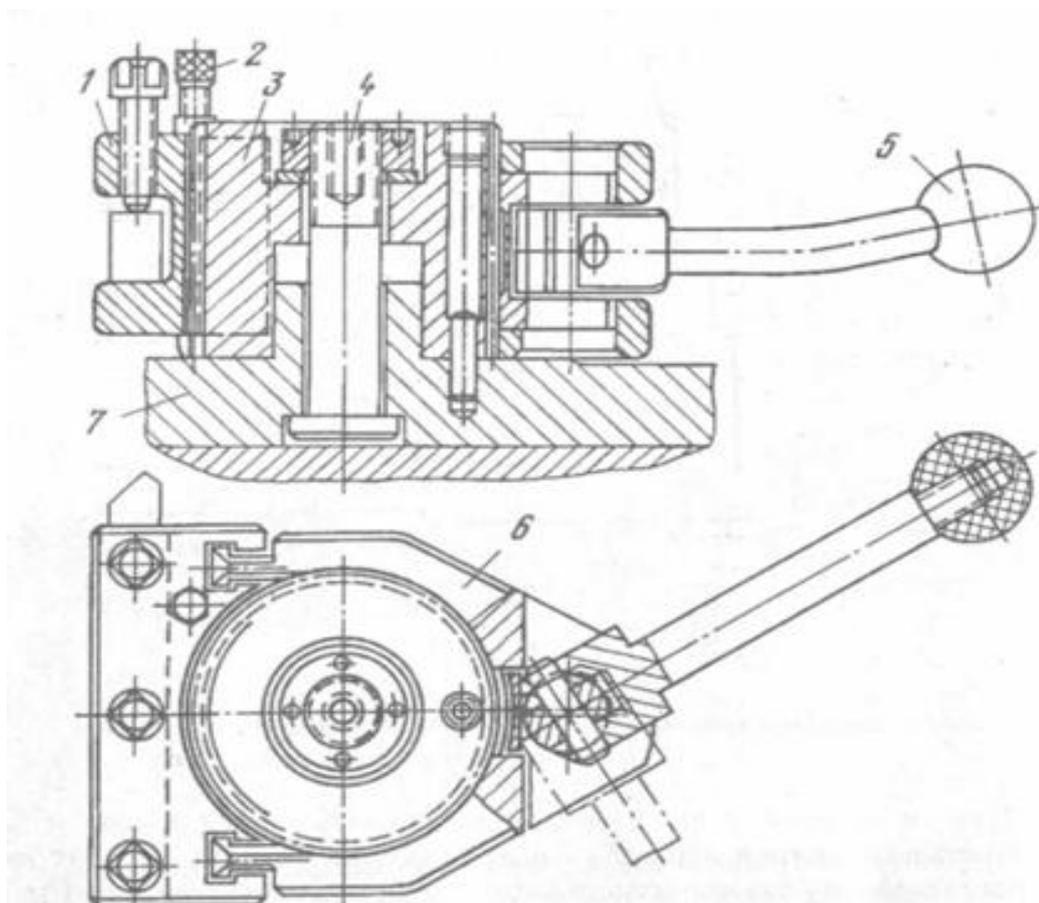


Рисунок 2.8. Быстросменный резцедержатель

Сверла, зенкеры, развертки устанавливают в пиноли задней бабки, как в шпинделе сверлильного станка.

Для расширения технологических возможностей токарно-винторезных станков применяются и различные копировальные устройства. Простейшим из них является устройство для обтачивания конусов с помощью косинусной линейки (рисунок 2.9). Линейка 1 разворачивается по шкале 3 с помощью винта 2 на требуемый угол наклона конуса а относительно основания 7, закрепленного на кронштейнах, привернутых сзади к станине. По наклонной линейке 1 скользит ползушка 8, связанная винтом 9 с поперечными салазками, которые отсоединяются от винта поперечной подачи. Таким образом, при включении продольной механической подачи резец 6 получает дополнительно поперечное перемещение, что обеспечивает обработку конуса на заготовке 5. При замене линейки 1 специальным шаблоном (копиром), а ползушки 8 - роликом можно проводить и другие виды копировальной обработки.

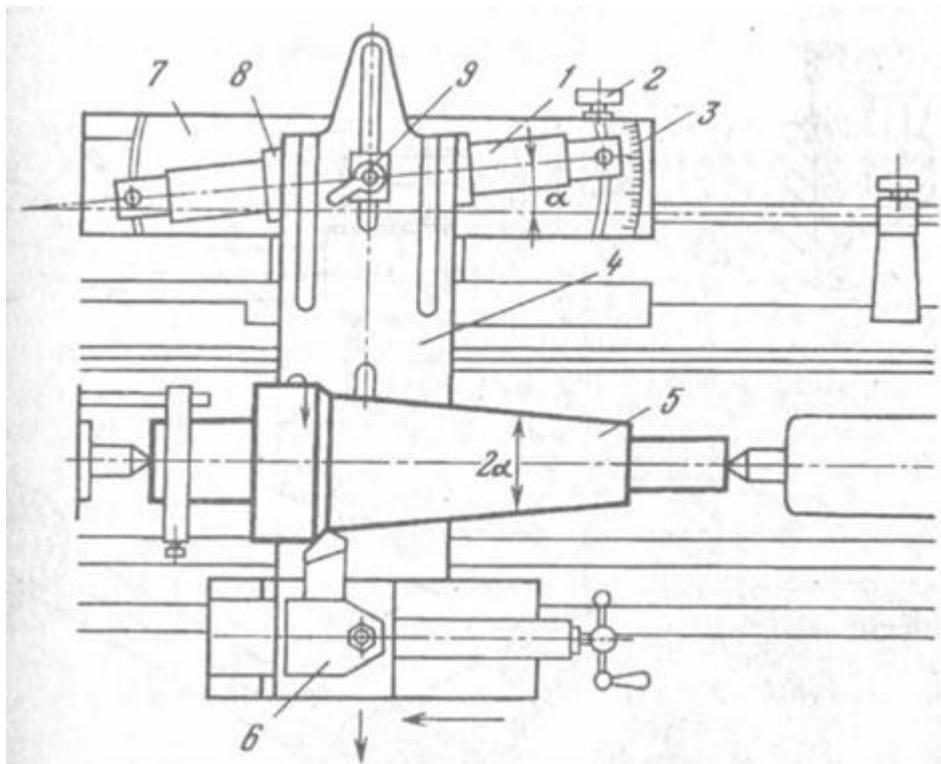


Рисунок 2.9. Устройство для обтачивания конусов.

Недостатком механического копирования является быстрый износ шаблона, так как он воспринимает нагрузку от резания. Поэтому современные токарно-винторезные станки часто оснащаются специальными гидро- или электрокопировальными устройствами.

2.1.4 ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК МОД. 16К20

Станок предназначен для выполнения различных токарных и резьбонарезных работ в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также для ремонтных работ.

Техническая характеристика

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
над станиной	400
над поперечным суппортом	220
Расстояние между центрами (РМЦ), мм	700, 1000, 1400, 2000
Число частот вращения шпинделя	22
Частоты вращения, 1/мин	12,5 - 1600
Подача, мм/об:	
продольная	0,055-2,8
поперечная	0,025-1,4
Шаг нарезаемой резьбы:	
метрической, мм	0,5 - 112
дюймовой, число ниток на 1"	56 - 0,5

модульной, мм	0,5-112
питчевой, питч	56 - 0,5
Мощность электродвигателя главного привода, кВт 7,5; 10	
Габаритные размеры станка, мм:	
длина	2470,2760, 3160, 3760
высота	1470
ширина	1195
Масса станка (РМЦ 2000 мм), кг	3000

Основные узлы станка

Общий вид станка с органами управления представлен на рис. 2.10. Коробка скоростей 1 с рукоятками 4 и 31 для переключения частот вращения шпинделя устанавливается на станине 28. По направляющим 25 станины перемещается продольный суппорт 14 с фартуком 22 и устанавливается задняя бабка 11. Салазки 8 движутся в поперечном направлении по направляющим суппорта. 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.

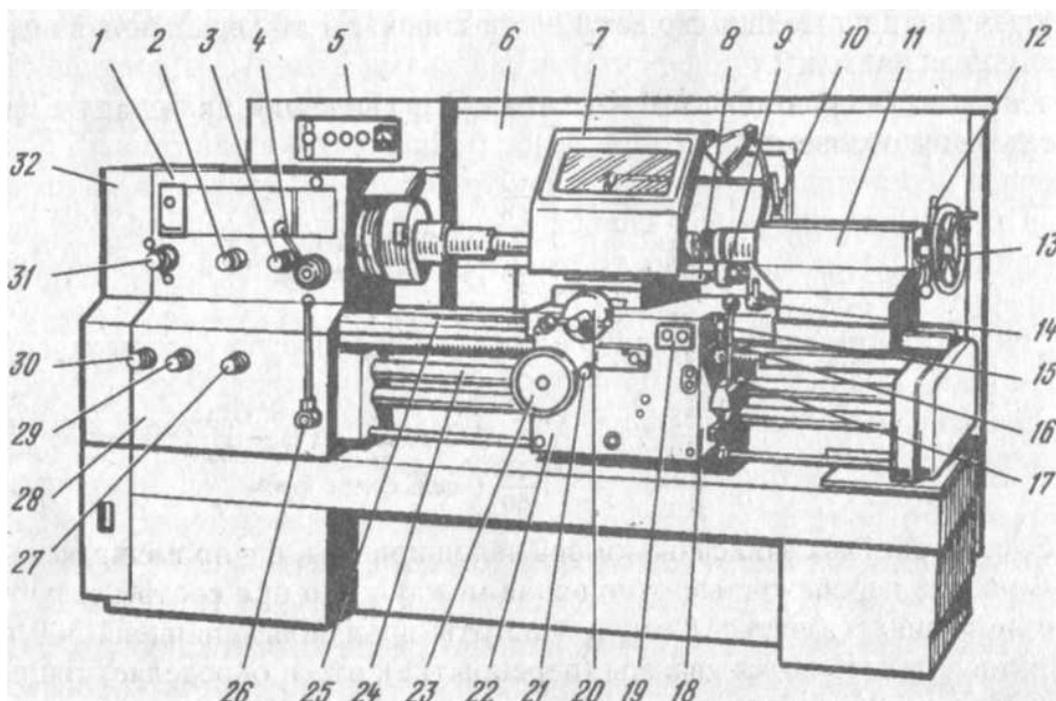


Рисунок 2.10. Общий вид станка 16К20

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, а рукояткой 18 - подачу суппорта; включение ускоренной подачи в лю-

бом направлении осуществляется рукояткой 15. 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 салазки суппорта.

Перемещение пиноли задней бабки осуществляется маховичком 13, ее зажим - рукояткой 12, а закрепление бабки на направляющих станины - рукояткой 10. Электрооборудование станка размещается в электрошкафу 5. Для обеспечения безопасности работы на станке установлены экран 6, щиток 7 и кожух 32, закрывающий ременную передачу, связывающую коробку скоростей с электродвигателем (рисунок 2.10).

Привод вращения шпинделя (главное движение). От электродвигателя М1 через клиноременную передачу и коробку скоростей с передвигными скользящими блоками шпиндель получает 22 различные "прямые" частоты вращения при включении фрикционной муфты (главного фрикциона М1) влево. При включении муфты М1 вправо через промежуточные (паразитные) передачи 54 и 36 осуществляется изменение направления вращения и шпиндель получает 12 "обратных" частот вращения.

Привод подачи служит для получения продольной и поперечной подач суппорта от ходового валика XVIII, 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.

При нарезании метрических и дюймовых резьб, а также для получения механических подач от ходового валика устанавливается гитара с определенным передаточным отношением. При нарезании модульных и питчевых резьб с вала IX коробки подач движение может передаваться по двум кинематическим цепям. При включении зубчатых муфт М3, М4 и М5 и выключенной муфте М2 нарезается метрическая или модульная резьба либо вращается ходовой валик при включении муфты М6: 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 М2 и М5.

При токарной обработке механизмы фартука получают вращение от ходового валика XVIII через скользящее вдоль него зубчатое колесо $Z = 30$. Муфты М8 и М9 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 М10 и Ми служат для получения поперечной подачи в прямом и обратном направлениях от винта XXIII с шагом $p = 5$ мм:

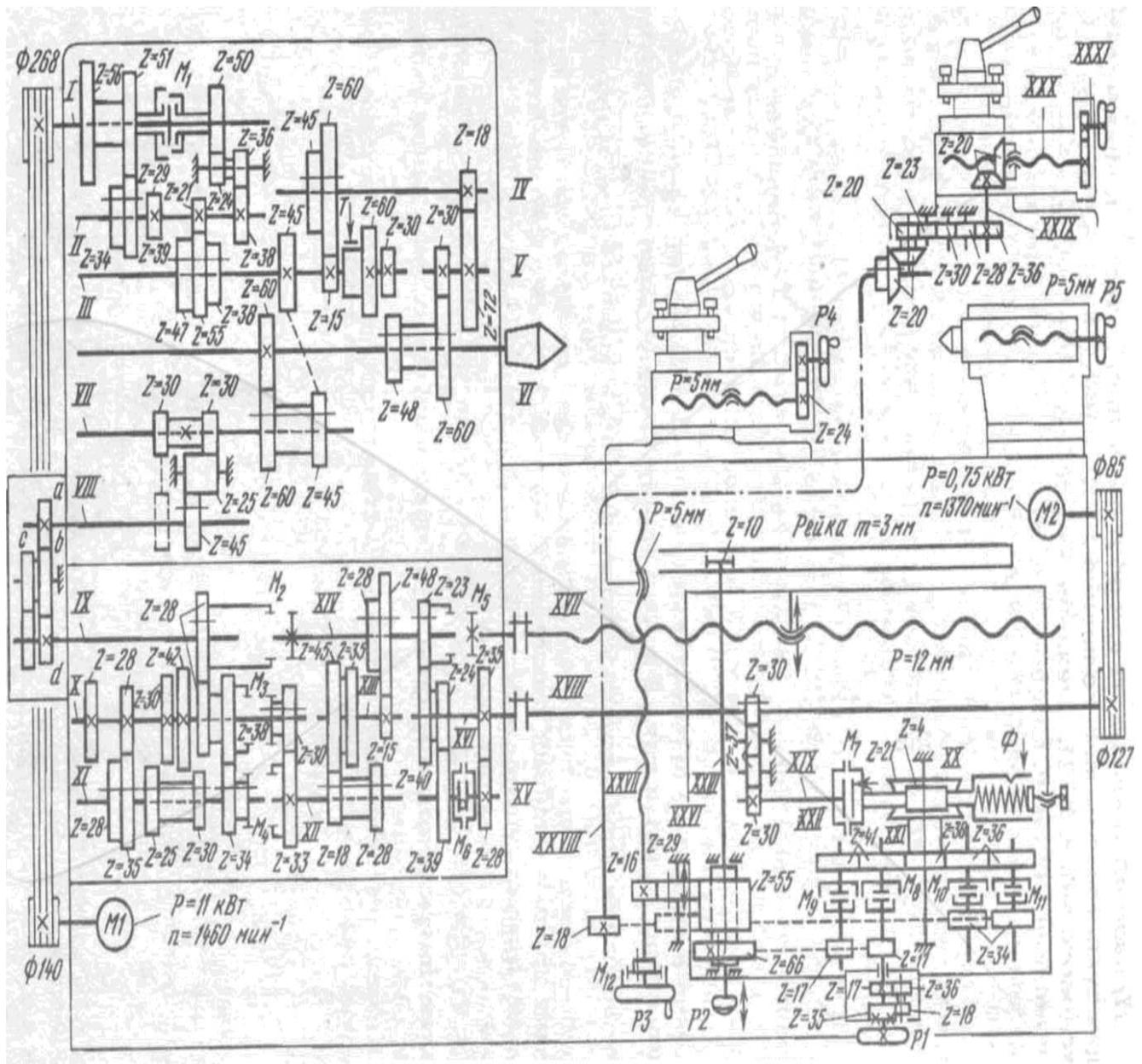


Рисунок 2.11 Кинематическая схема станка 16К20

Включение муфт М8, М9, М10 и Мп на станке производится одной рукояткой (позиция 21 на рис. 2.10), причем направление включения совпадает с направлением перемещения резца.

По особому заказу станок оснащается суппортом с механическим приводом 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 p_1 , а поперечное – маховичком p_3 , когда рукоятка включения механической подачи установлена в среднее (нейтральное) положение. Рукоятка p_2 служит для осевого смещения реечного колеса $Z = 10$ при включении и выключении продольной подачи от ходового валика. 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), пружина которой отрегулирована на передачу определенного крутящего момента. Быстрые перемещения суппорта осуществляются от электродвигателя М2, при этом сопряжение цепей ускоренных перемещений и рабочей подачи обеспечивается с помощью муфты обгона М6.

Конструкция основных узлов станка

Коробка скоростей (рисунок 2.12) непосредственно встроена в шпиндельную бабку, корпус которой жестко крепится на станине. Переключение скоростей между валами (нумерация валов соответствует кинематической схеме) производится перемещением соответствующих зубчатых блоков с помощью двух рукояток 13 и 15 и рычажно-кулачковой системы. На валу I размещена двухсторонняя фрикционная муфта М1, обеспечивающая прямое (зацепляются колеса 1 или 2) и обратное вращение (зацепляются колеса 12, 3 и 4, 11) шпинделя. При прямом вращении передается значительный крутящий момент и поэтому требуется большее количество дисков. Управляется муфта от рукояток (26 и 17 на рис. 2.10) через рычажную систему с помощью зубчатого сектора 6 и рейки 5. В нейтральном положении муфты (как показано на рисунке) выступ рейки 5 воздействует на ролик 10, который обеспечивает перемещение рычажной системы 24 для срабатывания ленточного тормоза, воздействующего на ступицу колеса 9.

В шпиндельной бабке находятся также блок 21 звена увеличения шага механизма подачи, переключаемого рукояткой 15, и механизм реверса со скользящим колесом 17, переключаемым рукояткой 16. Там же расположена рукоятка 14 для реверсирования подачи при нарезании левых и правых резьб.

В качестве передней опоры шпинделя использован радиальный двухрядный роликоподшипник 7 с короткими цилиндрическими роликами. Он установлен на конической шейке шпинделя с конусностью 1:12, за счет чего в нем создается натяг с помощью гайки 8. В задней опоре предусмотрены два радиально-упорных шариковых подшипника 18 и 19, обеспечивающих восприятие осевой и радиальной нагрузок. Натяг в них создается за счет смещения внутренних колец относительно наружных с помощью гайки 20.

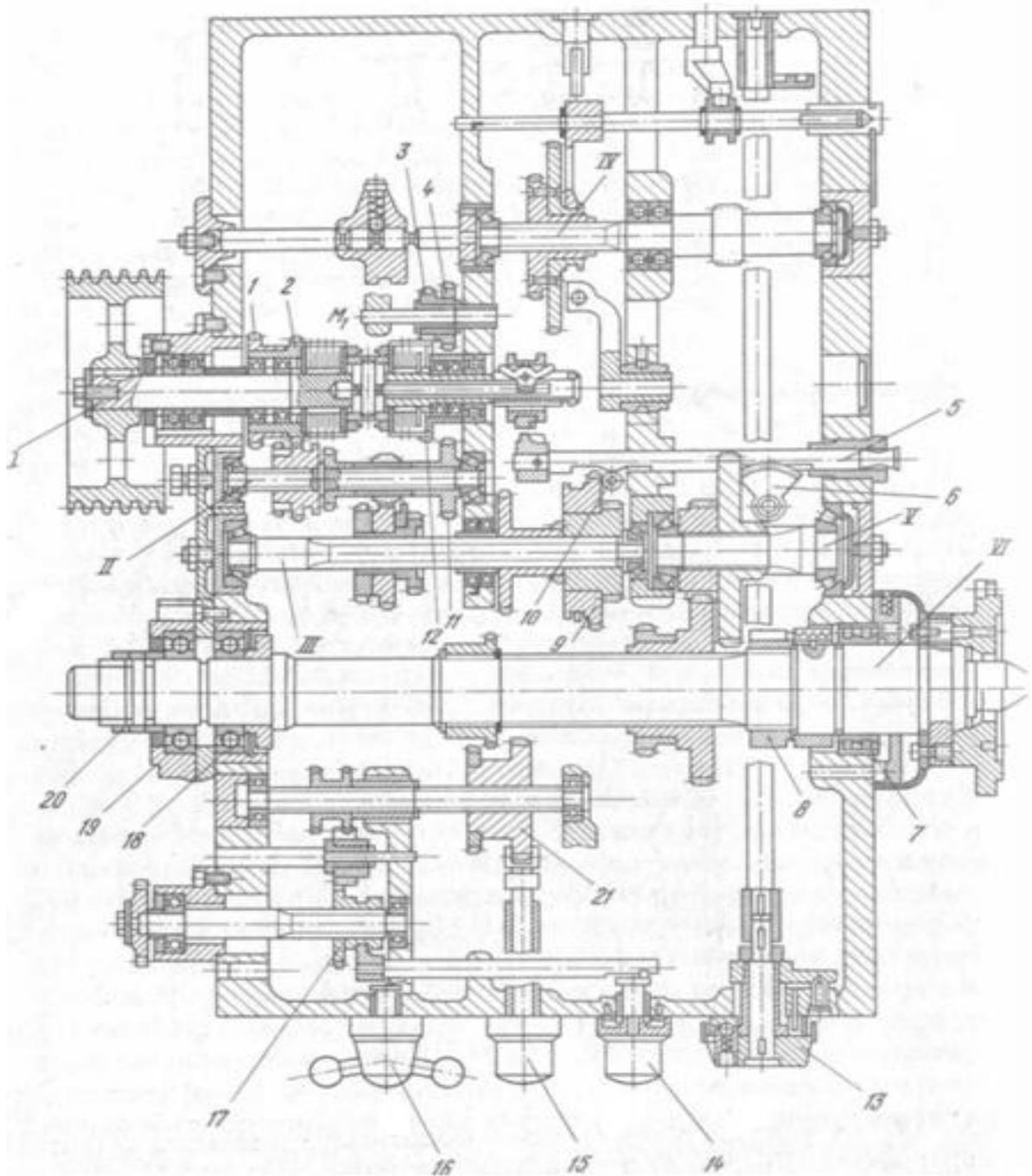


Рисунок 2.12. Шпиндельная бабка станка.

Коробка подач (рисунок 2.13) с соответствующими (смотри кинематическую схему) зубчатыми блоками и зубчатыми муфтами внутреннего зацепления передает вращение со сменной шестерни 1 (*d*) гитары на ходовой винт XVII или ходовой валик XVIII. Она состоит из основной коробки с валами IX, X, XI, двумя двойными блоками 2 и 3 и муфт М2, М3, М4, обеспечивающей основной ряд подач и обратимость движения и множительного механизма с валами XII, XIII, XIV, обеспечивающего четыре различных пе-

редаточных отношения 1; 1/2; 1/4; 1/8. Коробка подач содержит также муфту М5, передающую вращение на ходовой винт и муфту обгона М6.

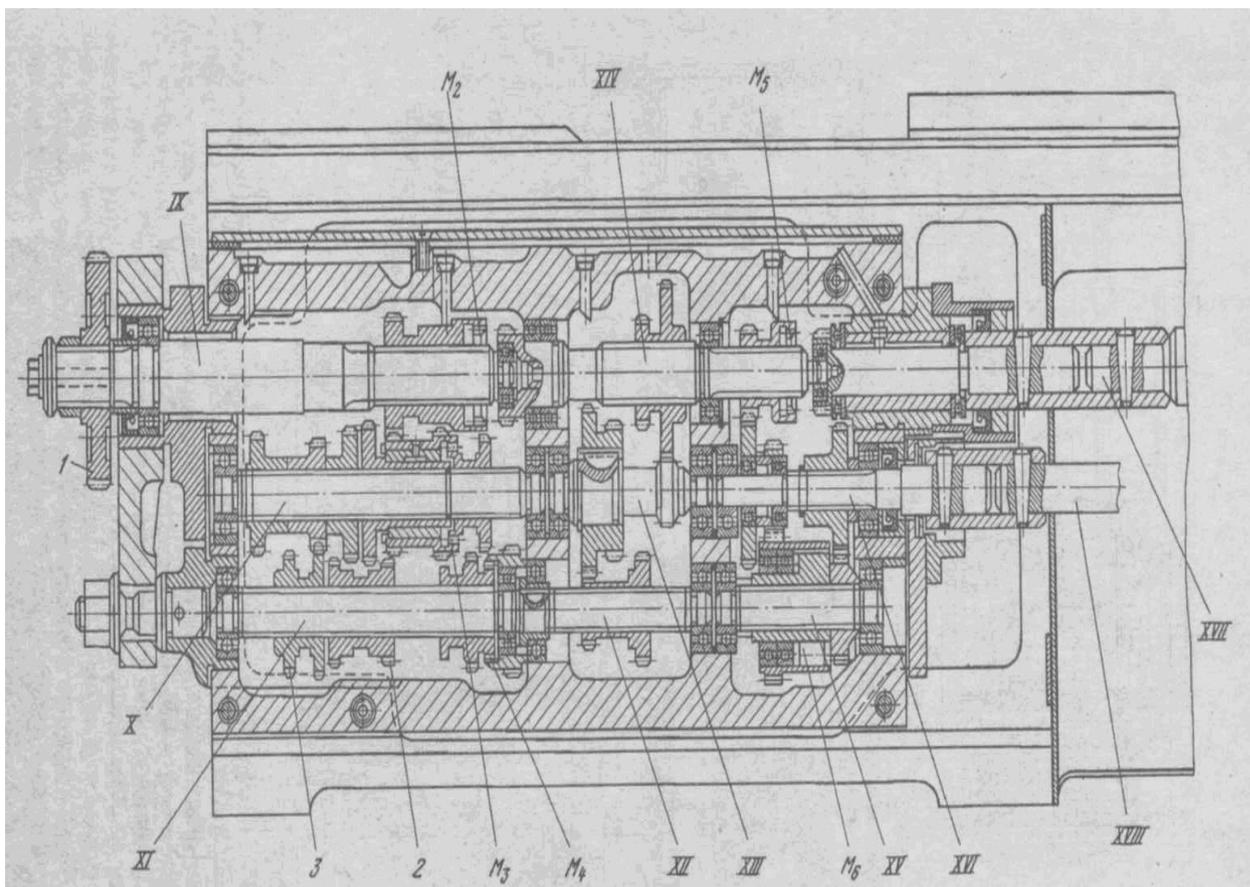


Рисунок 2.13. Коробка подач станка

Фартук станка (развертка по зубчатым передачам приведена на рисунке 2.14) обеспечивает продольную подачу и ее реверсирование с помощью зубчатых муфт М8 или М9. При этом вращение через зубчатые колеса 1 и 2 передается реечному колесу 4. Для включения и выключения продольной подачи предусмотрено осевое перемещение колеса 4 с помощью рукоятки 9.

Ручное продольное перемещение суппорта осуществляется с помощью рукоятки 7 при нейтральном положении муфт. Отсчет продольного перемещения производится по лимбу 8, получающему вращение через соответствующие зубчатые передачи. Поперечное перемещение и его реверсирование осуществляется при включении муфт М10 или М11 тогда зубчатое колесо 5 (или 6) передает вращение колесу 3 и далее вращение передается винту.

Суппорт (рисунок 2.15) состоит из каретки 12, перемещающейся в продольном направлении по треугольной 17 и плоской 11 направляющим станины, поперечных салазок 10, поворотной части 9, резцовых салазок, резцедержателя 6. Регулировка зазора в направляющих каретки 12 осуществляется подшлифовкой соответствующих планок (одна из них - 13 _ видна на рисунке).

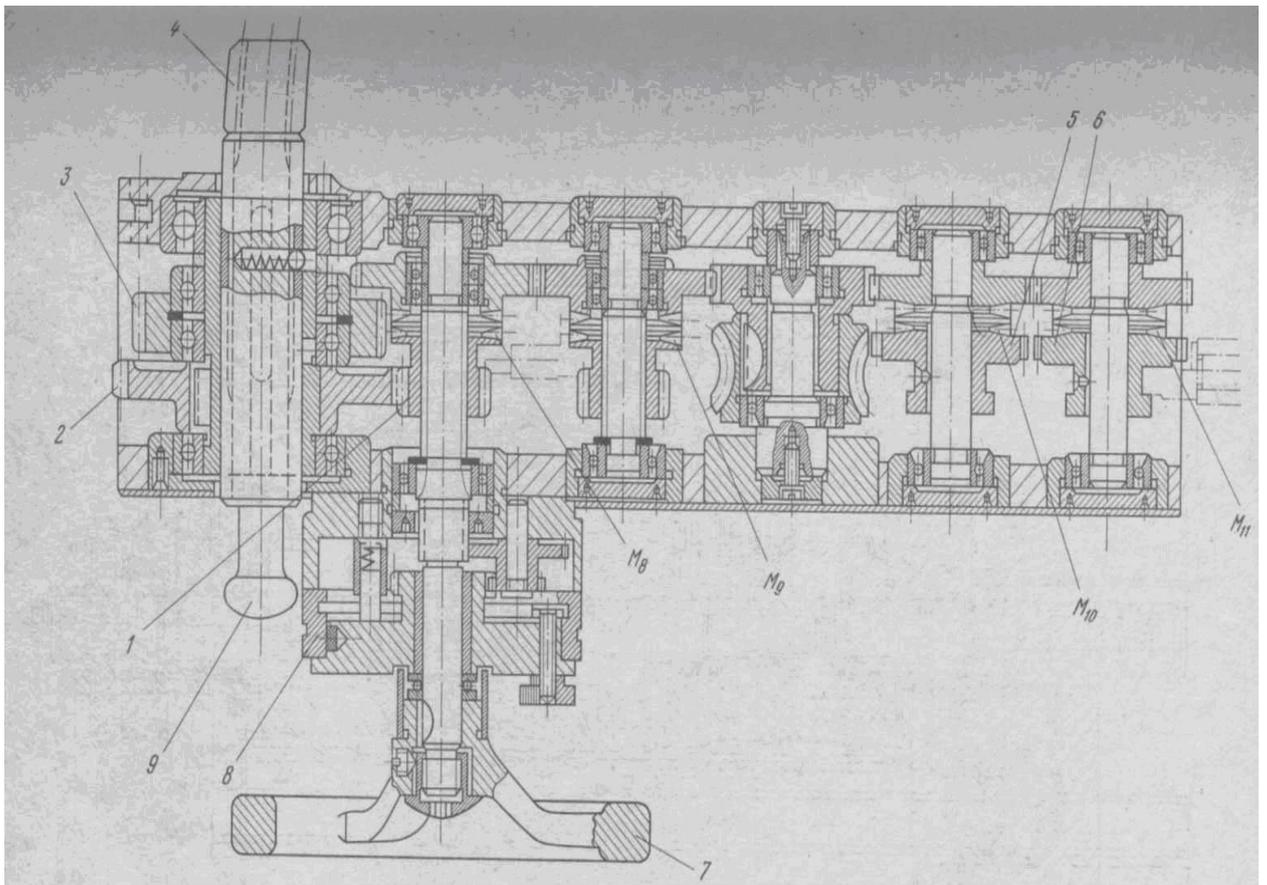


Рисунок 2.14. Развертка по зубчатым передачам фартука

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 в направляющих 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 7 типа ласточкин хвост 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.

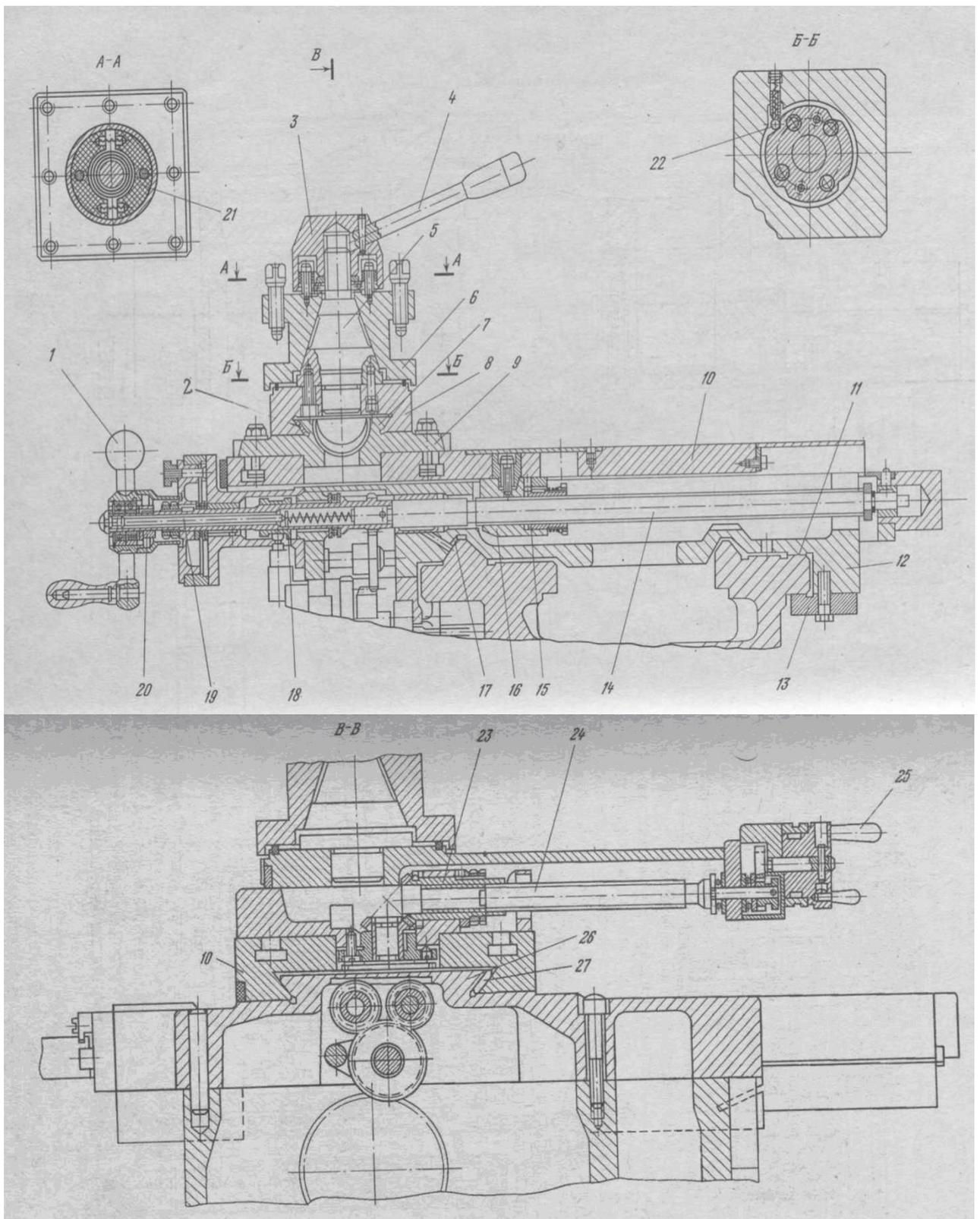


Рисунок 2.15. Суппорт станка 16К20.

Резцедержатель 6 поворачивается относительно вертикальной оси основания 5; надежное его закрепление обеспечивается с помощью конусного сопряжения рукояткой 4. Фиксация в основных четырех положениях осуществляется подпружиненным шариком 22, попадающим в соответствующие гнезда основания. При повороте рукоятки 4 вначале колпак 3 свинчивается по

резьбе винта основания 5, освобождая резцедержатель. 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 (рисунок 2.16) закрепляется на 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 осуществляется подвод воздуха к направляющим через сверления 11, 19, 18. Для получения механической подачи заднюю бабку специальным прихватом можно соединить с кареткой суппорта.

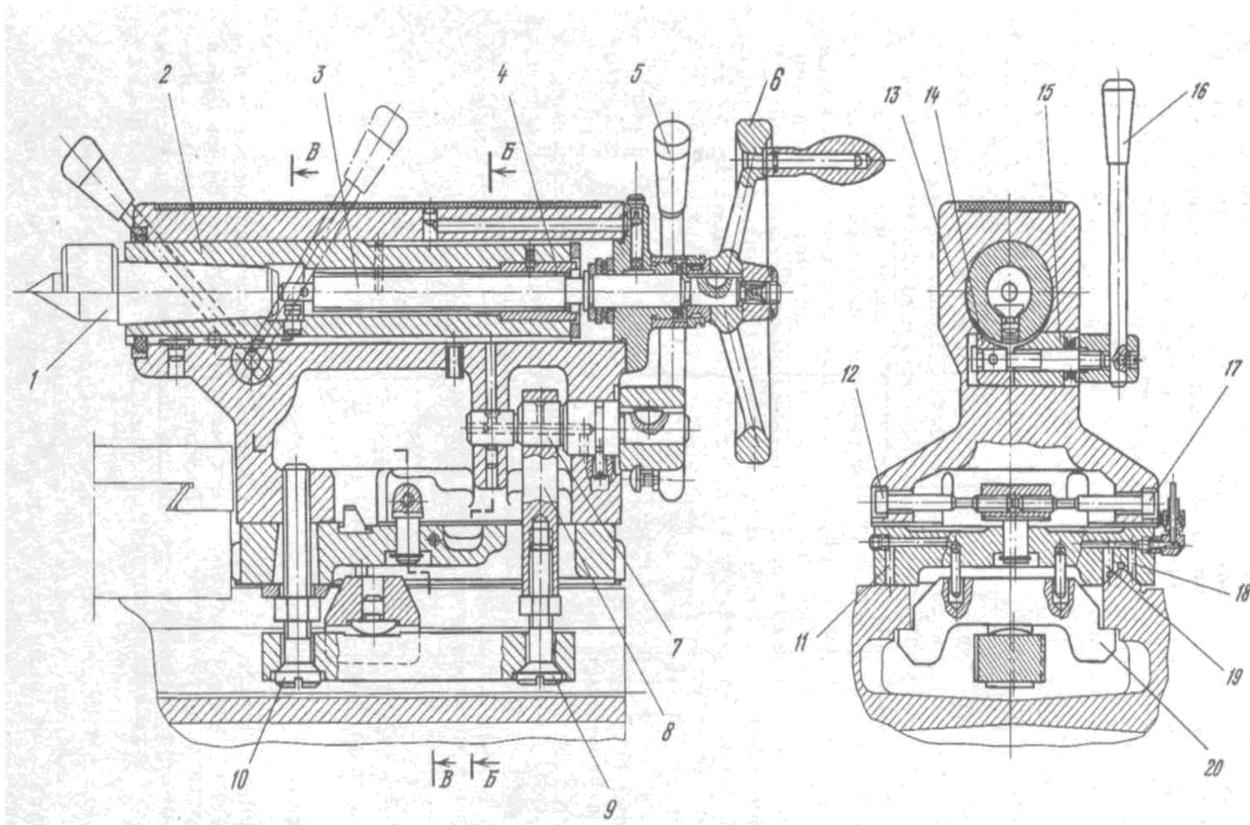


Рисунок 2.16. Задняя бабка станка.

2.2. ТОКАРНЫЕ СТАНКИ С ЧПУ И МНОГОЦЕЛЕВЫЕ СТАНКИ

2.2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Элемент обработки									
Режущий инструмент	Сверло центральное ГОСТ 14952-75	Сверло спиральное ГОСТ 10903-77	Резец проходной ТУ 2 035-892-82	Резец проходной ГОСТ 20872-80	Резец проходной ТУ 2 035-892-82	Резец проходной ГОСТ 20872-80	Резец копировальный ГОСТ 20872-80	Резец копировальный ГОСТ 20872-80	Резец копировальный ГОСТ 20872-80
Элемент обработки									
Режущий инструмент	Резец отрезной ГОСТ 18884-73	Резец для проточки канавок МН 602-64	Резец канавочный КО1-4112	Резец канавочный КО1-4112	Резец для углубых канавок ТУ 2 035-558-77	Резец для углубых канавок ТУ 2 035-558-77	Резец расточный для торцовых выточек МН 619-64	Резец резьбовой ТУ 2 035-884-82	Резец резьбовой ТУ 2 035-884-82
Элемент обработки									
Режущий инструмент	Резец расточный специальный К2-567	Резец расточный специальный КО1-4205	Резец расточный ГОСТ 20874-75	Резец расточный МН 619-64	Резец расточный специальный КО1-4209	Резец расточный ГОСТ 20874-75	Резец расточный ГОСТ 9795-84	Развертка машинная цельная ГОСТ 1672-80	Развертка машинная цельная ГОСТ 1672-80
Элемент обработки									
Режущий инструмент	Развертка машинная насадная ГОСТ 1672-80	Резец для внутренних канавок специальный ТУ 2-035-558-72	Резец для внутренних углубых канавок ТУ 2 035-558-77	Резец резьбовой для внутренней резьбы ГОСТ 18885-73	Резец резьбовой специальный ТУ 2 035-276-71	Резец резьбовой специальный ТУ 2 035-276-71	Резец для расточки канавок МН 617-604	Резец для расточки канавок МН 617-604	Резец для расточки канавок МН 617-604

Рисунок 2.17. Типовые поверхности и режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ.

Токарные станки с ЧПУ предназначены для высокопроизводительной обработки в автоматическом режиме заготовок типа тел вращения в условиях мелкосерийного и серийного производства. Основные типовые элементарные поверхности, обрабатываемые на токарных станках с ЧПУ, и соответствующий режущий инструмент показаны на рисунке 2.17.

В станках с ЧПУ полностью автоматизированы цикл обработки детали с установлением необходимых режимов резания, а также все Вспомогательные движения и функции: ускоренное перемещение рабочих органов, смена инструмента, устанавливаемого в револьверных головках или магазинах, зажим заготовки, перемещение задней бабки и люнета, включение и выключение механизмов стружкодробления и стружкоудаления, включение системы охлаждения, введение коррекции на положение заранее настроенных на размер инструментов и т.д.

Токарные станки с ЧПУ классифицируются: по расположению оси шпинделя (горизонтальные, вертикальные); по числу используемых инструментов, способу их закрепления и смены (с револьверными головками или с магазинным сменных инструментов); по виду выполняемых работ (прутковые, патронные, центровые, патронно-центровые); по типу применяемого ЧПУ.

Ограничением диаметра заготовки, обрабатываемой на станке, является не высота его центров, а условие исключения столкновений инструмента и заготовки, что определяется видом и размерами инструментов, расстоянием между ними при их установке в револьверной головке. В случае пруткового варианта - диаметр заготовки ограничивается диаметром сквозного отверстия в шпинделе. Поэтому основным размером токарного станка с ЧПУ следует считать (наряду с наибольшим диаметром устанавливаемой заготовки) наибольший диаметр обрабатываемого изделия.

Обычно выпускаются станки с горизонтальной осью шпинделя с наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки -125...5000 мм, прутковые станки имеют диаметр обработки -10...125 мм. Станки средних размеров обычно изготавливают по классу точности П, малых - иногда В.

2.2.2. КОМПОНОВКА ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Современные станки средних размеров имеют, как правило, оригинальную компоновку, позволяющую повысить их жесткость, улучшить защиту направляющих и винтовых передач, обеспечить свободный отвод стружки и удаление ее из рабочей зоны, применять загрузочные устройства любых типов, обеспечить свободный доступ к инструменту и приспособлениям, повысить безопасность работы. В большинстве случаев станки с горизонтальной осью шпинделя имеют компоновки следующих типов: наклонную, вертикальную или угловую с задним по отношению к шпинделю расположением станины.

При наклонной компоновке (рисунок 2.18) верхний 3 и нижний 7 суппорты перемещаются (координаты Z_1 и Z_2) по наклонным направляющим станины 8 (обычно с углом $60...75^\circ$ к горизонтали). Револьверные головки 4 и 6 имеют поперечные перемещения и X_2 соответственно. На станине устанавливается шпиндельная бабка 2; двигатель главного движения 1 обычно располагается на плите или кронштейне, установленном на торце станины. При патронно-центровом варианте станок оснащается задней бабкой 5, имеющей для пере-

мещения индивидуальный привод или перемещаемой с помощью продольного суппорта.

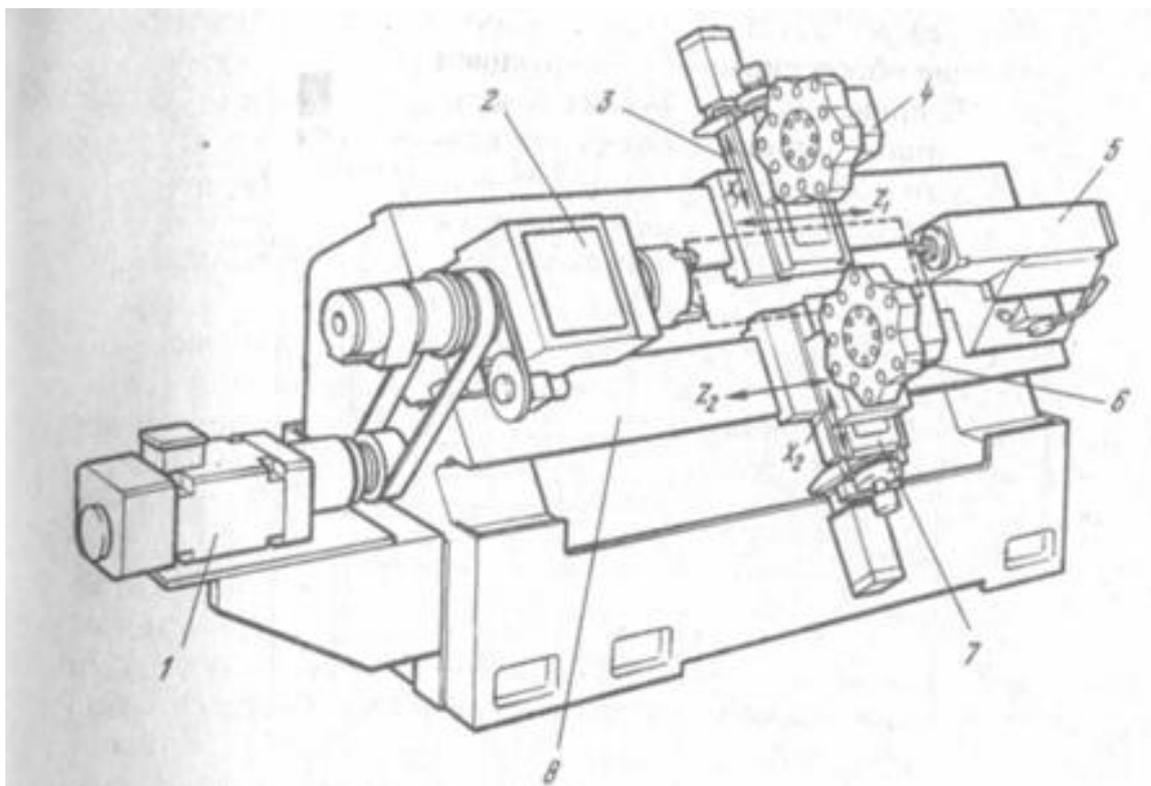


Рисунок 2.18. Наклонная компоновка токарного станка с ЧПУ.

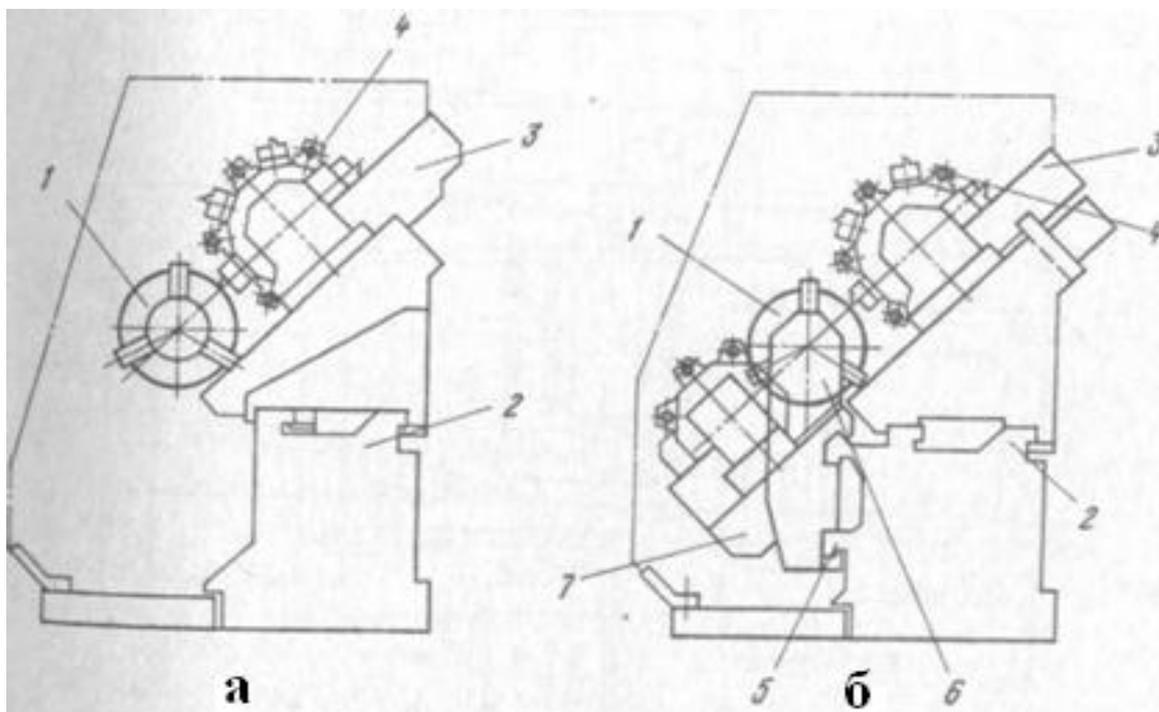


Рисунок 2.19. Угловая компоновка токарных станков с ЧПУ: а – с одним суппортом, б – с двумя суппортами.

При вертикальной компоновке станины зеркало направляющих расположено под углом 90° к горизонту.

В случае угловой компоновки станины ПРИ наличии только одного крестового суппорта (рисунок 2.19, а) на станине выполняются верхние горизонтальные направляющие 2. Для получения поперечных подач револьверной головки 4 относительно шпинделя 1 продольная каретка снабжена направляющими 3, расположенными обычно под углом $30...45^\circ$ к горизонтальной плоскости. При наличии второго крестового суппорта 7 (рисунок 2.19, б) станина имеет нижние направляющие 5 для его продольного перемещения; на этих же направляющих устанавливается и задняя бабка 6 (при патронно-центровом исполнении).

Двухшпиндельные токарные станки с ЧПУ, позволяющие вести либо параллельную обработку двух заготовок, либо полностью обрабатывать детали с двух сторон, оснащаются двумя крестовыми суппортами с независимыми приводами и выполняются обычно по двум основным схемам. При параллельном расположении (рисунок 2.20, а) шпинделей 2 и 3 (существуют компоновки и с вертикальной осью шпинделей) переустановка заготовок 1 осуществляется чаще всего специальным манипулятором 6, установленным на шпиндельном блоке 4. Суппорты с револьверными головками 5 и 7 получают перемещения в двух взаимно перпендикулярных направлениях ($Z1$, $X1$ и $Z2$, $X2$ - соответственно) по наклонным (горизонтальным) направляющим станины.

При противоположном (опозитном) расположении (рисунок 2.20, б) неподвижных шпиндельных бабок 2 и 4 и координатном перемещении крестовых суппортов с револьверными головками 3 и 5 переустановка обрабатываемых заготовок 1 обычно осуществляется порталными манипуляторами или одной из револьверных головок.

В последнее время появились станки, в которых перемещения по координатам $Z1$ и $Z2$ осуществляют шпиндельные бабки (рисунок 2.20, в) 1 и 4, а суппорты 2 и 3 имеют перемещения только по осям $X1$ и $X2$ соответственно. В этом случае переустановка заготовок 5 и 6 при двухсторонней обработке осуществляется перемещением одной из шпиндельных бабок.

Для полной обработки деталей малых диаметров (особенно из прутка) применяется схема (рисунок 2.20, г) с дополнительным шпинделем 3, установленным в одном из гнезд верхней револьверной головки 2. Обработка заготовки 6 с противоположной стороны производится инструментом задней, обычно неперемещающейся револьверной головки 1. Как правило, станок оснащается и нижним крестовым суппортом 4 для обработки заготовки в основном шпинделе 5.

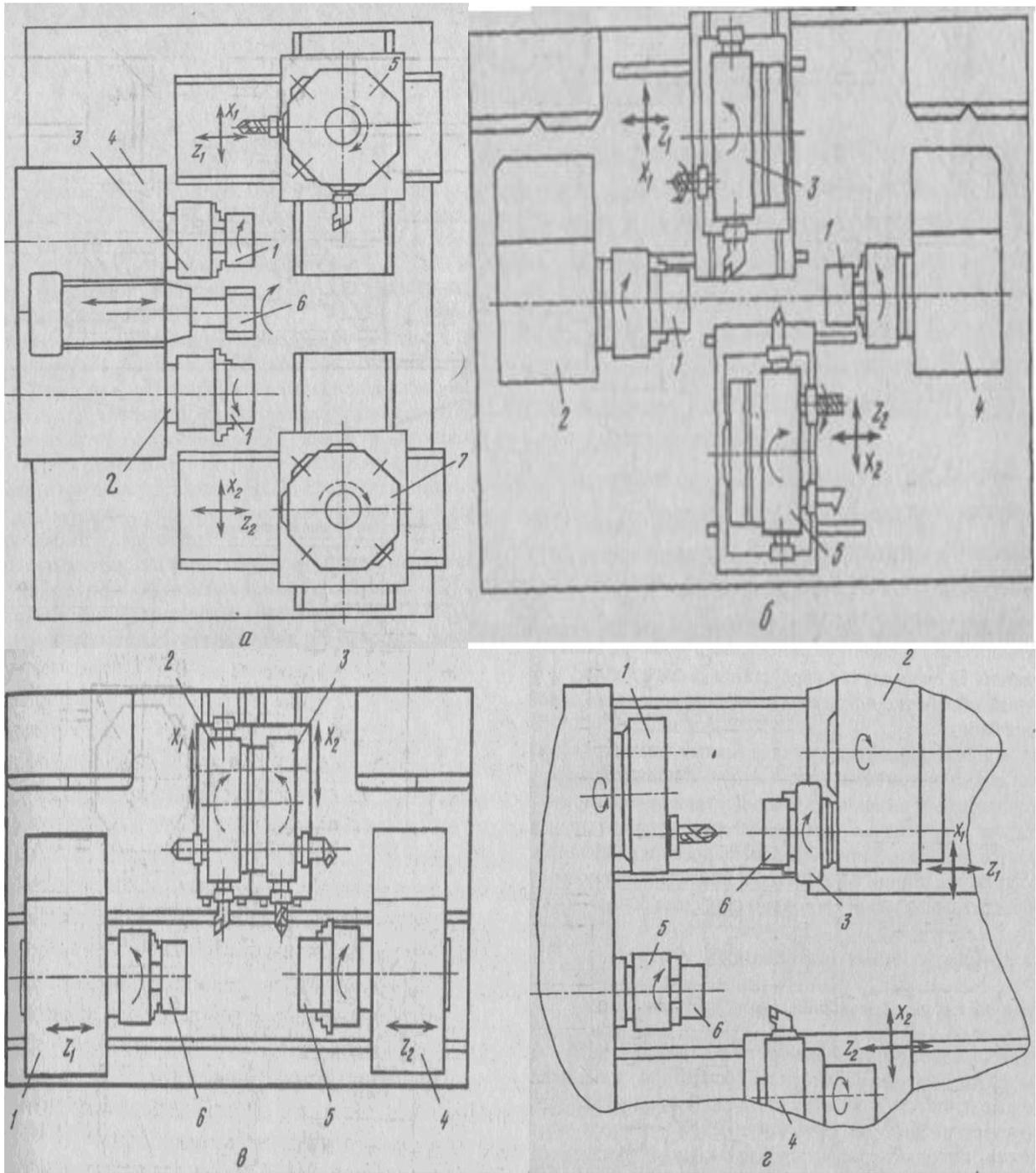


Рисунок 2.20. Компонентные схемы двухшпиндельных станков: а – с параллельным расположением шпинделей, б – с оппозитным расположением шпинделей, в – с перемещающимися шпиндельными бабками, г – с дополнительным шпинделем в револьверной головке.

2.2.3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Приводы главного движения и шпиндельные узлы.

В качестве приводного двигателя в станках с ЧПУ обычно применяются регулируемые двигатели постоянного и переменного тока. Последние проще по конструкции и обладают большей надежностью в виду отсутствия щеточных узлов (особенно в области высоких частот вращения, которые требуются для главного движения). Диапазон регулирования двигателя с постоянной мощностью ограничен величиной 3...5 (в последних моделях двигателей 6...8), что требует, как правило, применения в приводе главного движения механических устройств (коробок скоростей. Конструктивные схемы таких приводов приведены на рисунке 2.21, а и б. Максимальное передаточное отношение коробки, учитывая высокие частоты вращения двигателя, обычно равно 1. Иногда для исключения влияния на положение шпинделя тепла, выделяемого в коробке скоростей, применяется термическое разделение корпусов коробки скоростей 3 и шпиндельной бабки, как это показано на рисунке 2.22.

В соответствии с наметившейся тенденцией по созданию блочно-модульных конструкций в токарных станках в приводах главного движения широко применяются унифицированные коробки скоростей (редукторы), кинематические и силовые характеристики которых соответствуют применяемым регулируемым электродвигателям. Такие соосные с двигателями компактные двухступенчатые зубчатые, реже планетарные коробки 2 (рисунок 2.23) прифланцовываются непосредственно к двигателю 3 и могут иметь выход либо в виде вала под шкив ременной передачи, либо в виде зубчатого перебора 1, выходная косо-зубая шестерня 4 которого крепится непосредственно на шпинделе 5 станка.

В связи с увеличением максимальных частот вращения в шпиндельных узлах токарных станков с ЧПУ средних размеров часто применяют радиально-упорные шариковые подшипники. Обычно в передней опоре устанавливают три таких подшипника (триплекс), позволяющие воспринимать осевые нагрузки в обе стороны; в задней плавающей опоре устанавливаются двух- или однорядные роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами (см. рисунок 2.21, б) или два радиально-упорных шарикоподшипника (дуплекс) - см. рисунок 2.21, а, б.

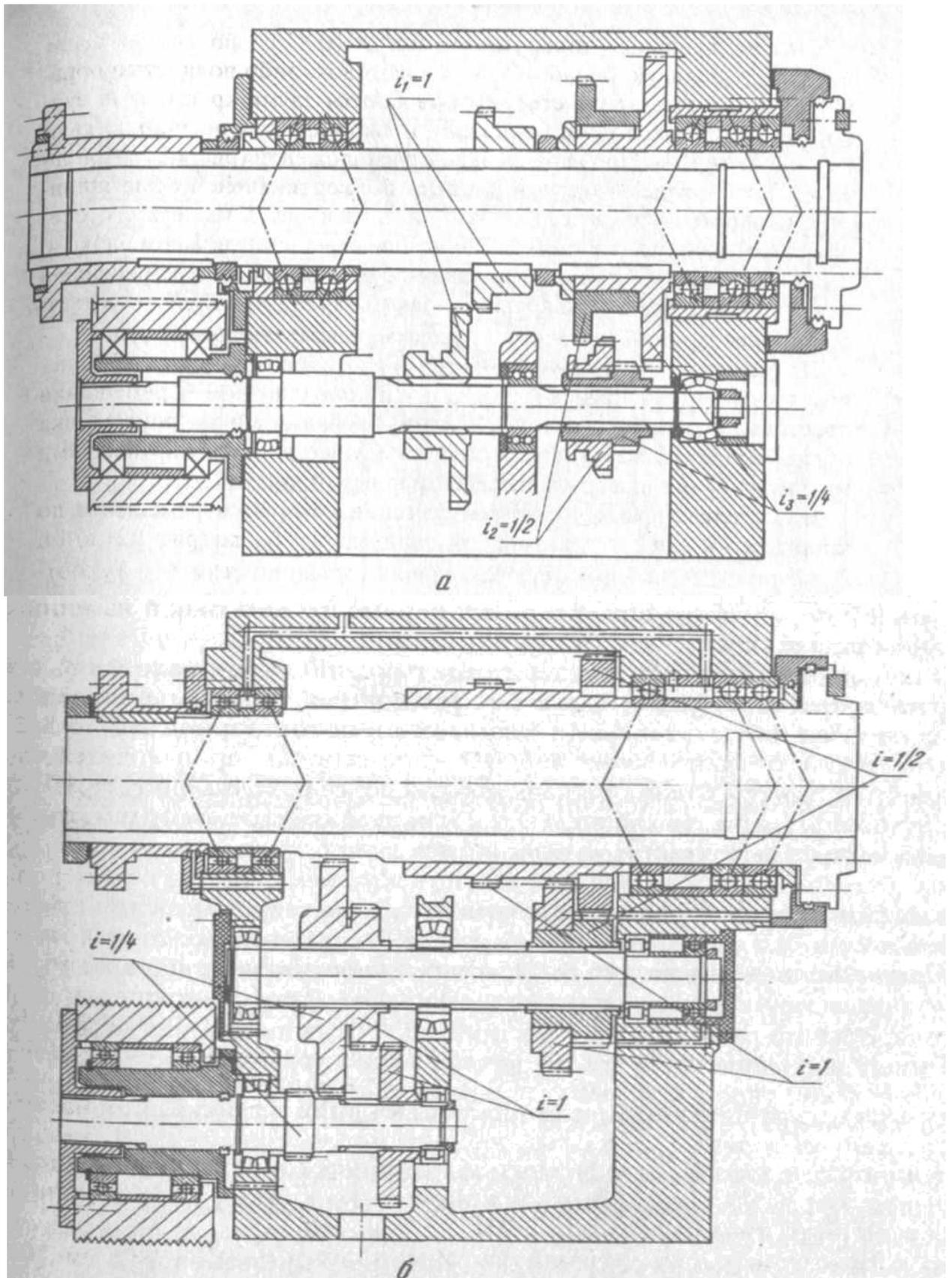


Рисунок 2.21. Варианты приводов главного движения.

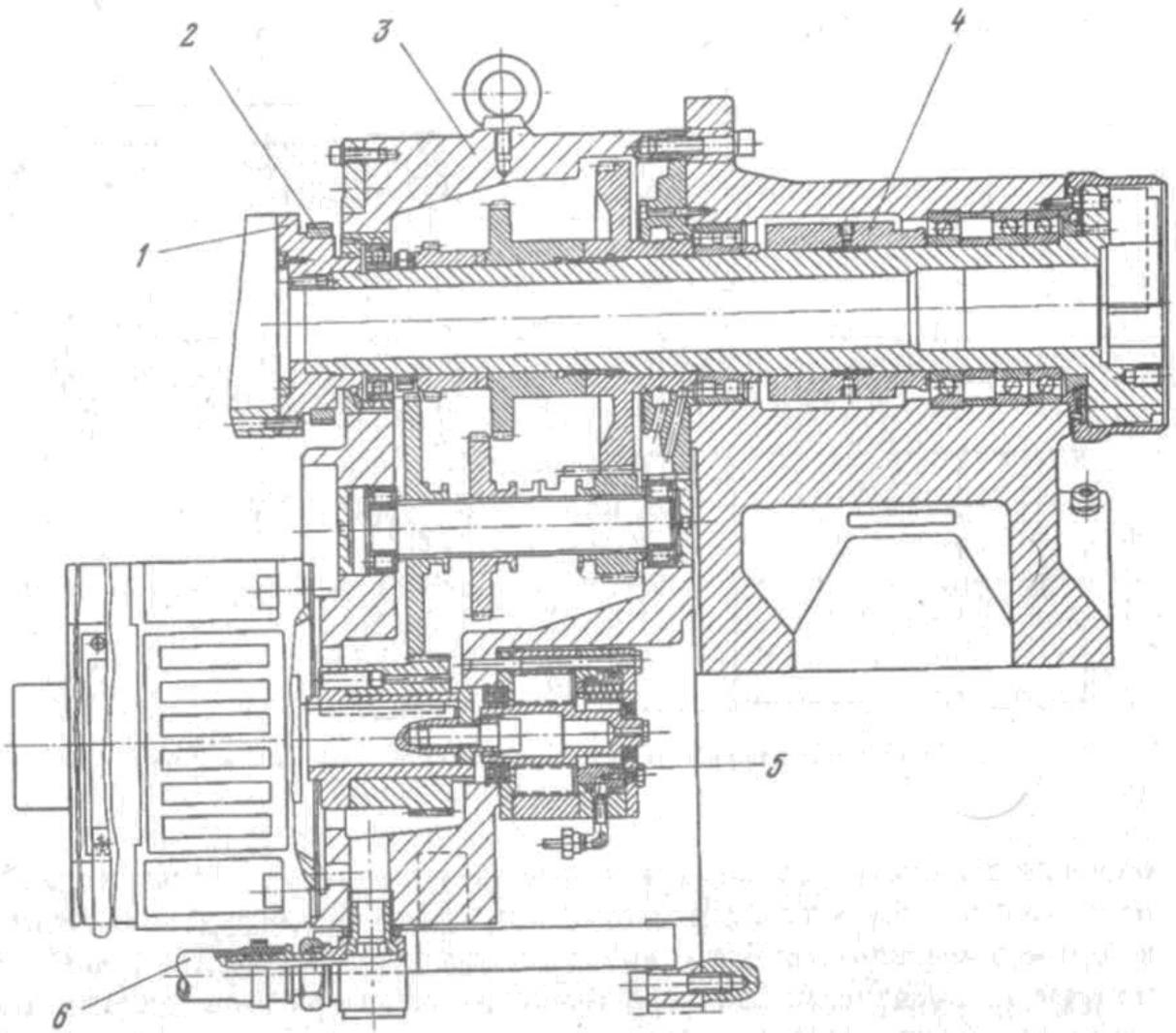


Рисунок 2.22. Шпиндельная бабка токарного станка.

1 – механизм зажима заготовки, 2-привод датчика через зубчатый ремень. 3 - корпус трехступенчатой коробки скоростей, 4 – запрессованная втулка, 5 – пружинная муфта для быстрой остановки шпинделя при внезапном отключении электроэнергии, 6 - трубопровод для отвода смазки.

В соответствии с наметившейся тенденцией по созданию блочно-модульных конструкций в токарных станках в приводах главного движения широко применяются унифицированные коробки скоростей (редукторы), кинематические и силовые характеристики которых соответствуют применяемым регулируемым электродвигателям. Такие соосные с двигателями компактные двухступенчатые зубчатые, реже планетарные коробки 2 (рисунок 2.23) прифланцовываются непосредственно к двигателю 3 и могут иметь выход либо в виде вала под шкив ременной передачи, либо в виде зубчатого перебора 1, выходная косо-зубая шестерня 4 которого крепится непосредственно на шпинделе 5 станка.

ся три таких подшипника (триплекс), позволяющие воспринимать осевые нагрузки в обе стороны; в задней плавающей опоре устанавливаются двух- или однорядные роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами (см. ниже рисунок 1.26) или два радиально-упорных шарикоподшипника (дуплекс) - см. рисунок 2.21, а, б.

На шпинделе выполняются посадочные поверхности для крепления зажимного патрона и его привода, а также для приводного элемента датчика резьбонарезания, который служит для контроля углового положения шпинделя при нарезании резьбы (рисунок 1.25). Вращение датчика 5 от шпинделя 1 осуществляется зубчатой передачей с колесом 2, жестко закрепляемым на валу 3 и в котором предусматривается выборка зазора при повороте венца 6 относительно колеса 2. Датчик соединяется с валом 3 муфтой 4. Иногда в соединении датчика со Шпинделем применяется беззазорная зубчато-ременная передача. Точность нарезания резьбы определяется разрешающей способностью Датчика (обычно 1000 импульсов на один оборот шпинделя), структурой привода подачи и системой ЧПУ.

На рис. 2.24 приведена конструкция разделенного привода главного движения токарного станка с ЧПУ. Шпиндельная бабка 3 устанавливается с возможностью регулирования в двух плоскостях на промежуточной кронштейне 2, крепящемся на станине 1. Ременной передачей она связывается с двухступенчатой коробкой скоростей 4, имеющей для натяжения ремня возможность поворота относительно кронштейна 2. Вращение от двигателя через ременную передачу со шкивом 16 передается на вал-шестерню 5.

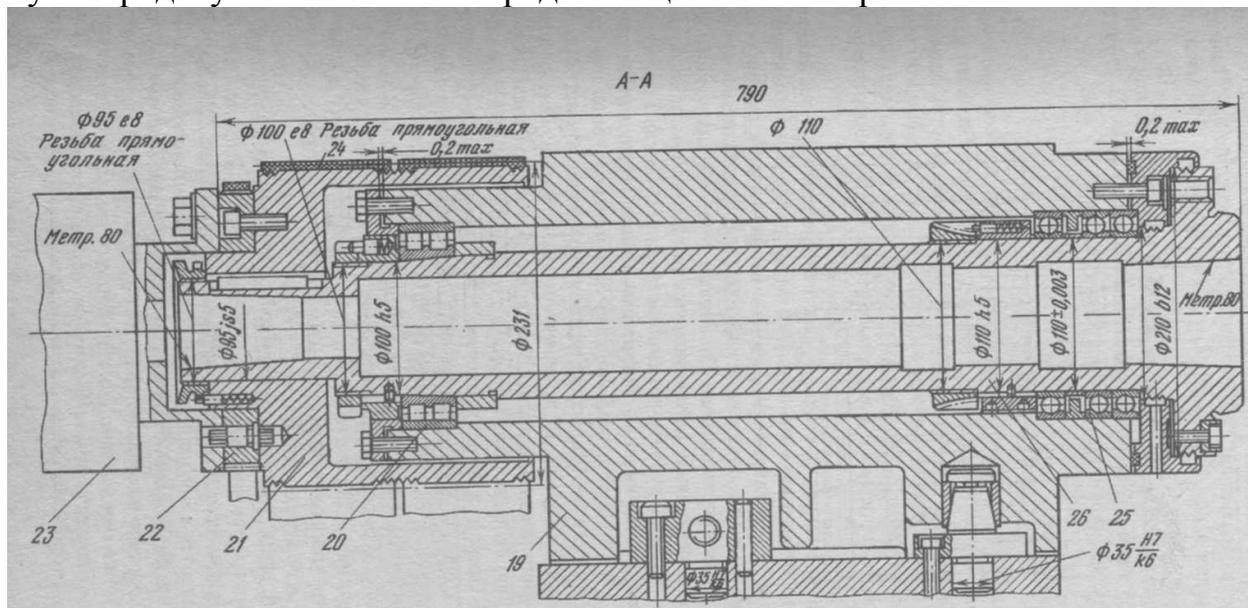


Рисунок 2.24. (продолжение)

Далее при включении зубчатой муфты 15 вправо вращение передается напрямую на выходной шкив 8, закрепляемый на валу 9 (верхний диапазон частот вращения). При выключении зубчатой муфты (левое положение колеса 14, как показано на рисунке) вращение на выходной шкив передается через промежуточные понижающие передачи с зубчатыми колесами 5, 6, 7, 14 (нижний диапазон частот вращения шпинделя).

Переключение диапазонов частот вращения шпинделя осуществляется с помощью гидроцилиндра 11, на штоке 12 которого закрепляется вилка 13. Для контроля переключения служат безконтактные конечные выключатели 10. Гидроцилиндр 17 служит для изменения натяжения ремня при переключении диапазонов скоростей в коробке; его полости соединены с полостями гидроцилиндра 11. При верхнем диапазоне частот вращения (чистовые режимы) давление масла подается в правую полость цилиндра 17, пружина 18 сжимается, шток гидроцилиндра перемещает корпус коробки вверх, натяжение ремня уменьшается. На шпинделе 26, установленном в корпусе 19, закрепляется шкив 21 для двух поликлиновых ремней 24. Регулирование натяга в радиально-упорных шариковых подшипниках передней опоры 25 осуществляется с помощью проставочных втулок разной ширины; в задней опоре натяг создается за счет посадки внутреннего кольца подшипника 20 на конической шейке шпинделя.

На заднем конце шпинделя закрепляется вращающийся гидроцилиндр 23 привода патрона зажима заготовки и шкив 22 зубчато-ременной передачи привода датчика резьбонарезания.

Приводы подачи

В большинстве случаев в современных станках применяются безредукторные следящие приводы подачи с высокомоментными регулируемым двигателями и датчиками обратной связи, встроенными в двигатель, либо соединяемые беззазорной (обычно сильфонной) муфтой с ходовым винтом.

Оснастка токарных станков с ЧПУ. Заготовки закрепляются в быстропереключаемых механизированных патронах различных типов с пневмо-, гидро- или электроприводом. Сокращение времени, затрачиваемого на растачивание незакаленных кулачков после их установки в патроне, достигается за счет их автоматической обработки по заранее заданной программе. Для исключения растачивания на станке применяют незакаленные накладные заранее обработанные на заданный диаметр кулачки, фиксируемые в основных кулачках.

При обработке валов задняя бабка оснащается вращающимися центрами и гидроприводом поджима и фиксации пиноли. После установочного (по командам ЧПУ) перемещения задней бабки она фиксируется на направляющих также с помощью гидроцилиндра. При обработке длинных нежестких валов применяют самоцентрирующие неподвижные и подвижные (дополнительная управляемая координата) люнеты. Люнет (рисунок 2.25) состоит из корпуса с пневмо- или гидроцилиндром 6, с плунжером 5 которого связаны кулачки (копиры) 1. При их перемещении поворачиваются относительно осей 3 подпружиненные рычаги 2 с роликами 4 на игольчатых подшипниках. Люнет устанавливается по обработанным поверхностям, обеспечивают большой диапазон центрирования заготовок с точностью до 0,01...0,005 мм; они могут также использоваться в качестве основной опоры при обработке (без заднего центра) конца вала или отверстий в нем.

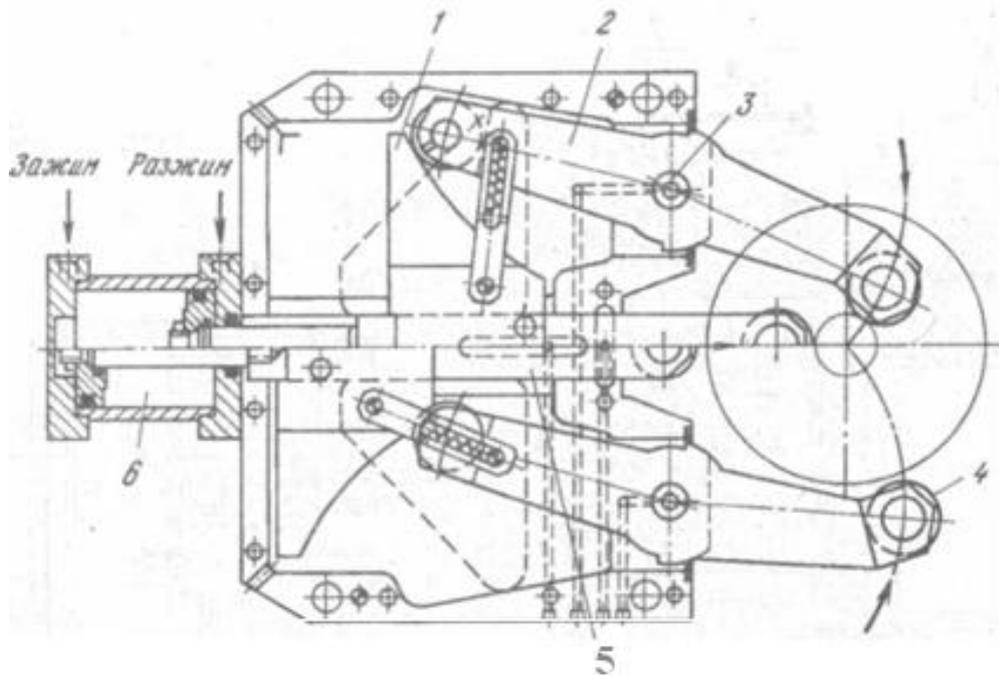


Рисунок 2.25. Самоцентрирующийся люнет.

Режущий инструмент в станках с ЧПУ устанавливается с помощью различных комплектов вспомогательной оснастки в револьверных головках или резцедержках и дополнительных шпиндельных головках при автоматической смене из магазина.

Для замены инструмента в револьверных головках (смена износившегося инструмента или переход на обработку другой детали) применяются дополнительные устройства, управляемые по командам ЧПУ.

Конструкция револьверной головки со сменой инструмента приведена на рисунок 2.26. Расфиксация револьверной головки происходит при вращении ротора, встроенного в стакан 8 электродвигателя 9. При этом через поводковую муфту 12 вращается эксцентрично расположенный блок сателлитов 13. Колесо 14, обкатываясь по неподвижному колесу 6 с внутренним зубом, приводит во вращение колесо 5, на левом торце которого выполнена резьба 17, сопрягающаяся с гайкой. При перемещении гайки влево происходит перемещение стакана 23, на торце которого расположен сменный инструментальный диск 20. На нем также установлено плоское зубчатое колесо 16, которое при перемещении влево выходит из зацепления с закрепленным на корпусе головки плоским колесом 15. При дальнейшем вращении двигателя кулачок 21 (вращается по часовой стрелке), связанный торцевой зубчатой муфтой и гайкой 22 с колесом 5, своим выступом 36 воздействует на поводок 32, жестко закрепленный в стакане 23. Подпружиненные фиксаторы 33 и 35 за счет скосов утапливаются (при этом выступ фиксатора 33 входит в прямоугольный паз на кулачке) и освобождают стакан от сцепления с кольцом 18, прикрепленным к корпусу. Происходит поворот револьверной головки в заданную позицию, которая контролируется датчиком 11, связанным со стаканом 23 валиком 10. По команде датчика двигатель 9 реверсируется, фиксаторы 33

и 35 западают в соответствующие гнезда на кольце 18, исключая обратный поворот стакана с инструментальным диском.

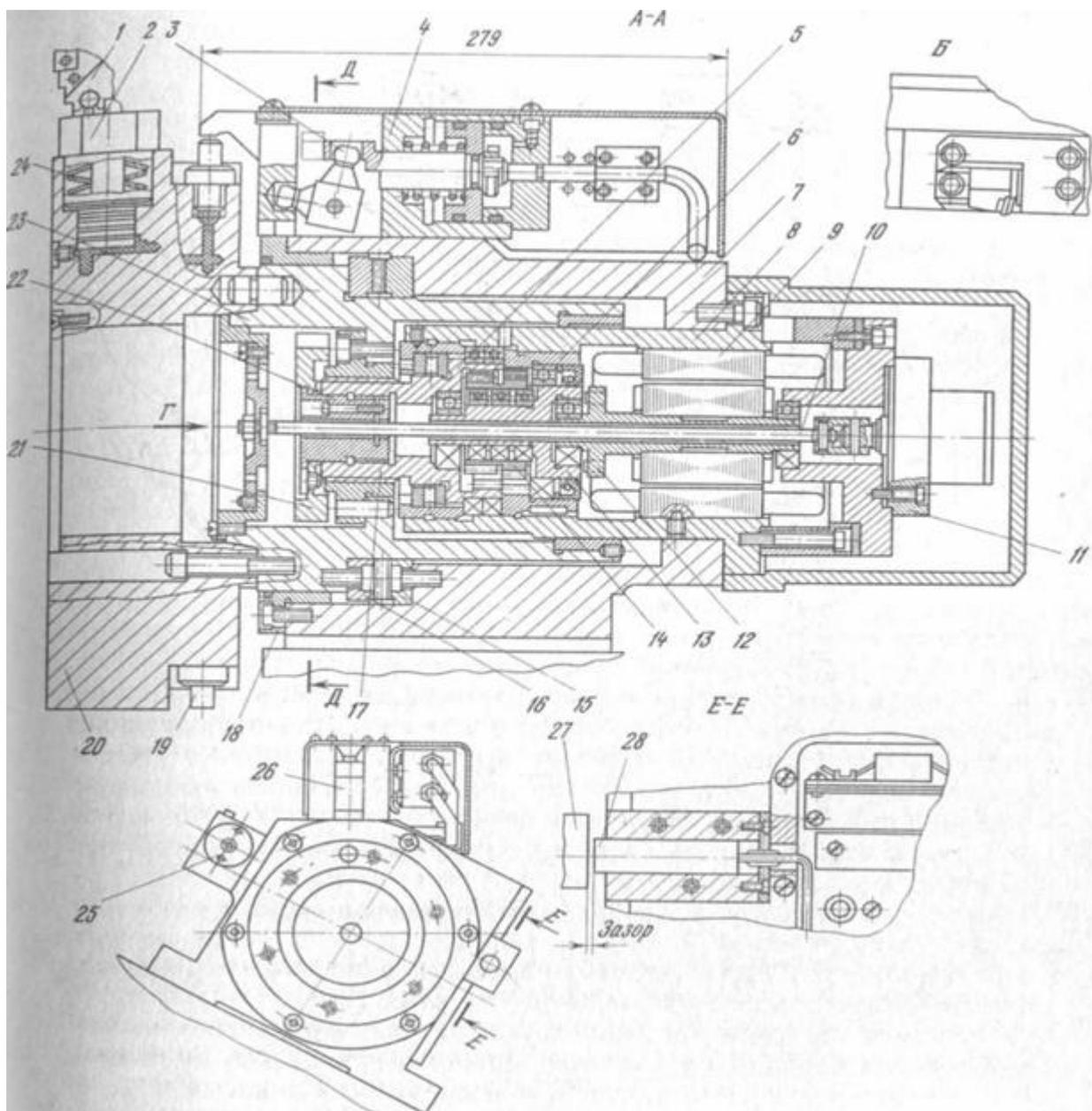


Рисунок 2.26. Револьверная головка с автоматической сменой инструмента.

Следовательно при вращении шестерни 5 через гайку стакан 23 с плоским зубчатым колесом 16 смещается вправо, фиксируя револьверную головку. После сжатия зубчатых полу муфт 15 и 16 с требуемым усилием происходит отключение электродвигателя 9 с помощью реле тока.

Включение подачи СОЖ на инструментальные блоки осуществляется нажатием толкателем 37 клапана 38 при фиксации инструментального диска в рабочей позиции. Коллектор 29 (25) для подачи СОЖ крепится сбоку к корпусу револьверной головки.

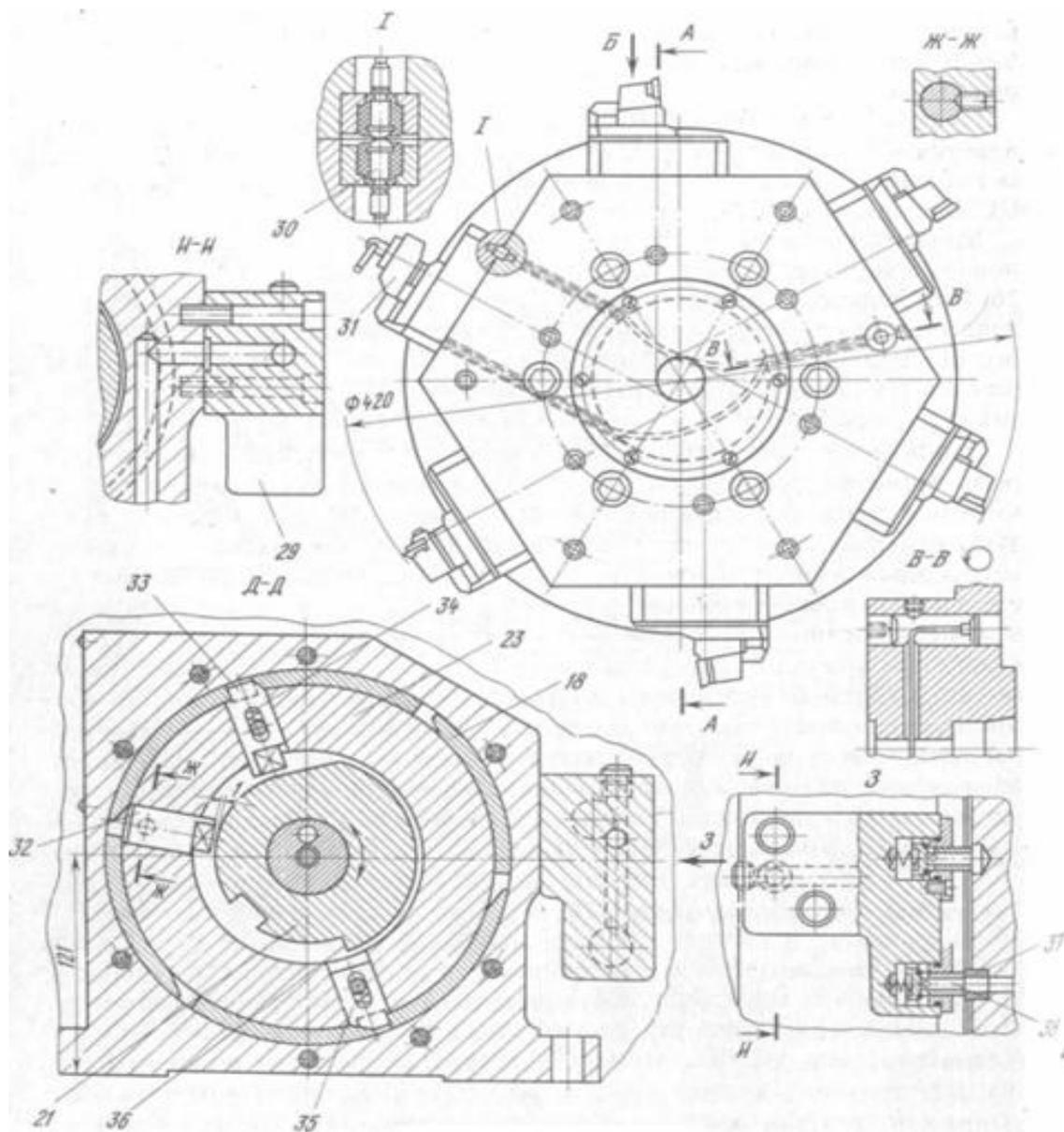


Рисунок 2.26. (Продолжение).

Механизм разжима инструментального блока в позиции смены установлен в корпусе 7 и состоит из гидроцилиндра 4, рычага 3 и толкателя 26. При подаче масла в правую полость гидроцилиндра толкатель воздействует на плунжер 19, который через гидропласт передает давление под поршень инструментального блока 2; пружина 24 сжимается, освобождая сменную головку 1 блока, имеющую Т-образный паз.

Устройства автоматического контроля и измерения. Для контроля геометрических размеров обрабатываемой заготовки и инструментов, устанавливаемых на токарном станке с ЧПУ, обычно используют измерительные контактные (шуповые) головки. Датчик касания, встроенный в такую головку, регистрирует момент контакта с измеряемой поверхностью, подавая импульсный сигнал о положении головки в момент касания (по соответствующей координате) в систему ЧПУ станка. Тем самым можно производить про-

верку результатов обработки деталей без снятия их со станка, привязку режущих кромок инструмента после его смены к координатам нолевой точки станка и вводить в программу обработки соответствующую коррекцию. При измерении размеров детали 3-координатная щуповая головка устанавливается в одной из позиций инструментального диска (на рисунке 2.26 головка 31).

2.2.4. ТОКАРНЫЕ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ СТАНКИ

Как показывает технологический анализ, более 70% деталей типа тел вращения кроме токарной обработки требуют проведения дополнительных операций. К ним относятся (рисунок 2.27): обработка отверстий (сверление, зенкерование, развертывание, расточка, нарезка резьбы), оси которых расположены параллельно, перпендикулярно или под углом к оси детали; фрезерование под разными углами лысок, пазов (в том числе шпоночных); объемная фрезерная обработка (фрезерование профильных канавок, полостей переменной глубины, профильных кулачков).

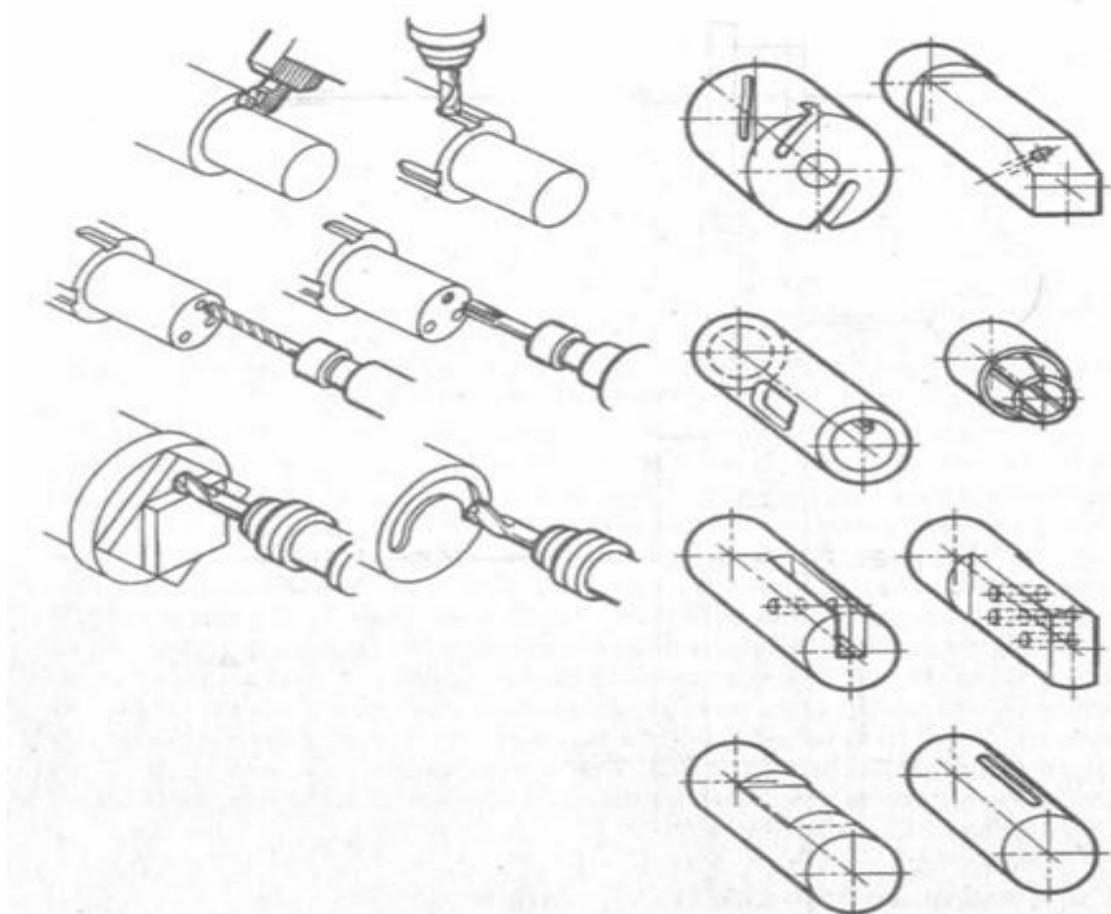


Рисунок 2.27. Примеры дополнительной обработки деталей типа тел вращения.

Создание многоцелевых токарных станков, обеспечивающих полную комплексную обработку деталей типа тел вращения на одном станке за одну

установку, позволяет существенно повысить точность и производительность обработки, сократить производственный цикл, обеспечить повышение общего уровня автоматизации технологических процессов, а также быструю переналадку при переходе на обработку другой детали.

Токарные многоцелевые станки изготавливаются на базе аналогичных токарных станков с ЧПУ, а дополнительные операции обеспечиваются за счет оснащения шпинделя станка приводом его углового позиционирования (привод полярной координаты С) с соответствующим блоком управления и приводом вращения инструмента (сверл, разверток, метчиков и т.п.).

Привод полярной координаты в зависимости от условий обработки должен обеспечивать либо позиционное управление (механизм деления) с дискретностью $1...2^\circ$, либо непрерывное управление с дискретностью примерно $0,001^\circ$ и вращение с частотой $0,2...0,25$ 1/мин. Первый режим используется при обработке внецентровых отверстий, продольных или поперечных плоскостей, фрезеровании лысок, шпоночных пазов и т.д. В этом случае шпиндель поворачивается на определенный угол и жестко фиксируется для возможности последующей обработки.

Второй режим используется для контурной обработки поверхностей кулачков, фасонных пазов и других сложных поверхностей. В этом случае привод обеспечивает также и возможность дискретного поворота на заданный угол.

На рисунке 2.28 представлена принципиальная схема привода, обеспечивающего как режим обычной токарной обработки, так и режимы внецентрового сверления, точения и фрезерования. При втором режиме шпиндель индексируется обычно с дискретностью $1...2,5^\circ$ (точность $-0,01^\circ$, повторяемость $\pm 0,005^\circ$). Фиксация требуемого положения Шпинделя 1 осуществляется с помощью специального, расположенного консольно зубчатого колеса 2 и зубчатого сектора (секторов) 3 (см. рисунок 2.28), перемещаемого от гидроцилиндра 4. Угловое положение шпинделя контролируется либо круговым датчиком, встроенным в электродвигатель 5, связанным со шпинделем ременной передачей 6, либо датчиком резьбонарезания станка. Рассмотренный привод не обеспечивает режима контурной обработки.

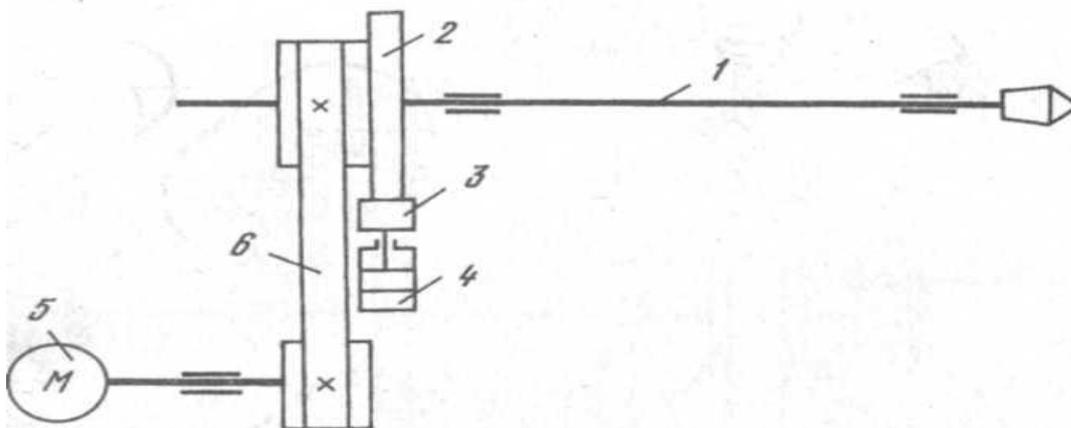


Рисунок 2.28. Принципиальная схема однодвигательного привода с фиксацией углового положения шпинделя..

Непрерывный привод полярной координаты принципиально может быть выполнен по однодвигательной или двухдвигательной схемам.

На рисунке 2.29 дана принципиальная схема однодвигательного привода шпинделя 1, обеспечивающего кроме главного движения и режим контурной обработки в сочетании с линейными координатами.

Положение шпинделя контролируется роторным датчиком 5 обратной связи (датчиком резбонарезания). Связь двигателя 3 со шпинделем осуществляется через зубчатую 2 и ременную 4 передачи. Электромагнитный тормоз 6 работает в двух режимах: подтормаживания - для выборки в одну сторону зазоров в кинематических элементах привода при контурной обработке и в режиме фиксации в заданном положении - при позиционировании шпинделя.

Двухдвигательные приводы шпинделя применяются обычно в станках среднего и крупного размеров. В этом случае более мощный двигатель используется для традиционных токарных операций, а меньший - для углового привода шпинделя в следящем режиме (контурное фрезерование, позиционирование). Привод обеспечивает высокую надежность и точность, но более сложен. Включение-отключение привода полярной координаты может осуществляться либо посредством электромагнитных или зубчатых муфт, работающих по командам ЧПУ, либо сцеплением-расцеплением кинематических пар, обеспечивающих связь дополнительного двигателя со шпинделем станка.

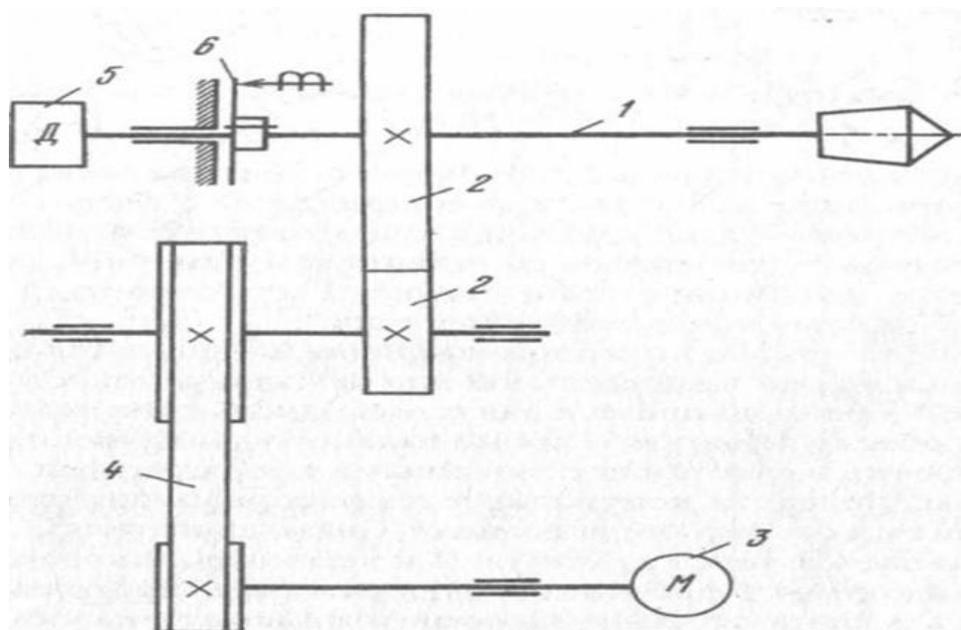


Рисунок 2.29. Однодвигательный привод с режимом контурной обработки.

На рисунке 2.30 представлен двухдвигательный привод вращения шпинделя 7. Привод полярной координаты осуществляется от регулируемого двигателя 2 с датчиком 1 углового положения ротора через зубчатые колеса 3-4 и 5-6. Вращение шпинделя со скоростями главного Движения обеспечивается

регулируемым двигателем 8 через ременную Передачу 9. Шпиндель оснащен тормозным устройством 10 и датчиком Углового положения 11. Включение-отключение привода полярной Координаты производится с помощью колеса 5, перемещаемого по команде ЧПУ в осевом направлении. Наличие датчиков 1 и 11 позволяет контролировать угловое положение колес 5 и 6, что исключает возможность "утыкания" их зубьев при включении привода полярной координаты. Фиксация шпинделя в режиме позиционирования обеспечивается с помощью тормоза 10; он же, работая в режиме "подтормаживания" осуществляет выборку зазоров в цепи привода координаты С.

Привод вращающегося инструмента. Для 95% деталей, обрабатываемых на многоцелевых станках, достаточно 5-6 вращающихся инструментов в одной наладке. Для их установки в инструментальном диске используются специальные шпиндельные головки обычно с цанговым зажимом (рис. 1.36). В зависимости от расположения оси инструмента используется простая (рис. 1.36, а) или угловая (рис. 1.36, б) головка. Вращение на инструмент передается с помощью торцовых кулачковых муфт 1 через соответствующие зубчатые передачи. Центрирование и фиксация головок осуществляется с помощью цилиндрического хвостовика 2, на котором выполняется плоская лыска с рифлениями 3. В качестве привода вращения инструмента используются, как правило, индивидуальные регулируемые двигатели.

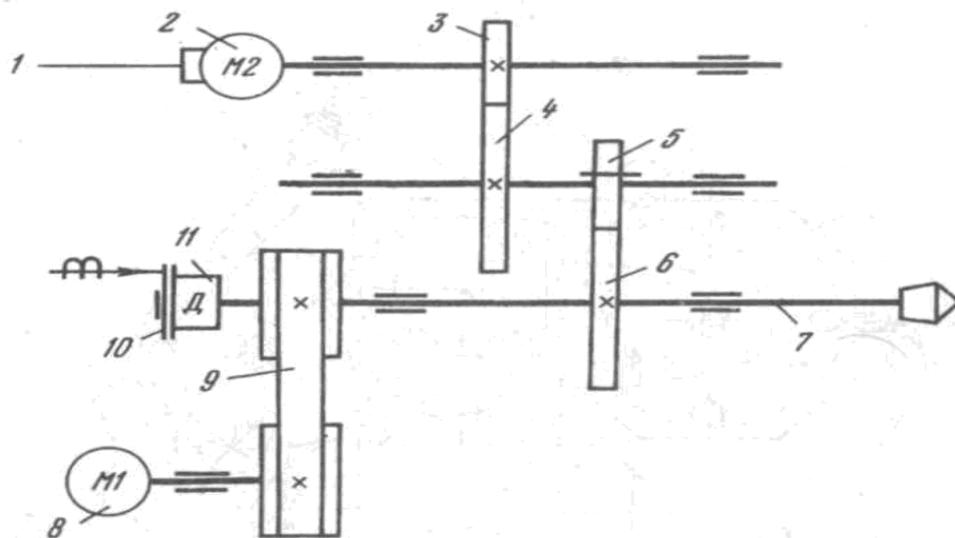


Рисунок 2.30. Двухдвигательный привод шпинделя со скользящей шестерней.

Различают два основных способа передачи вращения на инструмент: привод со всеми вращающимися инструментами и привод с вращением только инструмента, находящегося в рабочей позиции. В первом случае (рисунок 2.31) вращение от индивидуального двигателя 1 через ременную передачу 2 передается на центральный вал 3, а затем от центральной шестерни 5 - на сателлитные колеса 4, связанные с кулачковыми муфтами 6. При фиксации инструментального диска при его осевом смещении с этими муфтами зацепляются соответствующие муфты шпиндельных головок. Револьверные головки,

работающие по такому принципу, имеют ограничения по количеству вращающихся инструментов. Кроме того, на неработающие вращающиеся инструменты может наматываться стружка, что представляет опасность для обслуживающего персонала.

При вращении только одного рабочего инструмента для его включения используются либо управляемые муфты, установленные в соответствующей позиции, либо включение обеспечивается конструкцией инструментального диска.

Наличие в головке нескольких вращающихся осевых и радиальных инструментов с большим вылетом ограничивает технологические возможности станка, затрудняет программирование, которое должно исключить возможность столкновения инструмента с патроном или обрабатываемой заготовкой. Необходимость размещения инструментальных оправок с фиксирующими и приводными элементами, приводов вращения инструментов приводит к значительному увеличению габаритов револьверных головок и усложняет их конструкцию.

Применение одноинструментальных шпиндельных головок с независимым приводом со сменой инструментов из магазина манипуляторами по типу сверлильно-фрезерных многоцелевых станков обеспечивает существенное расширение технологических возможностей станка, большую жесткость и точность установки инструментов. Однако повышается стоимость станка, усложняется его управление.

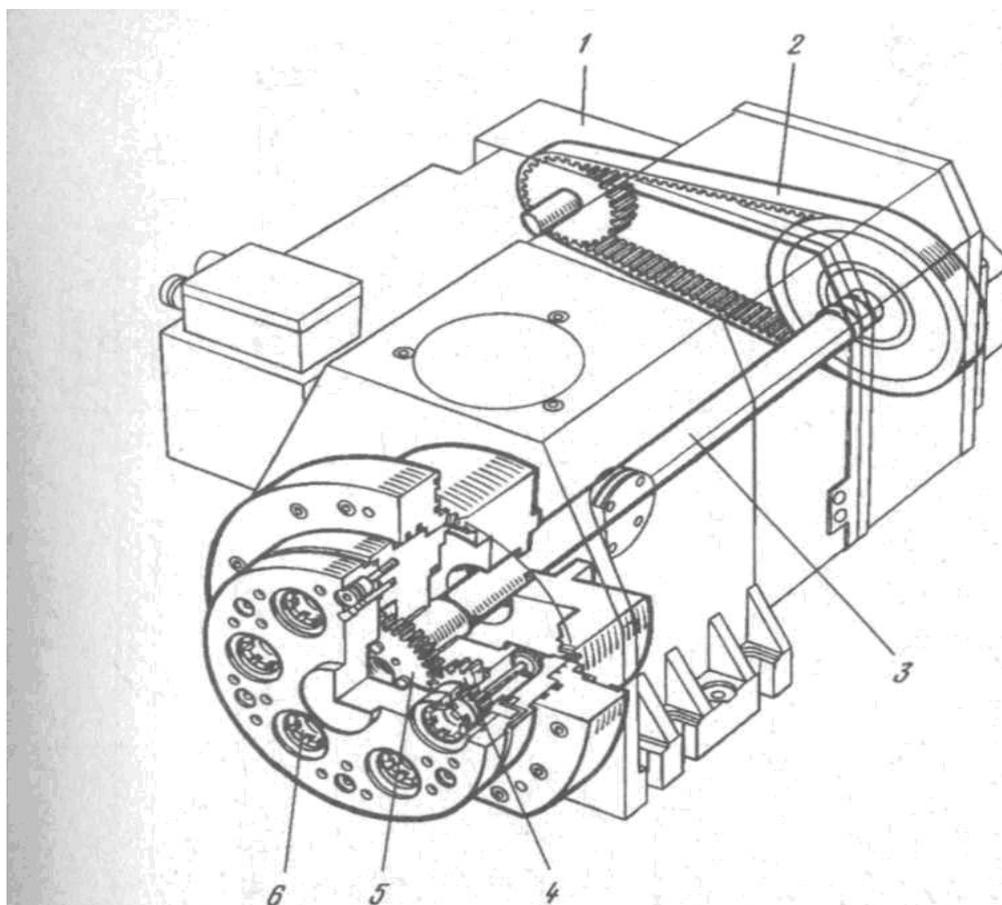


Рисунок 2.31. Револьверная головка с вращением всех инструментов.

2.2.5. СИСТЕМЫ ЧПУ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ.

Токарные станки работают, как правило, с контурными устройствами ЧПУ. В последнее время широко применяются оперативные системы программного управления, обеспечивающие ввод, отладку и редактирование программ обработки непосредственно на станке, а также применение типовых подпрограмм для стандартных циклов обработки. Для двухсуппортных станков применяются системы ЧПУ, автоматически формирующие программы многокоординатной обработки по составленным отдельно программам работы каждого суппорта, что существенно упрощает и ускоряет программирование. Системы ЧПУ оснащаются средствами визуализации, полностью воспроизводящими цикл обработки детали на экране дисплея, что позволяет исключить при обработке возможность аварийных столкновений узлов, инструментов и детали. Число управляемых координат (из них одновременно управляемых) составляет от 2(1) в односуппортных станках до 6(6) и более в двухшпиндельных двухсуппортных многоцелевых станках. Дискретность задания перемещений по оси X обычно 0,001 или 0,005 мм; по оси Z - 0,005 или 0,01 мм; по оси C - 0,001°. Устройства ЧПУ размещаются в стационарной или подвижной части ограждения (иногда на поворотной консоли); лицевая часть панели управления имеет наклонное или вертикальное расположение.

2.2.6. ТОКАРНЫЙ ПАТРОННО-ЦЕНТРОВОЙ СТАНОК С ЧПУ МОД. 17A20ПФ30

На его базе выпускаются двухсуппортный станок, а при применении привода полярной координаты, револьверной головки с вращающимся инструментом и соответствующей модификации системы ЧПУ -многоцелевой станок мод. 17A20ПФ40.

Станок предназначен для выполнения всех видов токарной обработки включая нарезание резьб резцами; многоцелевой станок имеет те же самые технические характеристики, что и базовый, и позволяет дополнительно производить обработку нецентральных отверстий, канавок, плоских и криволинейных поверхностей.

Основные технические характеристики станка 17A20ПФ40

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм	250
Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной, мм	400
Наибольшая длина устанавливаемой заготовки, мм	1 000 или 1500
Количество суппортов	1 или 2 (по заказу)
Наибольшая высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм	25

Диаметр отверстия в инструментальном диске под цилиндрический хвостовик инструментального блока, мм	50
Наибольший диаметр вращающегося инструмента, мм:	
сверло	20
концевая фреза	20
метчик	к,
Наибольшая частота вращения шпинделя изделия, 1/мин	3150 (по заказу 4000)
Наибольшая частота вращения инструментального шпинделя, 1/мин	3000
. Скорость быстрых перемещений, м/мин:	
по оси X	10
по оси Z	15
Наибольшая частота вращения шпинделя по координате "C", 1/мин.	20
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	630
Наибольший крутящий момент на шпинделе по координате "C", Нм	300
Наибольшее усилие подачи суппортов, Н:	
продольное	15000
поперечное	7500
Габаритные размеры, мм:	
длина (без транспортера стружки)	3850 или 4350
ширина	1660
высота	1750
Масса, не более, кг	5500 или 6150
ч П ^И Д ^В У ^Х _{1У} суппортах (для односуппортного станка)	6100 или 6750
	Электроника МС 2101.05
Число управляемых координат	4
Наибольшее число одновременно управляемых координат	3
Дискретность задания перемещений:	
продольных, мм	0,001
поперечных, мм	0,001
по координате "C", град.	0,001
Пределы программируемых подач, мм/об:	
продольных	0,01 ^{10,95}
поперечных	0,005-20
Пределы шагов нарезаемых резьб, мм	0,01 ^{10,95}

Кинематическая схема станка. Станок выполняется с компоновкой, принципиальная схема которой приведена на рисунке 2.20,6. Кинематическая схема станка приведена на рисунке 2.32. Вращение шпинделя осуществляется от двигателя 17 с регулируемой частотой вращения через ременную передачу со шкивами 16 и 18, двухступенчатую коробку скоростей и

поликлиновую ременную передачу со шкивами 8 и 10. Коробка скоростей в зависимости от положения шестерни-муфты 12, 13 (которая переключается с помощью гидроцилиндра) обеспечивает передачу вращения или напрямую (передаточное отношение 1:1) или через шестерни 13-24, 11-12 с общим передаточным отношением $i = 1:4$. Резьбонарезание осуществляется при помощи датчика, связанного со шпинделем зубчато-ременной передачей 6-9.

Натяжение ременной передачи на шпинделе изменяется в зависимости от диапазонов частот вращения в коробке скоростей с помощью гидроцилиндра и зубчато-реечной передачи 14-15.

Продольное и поперечное перемещения суппортов осуществляются от регулируемых высокомоментных двигателей 19, 23, 25 с встроенными датчиками обратной связи через соответствующие зубчато-ременные передачи 20, 21, 22 и шарико-винтовые пары с шагом $P = 10$ мм или $P = 5$ мм. Для контроля перемещений в поперечном направлении (координата X) возможно применение фотоэлектрических датчиков линейных перемещений.

Направляющие выполнены по схеме типа "комбинированный ласточкин хвост", в них применена пара трения "металл-пластик" из антифрикционного компаунда на основе эпоксидной смолы.

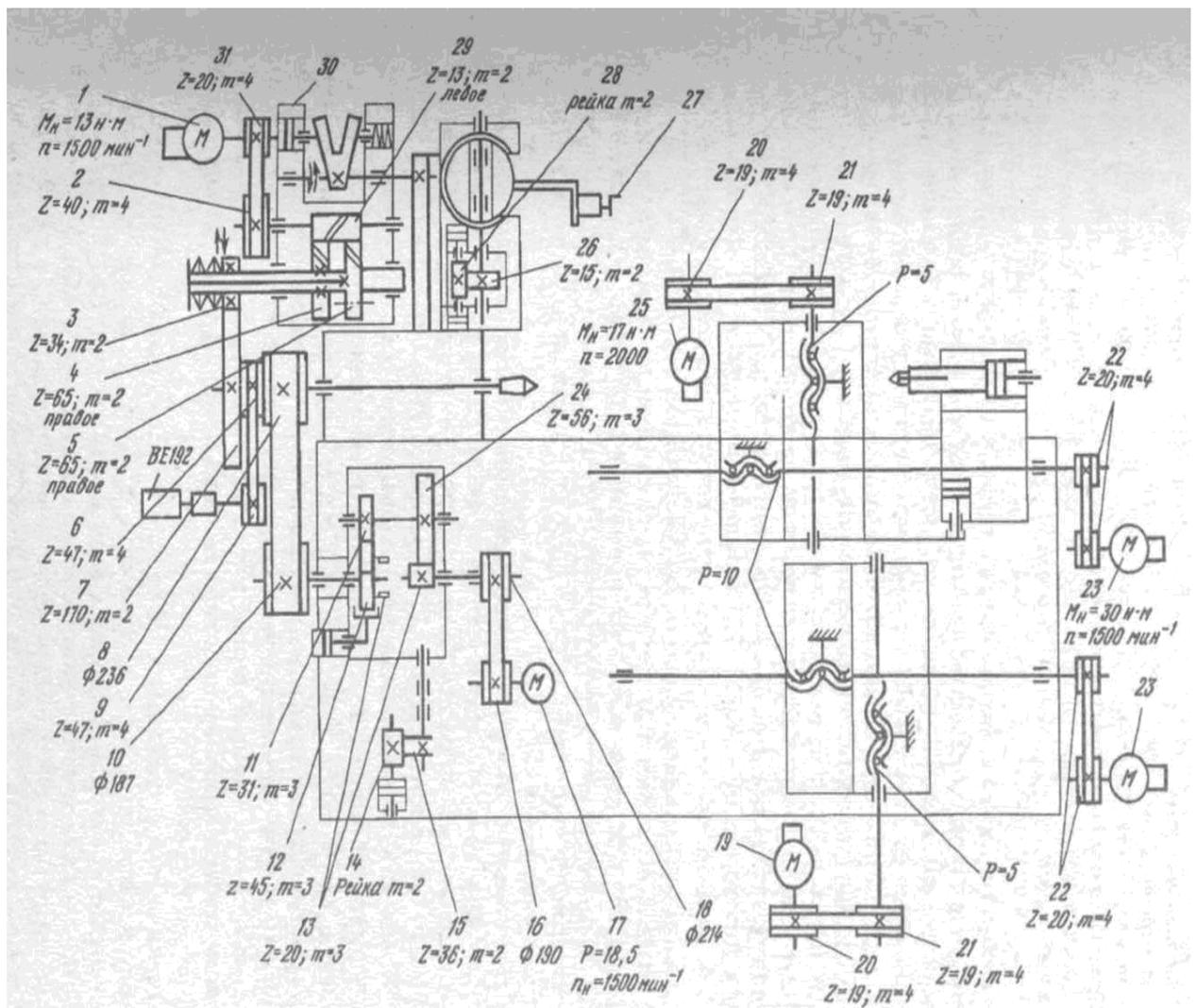


Рисунок 2.32. Кинематическая схема станка модели 17A20ПФ30

Задняя бабка оснащена гидравлическим приводом выдвижения пиноли и закрепляется на переходном мостике, который перемещается с помощью продольной каретки верхнего суппорта. Раскрепление мостика на направляющих станины и его соединение с кареткой производится с помощью соответствующих гидроцилиндров (см. гидросхему).

Станок оснащен контактным щупом 27 привязки инструмента, который при работе убирается за счет его поворота вокруг горизонтальной оси при помощи гидроцилиндра и передачи рейка-шестерня 28-26.

Станок может оснащаться револьверными головками разных типов. Для установки только резцов может быть использована головка, конструкция которой представлена на рисунке 2.26. В случае многоцелевого варианта применяется револьверная головка с вращающимся инструментом, конструкция которой представлена на рисунке 2.31.

Принципиальная гидравлическая схема (рисунок 2.33).

Гидропривод станка обеспечивает: натяжение ремней шпинделя, переключение диапазонов частот коробки скоростей (в односуппортном исполнении), зажим и разжим патрона, перемещение пиноли задней бабки, расфиксацию мостика задней бабки, сцепление задней бабки с кареткой верхнего суппорта, расфиксацию люнета, подвод и зажим люнета, сцепление люнета с кареткой суппорта, поворот редуктора механизма координаты "С", подвод измерительного щупа, централизованную смазку направляющих станины, кареток, мостика задней бабки, коробки скоростей, редуктора координаты "С".

Гидростанция снабжена: заливным фильтром Ф2 и реле контроля уровня РУ; насосом Н, асинхронным электродвигателем, напорным фильтром Ф1 и реле давления РД1 для аварийного отключения станка при падении давления в гидросистеме. Блокировка зажимных цилиндров осуществляется гидрозамками (обратными клапанами). Зажим патрона происходит при включенном электромагните ГА7, при этом масло поступает в гидроцилиндр Ц1 по магистрали 2 через гидрозамок гидроцилиндра; разжим патрона - при включенном электромагните ГА8, при этом масло поступает по магистрали 1 через гидрозамок гидроцилиндра. Контроль зажима патрона осуществляется с помощью реле давления РД3; контроль разжима патрона - с помощью реле давления РД4. Усилие зажима патрона регулируется клапаном КР1 и контролируется манометром МН2.

Подвод пиноли задней бабки происходит при включенных электромагнитах ГА9, ГА18. При этом масло в гидроцилиндр Ц2 поступает по магистрали 4 через гидрозамок Г31. Для контроля подвода пиноли задней бабки служит реле давления РД5. Усилие прижима пиноли регулируется редукционным клапаном КР2 и контролируется манометром МП3.

Для отвода пиноли задней бабки включаются электромагниты ГАЮ, ГА19, при этом масло в гидроцилиндр Ц2 поступает по магистрали 3 через гидрозамок Г31. Фиксация мостика задней бабки осуществляется от пружин гидроцилиндров Ц4, Ц5, Ц6, расцепление задней бабки от каретки - пружиной гидроцилиндра Ц3 при отключенном электромагните ГА3. Для расфиксации

мостика задней бабки и сцепления ее с кареткой суппорта (при включенном электромагните ГАЗ), в гидроцилиндры Ц3, Ц4, Ц5, Ц6 подается масло по магистралям 5 и 6 и из магистрали 6 поступает к дозирующему клапану для смазки направляющих мостика задней бабки.

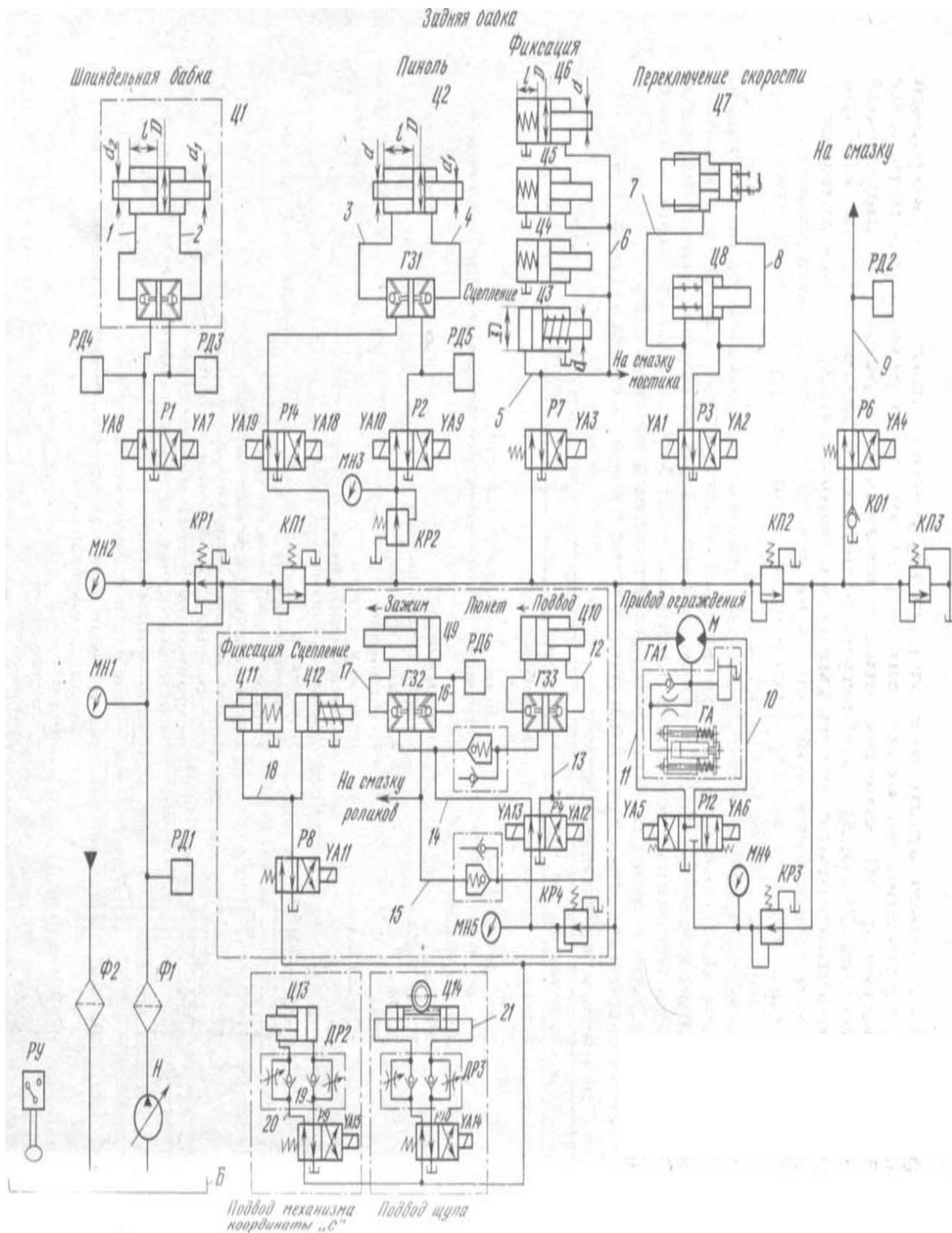


Рисунок 2.33. Гидравлическая схема станка модели 17A20ПФ30

Подвод защитного ограждения происходит при включенном электромагните ГА5, при этом масло в гидромотор М поступает по магистрали 11. Отвод защитного ограждения - при включенном электромагните ГА6, при этом масло в гидромотор М поступает по магистрали 10. Замедление перемещения ограждения происходит при его наезде на гидроамортизатор ГА1.

Для переключения диапазонов скоростей служит распределитель Р3 с электромагнитами ГА1 и ГА2. В зависимости от их включения масло поступает к цилиндрам Ц7 (переключение диапазонов) и Ц8 (механизм натяжения ремня) по магистралям 7 и 8.

Подвод люнета осуществляется гидроцилиндром Ц10 при включенном электромагните ГА 12 и подачи масла по магистралям 13 и 12 через гидрозамок ГЗ3. По окончании подвода давление в магистрали 13 возрастает, и масло через напорный клапан КН1 и гидрозамок ГЗ2 по магистралям 15, 16 поступает в гидроцилиндр зажима Ц9 и на смазку роликов люнета. Для контроля зажима люнета предусмотрено реле давления РД6. Усилие зажима люнета настраивается редукционным клапаном КР4. Контроль регулировки редукционного клапана КР4 производят по манометру МН5.

Разжим и отвод люнета будет происходить при включенном электромагните ГА13. При этом масло по магистралям 14, 17 через гидрозамок ГЗ2 поступает в гидроцилиндр Ц9. После разжима люнета давление в магистрали 14 возрастает, и масло через напорный клапан КН2 и гидрозамок ГЗ3 поступает в гидроцилиндр Ц10, происходит отвод люнета. Расфиксацию и сцепление люнета с кареткой производят при включенном электромагните ГА11. При этом масло в гидроцилиндры ЦП, Ц12 поступает по магистрали 18. Для фиксации и расцепления люнета предусмотрены пружины.

Подвод механизма полярной координаты "С" осуществляется при включенном электромагните ГА 15 и подаче масла по магистрали 19 через дроссель ДР2 в гидроцилиндр Ц13. Отвод механизма полярной координаты "С" осуществляется при отключенном электромагните ГА15. При этом масло в цилиндр поступает по магистрали 20 через дроссель ДР2.

Для подвода шупа включается электромагнит ГА 14 и масло по магистрали 21 через дроссель ДР3 поступает в гидроцилиндр Ц14. При отключенном электромагните ГА14 масло в гидроцилиндр Ц14 поступает через дроссель ДР3.

Подача смазки осуществляется по командам системы ЧПУ при включенном электромагните ГА4 гидрораспределителем Р6. Электромагнит ГА4 включается на 5 с при каждом включении системы ЧПУ, а также через заданный интервал времени смазки. При этом масло по магистрали 9 поступает к питателям и вытесняет из них определенные Дозы масла к точкам смазки. Для контроля работы системы смазки предусмотрено реле давления РД2.

Технологические возможности станка

При наличии револьверных головок могут иметь место ограничения по размерам обрабатываемых заготовок.

На рис. 1.42 приведена схема обработки заготовки с помощью 12-позиционной головки верхнего суппорта. Подрезным резцом можно обрабатывать торец заготовки диаметром 250 мм до диаметра 100 мм (поз. 1) или

обработать торец заготовки полностью (поз. 3) (только при наличии на соседних позициях резцедержателей для радиального инструмента). Если на следующей позиции стоит блок с осевым инструментом, можно подрезать торец детали диаметром 250 мм до диаметра 70 мм (поз. 9). При работе центровым инструментом, установленным в осевом блоке, можно в заготовке диаметром 250 мм расточить отверстие диаметром от 70 мм и выше (поз. 5) (только при наличии на соседних позициях резцедержателей для радиальных инструментов). В зависимости от инструмента, установленного в осевом блоке со смещением, можно просверлить центровое отверстие в заготовке диаметром 250 мм либо расточить в ней отверстие (поз. 7) (только при наличии на соседних позициях резцедержателей для радиального инструмента).

При разработке наладок на станок в каждом конкретном случае необходимо прочерчивать все положения узлов, характеризующие взаимодействие инструментов и головки с патроном и деталью для исключения их столкновений.

Глава 3

ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЕ СТАНКИ

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Токарно-револьверные станки предназначены для изготовления деталей из прутка или штучных заготовок, представляющих собой тела вращения сложной конфигурации, с применением разнообразных токарных, сверлильных, расточных, резьбонарезных 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 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 быстродействующих автоматических механизмов подачи и зажима прутка, обработка деталей по принципу автоматического получения размеров за счет использования продольных и поперечных упоров, автоматизация переключения режимов обработки для всех переходов). Наиболее эффективно применение станков в мелкосерийном и серийном производствах.

По виду обрабатываемой заготовки различают револьверные станки для прутковой или патронной работы, но большая часть станков приспособлена для выполнения обоих видов работ. Наибольший диаметр обрабатываемого прутка и наибольший диаметр обрабатываемой (над станиной и над суппортом) заготовки являются их основным размером. В зависимости от диаметра обрабатываемого прутка различают три типоразмера станков: малые (прутки диаметром до 25 мм), средние (диаметром до 40 мм) и крупные (диаметром свыше 40 мм).

Типовые детали, обрабатываемые из штучных заготовок на станках среднего размера, показаны на рисунке 3.1.

В зависимости от расположения оси поворота револьверной головки различают станки: с вертикальной осью револьверной головки, с горизонтальной осью револьверной головки, параллельной оси шпинделя, реже - перпендикулярной оси шпинделя, наклонной осью револьверной головки. Главным движением является вращение шпинделя, несущего заготовку, движениями подачи - продольное S1 и поперечное S2 перемещения суппортов с инстру-

ментами. Причем поперечная подача S2 револьверной головки осуществляется или перемещением поперечных салазок или ее медленным поворотом. В последнем случае поперечный суппорт, как правило, отсутствует.

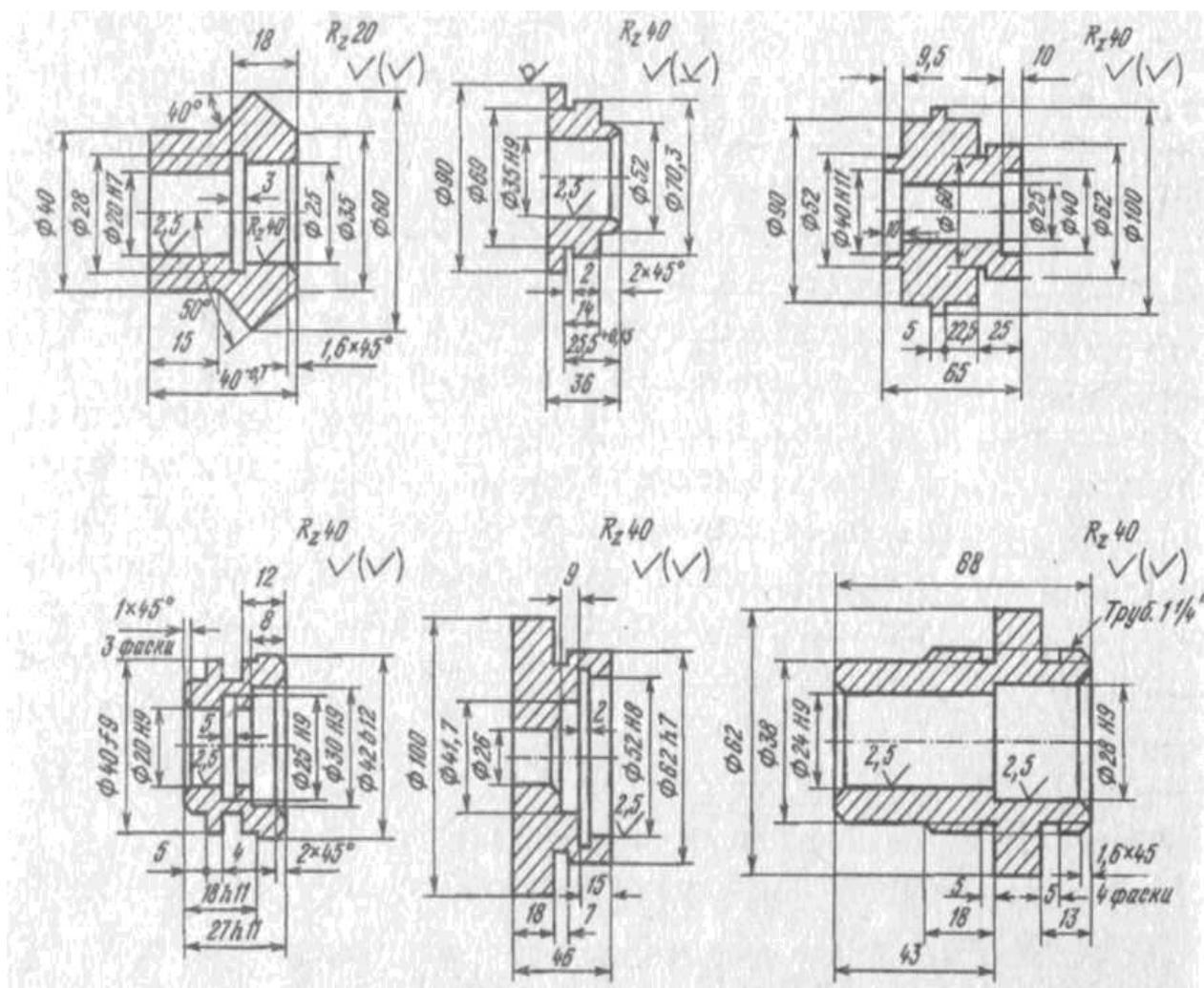
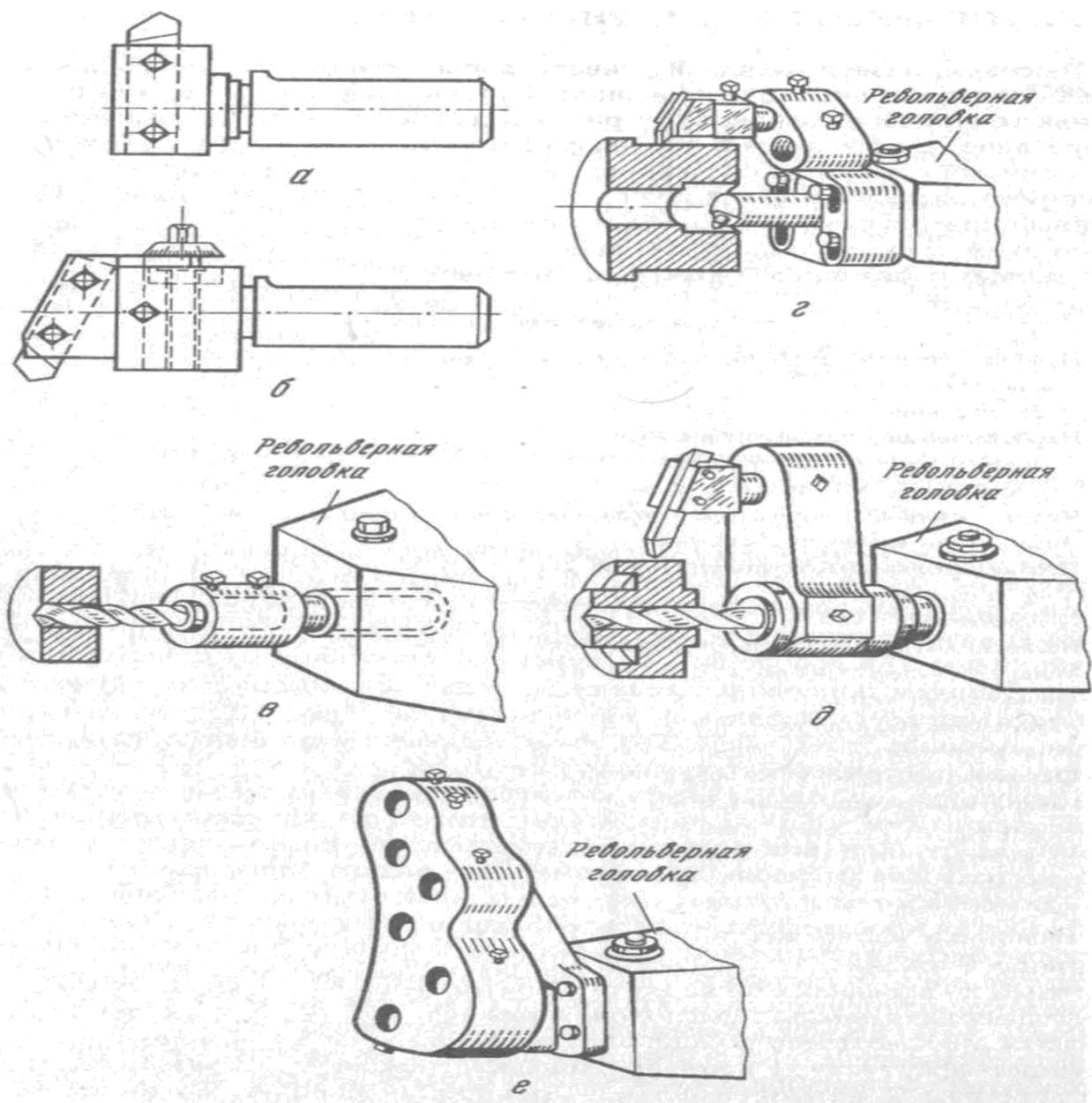


Рисунок 3.1. Типовые детали, получаемые на станках из стальных штучных заготовок.

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

Для обработки заготовок на револьверных станках в зависимости от серийности производства применяется как нормальный, так и специальный и комбинированный инструмент, который закрепляют на поперечном суппорте и в гнездах револьверной головки при помощи различных приспособлений: державок, втулок, патронов. На рисунке 3.2 показаны различные типы нормализованных универсальных одноместных (а, б, в) и комбинированных (г, д) державок, а на рисунке 3.2, е - приведен кронштейн специальной многоинструментальной державки с гнездами для переходных втулок.



**Рисунок 3.2. Державки к токарно-револьверным станкам:
а, б, в – одноместные, г, д – комбинированные, е – многоместные.**

3.2. ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 1Г340

Высокопроизводительный универсальный станок с горизонтальной осью 16-позиционной револьверной головки предназначен для выполнения токарных и сверлильных работ в среднесерийном производстве. Нарезание резьб возможно метчиками, плашками, а также резцами или гребенками с помощью резьбонарезного устройства. Дополнительное копировальное устройство позволяет обрабатывать конические и фасонные поверхности. По требованию заказчика может оснащаться поперечным суппортом. Станок выпускается в двух исполнениях: для прутковых работ или для штучных заготовок.

Технические характеристики

Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм:		
с подающей цангой	40	
без подающей цанги	55	
Наибольший диаметр заготовки, мм:		
устанавливаемой над станиной	400	
обрабатываемой в патроне	200	
Частоты вращения шпинделя (прутковое исполнение), 1/мин.		45...2000
Число частот вращения шпинделя	12	
Поддачи револьверного суппорта, мм/об:		
продольные	0,035...1,6	
поперечные	0,02...0,8	
Число подач (продольных и поперечных)	12	
Мощность главного привода, кВт	6/6,2	
Точность обработки:		
по диаметру, качество	7...8	
по длине, мм	0,08...0,12	
Шероховатость поверхности после чистовой обработки R_z , мкм		2,5
Габаритные размеры станка, мм:		
длина	2800	
ширина	1200	
высота	1400	

Основные узлы станка (рисунок 3.3). Заготовка, совершающая вращательное движение, закрепляется в цанге или патроне 2 шпиндельной бабки 1, на передней стенке которой размещена панель управления 10. Револьверная головка 3 расположена на суппорте 4, получающем продольное перемещение по направляющим станины 8 с помощью неподвижного фартука 6. Ручное продольное перемещение осуществляется от рукоятки 7, автоматическое - от коробки подач 9. Выключение автоматической продольной подачи достигается с помощью передвигных упоров, устанавливаемых на барабане управления 5. Поперечная (круговая) подача осуществляется медленным поворотом револьверной головки автоматически от коробки подач или вручную - маховичком на суппорте.

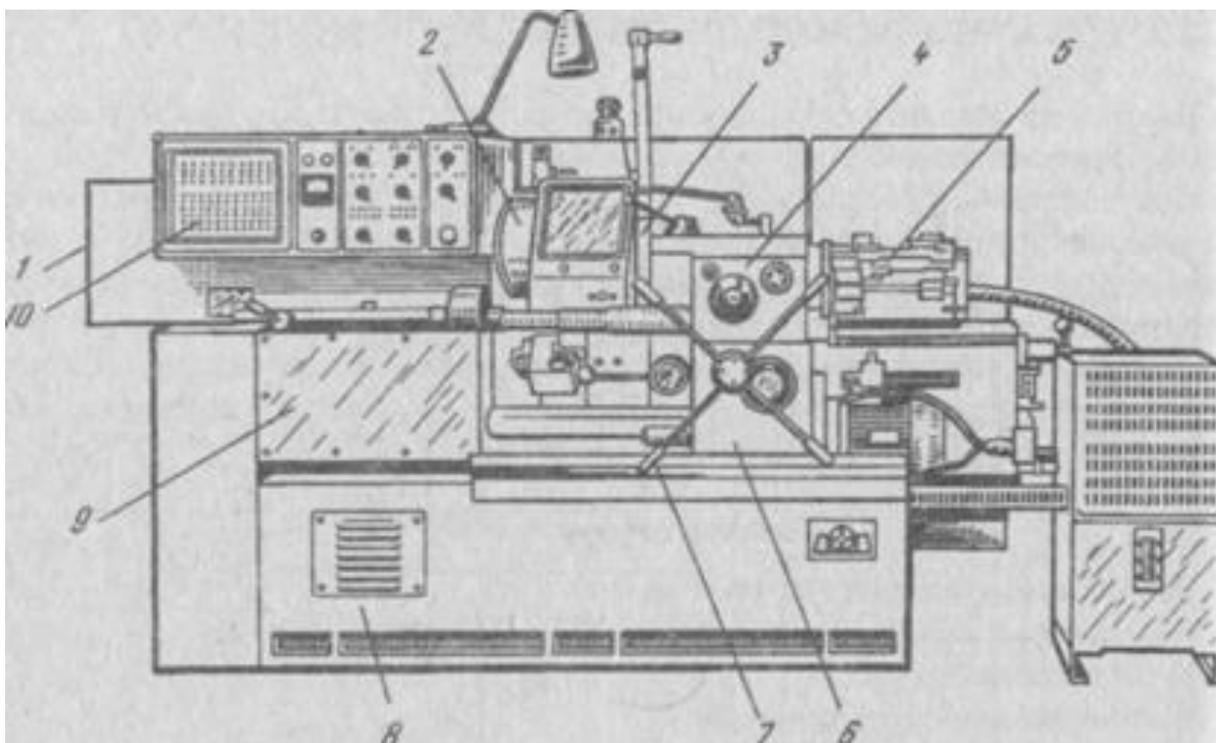


Рисунок 3.3. Станок модели 1Г340.

Частоту вращения шпинделя и подачу можно изменять вручную с помощью переключателей на пульте управления, либо переключать автоматически при смене позиции револьверной головки. Для этого револьверная головка через коническую передачу связана с коллектором управления, кулачки которого с помощью конечных выключателей переключают заранее запрограммированные на штекерной панели управления соответствующие электрические цепи питания электромагнитных муфт коробки скоростей и коробки подач.

Автоматическое выключение продольной подачи в каждой позиции осуществляется упорами, установленными на барабане управления. Для выключения поперечной подачи предусмотрена установка упоров на внешнем торце револьверной головки. Ускоренные продольные и круговые подачи осуществляются от отдельных электродвигателей при включении соответствующих электромагнитных муфт.

Конструкция основных узлов станка

Шпиндельная бабка. Шпиндель получает вращение от шкива зубчатременной передачи. Для восприятия радиальных нагрузок в передней опоре установлен двухрядный роликоподшипник, в задней - радиально-упорный шариковый подшипник. Для восприятия осевых нагрузок служат упорный и радиально-упорный подшипники. Зажим-разжим прутка осуществляется при помощи гидроцилиндра и зажимной цанговой втулки.

Подача прутка осуществляется с помощью гидроцилиндра.

Суппорт обеспечивает автоматические и ручные продольные и круговые (поперечные) подачи инструмента, закрепленного с помощью винтов в отверстиях сменной револьверной головки

Суппорт перемещается с помощью рейки по двум замкнутым призматическим направляющим

Обработка центровыми инструментами (сверлами, зенкерами, развертками, метчиками, плашками) осуществляется при зафиксированной револьверной головке, а обработка резцами - как при зафиксированной (продольная обточка), так и расфиксированной (поперечная обточка), когда требуемое положение определяется жестким поперечным упором.

С помощью копировальной линейки, жестко связанной со станиной, и упорного ролика, закрепленного на торце револьверной головки, при расфиксированной головке можно обрабатывать конические и фасонные поверхности.

ТОКАРНЫЕ АВТОМАТЫ И ПОЛУАВТОМАТЫ (КУЛАЧКОВЫЕ)

4.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Кулачковые автоматы и полуавтоматы предназначены для изготовления деталей сложной конфигурации с использованием нескольких (многих) инструментов в крупносерийном и массовом производстве.

Токарные автоматы и полуавтоматы подразделяют по разным признакам:

- **назначению**: на универсальные и специальные;
- **числу шпинделей**: на одношпиндельные и многошпиндельные;
- **расположению шпинделей**: на горизонтальные и вертикальные;
- **виду обрабатываемой заготовки**: на прутковые и патронные.

Кроме того, одношпиндельные автоматы подразделяют по способу обработки на:

- фасонно-отрезные
- продольного точения
- токарно-револьверные.

Многошпиндельные полуавтоматы - по принципу обработки на параллельного и последовательного действия.

Управление циклом работы кулачковых автоматов и полуавтоматов осуществляется одним из следующих трех способов:

- рабочие и холостые ходы выполняются от распределительного вала, равномерно вращающегося в течение всего цикла обработки, со скоростью, определяемой условиями рабочих ходов.

Этот способ широко применяется в автоматах фасонно-отрезных и продольного точения;

- распределительный вал в цикле имеет две скорости вращения: медленную - для рабочих ходов и ускоренную - для холостых ходов. Такой способ применяется в многошпиндельных автоматах и полуавтоматах;

- кроме распределительного вала, управляющего рабочими ходами и частотой холостых ходов, автомат имеет быстровращающийся вспомогательный вал, осуществляющий остальные холостые ходы. Частота вращения вспомогательного вала при переналадке автомата не регулируется. Такой способ управления циклом применяется в токарно-револьверных автоматах.

Для расширения технологических возможностей токарные автоматы и полуавтоматы оснащают дополнительными устройствами, выполняющими операции фрезерования, сверления отверстий малого диаметра и др.

Параметры	11Ф16	11Ф25	11Ф40	1Е110 1Е110П	1Е125 1Е125П	1Е165 1Е165П
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	16	25	40	10	25	65
Наибольшая длина подачи прутка за одно включение, мм	70	110	110	70	110	125
Наибольший размер нарезаемой резьбы (плашкой)	M12 × 1,75	M12 × 1,75	M18 × 2,5	M10 × 1,5	M18 × 2,5	M30 × 3,5
Диаметр револьверной головки, мм	—	—	—	125	160	200
Число суппортов (кроме револьверного)	3	4	4	4	5	5
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ : левого вращения правого вращения	180–3550 180–1800	200–4000 200–2000	125–2500 125–1250	112–5000 56–630	125–4000 63–500	40–1600 20–250
Время одного оборота распределительного вала, с	2,6–261	3–465	3–465	2,7–302	6,1–602	8–791
Мощность главного привода, кВт	3,0	4,0	5,5	2,2	4,0	7,5
Масса, кг	970	1760	1790	1330	2200	2855

Рисунок 4.1. Технические характеристики фасонно-отрезных и токарно-револьверных автоматов.

4.2. ФАСОННО-ОТРЕЗНЫЕ АВТОМАТЫ

Фасонно-отрезные автоматы применяются для обработки сравнительно простых деталей небольшой длины в массовом и крупносерийном производстве. Схема работы такого автомата показана на рисунке. Заготовка закрепляется во вращающемся шпинделе 1 с помощью ангового патрона. Станок имеет два-четыре суппорта 2, перемещающихся только в поперечном направлении и несущих фасонные и отрезные резцы.

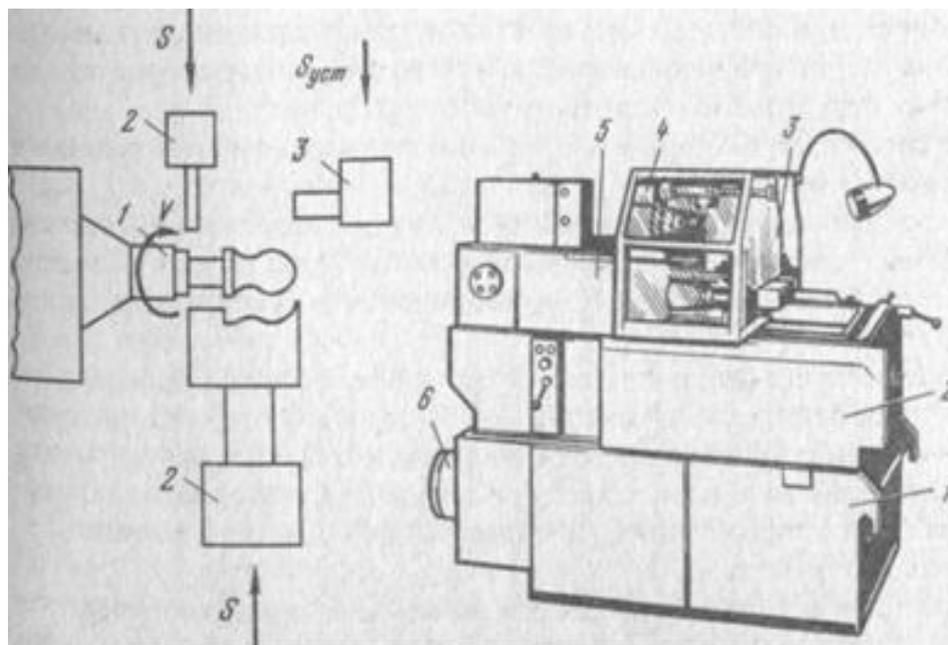


Рисунок 4.2. Схема работы и общий вид фасонно-отрезного автомата.

Для получения детали заданной длины станок снабжен подвижным упором 3, автоматически устанавливающимся по оси шпинделя после окончания цикла. Материал подается с помощью механизма подачи до соприкосновения с упором. Обработка заготовок ведется из труб и прутков круглого, квадратного и шестигранного сечений, а при применении магазинной загрузки - из штучных заготовок. В настоящее время в нашей промышленности применяются фасонно-отрезные автоматы с наибольшим диаметром прутка 16, 25 и 40 мм.

Основные технические характеристики автоматов мод. 11Ф16, 11Ф25 и 11Ф40 приведены на рисунке 4.1.

Конструктивно фасонно-отрезные автоматы незначительно отличаются друг от друга (рисунок 4.2). Шпиндельная бабка 5 и поперечные суппорта 4 смонтированы на станине 2, установленной на массивном основании 1, в котором расположены электродвигатель 6, редуктор, электрошкаф, баки охлаждения и смазки. Все подвижные узлы автоматов закрыты съемными или откидными кожухами 3. На автоматах мод. 11Ф25 и 11Ф40 передний поперечный суппорт выполнен крестовым, что позволяет производить продольную обточку заготовок. Кроме того, они имеют продольный суппорт, на котором устанавливаются головка для крепления центрального инструмента или резцы для продольной обточки, обработки торцов и фасок.

На фасонно-отрезных автоматах малого типоразмера (мод. 1106, 1Б023 и др.) в качестве исходного материала используется не пруток, а проволока, свернутая в бунт. Проволока во время обработки не вращается и имеет только периодическое продольное перемещение в момент ее подачи вперед для обработки следующей заготовки. Схема работы такого автомата показана на рис. 4.3. Заготовка обрабатывается вращающейся головкой с резцами, перемещающимися в поперечном направлении с независимой друг от друга подачей. Подача проволоки на необходимую длину осуществляется перемещением салазок 7 с механизмами подачи и правки. При этом из переднего зажима 4 выталкивается ранее обработанная деталь.

После подачи проволока зажимается в трех местах: передним 4 и средним 6 зажимами, расположенными по обеим сторонам от вращающейся резцовой головки 3, и задним зажимом 1, расположенным в шпиндельной бабке 2. При отходе салазок 7 назад часть проволоки, смотанная из бунта 9 при ее подаче и подлежащая последующей обработке, правится роликами 8. Задний зажим удерживает проволоку от сдвига при ее правке.

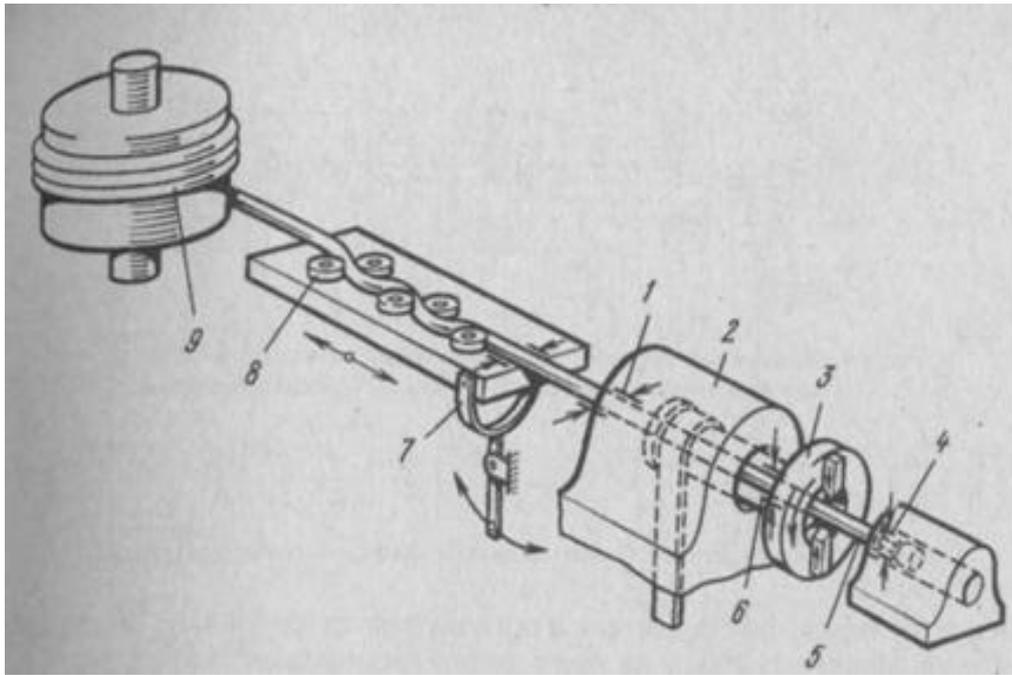


Рисунок 4.3. Схема работы фасонно-отрезного автомата при изготовлении деталей из проволоки.

Схема обработки заготовки на таком автомате показана на рис. 4.4.

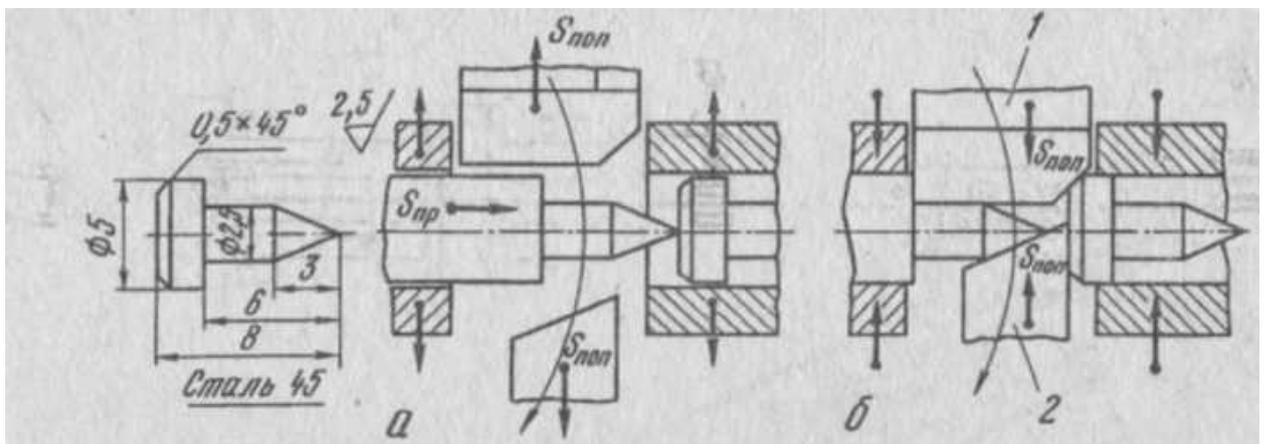


Рисунок 4.4. Схема обработки заготовки на фасонно-отрезном автомате: а – разжим и подача проволоки, б – зажим и обработка заготовки.

После отрезки готовой детали резцы вращающейся головки отходят в исходное положение, зажимные устройства разжимаются и проволока подается вперед, выталкивая готовую деталь (рисунок 4.4, а). Затем проволока зажимается, к ней быстро подходят резцы 1, производящие обточку диаметра 2,5 мм и обточку фаски, и резец 2, осуществляющий подрезку торца, отрезку детали и обточку конуса (рисунок 4.4, б). Типовые детали, изготавливаемые на таких автоматах, показаны на рисунке 4.5.

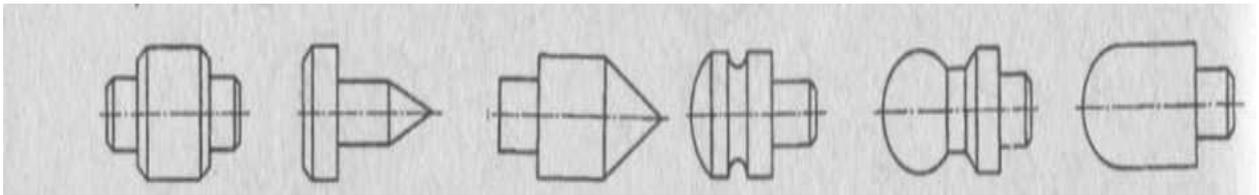


Рисунок 4.5. Типовые детали, обрабатываемые на фасонно-отрезных автоматах.

Кинематические схемы фасонно-отрезных автоматов разных моделей не имеют принципиальных отличий друг от друга (рисунок 4.6). Они состоят из двух основных цепей: главного движения - привода вращения резцовой головки 10 (или шпинделя с прутком в прутковых автоматах) и привода вращения распределительного вала V. Резцовая головка 10 приводится во вращение от электродвигателя М через плоскоремennую передачу со сменным шкивом Ф и шкивом ф110. Распределительный вал V получает вращение через предохранительную зубчатую муфту 1, цилиндрическую зубчатую передачу 25/52, коническую зубчатую передачу 26/40, сменные зубчатые колеса а и б гитары подач, червячную передачу 2/45.

На распределительном валу V установлены: кулачок 3 механизма 14 подачи и правки материала из бунта 15, кулачок 4 механизма 13 заднего и среднего зажима материала, кулачки 5 и 6 механизмов 12 и 11 подачи поперечных суппортов 9 на резцовой головке 10 и кулачок 7 механизма 8 переднего зажима обрабатываемой заготовки.

Включение и выключение вращения распределительного вала V осуществляется зубчатой муфтой 1. При наладке автомата вращение распределительного вала вручную производится рукояткой 2 через цепную передачу 12/16 и зубчатую передачу 28/28. Диаметр сменного шкива Ф, которым настраивают частоту вращения резцовой головки в соответствии с требуемой скоростью резания, определяют из уравнения кинематического баланса цепи главного привода.

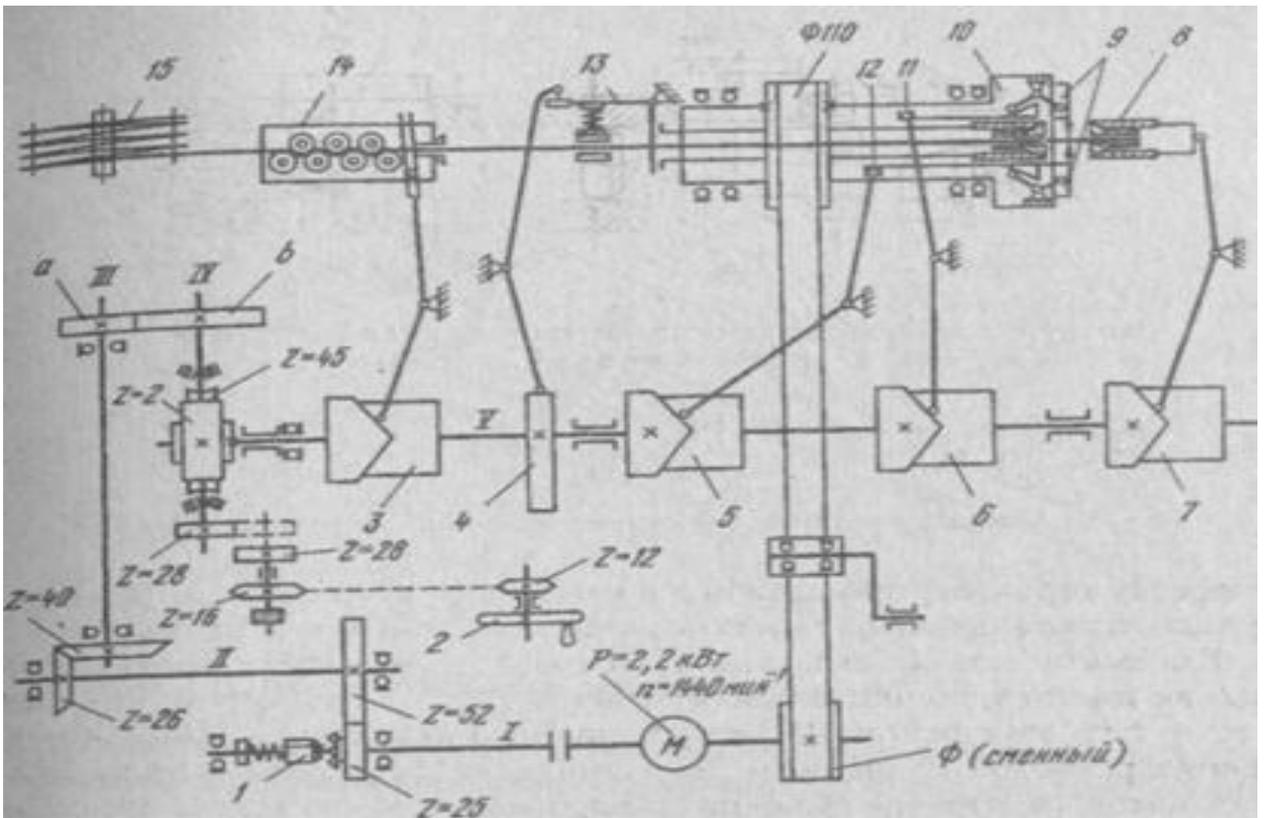


Рисунок 4.6. Кинематическая схема фасонно-отрезного автомата модели 1106.

3.3. Автоматы продольного точения.

Автоматы этого типа предназначены для изготовления деталей из различных марок сталей, цветных металлов и сплавов с высокой точностью: по диаметру - по 6-8 квалитетам; по длине - не ниже 8 квалитета.

Отличительной особенностью автоматов продольного точения (рисунок 4.7) является то, что пруток в них кроме вращательного движения имеет вместе со шпиндельной бабкой 6 продольное перемещение. Все суппорты автомата, которых может быть четыре или пять, расположены веерообразно вокруг обрабатываемого прутка. Они имеют только поперечное перемещение. При одновременном согласованном перемещении шпиндельной бабки с прутком и поперечных суппортов на этих автоматах можно без применения фасонных резцов обрабатывать конические и фасонные поверхности.

Вертикальные суппорты 2, 3 и 5 расположены на специальной стойке, имеют прямолинейное перемещение и управляются от индивидуальных кулачков распределительного вала. Два горизонтальных суппорта 1 и 9 расположены на балансирае 10, имеют качательное движение вокруг оси 11 и управляются оба от одного кулачка 12. В стойке, на которой расположены вертикальные суппорты, установлен неподвижный люнет 4, являющийся дополнительной передней опорой для прутка.

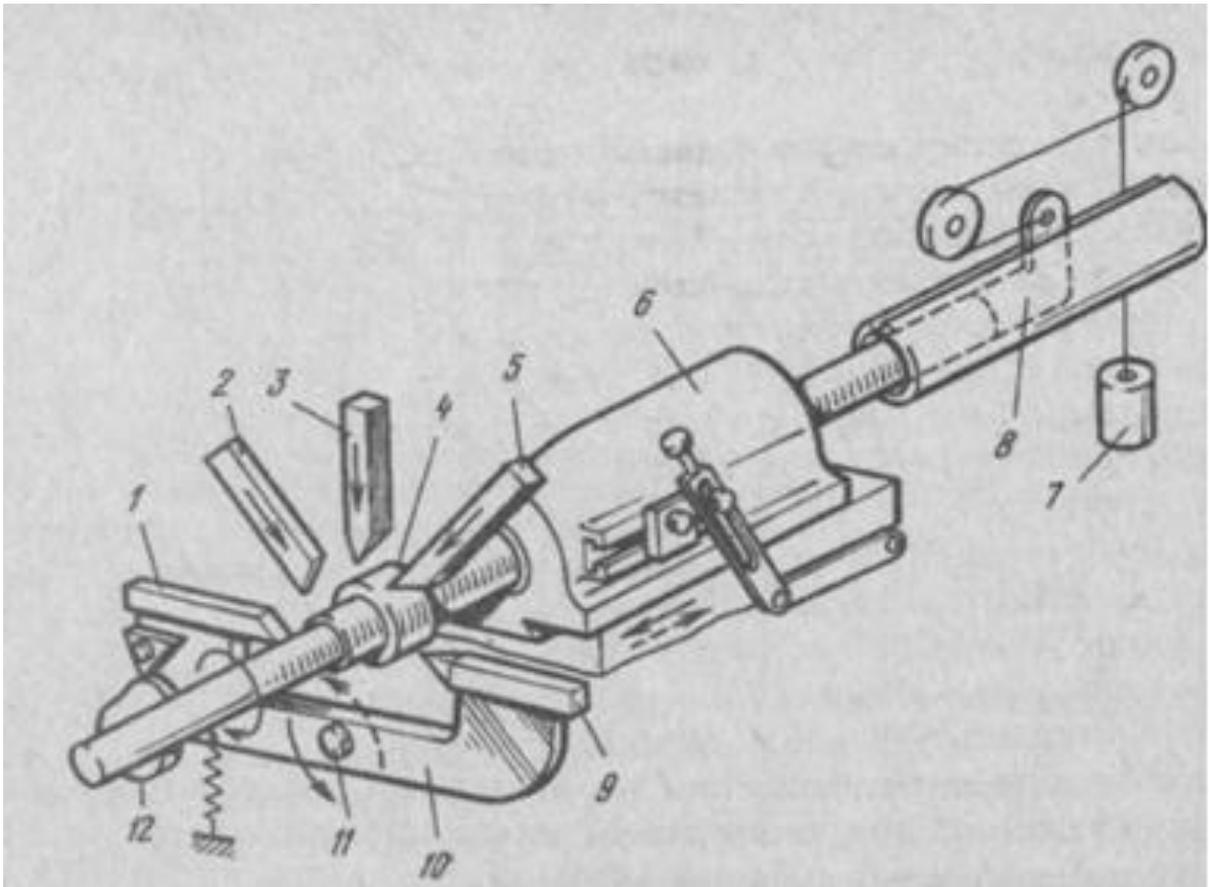


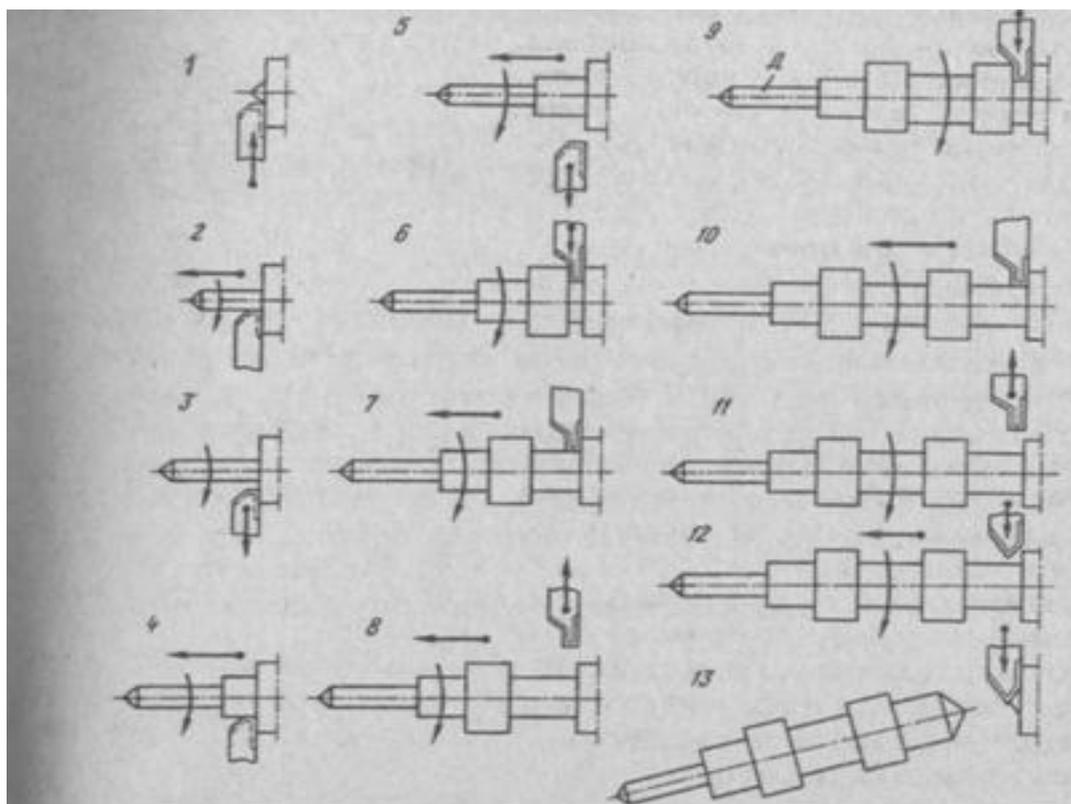
Рисунок 4.7. Схема работы автомата продольного точения.

Все суппорты с резцами располагаются в непосредственной близости от люнета, благодаря чему на автоматах продольного точения можно обрабатывать с высокой точностью достаточно длинные заготовки малого диаметра. С заднего конца прутков постоянно поджимается толкателем 8 под действием груза 7 для удержания его в переднем положении при отходе шпиндельной бабки назад. Шпиндель в автоматах продольного точения всегда вращается в одну сторону (имеет левое вращение), и поэтому нарезание правой резьбы на них производится методом обгона.

На рисунке 4.8 показана обработка типовой заготовки на автомате продольного точения. Обработка осуществляется путем последовательного чередования продольного перемещения шпиндельной бабки с прутком и поперечных перемещений резцов (см. позиции 1-11). Только на позициях 12-13, где производится обработка обратного конуса и отрезка изготовленной детали, осуществляется одновременное перемещение прутка с бабкой и отрезного резца.

Короткие заготовки обрабатывают без люнета вблизи от передней опоры шпинделя. При обработке заготовок из квадратного и шестигранного прутков применяют вращающийся люнет.

Обработка заготовок на этих автоматах ведется из холоднотянутого шиброванного (шлифованного) пруткового материала высокого класса точности. Технические характеристики автоматов продольного точения приведены на рисунке 4.9.



**Рисунок 4.8. Схема обработки заготовки на автомате продольного то-
чения.**

Параметры	1103 1103A	1Б10В	1М10В 1М10А	11Т16В	1М32В
Наибольший диаметр: обрабатываемого прутка, мм	4	6	10	16	32
сверления:					
по стали, мм	2	4	6	7	12
по латуни, мм	2,5	5	7	9	14
нарезаемой резьбы:					
по стали	M2	M4	M2, M5	M6, M8	M14
по латуни	M3	M5	M2, M6	M10, M12	M18
Наибольшая длина, мм:					
подачи прутка за цикл	50	60	80; 100	80; 140	100; 180
сверления	30	40	40	35-40	75
нарезаемой резьбы	25	40	40	40-50	75
Частота вращения, мин ⁻¹ :					
шпинделя	1600÷12500	1400÷10000	900÷8000	450÷6300	280÷3550
распределительного вала	1,4÷4,0	0,254÷50,8	0,099÷33,78	0,049÷20,4	0,035÷22,4
Число суппортов	5	5	6	5	5
Рабочий ход суппортов, мм:					
балансира № 1 и № 2	8*	8*	10*	18	28
стойки № 3	20	20	15	40	15÷30
стойки № 4 и № 5	12	10	20	20	15÷45
Число скоростей шпинделя	19	18	20	24	2**
Мощность главного привода, кВт	1	1,5	2,2	3,0	3,1/4,7
Масса, кг	400	630	840	1200	1700

* – на оба резца.
** два диапазона частот вращения шпинделя с бесступенчатым регулированием.

**Рисунок 4.9. Технические характеристики автоматов продольного то-
чения.**

Устройство и компоновка автоматов продольного точения всех моделей практически одинаковые, причем последняя в целом повторяет компоновку фасонно-отрезных автоматов (см. рисунок 4.2). На основании, внутри которого размещены приводы рабочих механизмов автомата и резервуар с насосом системы охлаждения, установлена станина, на которой расположены все узлы и механизмы, связанные с непосредственным изготовлением детали по схеме на рисунке 4.8.

Кинематические схемы автоматов продольного точения также почти не отличаются одна от другой и включают в себя три цепи: главного движения, привода распределительного вала и привода вращения специальных приспособлений.

Некоторые автоматы, например мод. 1П12, 1П16, имеют в приводе распределительного вала дополнительную цепь ускоренного вращения, которая используется при холостых ходах. На рисунке 4.10 приведена кинематическая схема автомата продольного точения мод. 1Б10П.

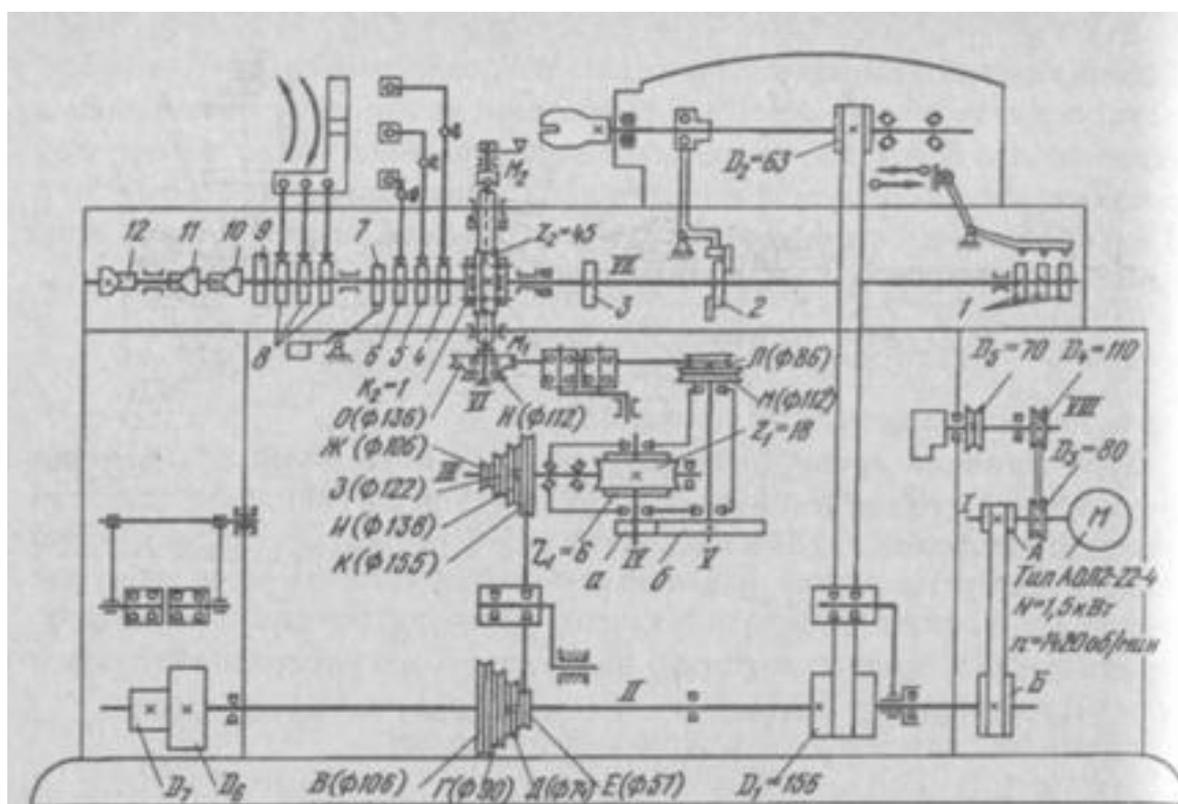


Рисунок 4.10. Кинематическая схема автомата продольного точения 1Б10П.

Цепь главного движения: шпиндель автомата получает вращение от электродвигателя М через плоскоремennую передачу со сменными шкивами А и Б и далее от трансмиссионного вала II еще через одну плоскоремennую передачу с постоянными шкивами диаметром 156 и 63 мм.

Цепь привода вращения распределительного вала: от электродвигателя до трансмиссионного вала II эта цепь совпадает с цепью главного движения, а далее она проходит через четырехступенчатую клиноремennую передачу,

червячный редуктор 6/18, сменные зубчатые колеса а и б, двухступенчатую клиноременную передачу, червячную передачу 1/45, колесо которой закреплено на распределительном валу VII с кулачками 1-12.

Вращение шпинделей специальных приспособлений (резьбонарезного и сверлильного) осуществляется через плоскоременные передачи от шкивов D6 и D7, установленных на левом конце трансмиссионного вала II. От шкива O 5 = 70 мм, установленного на валу насоса системы охлаждения, приводится во вращение фреза шлицепорезного приспособления.

Шпиндельная бабка автомата мод. 1Б10П показана на рисунке 4.11. Передней опорой шпинделя 10 является игольчатый подшипник 15, задней — два радиально-упорных шарикоподшипника 7. Рабочий зазор (натяг) в передней опоре регулируется смещением наружного кольца подшипника в конической расточке корпуса бабки с помощью гайки 14, в задней — поворотом лимба 8. Положение гайки 14 после регулировки фиксируется стопорами 3 с винтом 2. Приводной шкив 6 установлен непосредственно на шпинделе автомата. В отверстии переднего конца шпинделя размещена конусная втулка 16, внутри которой находятся пружина 1 и сменная зажимная цанга (на чертеже не показана).

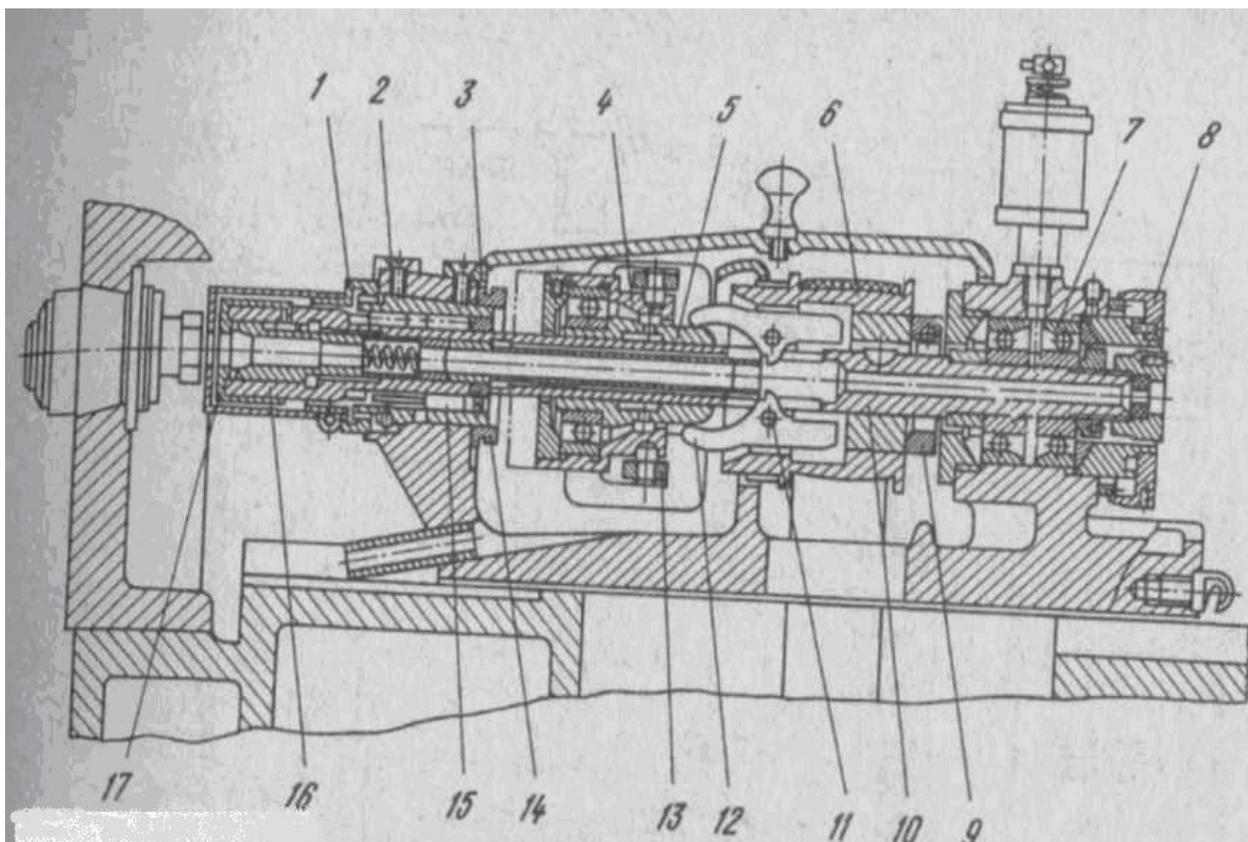


Рисунок 4.11. Шпиндельная бабка автомата продольного точения модели 1Б10П.

Пружина 1, сжатая при завинчивании гайки 17 между торцом зажимной цанги и внутренним буртом конусной втулки, постоянно стремится сдвинуть конусную втулку вправо, освобождая цангу и разжимая пруток. Шпиндель в

средней части имеет два продольных паза, в которых размещены рычаги 12, установленные на осях 11. При повороте рычага-вилки 13 стакан 4 с шарикоподшипником смещает втулку 5 механизма разжима прутка вправо, длинные плечи рычагов раздвигаются, а короткие плечи перемещают конусную втулку 16 влево, производя зажим цанги. Это положение рычагов изображено на рисунке 3.10. При отходе втулки 5 влево длинные плечи рычагов 12 под действием пружины 1 сходятся, и цанга разжимается. Усилие зажима регулируется гайкой 9.

Подача прутка на автоматах этого типа осуществляется следующим образом: после отрезки готовой детали отрезной резец не отводится, шпиндельная бабка с разжатой цангой отходит назад на требуемую длину заготовки, а пруток под действием груза остается неподвижным и прижатым к отрезному резцу, выполняющему в этот момент функции упора. После зажима прутка цангой отрезной резец отводится в исходное положение, и начинается цикл обработки следующей заготовки.

Суппортная стойка (рисунке 4.12) закреплена на станине автомата перед шпиндельной бабкой. На корпусе 7 стойки установлены вертикальные поперечные суппорты III, IV и V, состоящие из двух подвижных салазок 5 и резцедержателя 6. Движение на суппорты передается от трех кулачков распределительного вала через регулирующий башмак 1, тяги 2 и рычаги 3. Каждый суппорт имеет три вида регулировок: по диаметру обработки микрометрическим винтом 4, вдоль оси и по центру заготовки.

Суппорт IV, имеющий жесткий упор, позволяет получить более высокую точность цилиндрической поверхности. Суппорт III, оснащенный двумя винтами 4, может обрабатывать одновременно две и более ступени заготовки с высокой точностью по диаметру, не зависящей от перепада радиусов на кулачке. В центральном корпусном отверстии стойки установлен неподвижный люнет, центрирующий пруток и воспринимающий радиальную составляющую силы резания.

Балансир (рисунок 4.13), установленный на конической оси 8 в нижней части суппортной стойки автомата, представляет собой коромысло 7, на котором расположены два горизонтальных поперечных суппорта I и II, совершающих качательное движение подачи от одного общего кулачка. При обработке сложных деталей подача может осуществляться от двух кулачков, работающих последовательно. Каждый суппорт состоит из подвижных салазок 4 и резцедержателя 1 и имеет регулировки: по диаметру - винтом 5; вдоль оси - винтом 6 и по центру заготовки поворотом резцедержателя 1 вокруг оси 6 винтом 3 и пружиной 2. Суппорты балансира являются самыми жесткими из поперечных суппортов и их рекомендуется применять для выполнения точных работ. Суппорт II при обточке высокоточных цилиндрических поверхностей может работать по жесткому упору (на рисунке не показан).

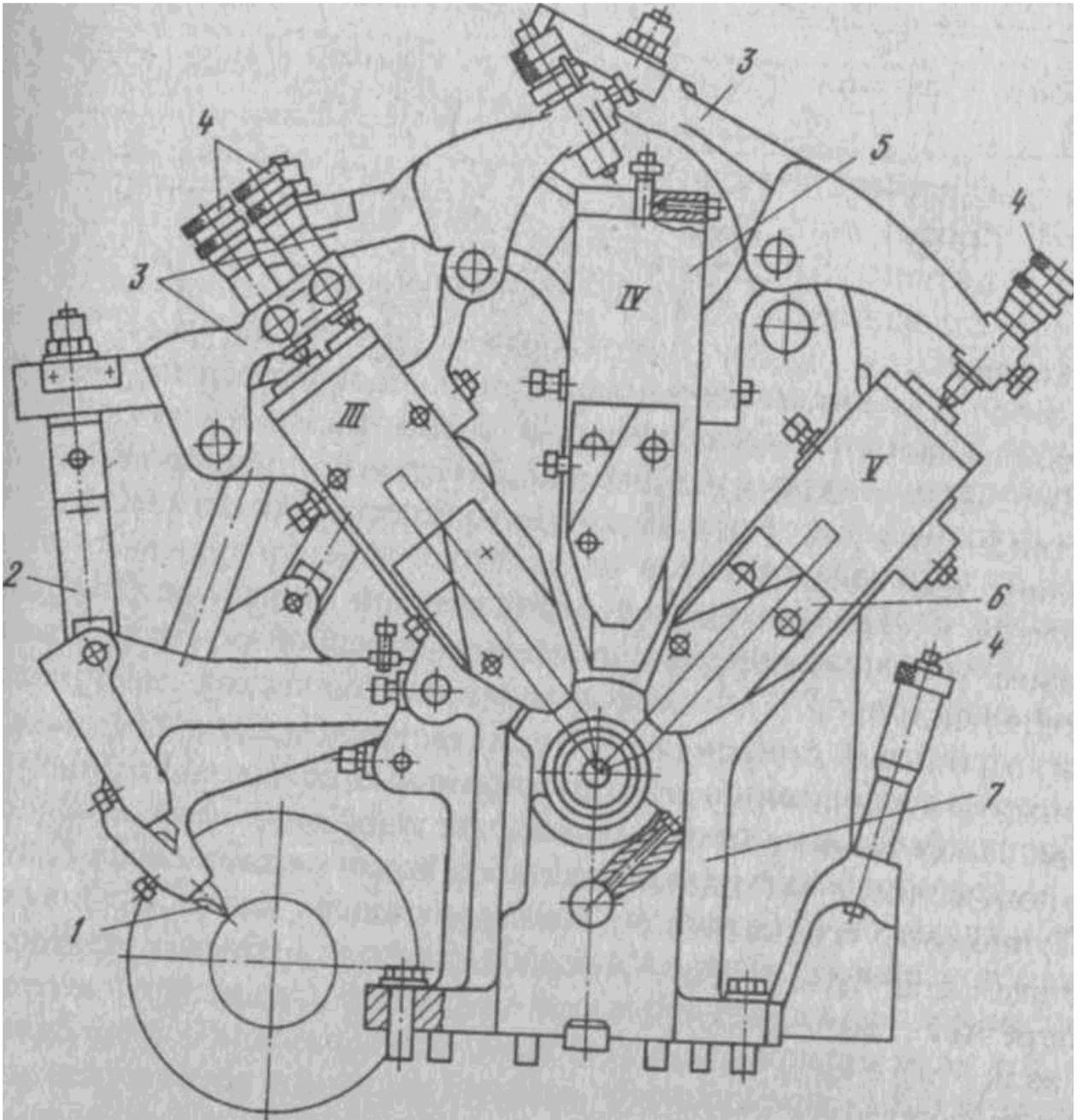


Рисунок 4.12. Суппортная стойка автомата модели 1103.

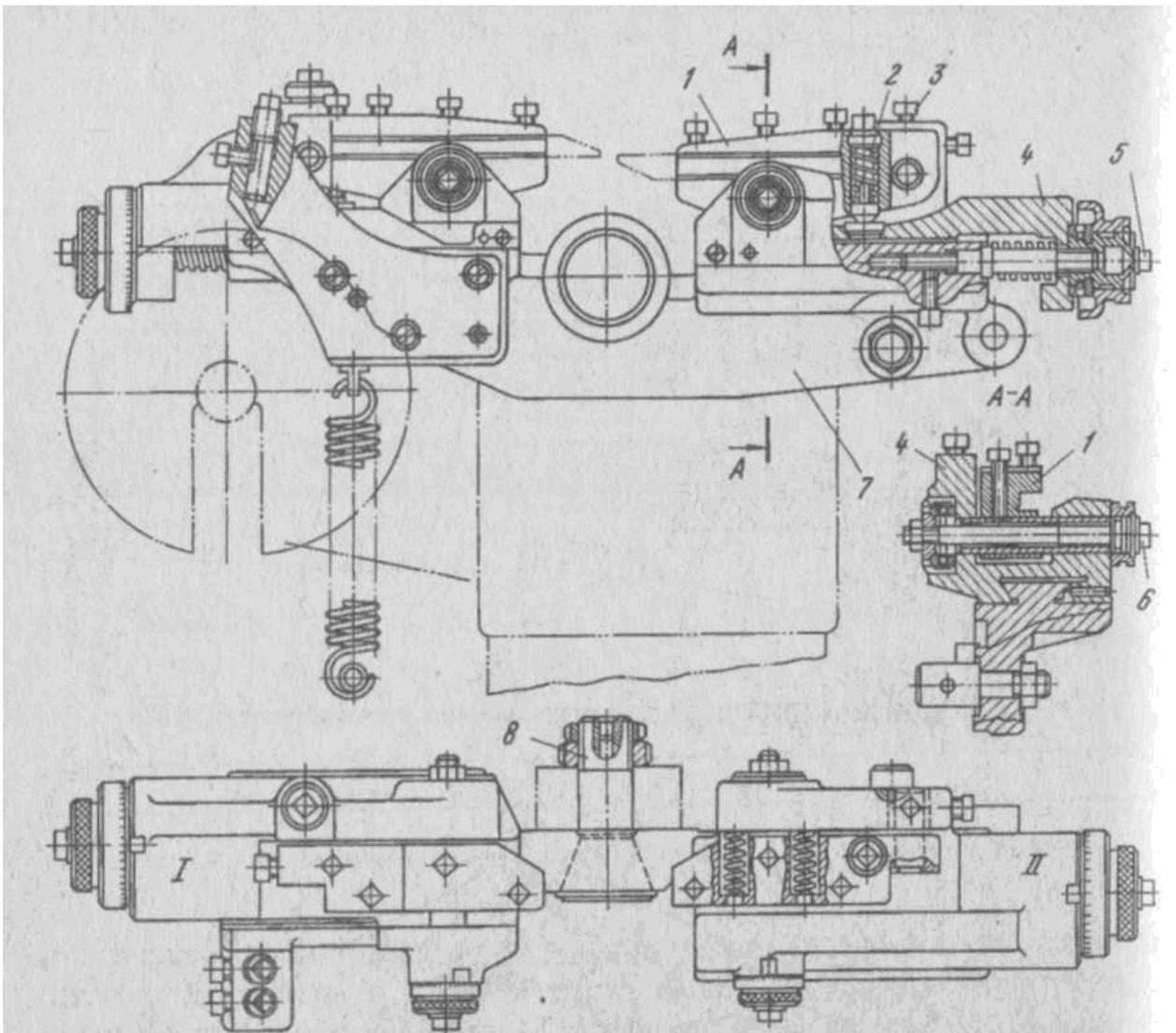


Рисунок 4.13. Балансир.

Распределительный вал 1 (рисунок 4.14) установлен в четырех опорах скольжения на задней стенке станины автомата, из которых опора 12 выполнена в съемном кронштейне. Осевые нагрузки воспринимаются упорным шарикоподшипником 5, зазоры в котором выбираются гайкой 4.

Приводное червячное колесо 6 выполнено разрезным для периодической выборки зазоров в передаче, а червяк - полым. Внутри червяка проходит валик, осевым смещением которого включают зубчатые муфты 15 и 14, и, соответственно, привод вращения распределительного вала от руки или электродвигателя.

На распределительном валу установлены три кулачка 3 шпиндельной бабки, кулачки 8 вертикальных суппортов и два кулачка 10 балансира. При обработке сложных деталей подача шпиндельной бабки (по аналогии с балансиром) может производиться от двух или трех кулачков, работающих последовательно. Кулачки 8 и 10 выполнены с радиальными пазми, что позволяет снимать и устанавливать их, не разбирая распределительного вала, а их крепление на валу осуществляется за счет сил трения, создаваемых затяжкой гаек 7, 9 и 11. На рисунке 4.14 показаны также жесткий упор 2, ограничивающий

ход шпиндельной бабки и болты 13, которыми станина крепится на основании автомата.

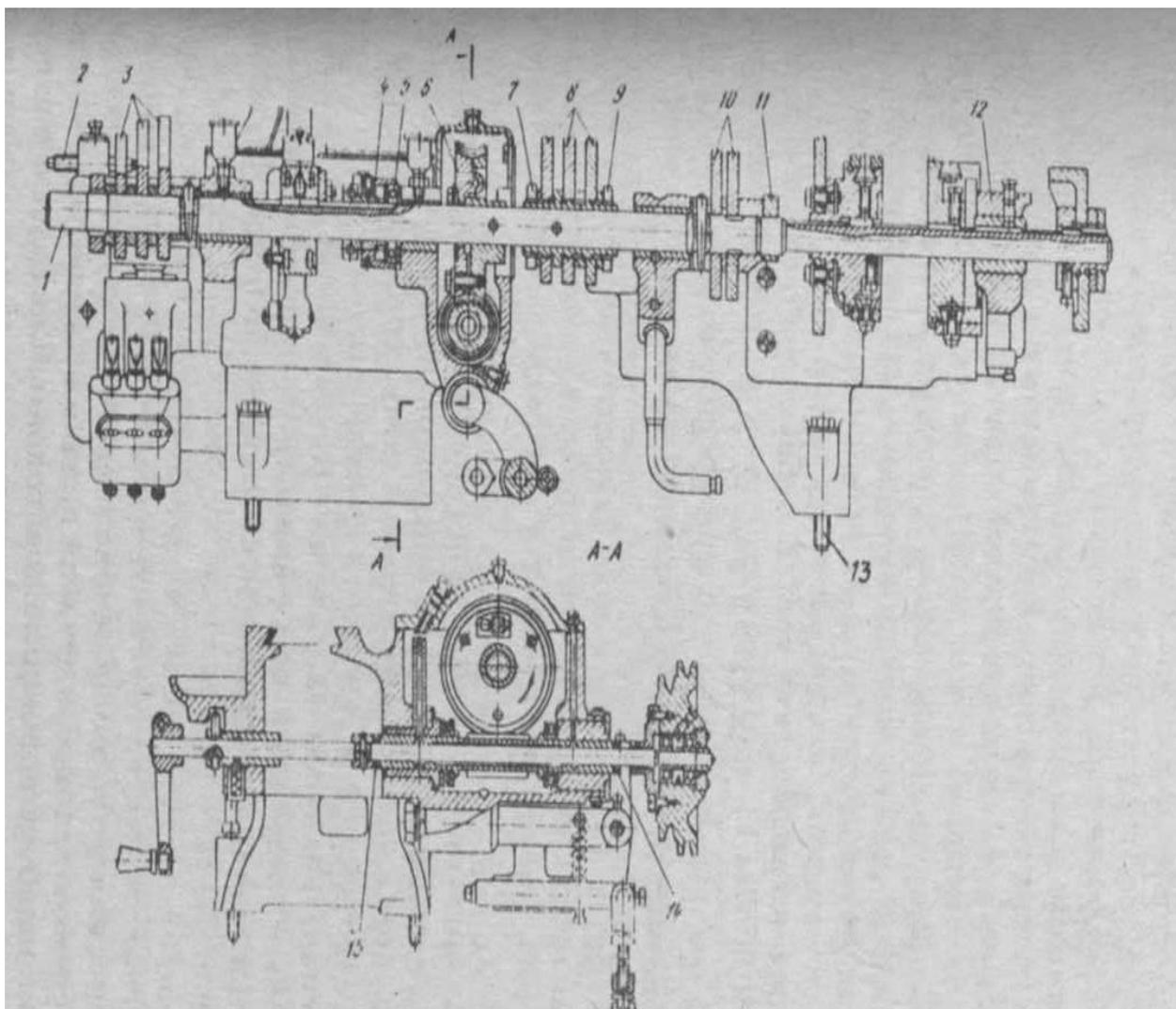


Рисунок 4.14. Станина и узел распределительного вала.

4.3.1. НАЛАДКА АВТОМАТОВ ПРОДОЛЬНОГО ТОЧЕНИЯ

Наладка токарных автоматов и полуавтоматов включает: разработку карты наладки, подбор или проектирование и изготовление кулачков и копиров, настройку и наладку автомата с изготовлением пробной детали.

Рассмотрим содержание основных этапов разработки карты наладки и приведем рекомендации при назначении или расчете ее показателей. При выборе заготовки следует стремиться к тому, чтобы ее размеры и форма были как можно ближе к форме и размерам детали.

В автоматах (полуавтоматах), где частота вращения шпинделя в течение всей обработки постоянна, она принимается равной минимальной из всех полученных значений и корректируется по паспорту, исходя из возможности настройки.

В автоматах, где частота вращения шпинделя на отдельных переходах или позициях может быть изменена, ПШП выбирается конкретно для каждой позиции или перехода. Поддачи (S), выбранные для каждого режущего инструмента, корректируются только в случае, если инструменты установлены на общей державке и подаются из одного кулачка. В этом случае выбирается меньшее значение S .

Нарезание резьбы на автоматах и полуавтоматах производится одним из следующих методов: вращается только обрабатываемая заготовка и свинчивание осуществляется реверсированием шпинделя с частотой вращения в 2-5 раз выше рабочей; деталь и инструмент вращаются в одну сторону, но инструмент вращается быстрее или, наоборот, медленнее (соответственно при левой или правой резьбе).

Свинчивание в этом случае происходит также за счет инструмента путем его отставания от заготовки или обгона ее, но с большей, чем при нарезании, разницей частот вращения.

Расчет цифровой информации карты наладки производится на основе принятого техпроцесса и данных паспорта автомата.

При обработке заготовки со сложным профилем целесообразно для шпиндельной бабки и суппортов балансира проектировать и изготавливать не один кулачок, а два или три в зависимости от количества рабочих участков, очерченных по спирали Архимеда. Наилучший вариант - когда на кулачке один рабочий участок. Это позволяет производить регулировку по длине на каждой ступени обрабатываемой заготовки при использовании одних и тех же кулачков.

4.4. ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЕ АВТОМАТЫ

Токарно-револьверные автоматы предназначены для изготовления деталей из различных сталей и цветных металлов и сплавов по 9-11-му качествам. Обработка на них ведется из холоднотянутого калиброванного круглого, квадратного и шестигранного пруткового материала.

В отличие от автоматов продольного течения шпиндельная бабка 1 токарно-револьверного автомата (рисунок 4.15) не имеет осевого перемещения. Шпиндель 2 обеспечивает более быстрое левое вращение, при котором выполняется большинство рабочих операций, и медленное правое вращение, при котором производят нарезание резьбы, развертывание и некоторые другие операции. Кроме поперечных суппортов 3, токарно-револьверные автоматы имеют один продольный револьверный суппорт 5, на котором установлена поворотная шестипозиционная (I-VI) револьверная головка 4 с инструментами для обработки с продольной подачей. В одной позиции револьверной головки устанавливается регулируемый упор 6, ограничивающий величину подачи 1 прутка 7.

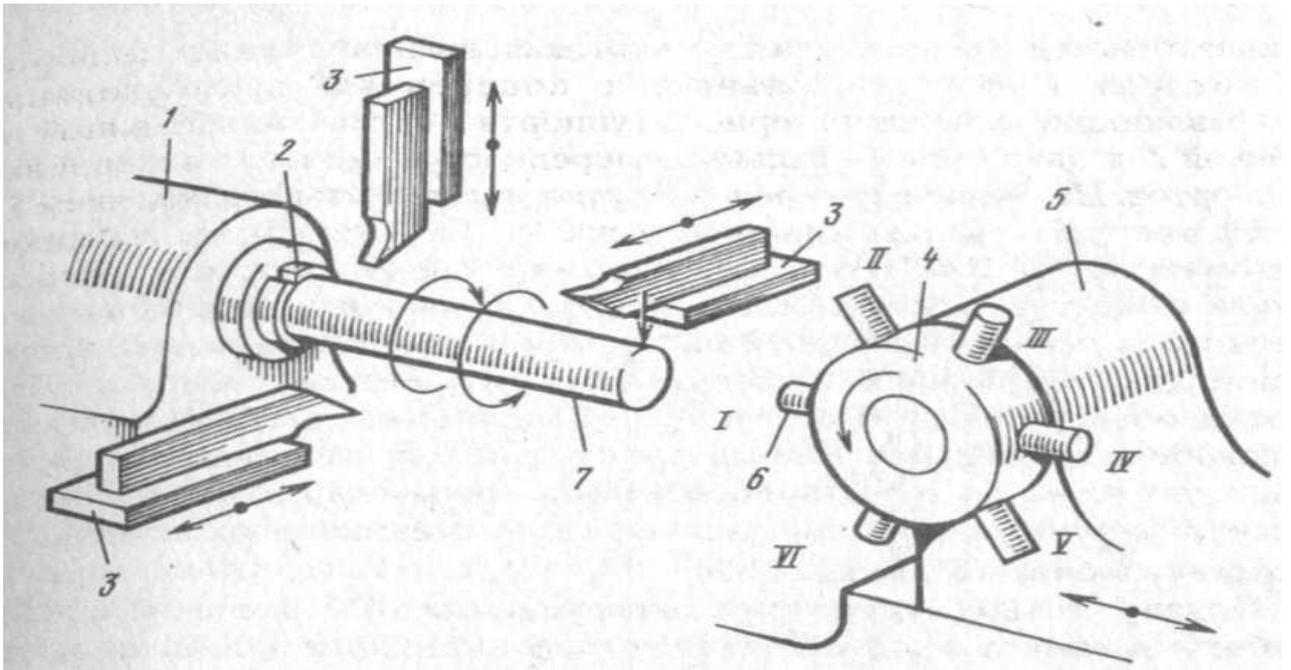


Рисунок 4.15. Схема работы токарно-револьверного автомата.

Все токарно-револьверные автоматы однотипны по компоновке и имеют практически одинаковое устройство (рисунок 4.16). В основании 4 автомата размещены системы смазки и охлаждения, а также коробка скоростей. Сверху к основанию крепится станина 6, на которой смонтирована шпиндельная бабка 1 с расположенным на ней специальным кронштейном для одного или двух вертикальных поперечных суппортов и которая имеет продольные и поперечные прямоугольные направляющие для револьверного суппорта 3 с шестипозиционной головкой 2 и двух горизонтальных (переднего и заднего) поперечных суппортов. На рисунке поперечные суппорты закрыты ограждением 5.

На рисунке 4.17 показана кинематическая схема токарно-револьверного автомата мод. 1E140П, отличительными особенностями которого являются: наличие дополнительного продольного суппорта, цепь ускоренного вращения распределительного вала на холостом ходу и применение для всех рабочих и вспомогательных движений в цикле обработки общего электродвигателя. Вращение шпинделя VI автомата (главное движение) осуществляется от двигателя М через цепь, включающую: передачу зубчатым ремнем со сменными шкивами, автоматическую коробку скоростей (валы I-V) со сменными колесами *alb* и передачу зубчатым ремнем 24/24.

Подачу и отвод суппортов с инструментом и управление циклом работы автомата осуществляет распределительный вал, который во всех токарно-револьверных автоматах конструктивно выполнен в виде двух валов (XIII и XV), связанных между собой кинематической цепью с передаточным отношением 1:1 (две червячные передачи 1/40 на валах XII и XIV, соединенных между собой конической зубчатой передачей 29/29).

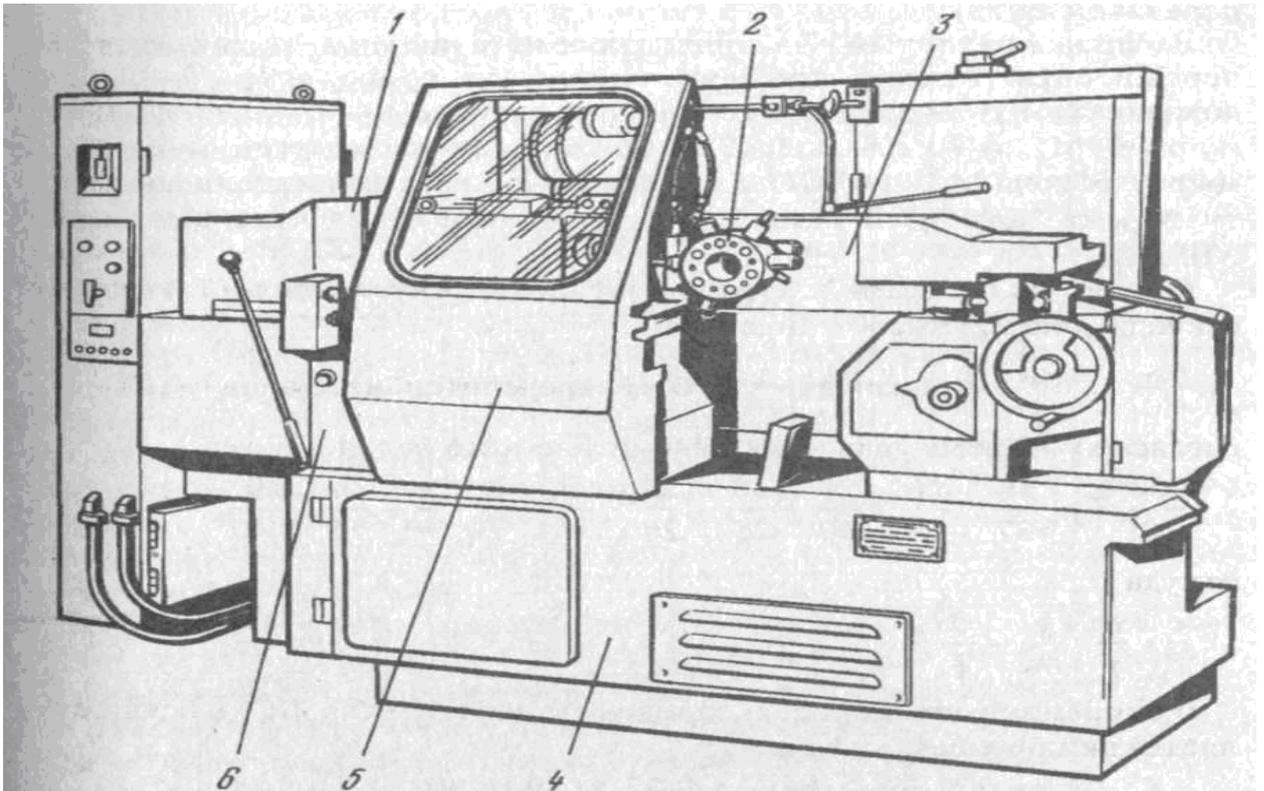


Рисунок 4.16. Токарно-револьверный автомат модели 1E140П.

Распределительный вал приводится во вращение от двигателя М через цепную передачу 16/37, зубчатые колеса реверса 26-26-90, предохранительную муфту М_g, вспомогательный вал VII с соединительной муфтой М₈, зубчатые колеса 35-25-26, сменные колеса *c-d-e-f-g-h*, муфту обгона М₂, зубчатые колеса 30/75, предохранительную муфту М₁₀ на валу XII и далее через червячные передачи 1/40 на валы XIV в XV.

Сменными колесами настраивается продолжительность цикла в секундах.

Дисковые кулачки К₁, К₂, К₃, К₄ на валу XV обеспечивают рабочую подачу и отвод поперечных суппортов, соответственно, вертикальных С₁, С₂ и горизонтальных С₃, С₄, а барабанный кулачок Б₄ дополнительного продольного суппорта С₅. Кулачок К₁₁ на валу XIII через рычаг и шатун перемещает револьверный суппорт с головкой РГ.

Остальные кулачки и барабаны на валах XIII и XV выполняют вспомогательные действия или управляют устройствами, осуществляющими вспомогательные движения. К ним относятся:

Изменение частоты и (или) направления вращения шпинделя. Переключение электромагнитных муфт в коробке скоростей и реверсирование электродвигателя в течение цикла производится регулируемые упорами на барабане командоаппарата Б₁.

Смена позиций револьверной головки. Упоры на барабане Б₂ через рычажную систему включают однооборотную муфту М₉ на вспомогательном валу VII, которая через зубчатые колеса 30-60-44-30, передачи 20/40 и 40/40 (при включенной муфте М₁₄) сообщает один оборот диску КД₁ (вал XIX) и соот-

ответственно шестипазовому мальтийскому кресту МК (вал XX) с револьверной головкой РГ поворот на $1/6$ часть оборота.

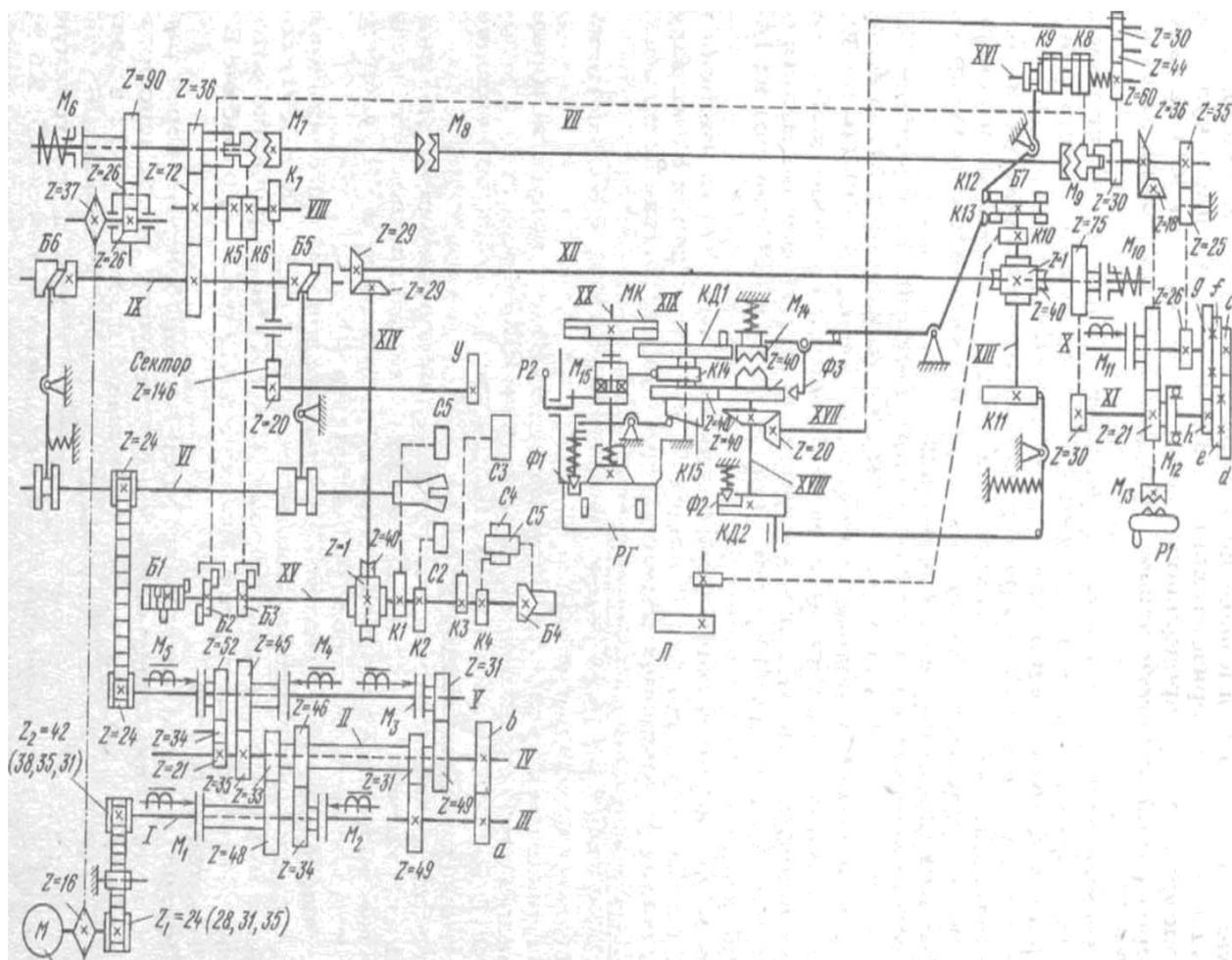


Рисунок 4.17. Кинематическая схема токарно-револьверного автомата 1Е140П.

Диск КД1 совершает один оборот за два оборота вспомогательного вала VII и поэтому в течение его первого оборота кулачки К8 на валу XVI блокируют рычажную систему муфты М9, исключая ее преждевременное выключение.

Смена позиций револьверной головки сопровождается дополнительными вспомогательными действиями:

а) расфиксацией головки и снятием ее с зажимного конуса, которые обеспечиваются кулачками К14, К15 (вал XIX) совместно с муфтой М5 (вал XX) и фиксатором Ф1. Эти же действия при наладке осуществляют вручную рукояткой Р2;

б) отводом револьверного суппорта на величину удвоенного эксцентриситета кривошипного диска КД2, который происходит автоматически с началом вращения вала XVIII. При обработке вал XVIII удерживается от произвольного поворота фиксатором Ф1.

Отвод револьверного суппорта без поворота головки и его останов в отведенном положении, обеспечивается кулачком К9 (вал XVI) совместно с муф-

той М14 и фиксатором ФЗ (вал XVIII), управление которыми осуществляют регулировкой кулачков К12 и К13 на барабане Б7 Распределительного вала.

3. Подача и зажим материала. Упор на барабане Б3 через рычажную систему включает однооборотную муфту М7 на вспомогательном валу VII, которая через зубчатые колеса 36-72-72 за два оборота вала VII сообщает валу IX с барабанными кулачками Б5 (зажим-разжим цанги) и Б6 (подача прутка) один оборот, а необходимую блокировку рычагов муфты М7 обеспечивают кулачки К5, К6 на валу VIII. Подачу прутка осуществляют до упора, устанавливаемого в данной из позиций револьверной головки. В случае, если при обработке сложной детали все позиции головки заняты режущими инструментами, используется качающийся упор У, который подводится и отводится кулачком К7 (вал VHI) через рычаг, зубчатый сектор $Z = 146$ и колесо 20.

4. Вывод лотка Л из зоны падения отрезанной готовой детали (подвод под действием пружины) осуществляет кулачок К10 (вал XIII). Продолжительность по времени вспомогательных движений связана с частотой вращения вспомогательного вала.

Смена позиций револьверной головки, а также подача и зажим прутка осуществляются в течение одной секунды. При реверсировании электродвигателя направление вращения вспомогательного вала сохраняется неизменным за счет вывода из зацепления колес 26-26-90 паразитного колеса 26. Вспомогательный вал можно вращать и вручную от маховичка Р1 через муфту М13 и коническую передачу 18/36.

Основные узлы автомата

Шпиндельная бабка автомата мод. 1Е140П. Пустотелый шпиндель установлен на двух опорах. Передней опорой служит двухрядный роликовый подшипник, а задней - два радиально-упорных шарикоподшипника. Опоры собраны с предварительным натягом. На шпиндель насажен приводной шкив.

Внутри шпинделя помещена подающая труба, в правый конец которой ввернута подающая цанга, постоянно сжимающая пруток за счет сил упругости.

Автоматическая коробка скоростей, примененная в главном приводе автомата мод. 1Е140П, является нормализованным узлом (АКС-206-63-11).

Поперечные суппорты (рис. 4.18) токарно-револьверного автомата перемещаются от кулачков распределительного вала через рычаги 7, 8, 13, 14 и др. с зубчатыми секторами, имеющими для всех суппортов передаточное отношение 1:1.

На переднем горизонтальном суппорте 1 имеются продольные направляющие, в которых тягой 12 от отдельного кулачка перемещается параллельно оси шпинделя дополнительный продольный суппорт 6. Если он в работе не используется, его жестко закрепляют на призме переднего поперечного суппорта враспор винтом 10 и гайками 9.

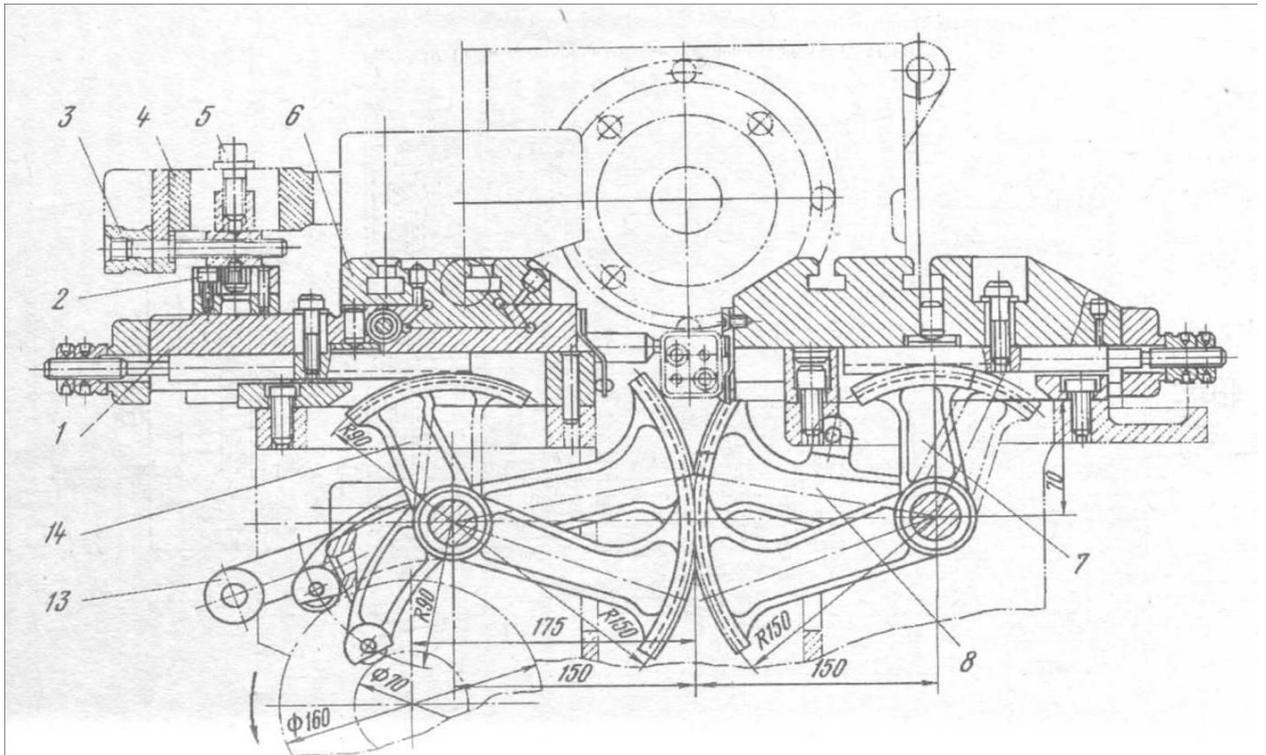


Рисунок 4.18. Поперечные суппорты.

Продольный суппорт расширяет технологические возможности автомата.

Продольный суппорт с револьверной головкой наиболее распространенной конструкции показан на рис. 4.19. Она обеспечивает рабочие ходы суппорта 18 от кулачка 12, а также быстрый отвод-подвод суппорта на расстояние, не зависящее от перепада радиусов на кулачке 12 и достаточное для того, чтобы исключить столкновение инструментов с обрабатываемой заготовкой при смене позиций револьверной головки.

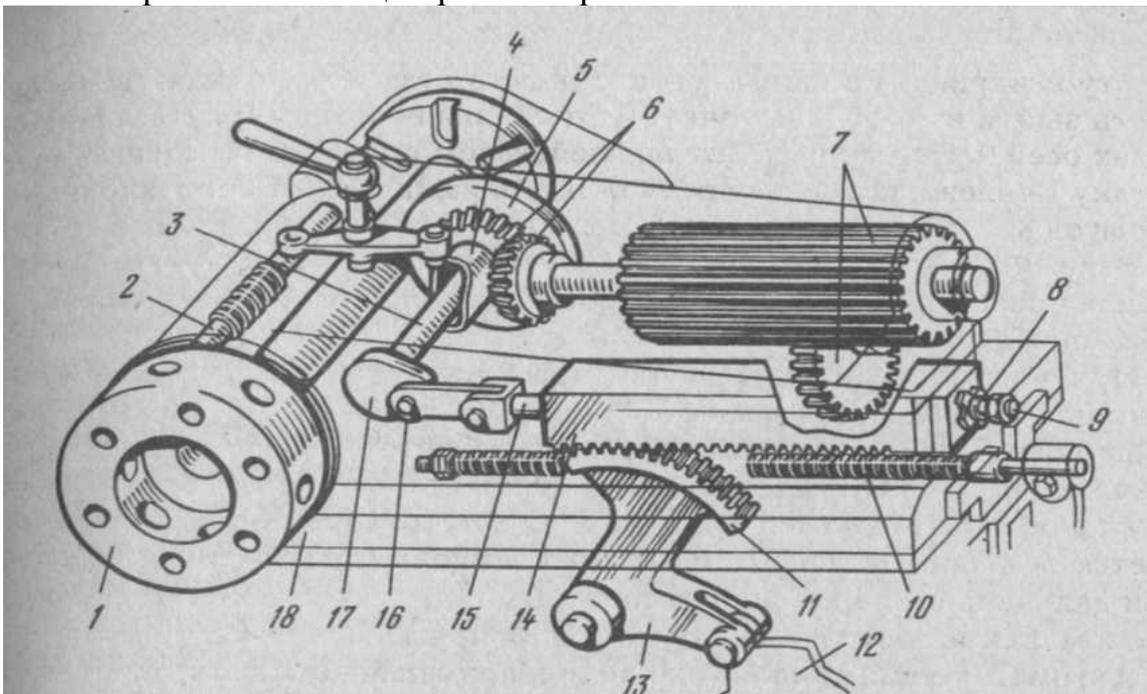


Рис. 4.19. Продольный суппорт с револьверной головкой токарно-револьверных автоматов.

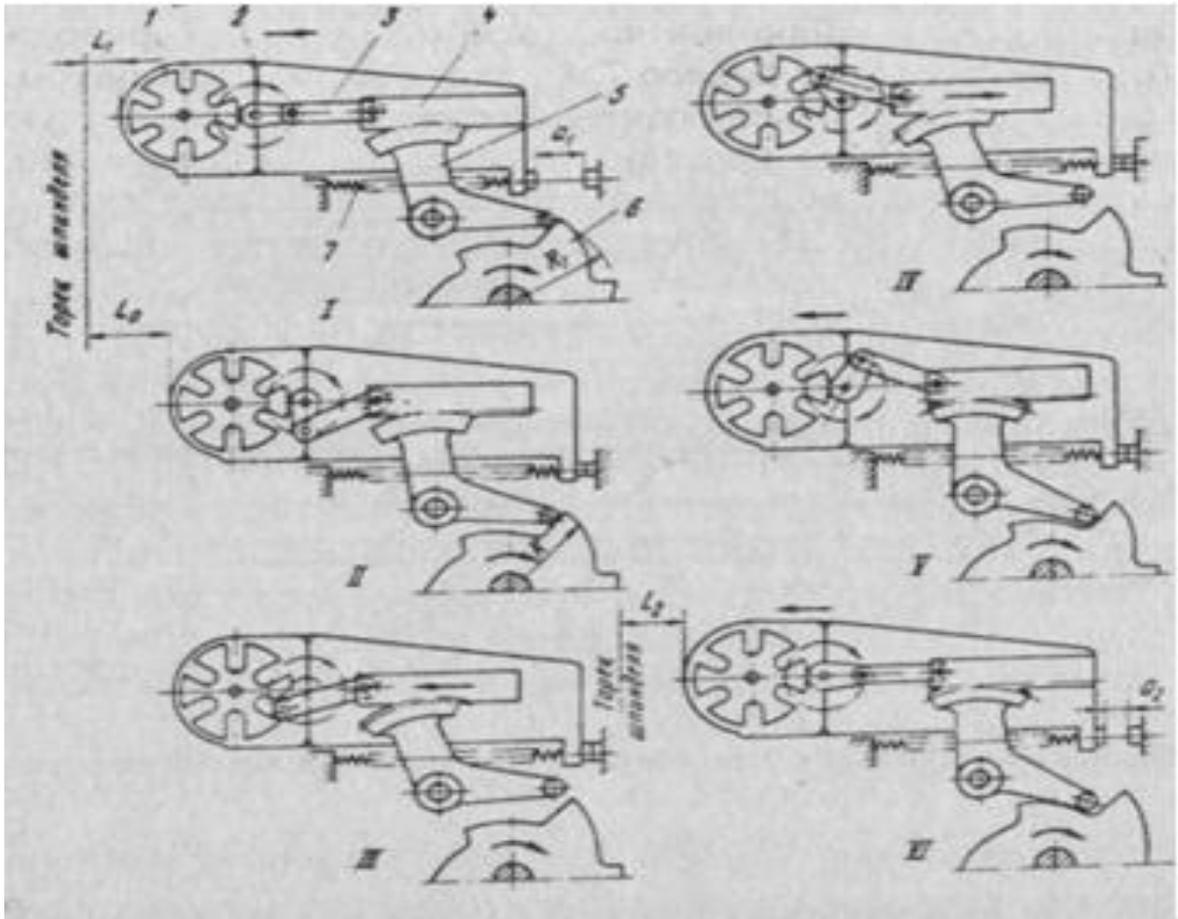


Рисунок 4.20. Схема поворота револьверной головки: I, II, III, IV, V, VI – последовательные положения.

При рабочем ходе суппорта поворот рычага 13 с зубчатым сектором от кулачка 12 вызывает перемещение пустотелой рейки 14 с расположенной внутри и жестко связанной с ней штангой 15 и далее шатуна 16 и кривошипа 17, вал 3 которого с подшипниками установлен непосредственно в корпусе суппорта. Положение суппорта можно регулировать смещением штанги 15 относительно рейки 14 с помощью резьбовой втулки 9 с контргайкой 8. Пружина 10 обеспечивает обратный ход суппорта, осуществляя силовое замыкание кулачкового механизма. Поворот револьверной головки 1 на $1/6$ оборота совершается за один оборот вала 3, на котором установлены кулачок 4 фиксатора 2 револьверной головки и диск 5 с расположенным на торце поводком (на рисунке 4.19 не виден) мальтийского креста. Вращение вала 3 передается от вспомогательного вала зубчатыми передачами 7 и 6. Цикл поворота револьверной головки осуществляется следующим образом (рисунок 4.20): в начале кривой спада на кулачке 6 (позиция I) подается команда на включение однооборотной муфты на вспомогательном валу и валик 2 начинает вращательное движение, выводя кривошипно-шатунный механизм из мертвого положения, при котором суппорт находился на расстояниях L_1 и a_1 соответственно, от торца шпинделя и заднего жесткого упора.

Под действием пружины 7 суппорт с поворачивающимся кривошипным валиком 2 отходят назад до упора (позиция II) и шатун 3 с гайкой 4 начинают

двигаться вперед, отрывая ролик рычага 5 от лачка 6. В это время происходит расфиксация головки и начинается поворот (позиция III), по завершении которого (позиция IV) она должна быть вновь зафиксирована. При повороте головки кривошипно-шатунный механизм проходит второе мертвое положение, после которого направление смещения рейки 3 с шатуном 4 изменится на обратное и будет продолжаться до тех пор, пока ролик рычага 5 не опустится на кулачок 6 (позиция V).

Завершая оборот, валик 2 давит через шатун на неподвижную рейку и осуществляет перемещение суппорта вперед в исходное положение (позиция VI). Новые расстояния L_2 и a_2 связаны с предыдущими значениями L_1 и a_1 зависимостью $L_1 + a_1 = L_2 + a_2 = L_0$, а максимальное расстояние, на которое может быть отведен суппорт, равно двум радиусам кривошипа. Продолжительность цикла поворота револьверной головки автомата мод. 1E140П составляет одну секунду.

4.5. МНОГОШПИНДЕЛЬНЫЕ ТОКАРНЫЕ АВТОМАТЫ

Многошпиндельные горизонтальные токарные автоматы, как и одношпиндельные, предназначены для изготовления различных деталей из труб и калиброванных прутков круглого, квадратного или шестигранного сечения из различных марок стали и цветных сплавов.

Они могут иметь четыре, шесть (рис. 4.21) или восемь шпинделей 6, расположенных по окружности в едином шпиндельном блоке 1 и получающих вращение с одинаковой частотой от главного привода через вал 3 и общее центральное колесо 7. Периодическим поворотом шпиндельного блока шпиндели переводятся из одной позиции в другую, режущие инструменты устанавливаются на индивидуальных для каждой позиции поперечных суппортах 2 и на общем для всех позиций продольном суппорте 5, перемещающемся по направляющей гильзе 4. Этот суппорт выполнен в виде многогранника с числом граней, равным количеству позиций, на которых и располагаются державки с инструментами.

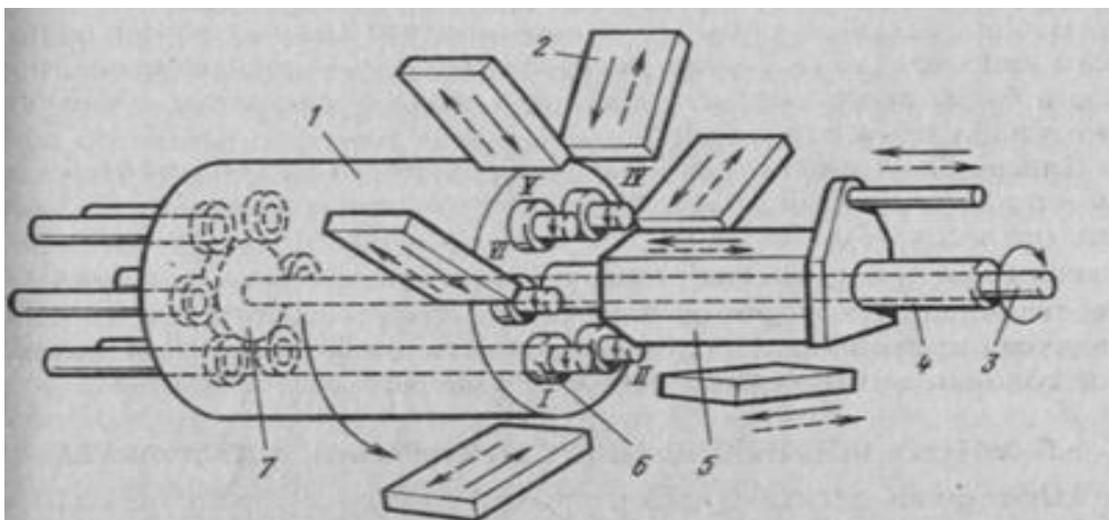


Рисунок 4.21. Схема работы многошпиндельного токарного автомата.

Параметры	1216-4К	1Б240-4К	1Б290-4К	1216-6К	1Б240-6К	1Б290-6К
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	20	50	80	16	40	100
Наибольшая длина подачи прутка, мм	100	180	200	100	180	250
Число шпинделей	4	4	4	6	6	6
Наибольший ход поперечных суппортов, мм:						
нижних	40	80	125	40	80	125
верхних	40	80	100	40	80	100
заднего среднего	-	-	-	40	80	125
отрезного	-	-	-	30	50	65
Наибольший ход продольного суппорта, мм	80	180	275	80	180	275
Частота вращения шпинделей, мин ⁻¹	279-1995	125-1230	50-508	370-2650	140-1600	70-660
Наибольшая подача, мм/об:						
продольного суппорта	1,7	6,6	8,4	1,7	6,6	5,9
поперечных суппортов	0,4	0,33	2,0	0,4	3,3	1,4
Длительность быстрого хода, с	1,5	2,5	3,7	1,5	2,0	3,7
Мощность главного привода, кВт	7,5	13	30-40	7,5	15	30-40
Масса, кг	4000	10000	20900	4000	6500	22000

Рисунок 4.22. Технические характеристики многошпиндельных токарных автоматов.

Обработка заготовки производится различными группами режущих инструментов при последовательном прохождении шпинделя через все позиции автомата. На последней позиции происходит отрезка готовой детали и подача прутка для изготовления следующей детали.

Все операции технологического процесса разделяются и группируются по позициям так, чтобы время их выполнения на каждой позиции было одинаковым и минимальным. Обработка ведется одновременно на всех позициях и поэтому готовая деталь будет сниматься с автомата после каждого поворота шпиндельного блока на одну позицию. В отличие от одношпиндельных автоматов, холостые ходы здесь выполняются не последовательно, чередуясь с рабочими ходами, а все сразу и кроме того при ускоренном вращении распределительного вала. Этот принцип обеспечивает более высокую производительность обработки.

I Автоматы, на которых заготовки обрабатываются по схеме на рисунке 4.21, получили название автоматов последовательного действия, восьмишпиндельные автоматы этого типа имеют две позиции, на которых может производиться подача и зажим материала и, соответственно, поворот шпин-

дельного блока может осуществляться сразу на две позиции. Это позволяет последовательно обрабатывать заготовки простых деталей на половине позиций и снимать с автомата за цикл работы сразу две готовые детали.

Шестишпиндельные автоматы также могут выпускаться для параллельной обработки двух потоков заготовок, однако в отличие от восьмишпиндельных они не могут быть перенастроены на однопоточный режим.

В автоматах параллельного действия заготовки на всех позициях обрабатываются только одной группой инструментов и поэтому за цикл работы на них получают столько готовых деталей, сколько рабочих позиций имеет автомат. Назначение и область их применения те же, что и у одношпиндельных фасонно-отрезных автоматов. В настоящее время в промышленности эксплуатируется большая гамма отечественных многошпиндельных автоматов (см. рисунок 4.22), Несмотря на большое разнообразие моделей и модификаций многошпиндельных автоматов, их устройство и компоновка практически одинаковы.

Основные узлы автомата крепятся на станине, которая одновременно является резервуаром для смазки и охлаждающей жидкости. Станина, передняя стойка со шпиндельным блоком и поперечными суппортами, траверса с распределительным валом и задняя стойка с коробкой передач образуют замкнутую раму, обеспечивающую высокую жесткость всей конструкции. Вращение шпинделям передается от коробки передач центральным валом, проходящим внутри цилиндрической направляющей продольного суппорта.

Основные узлы и механизмы автомата

Шпиндельный блок представляет собой барабан, в расточенных отверстиях которого по окружности смонтированы рабочие шпиндели с механизмами подачи и зажима прутков. Он установлен в передней стойке на двух опорных поверхностях, к которым он после поворота прижимается рычагами механизма фиксации.

В качестве передней опоры шпинделей применяются двухрядные роликовые подшипники, задней - два радиально-упорных шарикоподшипника. Осевая нагрузка воспринимается упорным шарикоподшипником. Опоры собраны с предварительным натягом.

Подача прутка производится перемещением подающей цанги.

Продольный суппорт (рисунок 4.23) представляет собой шестигранную каретку 4, которая перемещается по пустотелой гильзе 7 и удерживается от проворота вокруг ее оси ползуном 6, скользящим по направляющей планке 5, закрепленной на траверсе автомата. Клиньями 9 и 10 устанавливается окончательное положение граней каретки по отношению к рабочим шпинделям, а также регулируется рабочий зазор между ползуном 6 и планкой 5. Подача суппорта осуществляется рычагом 8 через шток 1, соединенным с кареткой 4 шарниром 3.

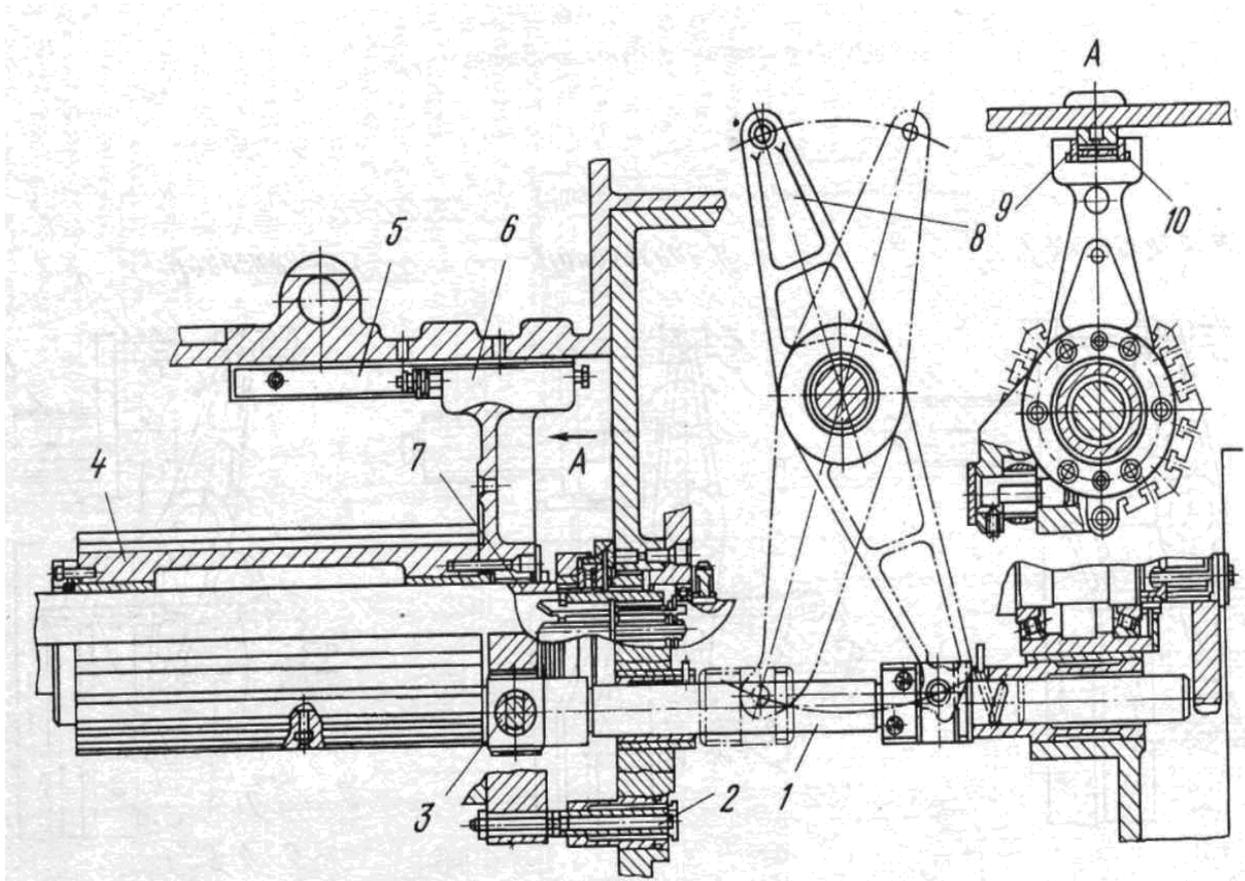


Рисунок 4.23. Продольный суппорт шестишпиндельного автомата.

Такое соединение обусловлено перекосом гильзы 7 при подъеме шпиндельного блока перед его поворотом. Для точного позиционирования в крайнем рабочем положении применяется жесткий упор 2.

Привод подачи продольного суппорта (рисунок 4.24) позволяет изменять величину рабочего хода при использовании постоянных кулачков на распределительном валу. Он включает: спаренный барабанный кулачок 1, толкатели 2 и 4, рычаг 5, зубчатую колодку 6, шарнирно связанную с шатуном 3, рычаг 7 и тягу 8. Длина рабочего хода суппорта 9 настраивается перестановкой колодки 6 по зубчатому сектору рычага 5, который поворачивается вокруг осей O_1 и O_2 в зависимости от перемещения толкателей 4 и 2. Положение I соответствует началу быстрого подвода, положение II - началу рабочего хода и положение III - началу быстрого отвода суппорта.

Поперечные суппорты (рисунок 4.25) шестишпиндельного автомата смонтированы: верхние 1 и 2 - на траверсе автомата, а средние 3 и 6 и нижние 4 и 5 - на торце корпуса шпиндельного блока. Средний поперечный суппорт 6 предназначен для установки отрезного резца и по своей конструкции несколько отличается от остальных суппортов. Вблизи него расположен поворотный упор 7.

Подача суппортов осуществляется от индивидуальных кулачков, закрепленных на распределительном валу, причем для верхних суппортов они сменные, а для остальных - постоянные.

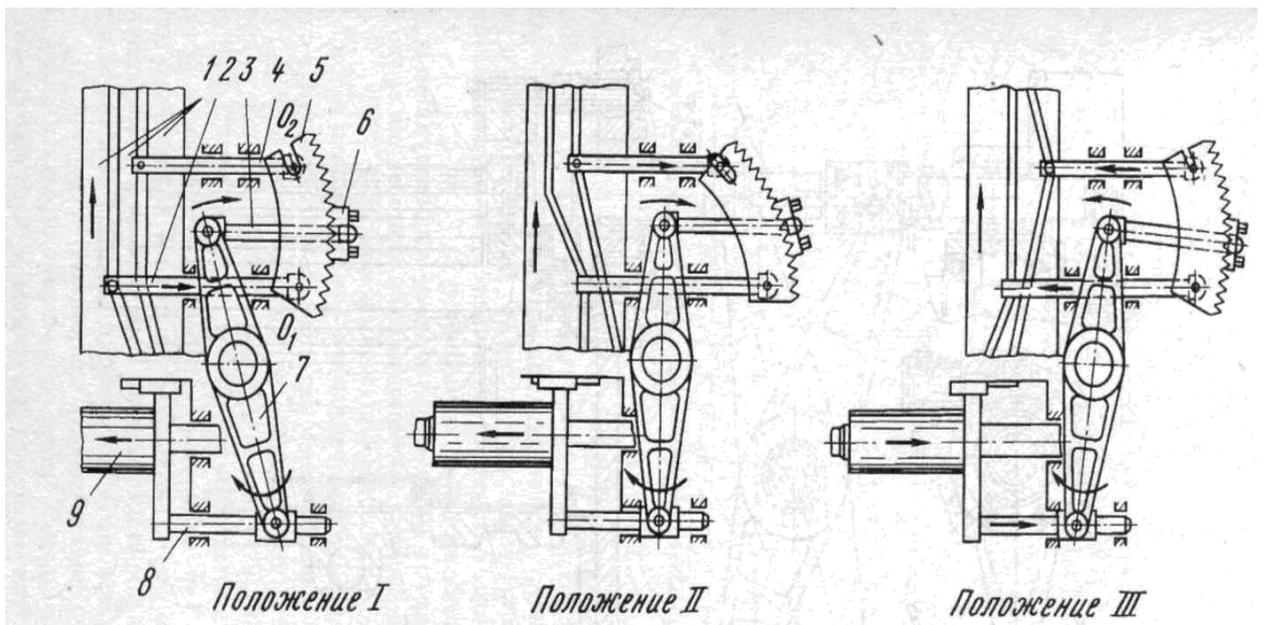


Рисунок 4.24. Привод подачи продольного суппорта.

Механизм поворота шпиндельного блока показан на рисунок 4.26. При ускоренном вращении распределительного вала 1 водило 3 с роликом 2 поворачивает четырехпазовый мальтийский крест на 90° , что обеспечивает через зубчатые передачи $60/50$ и $80/144$ поворот шпиндельного блока на 60° . Мальтийский крест и зубчатое колесо $Z = 60$ смонтированы на диске 5 и их взаимное угловое положение регулируется эксцентриком на оси 4, входящим в радиальный паз зубчатого колеса. Эта регулировка позволяет менять конечное положение шпиндельного блока после его поворота, что необходимо для наладки и дальнейшей надежной работы фиксирующего механизма.

В ложе шпиндельного блока выполнены карманы, в которые перед поворотом подается масло под давлением, и блок всплывает на $0,08-0,1$ мм. Подъем блока контролируется индикатором 6, а два ролика 7 ограничивают его перемещение в горизонтальной плоскости как при подъеме, так и при его повороте. В зафиксированном положении шпиндельного блока зазор между роликами 7 и цилиндрическим пояском колеса $Z = 144$ регулируется эксцентричными осями 8 и устанавливается равным $0,02-0,03$ мм.

Механизм фиксации шпиндельного блока приведен на рис. 3.30. Его работа сблокирована с работой поворотного механизма так, что началу поворота шпиндельного блока предшествует его расфиксация, а после поворота следует фиксация его положения.

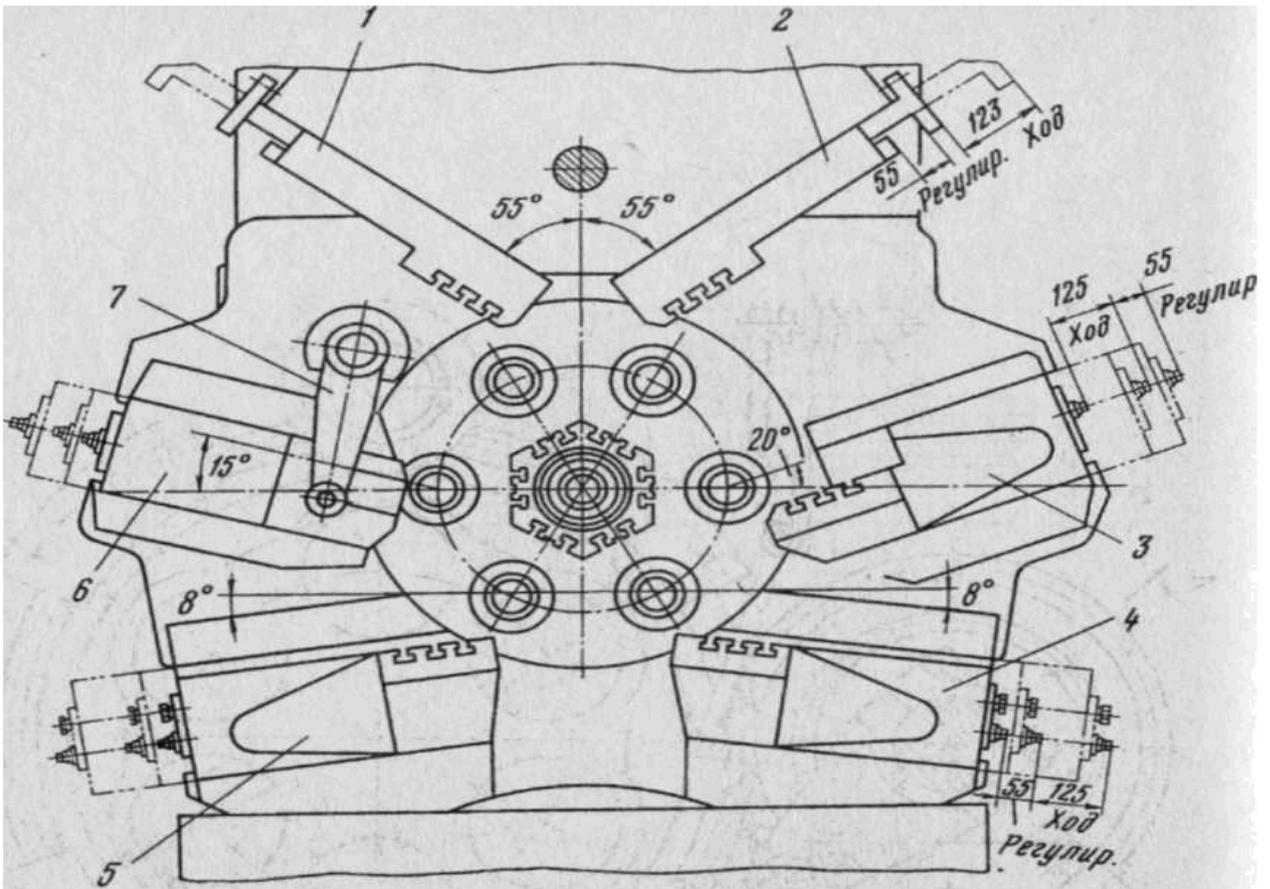


Рисунок 4.25. Схема расположения поперечных суппортов.

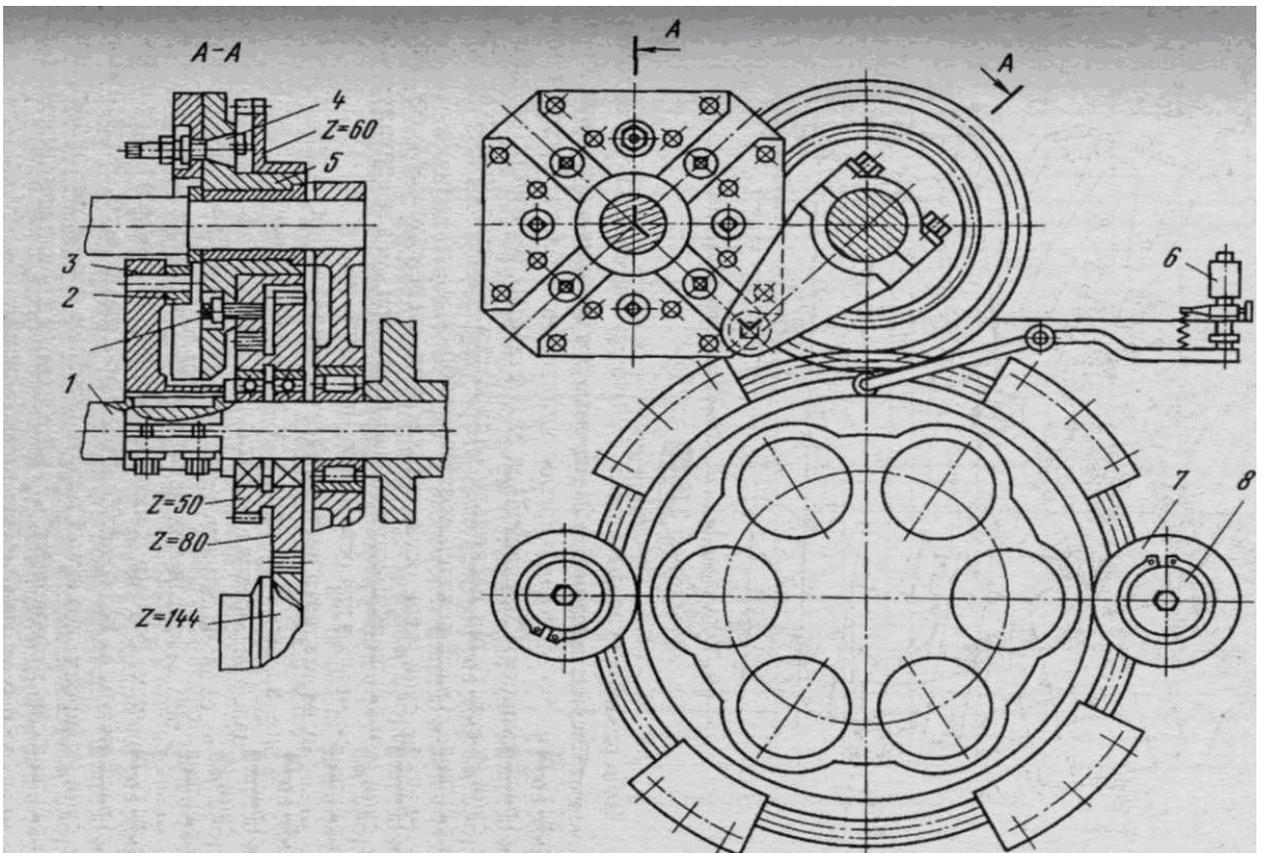


Рисунок 4.26. Механизм поворота шпиндельного блока

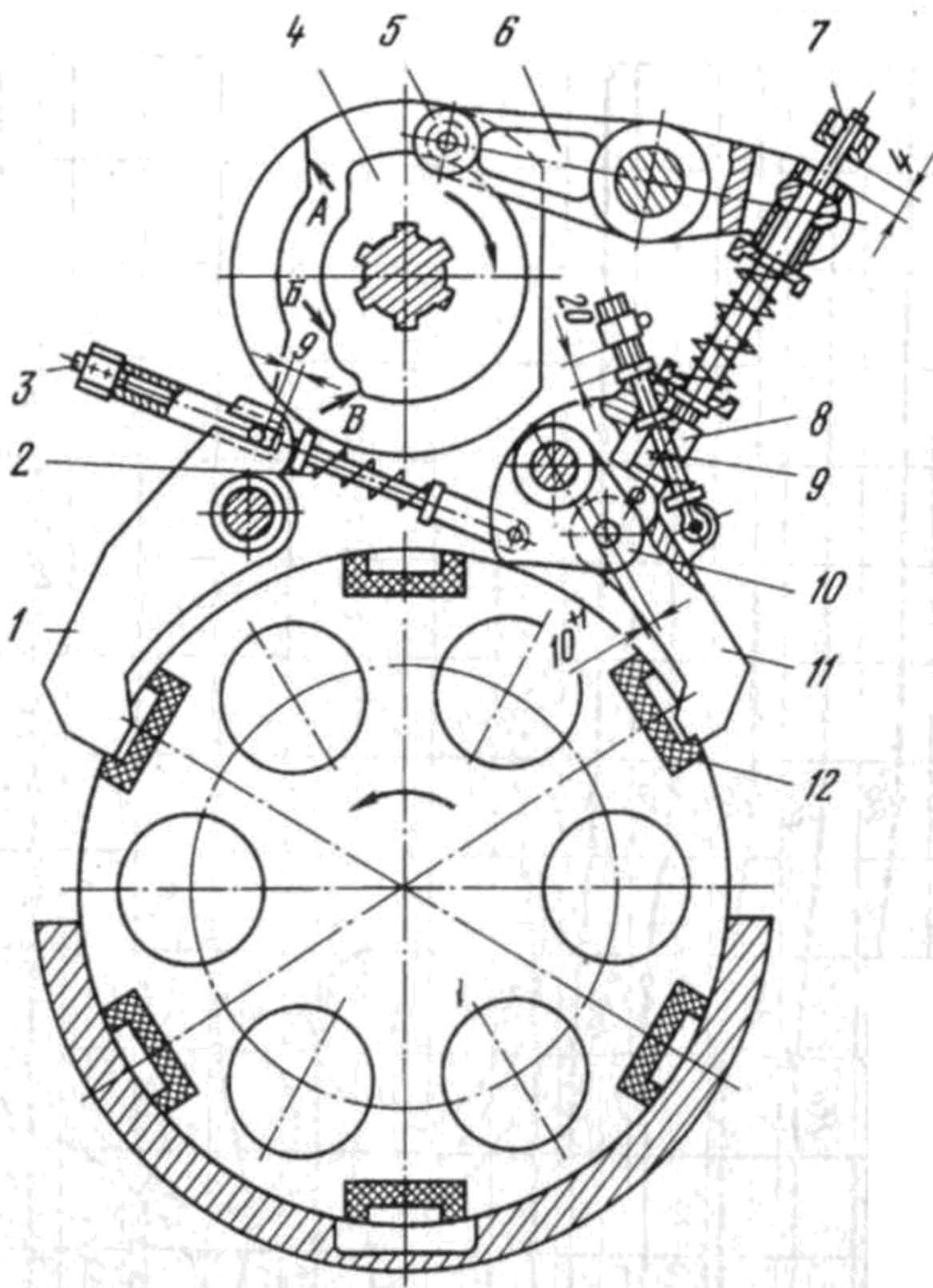


Рисунок 4.27. Механизм фиксации шпиндельного блока.

На участке А фиксирующего кулачка 4 распределительного вала происходит поворот рычага 6 против часовой стрелки, в результате чего тягой 7 поворачивается рычаг 10, который через тяги 8 и 3 выводит нижние концы сначала рычага 11, а затем и рычага 1 из замков 12 шпиндельного блока. После

этого происходит поворот блока, во время которого ролик 5 скользит по цилиндрическому участку кулачка 4. В конце поворота шпиндельного блока кулачок 4 своим участком Б поворачивает рычаг 6 по часовой стрелке и в таком же направлении рычаг 10. Под действием пружин 2 и 9 рычаги 1 и 11 западают в очередные замки 12, осуществляя предварительную фиксацию шпиндельного блока, при которой между опорными площадками рычага 1 и замка 12 образуется зазор 1-1,5 мм, настраиваемый механизмом поворота шпиндельного блока. Окончательная фиксация происходит на участке В кулачка 4, при взаимодействии с которым рычаг 6 дополнительным поворотом рычага 10 опускает рычаг 11, в результате чего шпиндельный блок совершает поворот в обратном направлении (по часовой стрелке) до упора плоскости замка 12 в опорную площадку рычага 1.

Показанные на схеме регулируемые зазоры 4, 20 и 9 мм обеспечивают отмеченную выше последовательность работы рычагов 1 и 11, а также изменяют в нужном направлении усилия пружин во время фиксации и расфиксации шпиндельного блока.

4.6. ОДНОШПИНДЕЛЬНЫЕ ТОКАРНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ.

Одношпиндельные токарные полуавтоматы предназначены для обработки в массовом и крупносерийном производстве многоступенчатых валов, ступенчатых втулок, блоков зубчатых колес и других подобных деталей из штучных заготовок из различных сталей, цветных металлов и сплавов. Их можно разбить на три группы: многолезцовые, копировальные и многолезцово-копировальные.

Обработка заготовок 2 на многолезцовом полуавтомате (рисунок 4.28) осуществляется сравнительно большим количеством одновременно работающих по одинаковым траекториям резцов, установленных на продольном 12 и поперечном 3 суппортах. Установка заготовки в центрах передней 1 и задней 4 бабок, пуск станка и снятие готовой детали производится вручную, а подвод суппортов к заготовке, ее обработка и возврат суппортов в исходное положение производятся автоматически. Суппорт 12 перемещается вместе с планками 6 и 8 относительно неподвижной линейки 10, при этом ролик 7 перекачивается по линейке 10 и постоянно поджимается к ней пружинами 11.

Цикл работы продольного суппорта следующий: быстрый подвод суппорта (участок а-б), врезание резцов (участок б-в), когда ролик 7 катится по наклонному участку линейки 10, обработка заготовки с подачей S_{np} (участок в-г), отскок суппорта (участок г-д), возвращение суппорта в исходное положение (участки д-е, е-и, и-к) и перемещение (подскок) суппорта вперед (участок к-а).

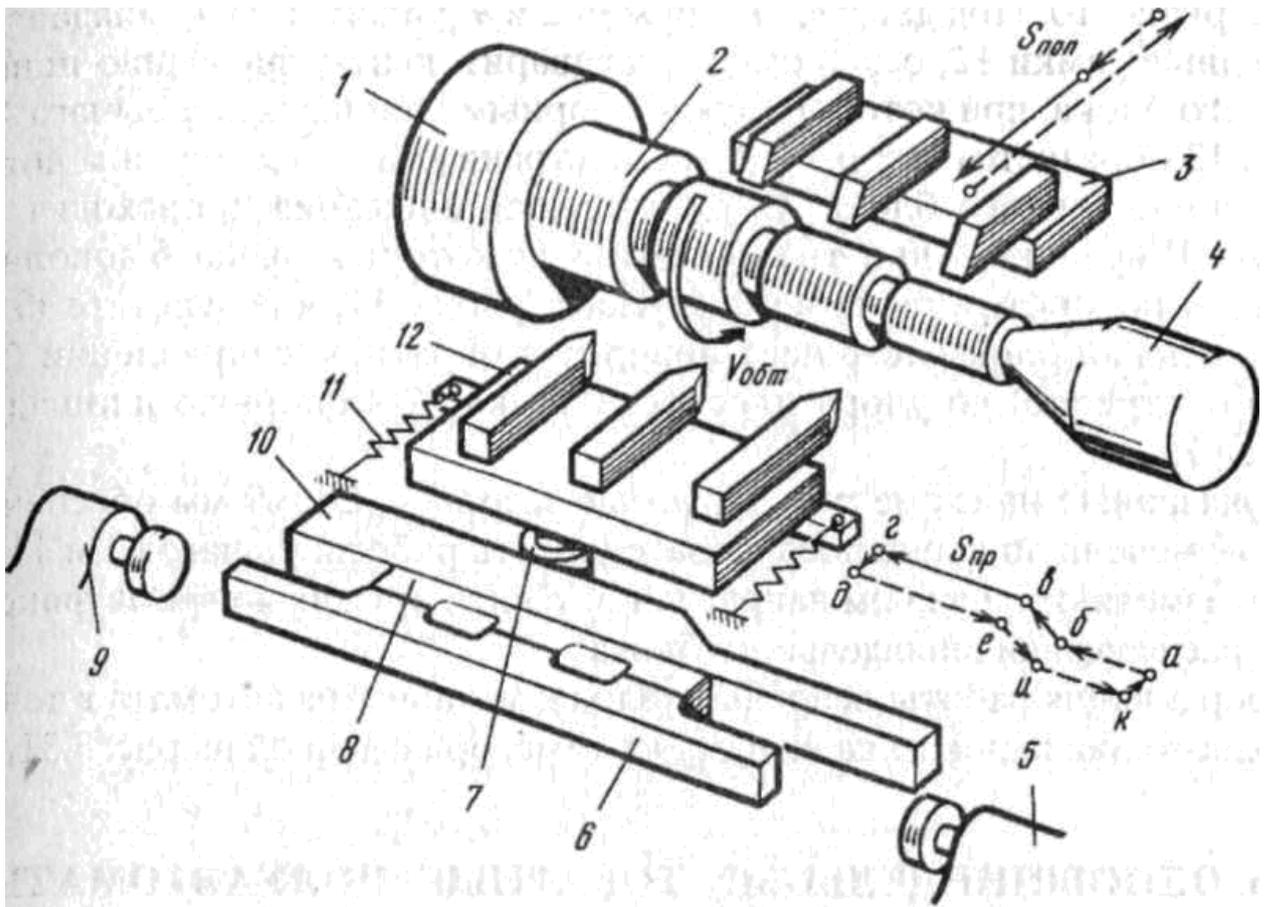


Рисунок 4.28. Схема работы многорезцового полуавтомата.

Отскок-подскок (примерно на 1 мм) суппорта осуществляется с помощью планок 6 и 8 при их смещении относительно друг друга, когда происходит смена контактирующих пар поверхностей с пары "выступ-выступ" на пару "выступ-впадина" и наоборот. Отскок в конечной точке обработки настраивается перестановкой упора 9, а подскок в исходном положении - упора 5. При установке на продольном суппорте линейки 10 с фасонным профилем на таком полуавтомате можно обрабатывать заготовки с фасонными и коническими поверхностями.

Цикл работы поперечного суппорта 3 проще и включает: быстрый подвод, обработку заготовки на рабочей подаче и быстрый отвод в исходное положение. Привод этого суппорта осуществляется от постоянного барабанного кулачка (на рисунке не показан), получающего вращение от продольного суппорта при его перемещении вдоль оси заготовки. По компоновке многорезцовые полуавтоматы аналогичны универсальным токарным станкам.

На копировальном полуавтомате (рисунок 4.29) заготовка 16, установленная в центрах и зажатая в патроне, обрабатывается одним резцом 5, закрепленным на копировальном суппорте 3, который в поперечном направлении перемещается по направляющим каретки 2 гидроцилиндром 4, а в продольном - вместе с кареткой по направляющим станка гидроцилиндром 1. Пиноль 9 задней бабки постоянно поджимается гидроцилиндром 10.

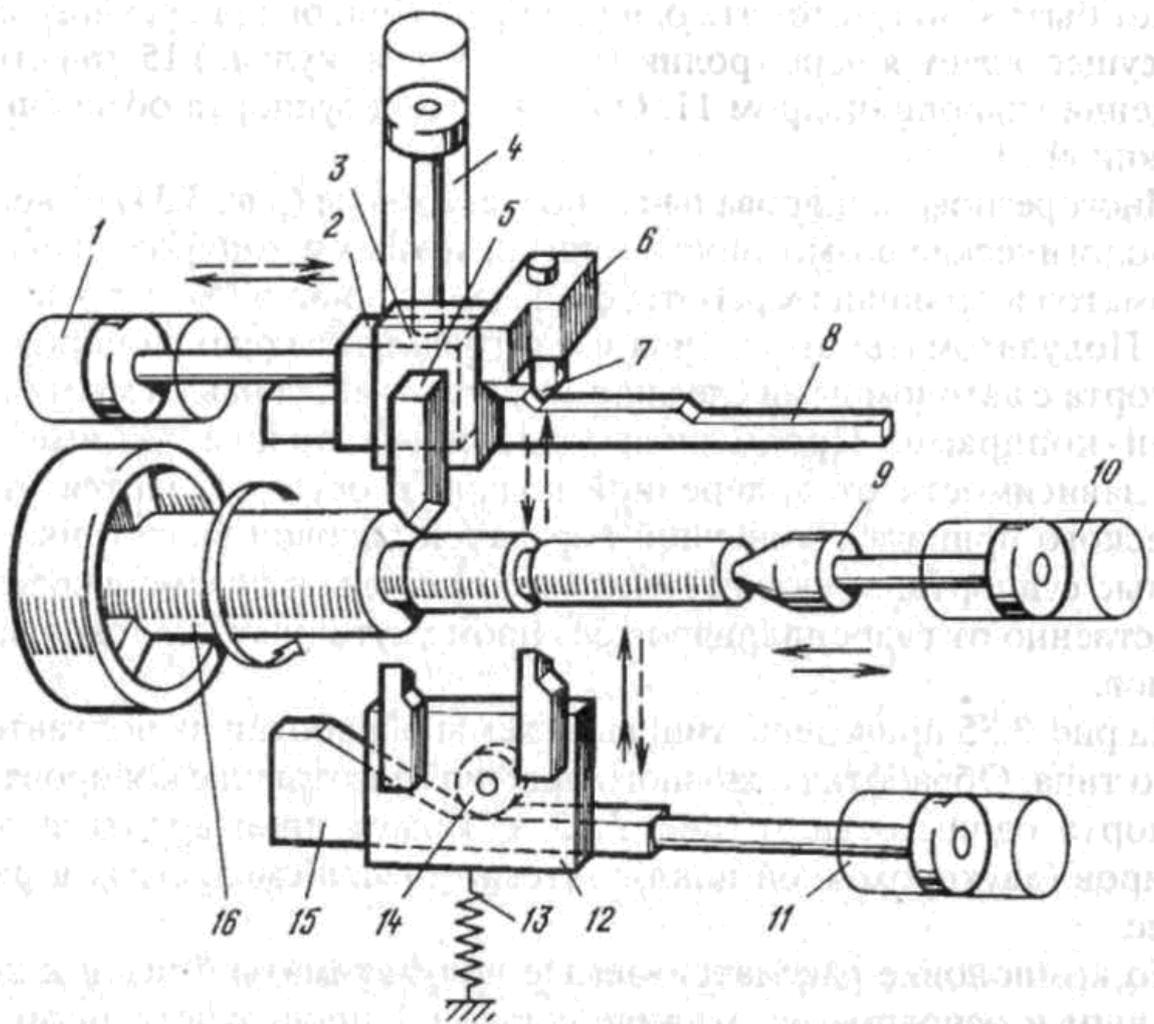


Рисунок 4.29. Схема работы копировального полуавтомата.

Привод поперечной подачи суппорта следящий. Он управляется копиром 8 через шуп 7 копировальной головки 6. Профиль наконечника Шупа точно соответствует профилю резца 5, а размеры рабочего профиля копира точно воспроизводят чертежные размеры контура изготавливаемой детали.

Прорезка канавок, снятие фасок и другие операции, которые не Могут быть выполнены на заготовке копировальным суппортом, производятся резцами, установленными на поперечном суппорте 12, которых может быть у полуавтомата один или два. Привод поперечного суппорта осуществляется через ролик 14 от ползуна (кулака) 15 при его перемещении гидроцилиндром 11. Обратный ход суппорта обеспечивается пружиной 13.

Многорезцово-копировальные полуавтоматы (рисунок 4.30) объединяют технологические возможности многорезцовых и копировальных полуавтоматов и принцип их работы совпадает с принципом работы последних. Полуавтоматы этого типа имеют два накладных копировальных суппорта с автономными следящими системами, управляемыми отдельными копирами. Продольная (задающая) подача не имеет прямой зависимости от поперечной подачи и осуществляется от механического привода с конечной передачей ходовой винт-гайка. Поперечные суппорты имеют независимые приводы и

перемещаются непосредственно от гидроцилиндров без промежуточных кулачковых механизмов.

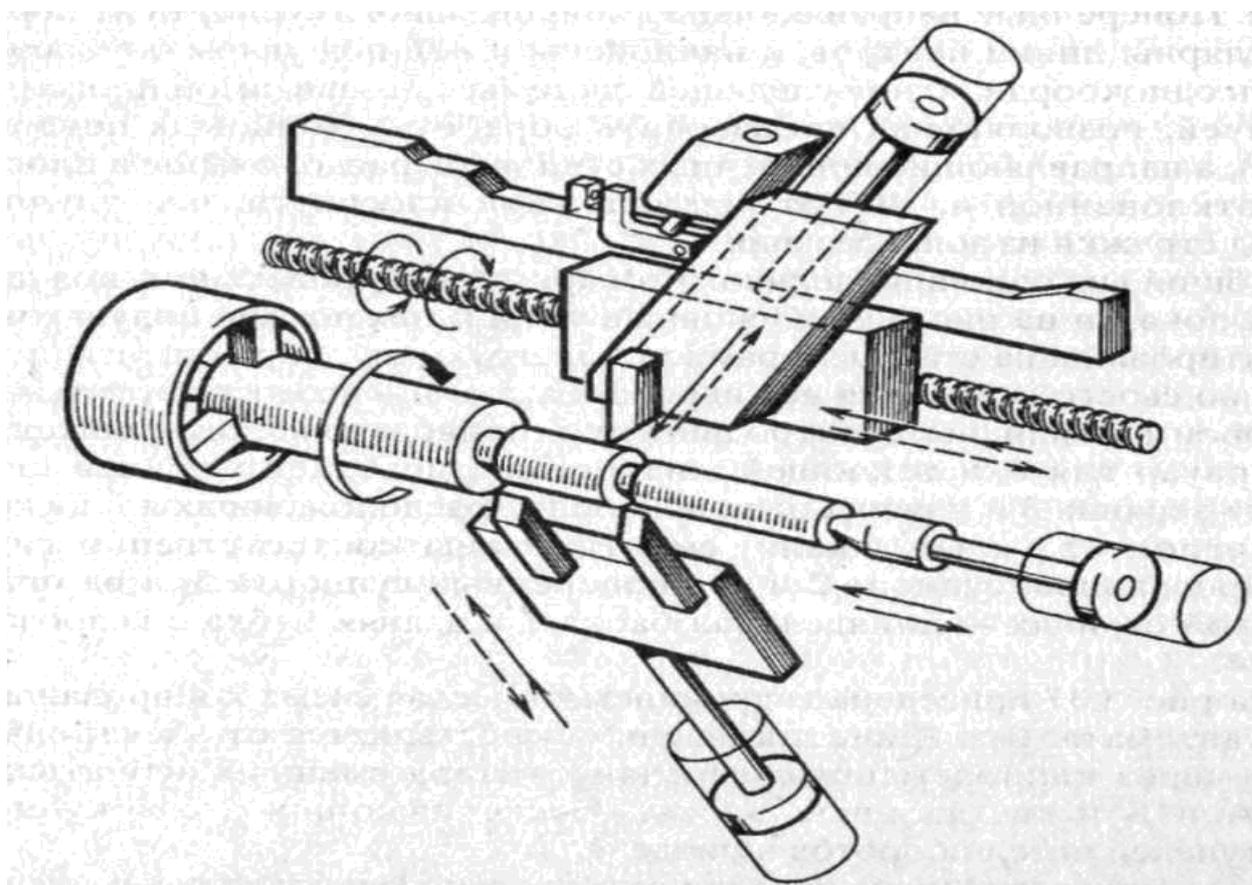


Рисунок 4.30. Схема работы многолезцово-копировального автомата.

На рисунок 4.31 приведены типовые схемы обработки на полуавтоматах этого типа. Обработка основного профиля заготовки с копировального суппорта одним резцом (рис. 4.31, а) может производиться от двух копиров (двухпроходной цикл), автоматически сменяемых в рабочем цикле.

По компоновке рассматриваемые полуавтоматы близки к копировальным и основное их отличие состоит в пространственном расположении поперечных направляющих суппортов (сравните рисунки 4.29 и 4.30).

Поперечные направляющие копировального суппорта не перпендикулярны линии центров, а наклонены к ней под углом 60° (особенность однокоординатной следящей системы с независимой продольной подачей, позволяющая производить обработку торцовых поверхностей), а направляющие поперечных суппортов расположены в плоскости, отклоненной на 40° от вертикальной плоскости, что улучшает отвод стружки из зоны резания.

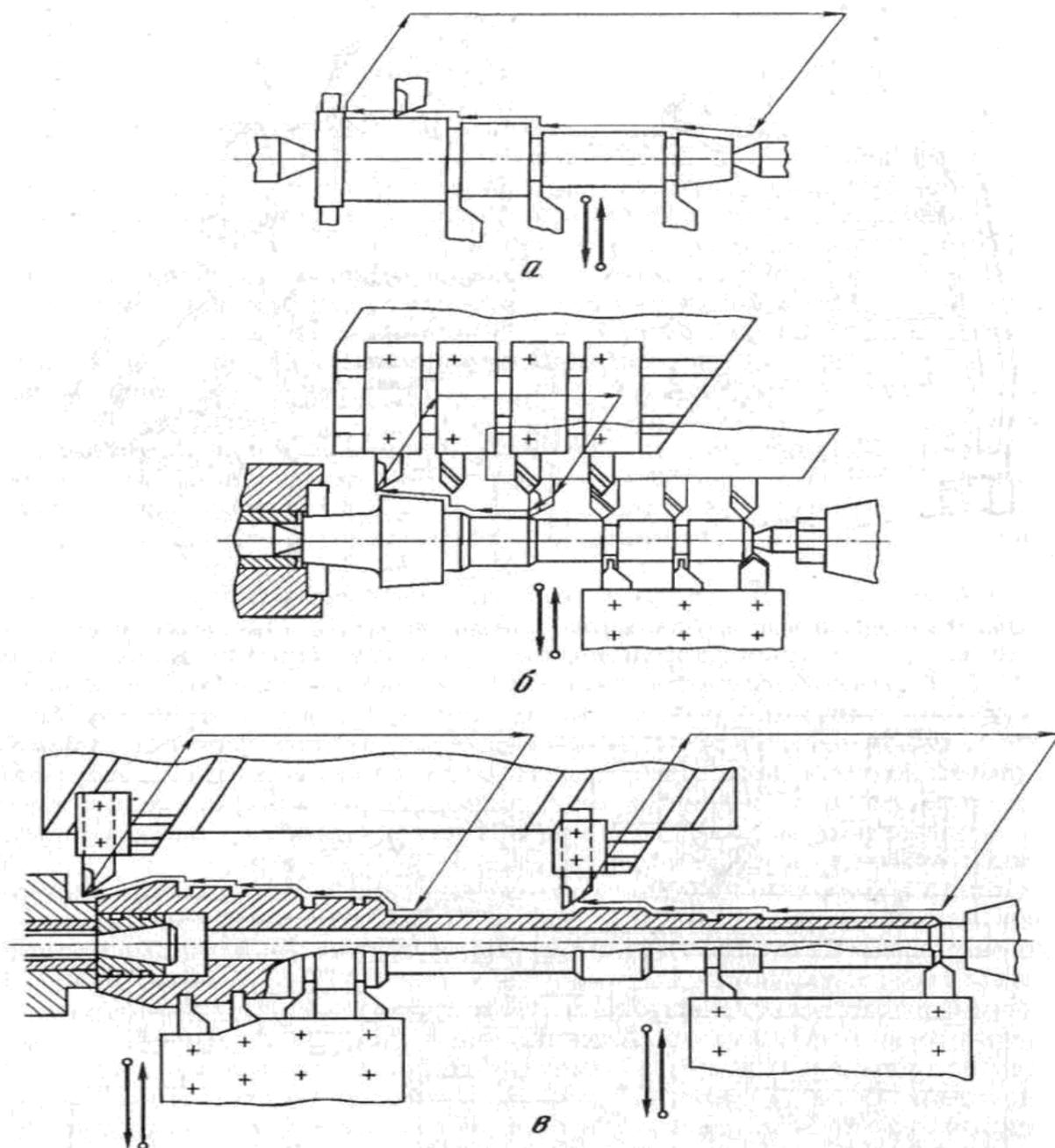


Рисунок 4.31. Схема обработки заготовок на многолезковых копировальных полуавтоматах: а - одним резцом, б – блоком резцов, в – с двух копировальных суппортов.

Общий вид одношпиндельного токарного копировального полуавтомата показан на рисунке 4.32. Основные узлы и механизмы полуавтомата смонтированы на станине 6 рамной конструкции, опирающейся правой частью своего основания на гидробак, а левой - на моторную тумбу, в которой размещены электродвигатель привода главного движения и резервуар для охлаждающей жидкости. С передней стороны станины на верхних 3 и нижних направляющих, расположенных в плоскости под углом 15° к вертикали, смонтированы соответственно гидрокopировальный суппорт 2 и два поперечных суппорта 5, а на правой и левой стойках - шпиндельная бабка 1 и задняя бабка с гидрозажимом 4.

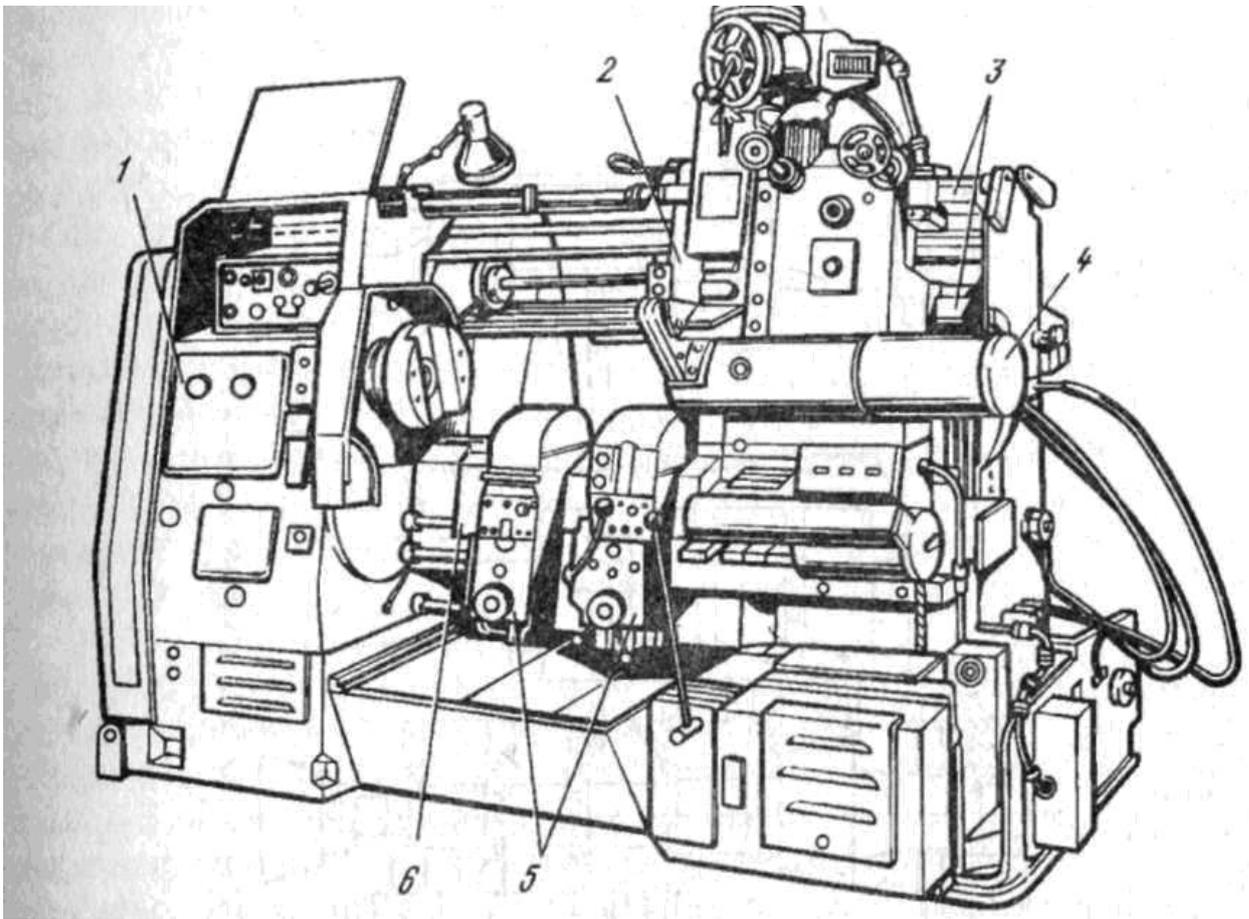


Рисунок 4.32. Одношпиндельный токарный полуавтомат модели 1722.

На рисунке 4.33 приведена гидрокинематическая схема копировального полуавтомата. Вращение шпинделя осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу, гитару сменных зубчатых колес А и Б и два двойных блока, обеспечивающих в совокупности 12 ступеней чисел оборотов шпинделя.

Ускоренная и рабочие подачи копировального и поперечных суппортов, а также подача пиноли задней бабки осуществляются гидравлическим приводом. Установка суппортов и задней бабки на заданный диаметр и длину обработки производится вращением соответствующих ходовых винтов.

На полуавтомате применена гидравлическая следящая система с зависимой продольной подачей, которая работает следующим образом: масло от насоса поступает по трубопроводам 6 и 10 в следящий золотник 8 и правую полость гидроцилиндра 1, который осуществляет продольную подачу копировального суппорта и одновременно следящего золотника относительно неподвижного копира 2. Среднее положение золотника (показано на схеме), при котором доступ масла в обе полости цилиндра 12 перекрыт, соответствует обработке на заготовке цилиндрического участка. Когда щуп 9, скользя по копиру 2, перейдет на его наклонный участок и сместит золотник относительно его корпуса вверх, откроется путь маслу от насоса в нижнюю полость цилиндра и суппорт с резцом начнет перемещение вверх, то есть в том же, что и золотник направлении. Масло, вытесняемое из верхней полости цилиндра, пройдя

через золотник поступит в трубопровод 7, а далее в регулятор 3 и через дроссель 4 - в бак гидросистемы.

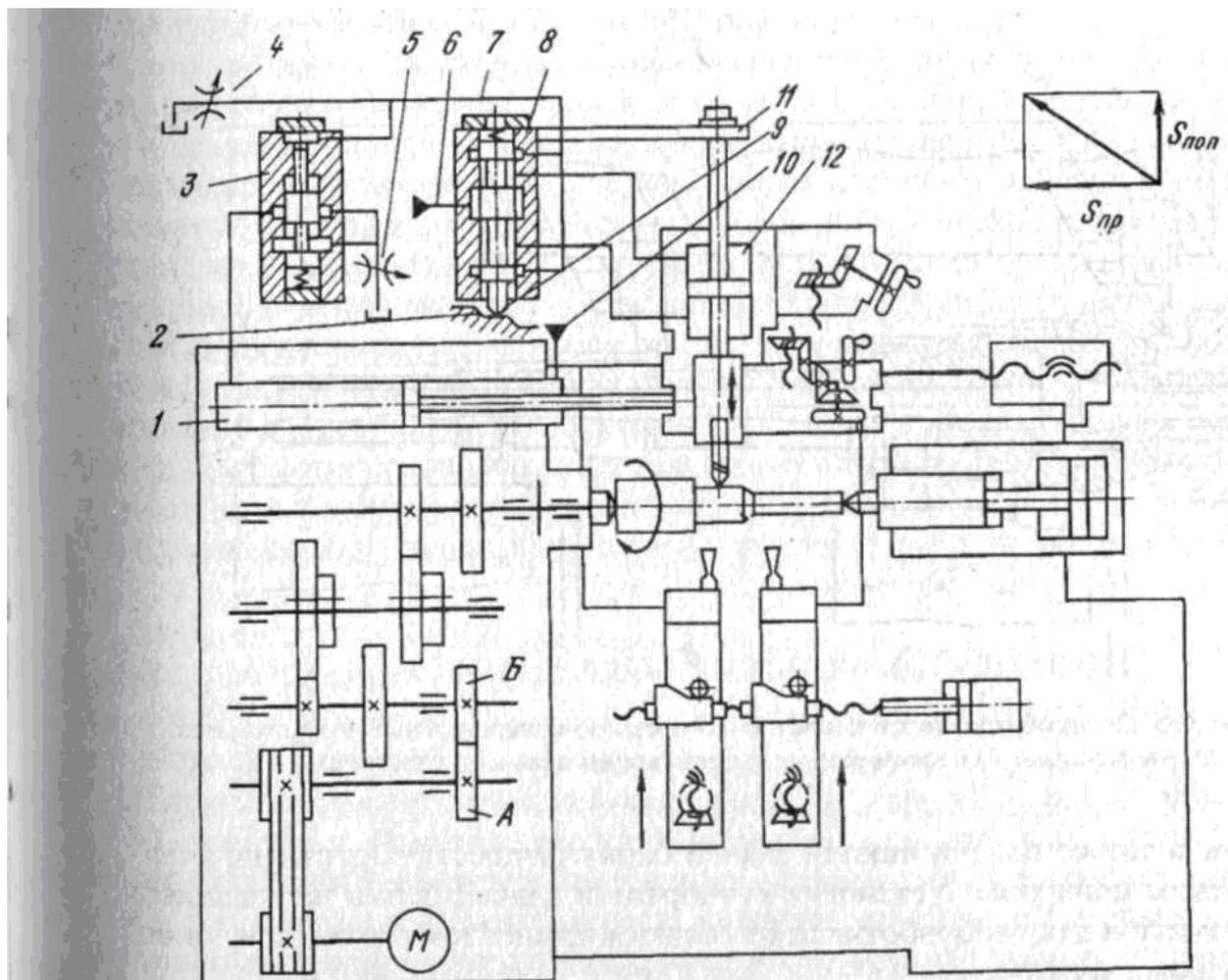


Рисунок 4.33. Гидрокинематическая схема токарного копировального полуавтомата.

Суппорт и корпус золотника жестко связаны между собой планкой 11, благодаря которой обеспечивается процесс слежения, так как длина хода суппорта с резцом будет точно такой же, каким было первоначальное смещение золотника относительно его корпуса. Процесс слежения протекает аналогичным образом и при обратном направлении смещения золотника, когда верхняя полость цилиндра будет соединена с насосом, а нижняя - со сливом.

При переходе щупа с прямолинейного участка на наклонный или при увеличении угла наклона профиля копира появляется или увеличивается поперечная подача, а следовательно, и результирующая подача вдоль профиля. Для поддержания профильной подачи постоянной или изменяющейся по определенному закону, на сливе масла из цилиндра продольной подачи 1 установлен регулятор 3, верхняя камера которого подключается к сливному трубопроводу следящей системы. С увеличением угла наклона профиля копира увеличивается скорость поперечного перемещения и возрастает объем масла, вытесняемый из противоположной полости цилиндра 12. В результате

этого повышается давление в сливном трубопроводе 7 и в верхней камере регулятора 3, золотник которого опускается и уменьшает площадь проходного сечения на сливе масла из цилиндра и соответственно продольную подачу. Необходимый закон изменения результирующей подачи обеспечивается регулированием дросселей 4 и 5.

4.7. МНОГОШПИНДЕЛЬНЫЕ ТОКАРНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ

Многошпиндельные токарные полуавтоматы предназначены для изготовления деталей из штучных литых, кованных и штампованных заготовок из различных марок сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Большинство деталей, изготавливаемых на этих полуавтоматах, имеет длину меньше диаметра и поэтому они закрепляются в патронах. Многошпиндельные полуавтоматы выпускаются с горизонтальным и вертикальным расположением рабочих шпинделей.

Горизонтальные полуавтоматы строятся на базе аналогичных моделей многошпиндельных автоматов и поэтому большинство их узлов и механизмов имеет такую же конструкцию и рабочие характеристики. Значительное отличие в конструкции имеет только узел рабочего шпинделя, так как съём готовой детали и установка заготовки в патроне осуществляются вручную. Для этого в конструкции всех шпинделей полуавтомата предусмотрена возможность выключения их вращения и торможения в позиции загрузки (IV, VI или VIII, соответственно, в четырех, шести и восьмишпиндельных полуавтоматах), а также установлены гидрофицированные механизмы зажима и разжима заготовок. Поперечный суппорт в позиции загрузки не устанавливается.

На рисунке 4.34 показан шпиндельный блок шестишпиндельного горизонтального полуавтомата, конструкция которого, за исключением шпиндельного узла, почти полностью повторяет конструкцию базовой модели автомата. В передней опоре шпинделя установлены двухрядный роликовый подшипник 13 и упорно-радиальный шарикоподшипник 12, а в задней - два радиально-упорных шарикоподшипника 9.

Вращение шпиндель получает от центрального зубчатого колеса 15 через колесо 7 и фрикционную муфту 6. Торможение шпинделя осуществляется фрикционной муфтой 3. Заготовка зажимается в патроне 14 при смещении тяги 11 влево пакетом тарельчатых пружин 10, а разжим производится поршнем 4, шток 8 которого свинчен с тягой 11.

Включение-выключение фрикционных муфт 3 и 6 осуществляет плавающий цилиндр 5. При подаче масла в левую полость цилиндра поршень 4 смещается вправо, сжимая пакет тарельчатых пружин и разжимая заготовку, а цилиндр 5 - влево, выключая приводную муфту 6 и включая тормозную муфту 3. Переключение муфт перед началом рабочего цикла производится подачей масла под давлением в правую полость цилиндра. Масло в полости цилиндров всех шпинделей подводится через центральный золотник 1, поворотом которого с помощью рукоятки 2 можно осуществить разжим заготовки и

выключение-включение вращения рабочего шпинделя на любой позиции полуавтомата. Наладка этих полуавтоматов практически не отличается от наладки базовых моделей горизонтальных многошпиндельных автоматов.

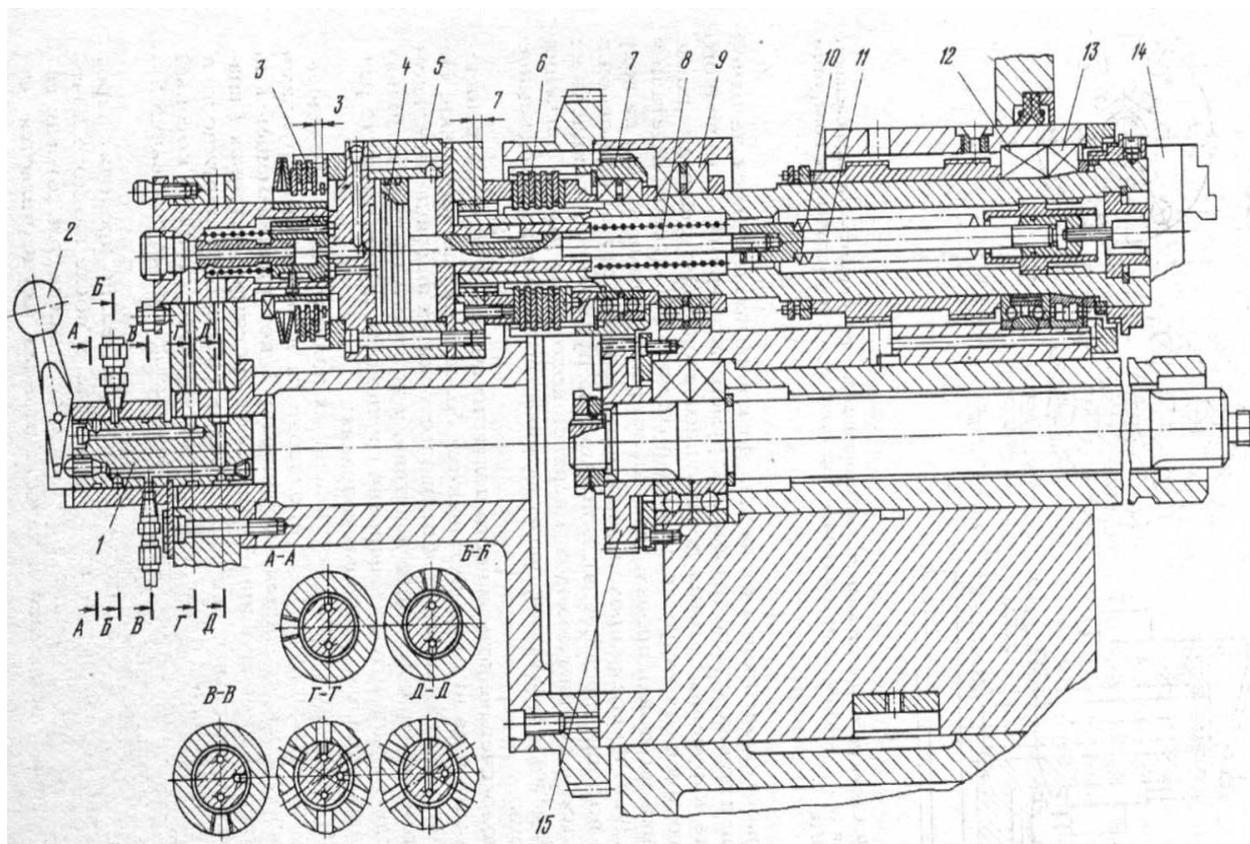


Рисунок 4.34. Шпиндельный блок полуавтомата модели 1Б240П-6К.

Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы по принципу своей работы могут быть параллельного и последовательного действия. Схема работы полуавтомата параллельного действия приведена на рисунке 4.35. Карусель 1 полуавтомата с расположенными по окружности рабочими шпинделями и индивидуальными для каждой позиции суппортами 2 медленно поворачивается относительно основания 5 вокруг колонны 4 и установленной на ней группы кулачков 3. Обработка заготовки от начала до конца производится на одной позиции и только одной группой инструментов за время почти полного оборота карусели. Готовая деталь снимается с полуавтомата после каждого поворота карусели на одну позицию. Съем готовой детали и установка заготовки производятся на этих полуавтоматах или на ходу (рисунок 4.35, б) во время прохождения зоны загрузки или с остановкой в данной позиции (рисунок 4.35, в). В позиции загрузки (зоне) шпиндель не вращается, а суппорт отходит в верхнее положение. Для облегчения условий работы в этой зоне предусматривается специальное подъемное устройство.

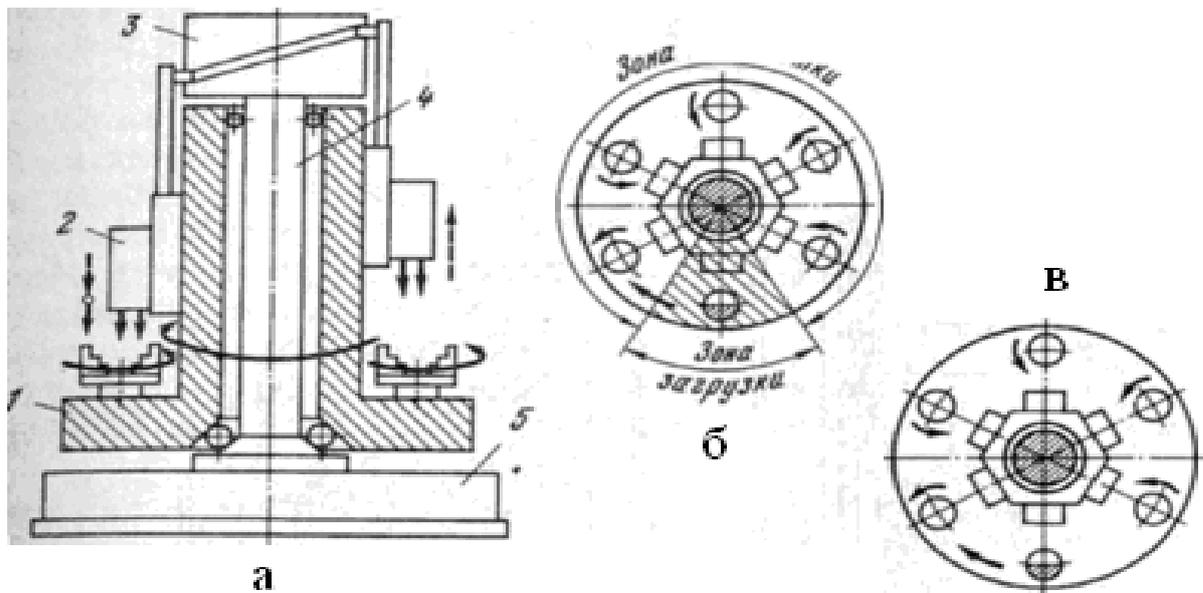


Рисунок 4.35. Схема работы вертикального многошпиндельного полуавтомата параллельного действия: а – с непрерывным вращением карусели, б – с периодическим поворотом карусели.

Технологические возможности полуавтоматов этого типа ограничены и поэтому на них обрабатываются более простые заготовки. На рисунке 3.40 показана схема обработки заготовки на шестишпиндельном полуавтомате параллельного действия, у которого на пяти позициях производятся одни и те же операции группой инструментов из 15 резцов, установленных на резцовых головках.

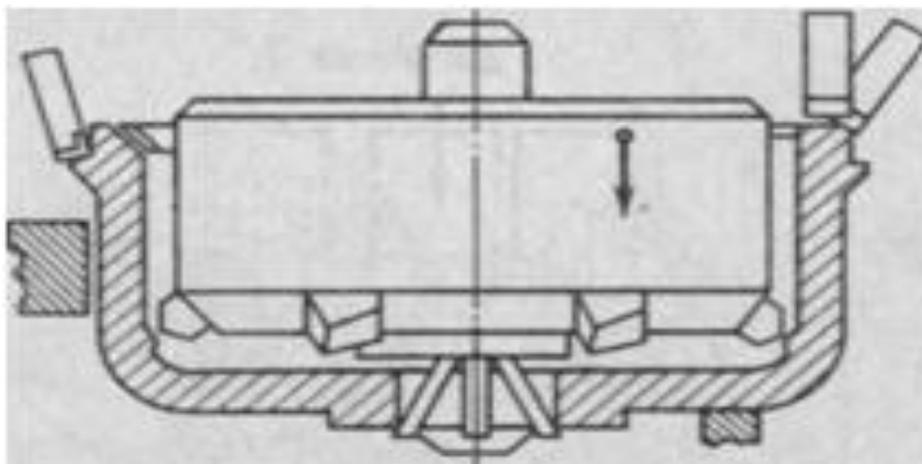


Рисунок 4.36. Схема обработки тормозного барабана на вертикальном полуавтомате параллельного действия.

Обработка заготовок на вертикальных полуавтоматах последовательного действия (рисунок 4.37) производится несколькими группами инструментов, закрепленных на суппортах 2, которые размещены на гранях неподвижной колонны 3. Заготовки крепятся в патронах 1 вращающихся вертикальных

шпинделей, расположенных по окружности в общем шпиндельном блоке в виде поворотного стола 4, который периодическим поворотом относительно неподвижных оснований 5 и колонны 3 осуществляет смену позиций.

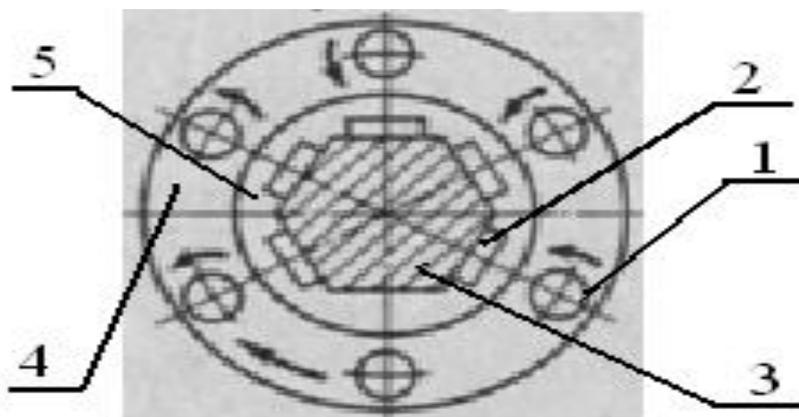


Рисунок 4.37. Схема работы вертикального многошпиндельного полуавтомата последовательного действия.

На рисунке 4.38 показана схема обработки заготовки на вертикальном восьмишпиндельном полуавтомате последовательного действия, в которой на III и IV позициях с поперечной подачей производятся подрезание торца, снятие фаски и протачивание выточки и канавки. Кроме того, в данном примере используется специальное приспособление для растачивания внутренней сферы на VI и VII позициях.

За один оборот стола заготовка последовательно проходит через все позиции, подвергаясь полной обработке, и после каждого поворота стола на одну позицию с полуавтомата снимается готовая деталь. Вращение шпинделей в каждой позиции осуществляется от индивидуальных приводов, а при смене позиций и в позиции загрузки они не вращаются. Поперечных суппортов на вертикальных полуавтоматах нет и для получения в отдельных позициях полуавтоматов последовательного действия поперечной подачи инструментов используются специальные суппорты, в которых продольное перемещение преобразуется в поперечное.

Основные технические характеристики вертикальных полуавтоматов приведены на рисунке 4.39.

Все вертикальные многошпиндельные полуавтоматы имеют практически одинаковую компоновку, а отличия в устройстве и конструкции отдельных узлов связаны главным образом с принципом работы полуавтомата. Ниже рассматривается только полуавтомат последовательного действия, как более сложный в конструктивном отношении.

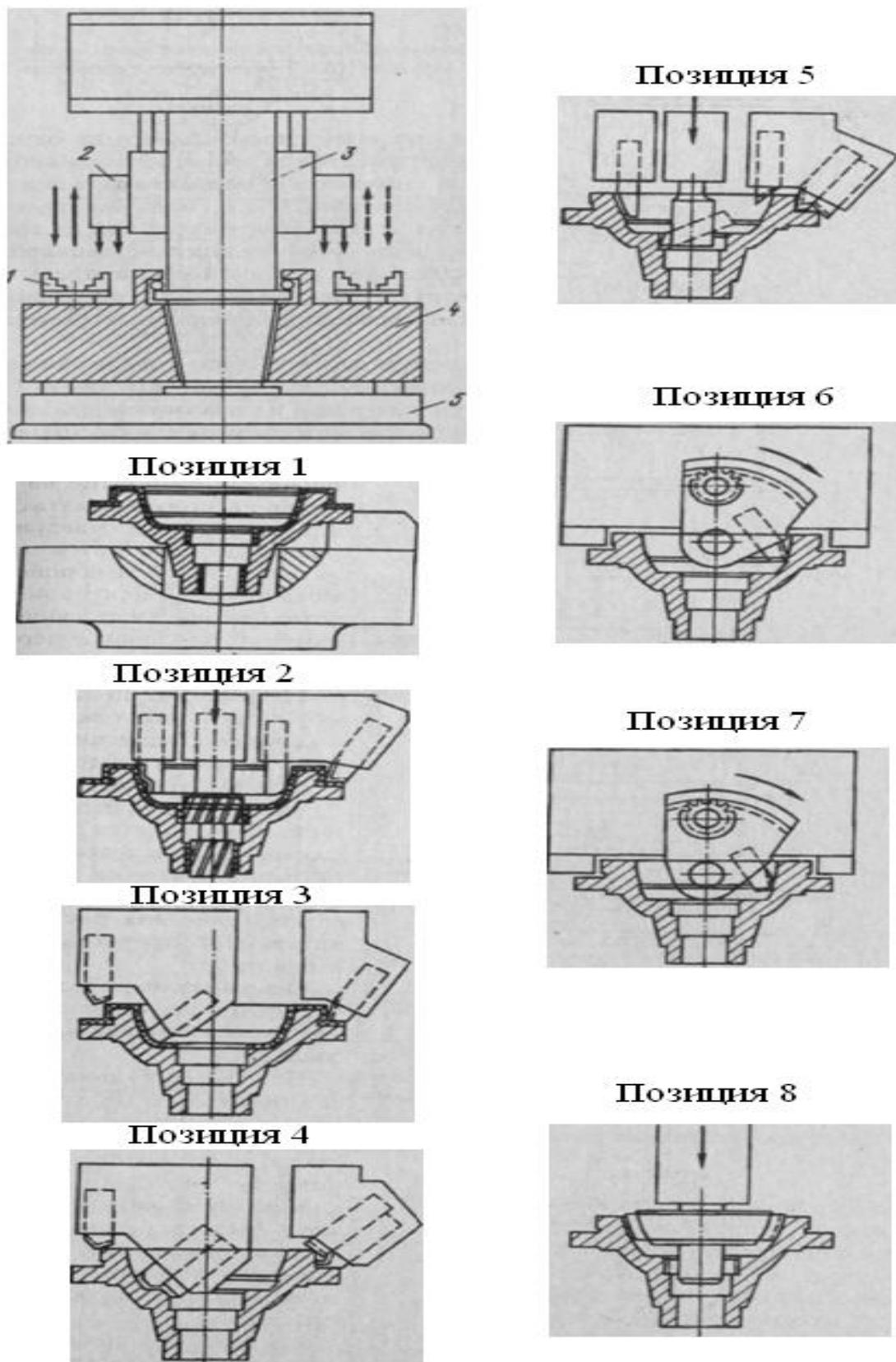


Рисунок 4.38. Схема обробки чашки диференциала на вертикальному напівавтоматі послідовного дійства.

Параметры	1К282	1283	1Б284	1286-8 1А286-8	1А286-6
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм	250	400	360	500	630
Число шпинделей	8	8	6	8	6
Число скоростей шпинделя	50	50	22	21	21
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ :					
при нормальном исполнении	42-628	28-410	20-224	20-200	12,5-250
при быстроходном исполнении	66-980	43-635	-	63-630	25-500
Число суппортов	7	7	5	7	5
Наибольшее перемещение суппортов, мм (вертикальное и горизонтальное)	350	350	200	400	450; 200
Подача, мм/об	0,041-4,053	0,064-4,002	0,08-5,0	0,0315-4,0	0,028-4,0
Мощность главного привода, кВт	22, 30, 40, 50	20, 30, 40, 55, 75, 100	22 или 30	40, 55, 75, 100	110
Масса, кг	19000	20500	15000	32000	35500

Рисунок 4.39. Технические характеристики вертикальных многошпиндельных полуавтоматов.

На рисунке 4.40 приведена компоновка восьмишпиндельного полуавтомата последовательного действия мод. 1К282, на основании 14 которого смонтированы все основные узлы и механизмы станка. В тумбе основания закреплена основная несущая часть полуавтомата - пустотелая колонна 9, у которой внизу на конусе смонтирован поворотный стол 12 с рабочими шпинделями 11, в средней части. Направляющие для суппортов 2, а сверху с помощью венца 8 семь коробок скоростей и подач 4, электродвигатель 6 с редуктором 7 и стойка 5 с гидроцилиндром для включения через тягу 10 семи синхронизаторов 16 и тормоза 15. Вращение на шпиндели от коробок скоростей передается валами 3, размещенными внутри колон-механизм поворота и фиксации 13 стола установлен в нише основания, которая одновременно является резервуаром гидросистемы станка. Электрооборудование полуавтомата смонтировано в специальном шкафу 1.

Кинематическая схема этого полуавтомата включает следующие кинематические цепи: привод главного движения, приводы рабочей и ускоренной подач суппортов, вращения командоаппарата и привода механизма поворота стола.

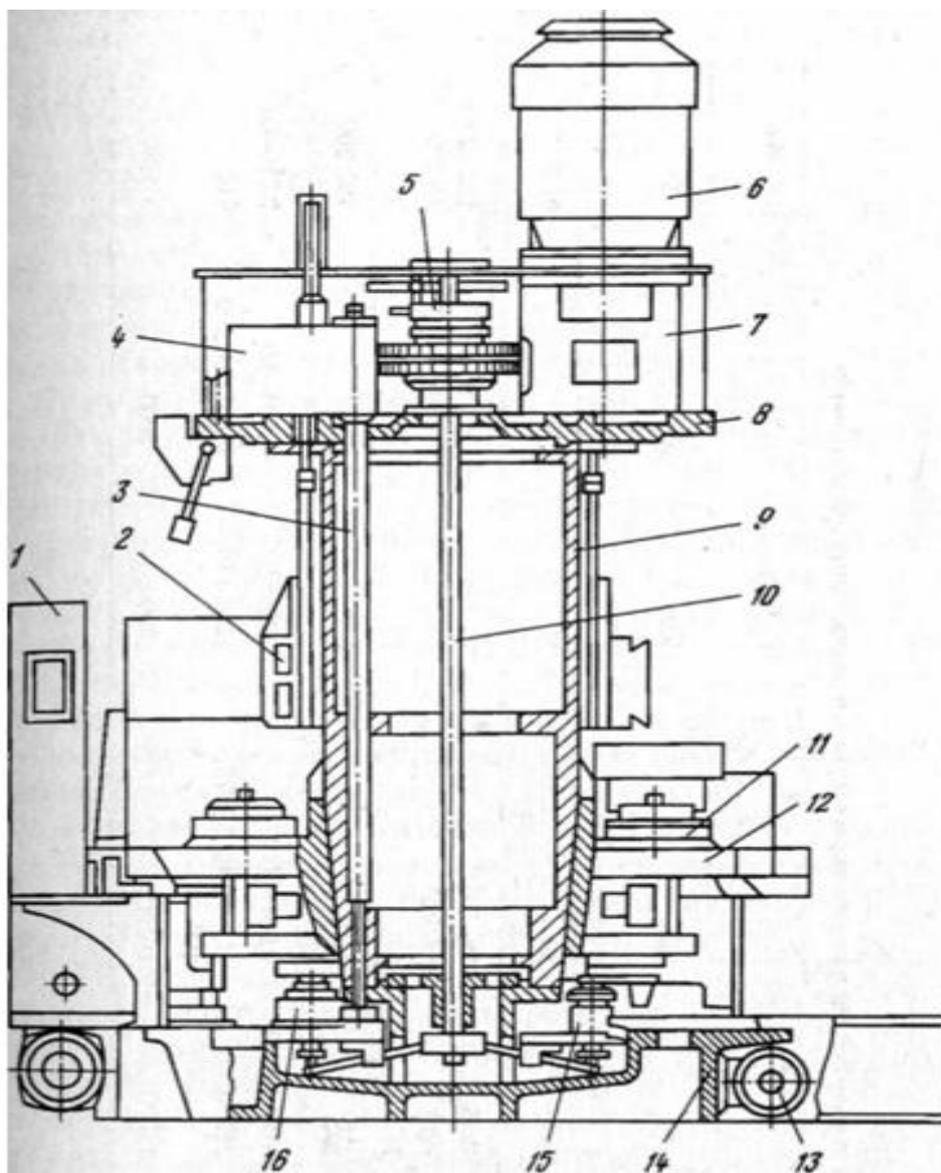


Рисунок 4.40. Компоновка вертикального восьмишпindelного полуавтомата модели 1К282.

ГЛАВА 5. ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНЫЕ СТАНКИ.

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Токарно-карусельные станки предназначены для обработки заготовок преимущественно типа тел вращения (длина которых обычно не превышает диаметра) с диаметрами от 800 до 20000 мм и относятся к станкам токарной группы. Основным размером является наибольший диаметр обрабатываемой заготовки. Для этих станков характерным является вертикальная ось вращения планшайбы, благодаря чему становится более безопасным и удобным закрепление тяжелых заготовок по сравнению с токарными и лоботокарными станками. Недостатком станков является плохой отвод стружки, а также переменный вылет инструмента, обусловленный особенностью обработки.

Станки являются широкоуниверсальными и позволяют производить различные виды работ. На станках средних размеров (диаметром до 2500 мм) можно обтачивать цилиндрические, торцовые, конические и фасонные поверхности (рисунок 5.1, а, б); сверлить и растачивать центральные отверстия и канавки (рисунок 5.1, в); нарезать наружные и внутренние цилиндрические и конические резьбы (рис.5.1, г). Для повышения гибкости и производительности станков средних размеров инструмент часто устанавливают в поворотной револьверной головке 1 (см. рисунок 5.1, б).

Крупные токарно-карусельные станки с диаметром обработки более 3000 мм оснащаются различными сменными узлами, устанавливаемыми на суппорт, что позволяет обрабатывать заготовки исключительно сложной формы. С использованием современных систем ЧПУ на станках можно точить, растачивать, фрезеровать, сверлить, шлифовать детали с одной установки и решать другие сложные технические задачи.

Пример комплексной обработки корпусной заготовки 1 с помощью сменных узлов, устанавливаемых на ползуне 14 вместо резцедержателя 13, приведен на рисунке 5.2, а. Подрезка торца осуществляется резцом, установленным в резцедержателе 13; обработка вертикальных плоскостей и уступов - угловой фрезерной головкой 12; получение конической 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; фрезерование плоскостей разъема - прямой фрезерной головкой 4; обработка планшайбой 3; сверление отверстий 2. Возможна обработка внутренних резьб большого диаметра (рисунок 5.2, б)

Для осуществления финишных операций изготавливают различные шлифовальные головки (рисунок 5.2, в).

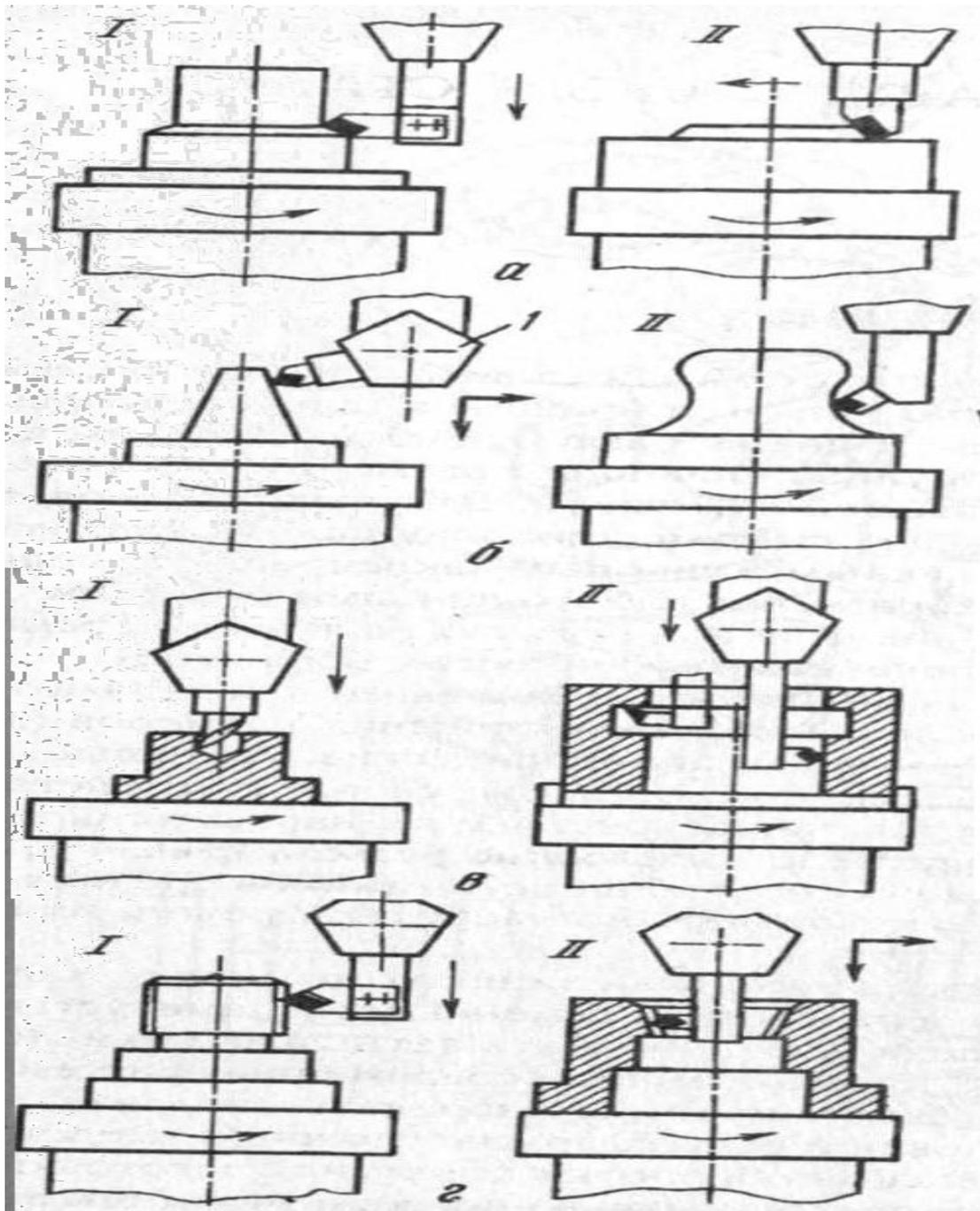


Рисунок 5.1. Схемы обработки различных поверхностей на токарно-карусельных станках.

Несмотря на большие размеры, станки обеспечивают высокую точность. Например, радиальное и торцовое биение планшайб самых крупных размеров (10...12,5 м) не превышает 20...30 мкм, параллельность перемещения ползуна 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; погрешность позиционирования планшайбы при повороте на любой угол - $\pm 5''$.

Отдельные параметры технической характеристики станков (в соответствии с ГОСТ 600-80) приведены на рисунке 5.3.

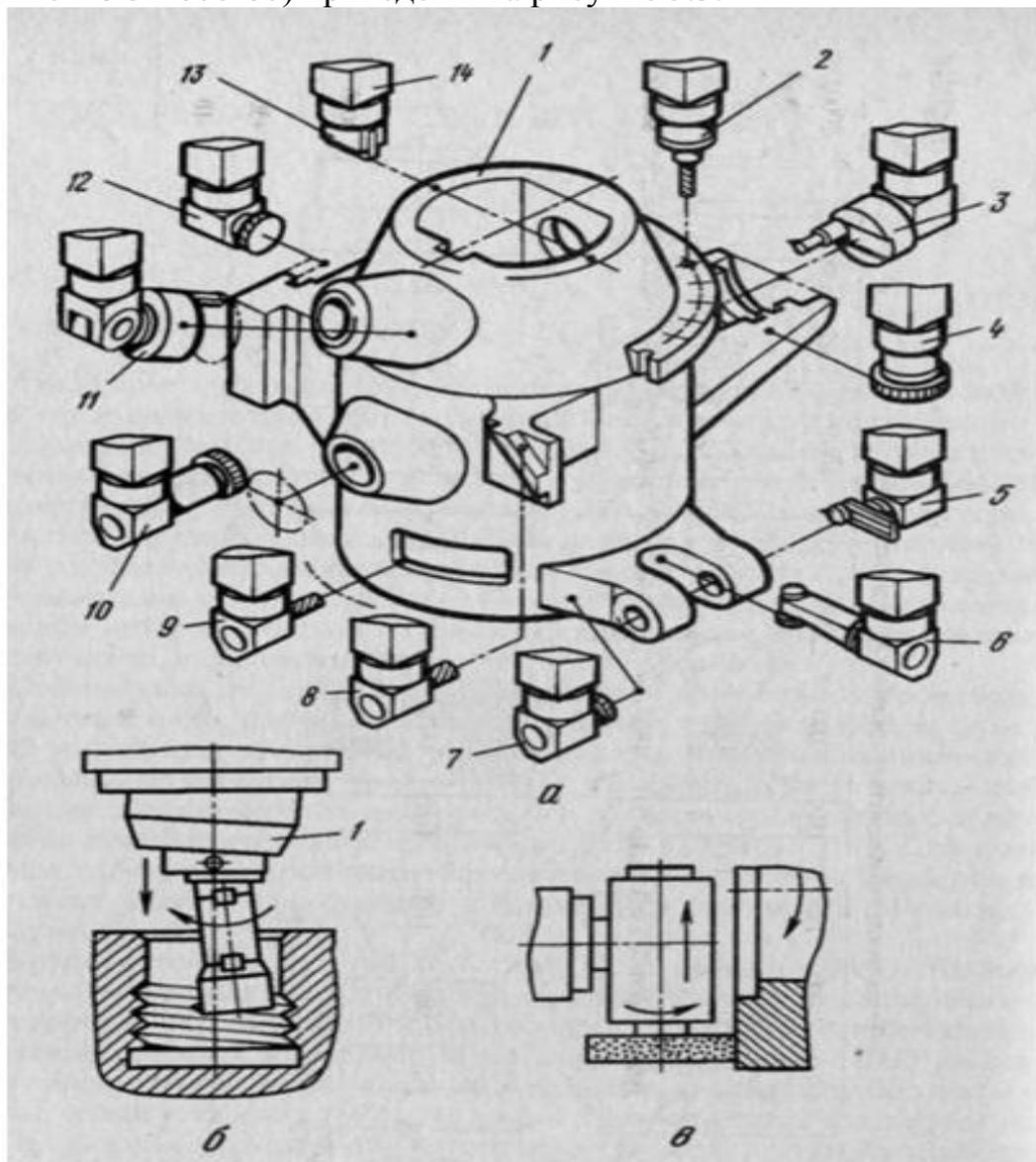


Рисунок 5.2. Пример комплексной обработки сложной детали на тяжелом станке с использованием сменных узлов.

Наибольший диаметр D обрабатываемой заготовки, мм	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	...	20000
Наибольшая высота H обрабатываемой заготовки, мм	800		1000	1250		1600	2000	2500	3150	...		6300
Наибольшая масса m обрабатываемой заготовки, кг (не менее)	2500	4000	6300	10000	1600	25000		80000		200000	...	800000
Наибольшая высота сечений хвостовой части резца, мм (не менее)			50			63			63	...		80
Диаметр $D_{пл}$ планшайбы стола, мм (не менее)	750	900	1120	1400	1800	2240	2800	3550	4500	5600	...	18000
Наибольшая длина L хода ползуна верхнего суппорта, мм (не менее)	500		630		800	1000		1250	1600	2000	...	4000
Наибольший угол установки α верхнего суппорта к вертикали, град.			+45					+30			...	+30
			-30					-15				-10

Рисунок 5.3. Технические характеристики токарно-карусельных станков.

Компоновка станков

В зависимости от размеров и назначения станки выпускаются одно-стоечными или двухстоечными. Станки с диаметром обработки до 2 м выполняют, как правило, одностоечными (рисунок 5.4, а-в). Ряд иностранных фирм выпускают станки до 3500 мм одностоечными. В зависимости от высоты заготовки H станки имеют неподвижную (рисунок 5.4, а) или подвижную (рисунок 4.3, б) поперечину 1 (перемещается 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 (рисунок 5.4, б). Выпускаются также станки без поперечины (рисунок 5.4, в). Здесь салазки 1 суппорта 2 перемещаются по вертикальным направляющим стойки 3.

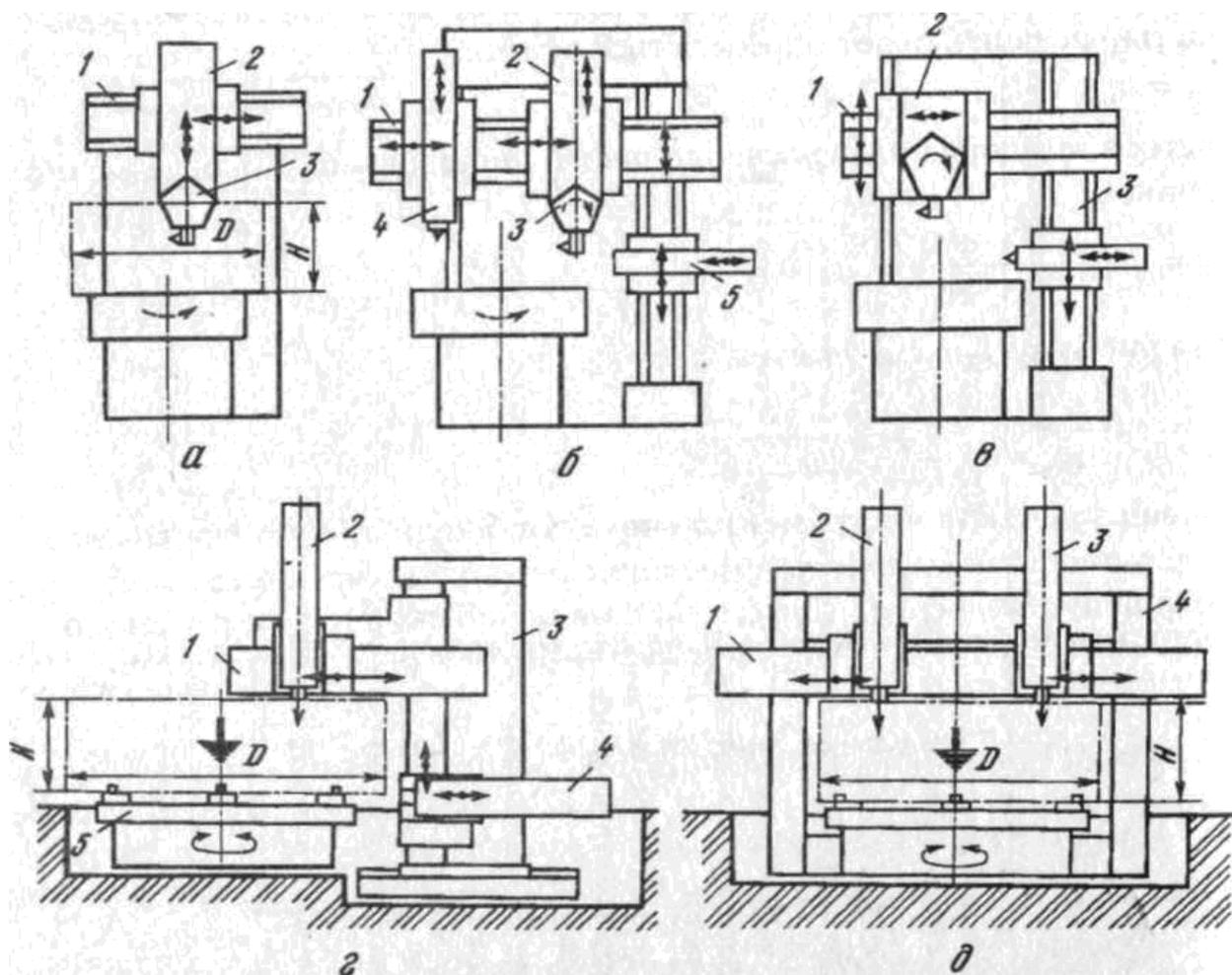


Рисунок 5.4. Компонки токарно-карусельных станков.

Тяжелые и уникальные станки с диаметром обработки от 4 до 20 м выполняются одноэтажными (рисунок 5.4, г) и двухэтажными (рисунок 5.4, д). В них консоль 1 (поперечина 1 на рисунок 5.4, д) и стойка 3 перемещаются установочно. Уникальные станки двухэтажной компоновки могут иметь портал, перемещающийся в плоскости чертежа (рисунок 5.4, д), что позволяет увеличить диаметр D заготовки. Одноэтажные станки выполняются также с подвижным столом 5 и неподвижной стойкой 3. Основными преимуществами одноэтажной 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 двухэтажной компоновки является высокая жесткость несущей системы, позволяющая эффективно использовать два вертикальных суппорта 2 и 3.

Кинематическая схема станка с диаметром обработки 1250 мм приведена на рисунке 5.5. На станке предусмотрен револьверный суппорт 9 с автоматизированным поворотом от привода 4 и зажимом револьверной головки. При-

воды главного движения и подачи осуществляются от электродвигателей постоянного тока 1, 4 и 7. Планетарная коробка скоростей 2 имеет две ступени с передаточным отношением 1:1 и 1:4.

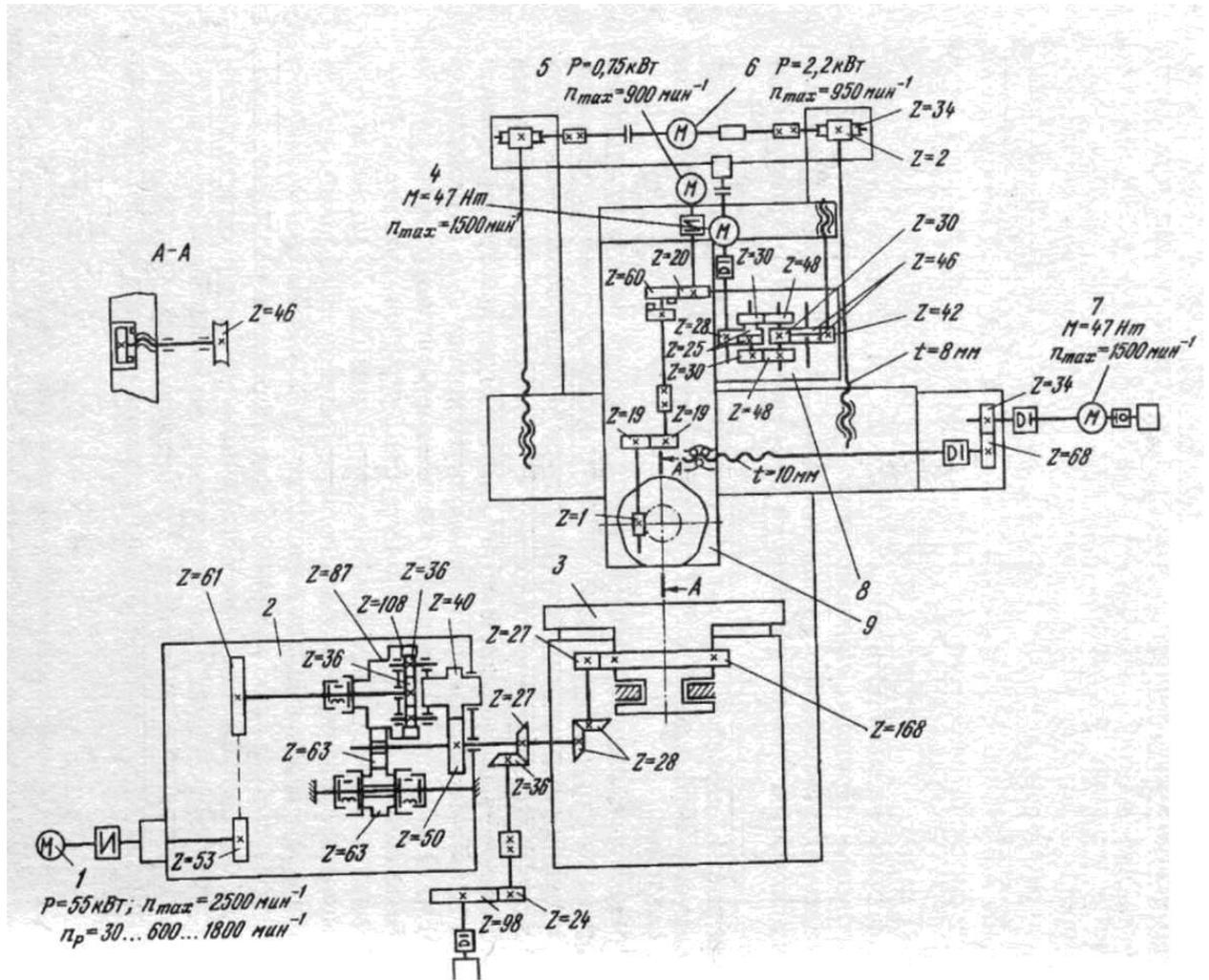


Рисунок 5.5. Кинематическая схема с диаметром обработки 1250 мм 1E512Пф2М: 1 - электродвигатель главного движения, 2 – коробка скоростей. 3 – планшайба, 4-электродвигатель вертикальной подачи суппорта, 5 – электродвигатель поворота револьверной головки. 6 – электродвигатель перемещения поперечины, 7 – электродвигатель горизонтального перемещения суппорта, 8 – коробка подач с выборкой зазора. 9 – револьверный суппорт.

На рисунке 5.6 показана кинематическая схема двухстоечного токар-нокарусельного станка с ЧПУ с диаметром обработки 6300 мм мод. 1A550Ф4.

ся двигатель привода подачи М2. Одновременно в гидроцилиндр 10 подается под Давлением масло, и за счет осевого перемещения шевронного колеса П выбирается зазор в зацеплении колес 8 и 12 с венцом ($Z = 315$). На станке предусмотрен как токарный 6, так и фрезерно-расточной 4 суппорты. Установочное движение поперечины осуществляется механизмом 5. Для расширения технологических возможностей предусмотрены угловая фрезерная головка 2 и шлифовальная головка 1, которые с целью облегчения их смены устанавливаются на поворотном магазине 3.

5.2. КОНСТРУКЦИЯ ХАРАКТЕРНЫХ УЗЛОВ.

Столы.

Точность геометрической формы детали, скоростные и силовые характеристики, надежность работы станка в значительной степени определяются конструкцией стола, на котором закрепляется обрабатываемая заготовка. У станков с диаметром обработки до 3000 мм используются опоры качения и гидростатические опоры; при ббль-ших размерах предпочтение отдается гидростатическим направляющим, обеспечивающим большую точность и виброустойчивость станка.

На рисунке 5.7 приведена конструкция стола с опорами качения. Средний диаметр $D_{ср}$ подшипника выбирают равным примерно половине наибольшего диаметра обработки. Конструкция обеспечивает большую окружную скорость и используется при диаметре обработки до 2500 мм.

Для повышения жесткости и виброустойчивости особенно при обработке высоких заготовок предусматривают подшипник 5, с помощью которого создается предварительный натяг главного подшипника 7.

Обрабатываемая заготовка может закрепляться в тисках 4, а также на столах-спутниках, устанавливаемых на планшайбе 6. Для восприятия больших осевых усилий, возникающих в зацеплении косозубых колес 2 и 3, вал 9 установлен на конических роликоподшипниках.

Конструкции столов с гидростатическими направляющими приведены на рисунок 5.8. Замкнутые круговые гидростатические направляющие 1 и 2 (рисунок 5.8, а), обеспечивающие высокую жесткость масляного слоя, применяются при диаметре планшайбы до 2 м. Более технологичными являются разомкнутые гидростатические направляющие 1, используемые в тяжелых станках, с диаметром планшайбы до 12,5 м (рисунок 5.8, б).

Наибольшее распространение в станках получил привод вращения планшайбы, осуществляемый через косозубые колеса 3 и 4.

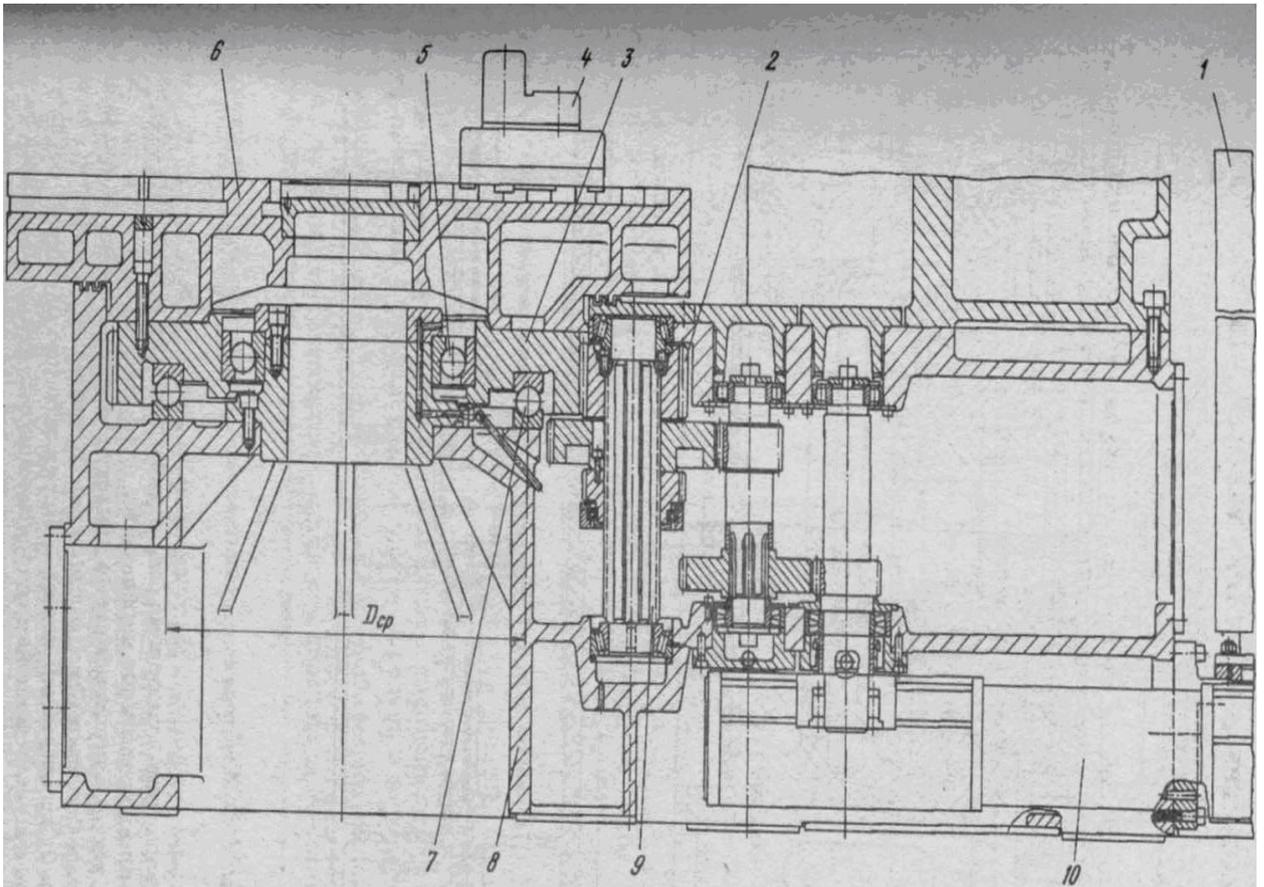


Рисунок 5.7. Конструкция стола с опорами качения.

Главный привод

В состав главного привода (вращения планшайбы) входят регулируемый электродвигатель и двух-, трехступенчатая коробка скоростей. Кроме того, для круговой подачи планшайбы, например при фрезеровании, предусматривают дополнительный привод (с выборкой зазора в кинематической цепи). Этот же привод используют для точного поворота планшайбы на заданную угловую координату.

В конструкции по рисунку 5.7, двухступенчатая коробка скоростей располагается в корпусе стола 8. Передача вращения от двигателя постоянного тока 1 к коробке скоростей и далее на планшайбу передается через плоскоременную передачу 10.

На рисунке 5.9 показана схема двухступенчатой компактной планетарной коробки скоростей, передающей вращение с входного вала (от шкива 7) на зубчатый венец 2. Переключение ступеней осуществляется за счет перемещения гидроцилиндром 3 зубчатого колеса 5 с внутренним зубом. При его перемещении вниз и сцеплении с зубчатой муфтой 6 коробка скоростей работает в режиме зубчатой муфты (снижается шум). При перемещении колеса 5 вверх и сцеплении его с неподвижным колесом 4 работает планетарная передача с передаточным отношением: $i = 1:4$. Благодаря трем равномерно расположенным по окружности сателлитам 1 мощность передается по трем потокам и радиальные размеры коробки невелики.

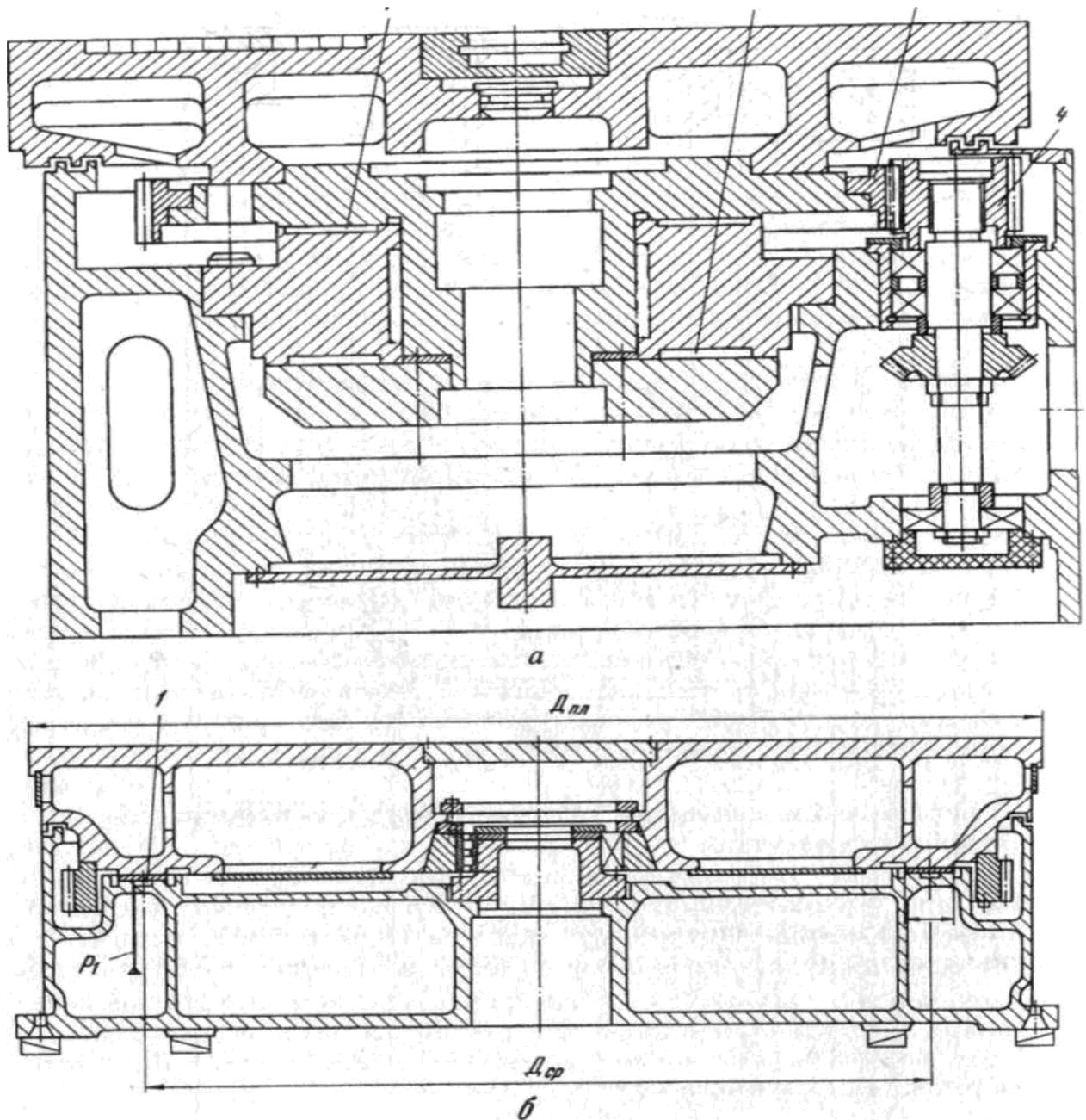


Рисунок 5.8. Конструкция стола с гидростатическими круговыми направляющими.

Суппорты и поперечины

Станки с диаметром обработки до 2500 мм чаще всего оснащают вертикальным суппортом с четырех- или пятипозиционной револьверной головкой, имеющей автоматизированный поворот (смена инструмента) и зажим от двигателя. Инструмент закрепляется в револьверной головке вручную. Ось револьверной головки располагается горизонтально или для удобства размещения резцедержателей под углом $7 - 10^\circ$ к горизонту. Цилиндрические поверхности обрабатываются при вертикальном перемещении ползуна с помощью винтовой передачи в направляющих корпуса суппорта.

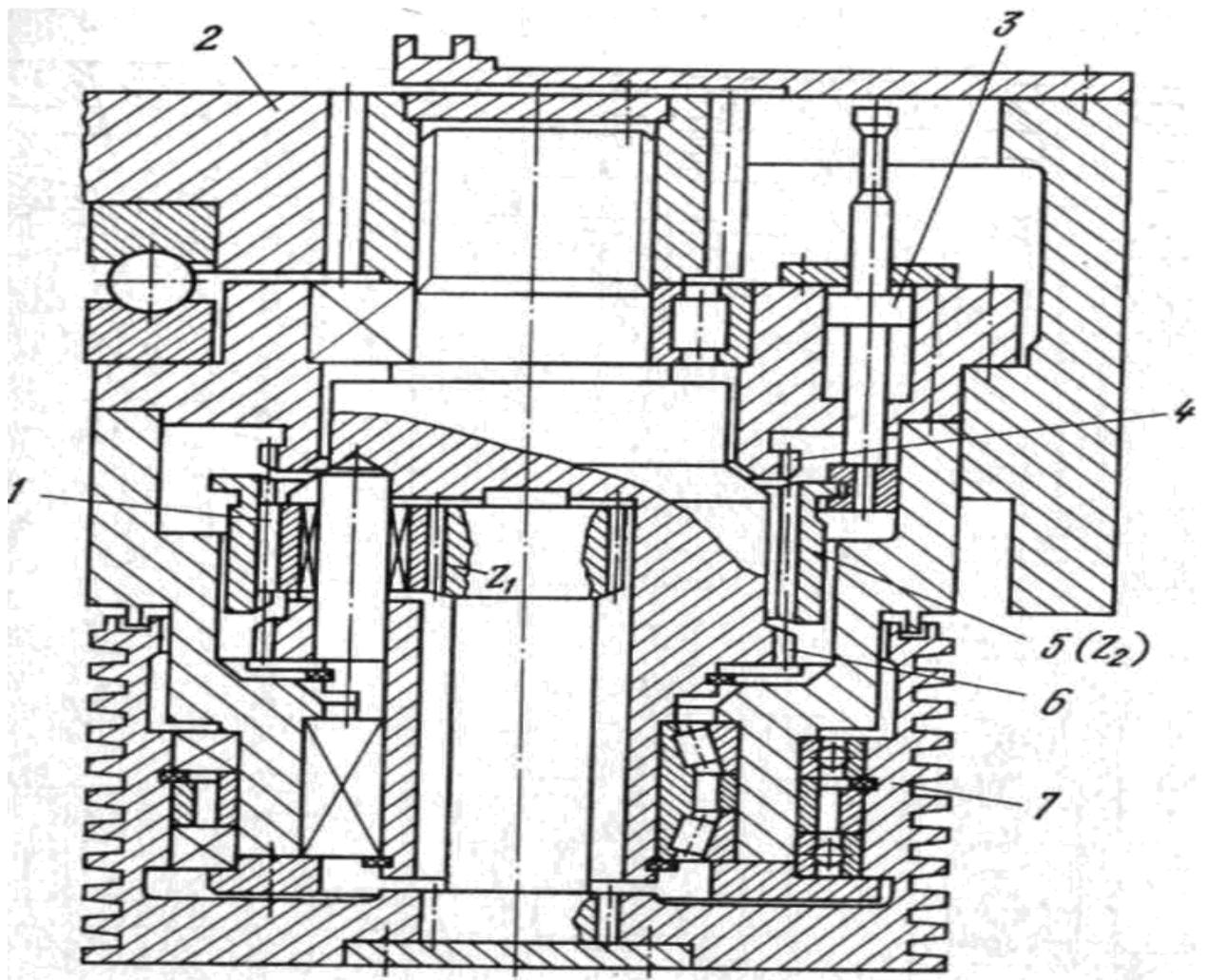


Рисунок 5.9. Схема планетарной двухскоростной коробки скоростей.

Взамен ползуна с револьверной головкой используются также суппорты с резцедержателями. Такую конструкцию имеют станки с устройством автоматической смены инструмента и все тяжелые станки. Суппорты с ползунами, имеющие поперечные сечения в форме прямоугольника, квадрата, восьмигранника, могут поворачиваться на требуемый от вертикали угол.

На рисунке 5.10 показана конструкция суппорта, в котором как направляющие 1 и 4 салазок, так и ползуна 10 выполнены на гидростатических опорах. Каждый карман (на ползуне их 16: по 8 на каждой опоре 8 и 9) питается от многопоточного насоса 6, подающего масло в каждый из карманов 0,2 л/мин. Движение суппорта по поперечине 5 осуществляется с помощью шариковой передачи 3, а перемещение ползуна 10 производится от высокомоментного двигателя 7, передающего вращение на шариковую гайку.

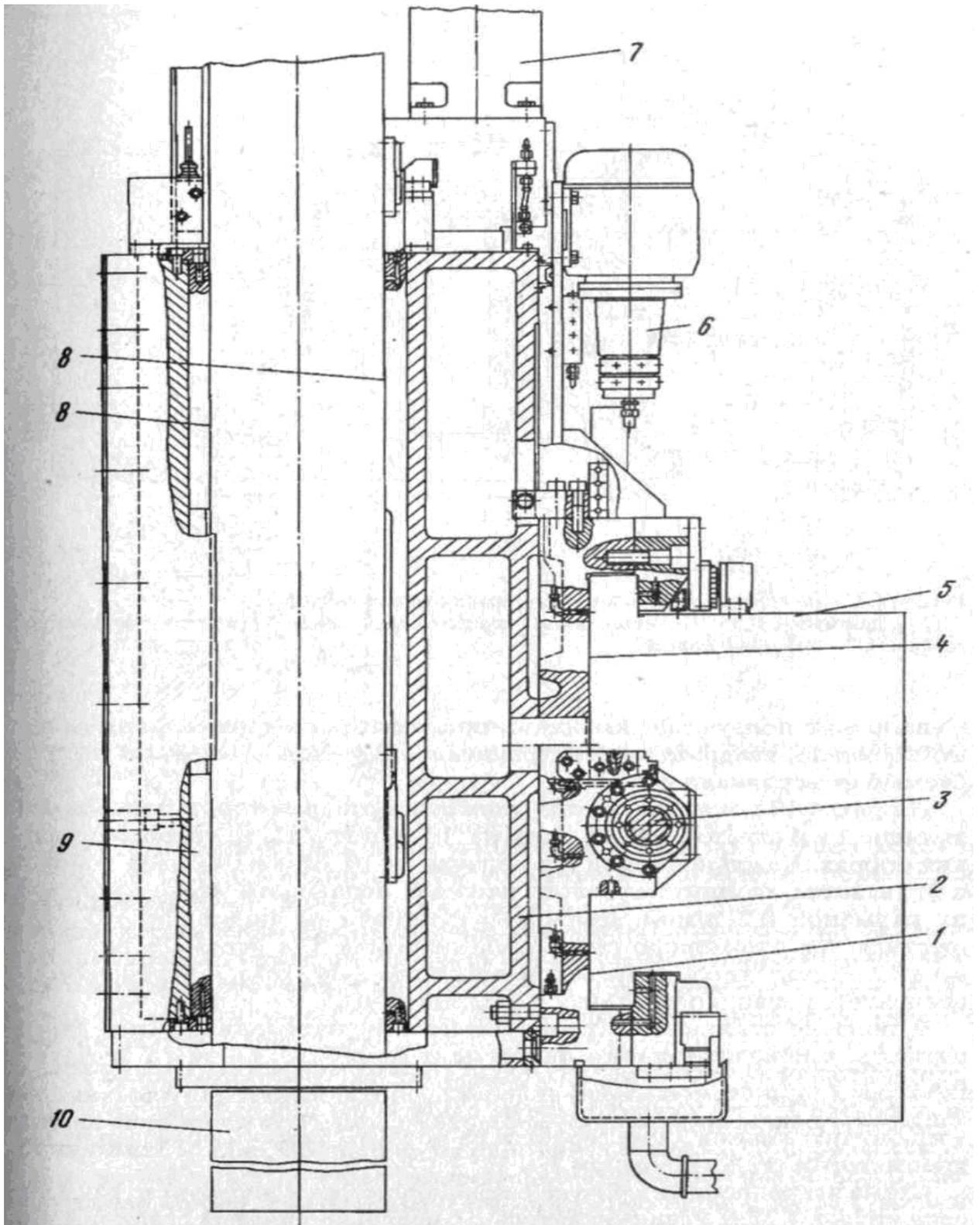


Рисунок 5.10. Конструкция суппорта станка $\phi 1600$ мм с гидростатическими направляющими салазок и ползуна.

В ползуне станка может автоматически устанавливаться и заменяться как невротающий инструмент (рисунок 5.11, а), так и вращающийся (рисунок 5.11, б). В первом случае резцы 1 закрепляются в резцедержавке 2, а та, в свою очередь, с помощью тарельчатых пружин 5 и клинового зажима 3 фикс-

сируется на ползуне. Разжим резцедержавки производится гидроцилиндром 4.

Схема закрепления в ползуне 6 вращающегося 9 инструмента приведена на рисунок 5.11, б. Резцедержатель 2 с невращающимися резцами 1 закрепляется с помощью четырех гидроцилиндров 4 и клиновых механизмов. Базирование резцедержавки осуществляется по цилиндрическому пояску 3. Вращающийся инструмент 9 (фрезы и др.) закрепляется в шпинделе 7 с помощью цангового зажима 5, а момент передается шпонками 8.

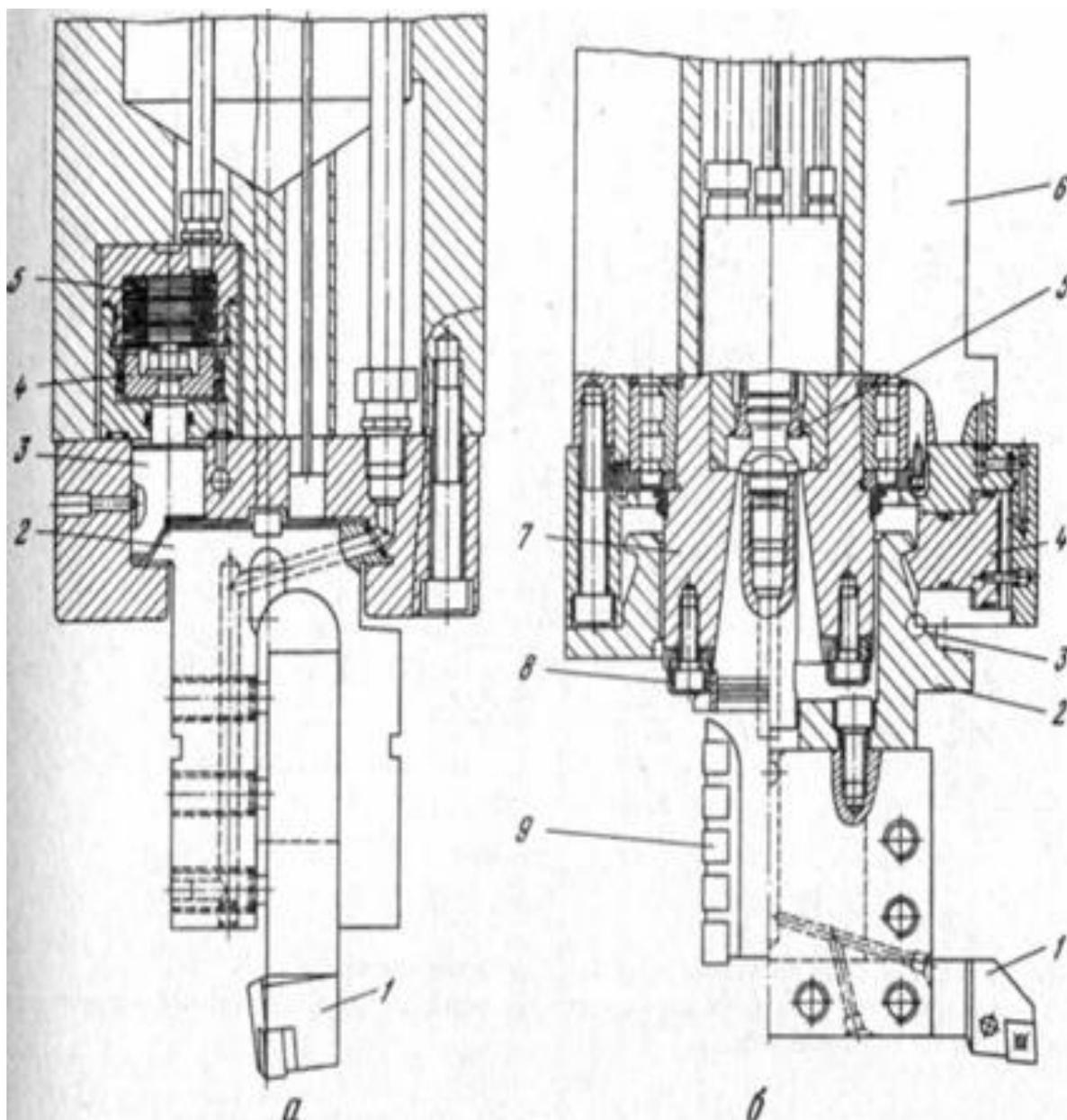


Рисунок 5.11. Установка инструмента в ползуне.

Для расширения технологических возможностей станки оснащают сменными фрезерными, шлифовальными и другими головками, которые закрепляются на ползуне с помощью зубчатой муфты или как резцедержавка с невращающимся инструментом по рисунок 5.11, б.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫХ МАШИН.....	4
1.1 Типовые конструкции кривошипных прессов.....	6
1.2 Классификация кривошипных прессов.....	10
1.3. Гильотинные ножницы.....	15
Глава 2 ТОКАРНЫЕ СТАНКИ.....	21
2.1. Токарно-винторезные станки.....	21
2.1.1. Общие сведения.....	21
2.1.2. Компоновка, основные узлы и характерные.....	22
Параметры.....	22
2.1.3. Конструкция станков.....	23
2.1.4 токарно-винторезный станок мод. 16к20.....	31
2.2. Токарные станки с чпу и многоцелевые станки.....	41
2.2.1. Общие сведения.....	41
2.2.2. Компоновка токарных станков с чпу.....	42
2.2.3. Конструктивные особенности.....	46
2.2.4. Токарные многоцелевые станки.....	55
2.2.5. Системы чпу токарных станков.....	60
2.2.6. Токарный патронно-центровой станок с чпу мод. 17А20ПФ30.....	60
Глава 3 ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЕ СТАНКИ.....	67
3.1. Общие сведения.....	67
3.2. Токарно-револьверный станок модели 1Г340.....	69
ГЛАВА 4 ТОКАРНЫЕ АВТОМАТЫ И ПОЛУАВТОМАТЫ (КУЛАЧКОВЫЕ).....	73
4.1. Общие положения.....	73
4.2. Фасонно-отрезные автоматы.....	74

4.3.1. Наладка автоматов продольного точения	86
4.4. Токарно-револьверные автоматы	87
4.5. Многошпиндельные токарные автоматы	94
4.6. Одношпиндельные токарные полуавтоматы.	101
4.7. Многошпиндельные токарные полуавтоматы.....	108
ГЛАВА 5. ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНЫЕ СТАНКИ.	115
5.1. Общие сведения.....	115
5.2. Конструкция характерных узлов.	122
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ	
СПИСОК.....	1280

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Станочное оборудование автоматизированного производства. В.В. Бушуев. Т.1. - М.: Изд-во «Станкин», 1993. 584 с.
2. Станочное оборудование автоматизированного производства. В.В. Бушуев. Т.2. - М.: Изд-во «Станкин», 1993. 578 с.

Учебное издание

Некравцев Евгений Николаевич
Будник Александр Павлович
Чашников Александр Михайлович

КОНСТРУКЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ
ОБОРУДОВАНИЕМ
Часть 1

В авторской редакции

Подписано к изданию 29.03.2022.
Уч.-изд.л. 15,0

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14