

**ТЕМА 7. Станочные
приспособления:
назначение и классификация**

Приспособления (оснастка) – технические устройства, присоединяемые к машине (оборудованию) или используемые самостоятельно для установки, базирования, закрепления предметов производства или инструментов при выполнении технологических (в том числе контрольных, регулировочных, транспортных и др.) операций. Применение приспособлений снижает себестоимость и трудоемкость обработки деталей.

Классификация приспособлений:

1) по целевому назначению:

- для установки и закрепления изделий на оборудовании – токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные и др.;
- станочные приспособления для установки обрабатывающих инструментов – патроны, зажимы, оправки и др.;
- сборочные приспособления;
- контрольные приспособления;
- транспортно-кантовальные приспособления;

2) по степени специализации:

- универсальные;
- специализированные;
- специальные;

3) по степени использования энергии неживой природы:

ручные;

- механизированные;
- полуавтоматические;
- автоматические.

В зависимости от организационно-технических условий производства применяют системы технологической оснастки:

- универсально-наладочная (УНО);
- универсально-сборочная (УСО);
- универсально-безналадочная (УБО);
- сборно-разборная (СРО);
- специализированная наладочная (СНО);
- неразборная специальная (НСО);
- средства механизации зажима станочных приспособлений (СМЗСП).

Конструктивные элементы приспособлений

Основные группы элементов:

- установочные для детали;
- установочные и направляющие для инструмента;
- зажимные;
- вспомогательные;
- корпуса.

Установочные элементы.

Выбор типа, размеров, точности исполнения и пространственного расположения установочных элементов при анализе технологических баз, их формы, размеров, точности и расположения.

Базирование по внешним цилиндрическим поверхностям:

- широкие или узкие призмы;
- втулки и полувтулки;
- цанги;
- кулачки самоцентрирующихся патронов и подобное;

по внутренним базам:

- цилиндрические и срезанные пальцы;
- сухари;
- различные оправки;
- кулачки разжимных устройств и др. элементы;

по центровым отверстиям:

- на центры;

по профильным базам (зубья шестерен, шлицы и др.):

- ролики;
- шарики.

Полная установка (базирование) с помощью комплекта баз (установочной, направляющей и опорной) и комплекта установочных элементов (с помощью правила «шести точек»).

Установочные элементы – стали У7, У8, У10, 65Г и др. с закалкой HRC – 56 – 61 или конструкционные стали 20, 20Х, 15ХН и др. с цементацией и закалкой до той же твердости.

Азотирование твердым сплавом и др. материалами.

Предельные нагрузки на опоры:

со сферической головкой: \varnothing 10 мм – 2 кН;

\varnothing 16 мм – 5 кН;

\varnothing 25 мм – 10 кН;

\varnothing 40 мм – 30 кН;

с рифленой поверхностью: в 2 раза больше для опор с гладкой поверхностью и опорных пластин, контактные нагрузки 5 МПа.

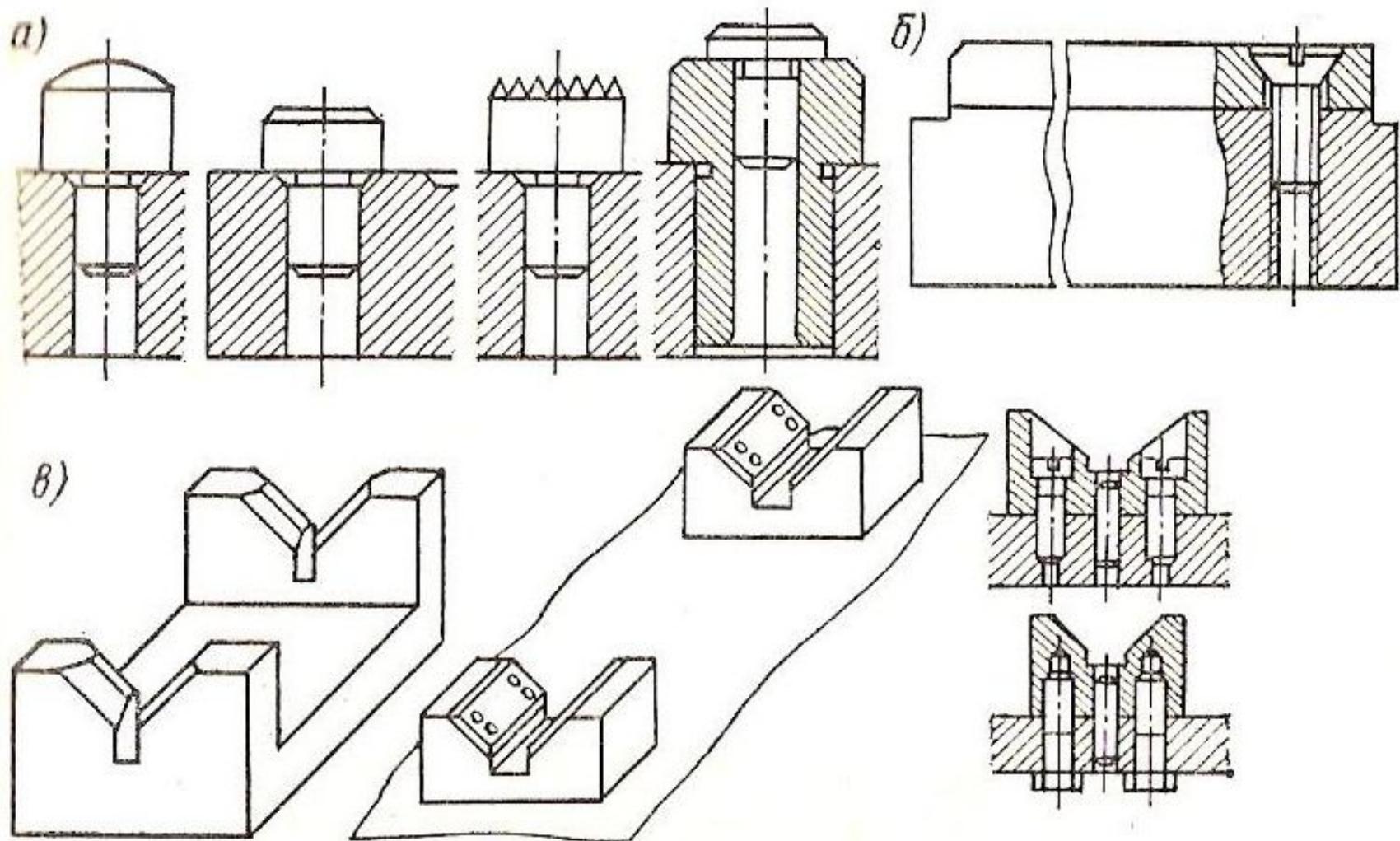


Рис. 23. Виды установочных неподвижных опор: а - штыри; б - пластины; в - призмы.

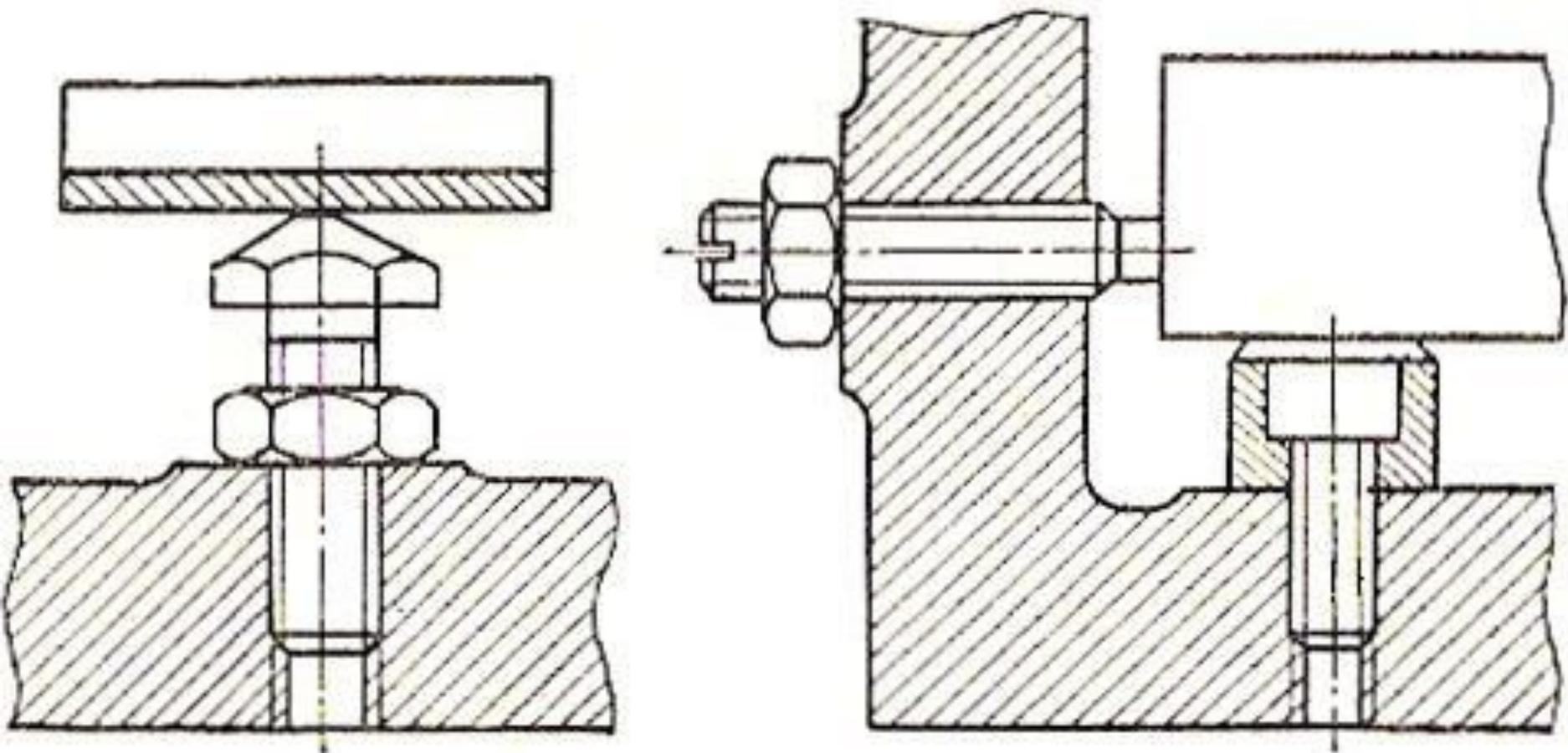


Рис. 24. Регулируемые винтовые опоры

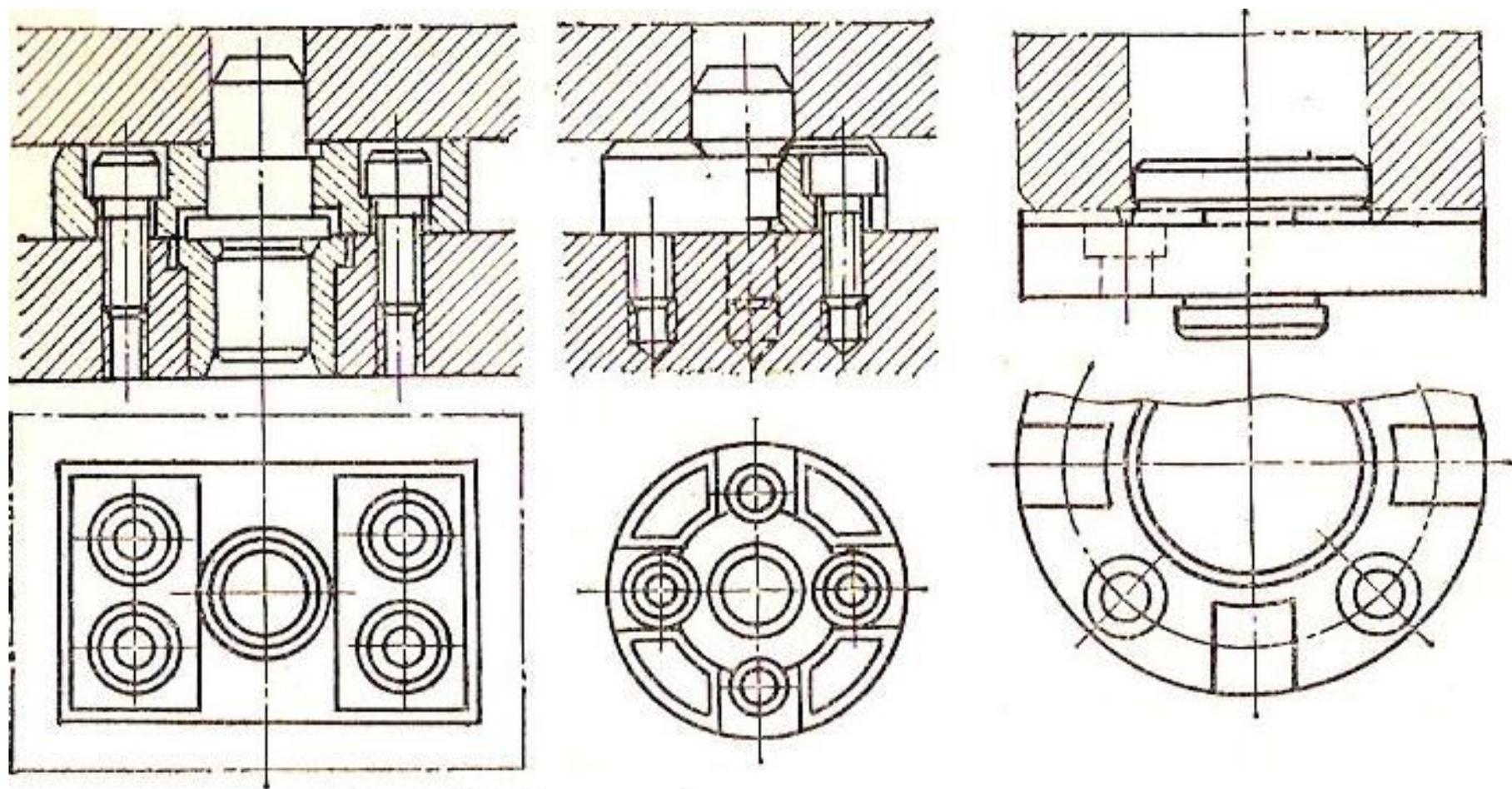


Рис 25. Цилиндрические пальцы

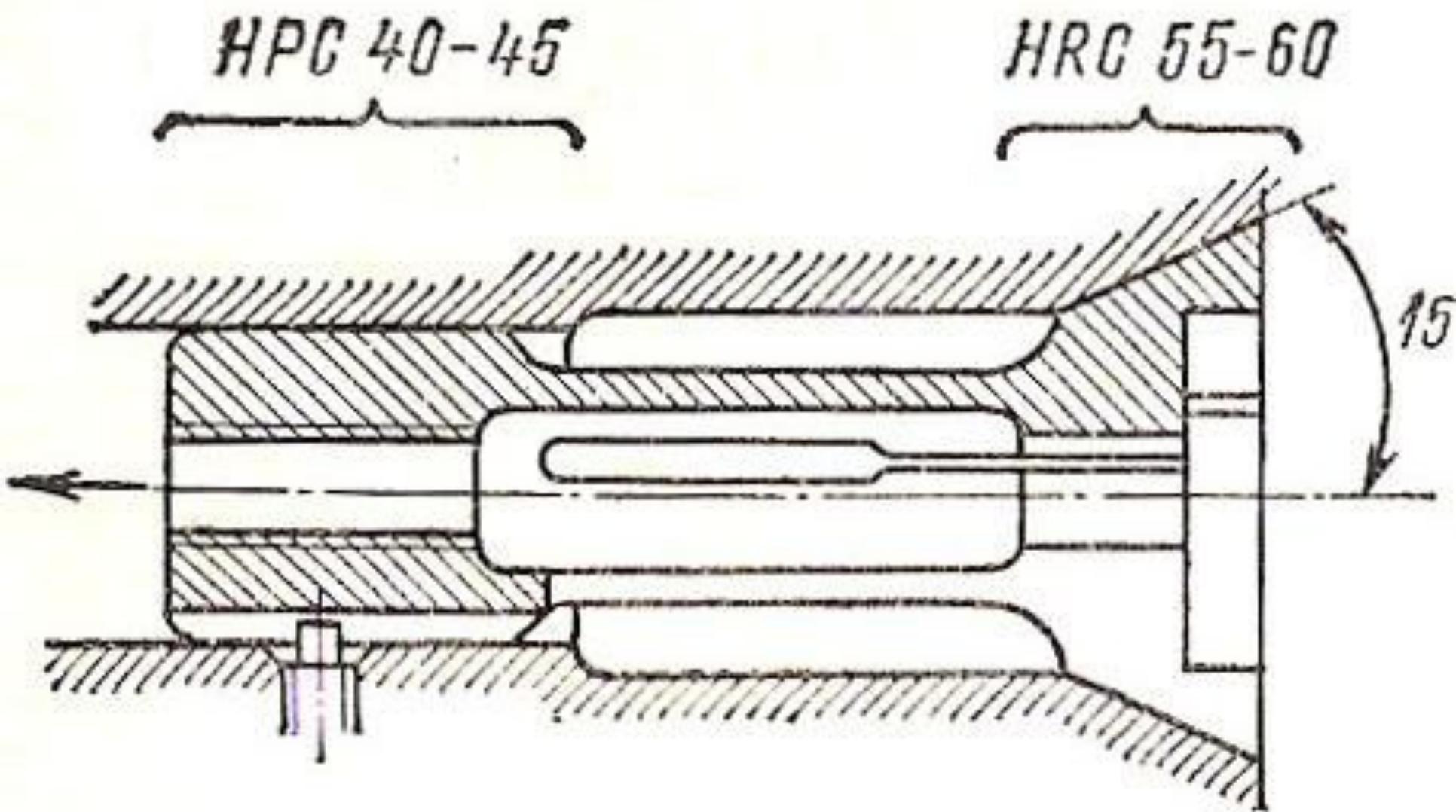


Рис. 27. Зажимная цанга

Элементы для установки и ориентирования инструмента. Настройка фрезерных станков:

- установи высотные и угловые;
- щупы плоские и цилиндрические, размещаемые между режущим лезвием и установом.
- сверлильные работы повышения жесткости инструмента и точности обработки:
- кондукторные и направляющие втулки;
- неподвижные кондукторные втулки:
- постоянные;
- сменные;
- промежуточные.

Промежуточные служат для установки сменных и быстросменных втулок.

При растачивании для направления инструмента – вращающиеся втулки на шарикоподшипниках.

Кондукторные втулки – стали 9ХС, У10А с закалкой HRC – 59 – 63: ст. 20, 20Х – цементация, закалка.

Зажимные элементы и механизмы приспособлений. Зажимные механизмы (ЗМ) служат для надежного и стабильного закрепления изделий и исключения смещения изделий при обработке.

Основные требования:

- силы закрепления должны соответствовать силам резания, тяжести и инерции;
- при ручном приводе – сила закрепления рукой – не более 145...195 Н;
- при обработке точных и нежестких деталей учитывать возможность деформации и повреждения поверхностей обрабатываемых деталей;
- ЗМ должны быть защищены от загрязнений и стружки;
- удобство в работе, обслуживании и ремонте;
- наличие возможно большего числа стандартных, унифицированных и нормализованных деталей и сборочных единиц.

ЗМ подразделяются:

- на простые устройства (винтовые, клиновые, рычажные, эксцентриковые и др.);
- сложные (комбинированные) – состоящие из комбинации простых, соединенных в определенном порядке.

Силы закрепления P_z определяют из условия равновесия обрабатываемого изделия с учетом силы резания, массы изделия, центробежных, инерционных и др. сил, а также сил зажима, реакции и упругих характеристик ЗМ.

Силовой расчет носит пространственный характер.

В зависимости от упругих характеристик выделяют два типа ЗМ:

самотормозящие, имеющие прямую зависимость между приложенной силой и упругим перемещением (винтовые, клиновые, эксцентриковые и др.);

механизмы, имеющие сложную зависимость между приложенной силой и упругим перемещением (пневматические, пневмогидравлические прямого действия).

Винтовые ЗМ. Достоинства:

- простота и компактность конструкции;
- широкое использование стандартизованных деталей;
- возможность создания значительных зажимных усилий при сравнительно небольшом усилии на приводе;
- способность к самоторможению.

Недостатки:

- сравнительно большое время срабатывания ручных ЗМ (2...4 с);
- нестабильность сил закрепления.

Номинальный диаметр винтов (шпилек):

$$d = C \sqrt{\frac{P_3}{\sigma_B}}$$

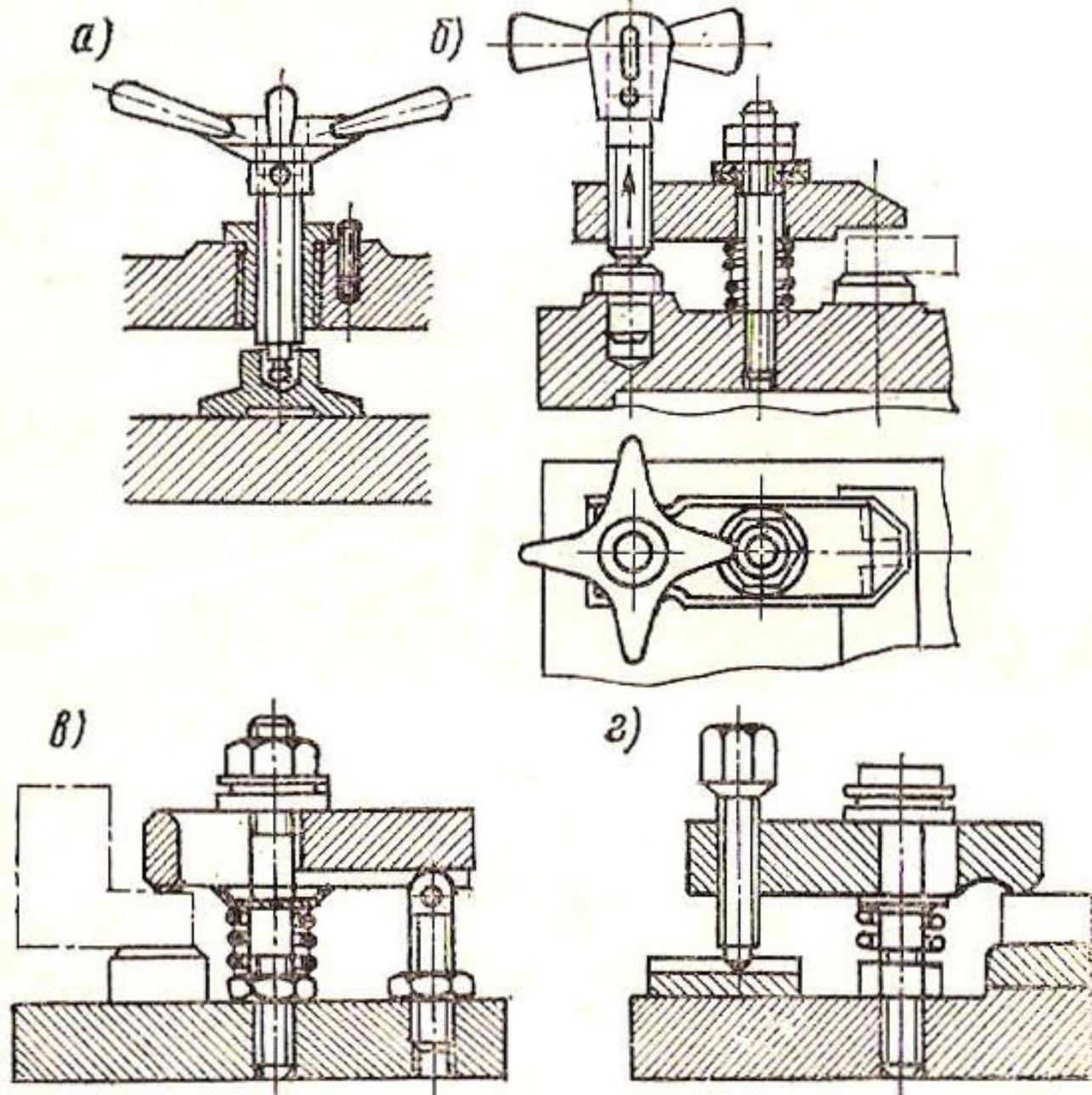
где C – коэффициент вида резьбы (для основной метрической резьбы $C=1,4$);
 σ_B – допустимое напряжение растяжения/сжатия (для винтов из стали 45, $\sigma_B=80\dots 100$ МПа).
Расчетный диаметр округляют до большего табличного.
Момент, развиваемый на рукоятке при закреплении, приближенно (для метрических резьб):

**Момент, развиваемый на рукоятке при закреплении,
приближенно (для метрических резьб):**

$$M_3 = 0,2 \cdot d \cdot P_3$$

при откреплении:

$$M_0 = 0,25 \cdot d \cdot P_3$$



**Рис. 26. Винтовые зажимы: а - с башмаком;
 б, в, г - с прихватами.**

Эксцентрикковые зажимные устройства

Такие элементы отличаются простотой и компактностью конструкции, широким использованием стандартизованных деталей, возможностью получения больших сил P_3 при небольшой силе на приводе, быстроедействием (время срабатывания около 2 с).

Недостатки эксцентрикковых ЗМ:

- не рекомендуются для закрепления нежёстких изделий;
- сила закрепления нестабильна;
- пониженная надёжность из-за интенсивного изнашивания эксцентрикковых кулачков.

В состав эксцентрикковых зажимных механизмов входят эксцентрикковые кулачки, опоры под них, цапфы, рукоятки и другие элементы. Существуют различные типы эксцентрикковых кулачков: круглые, одиночные и сдвоенные, вильчатые, двухопорные.

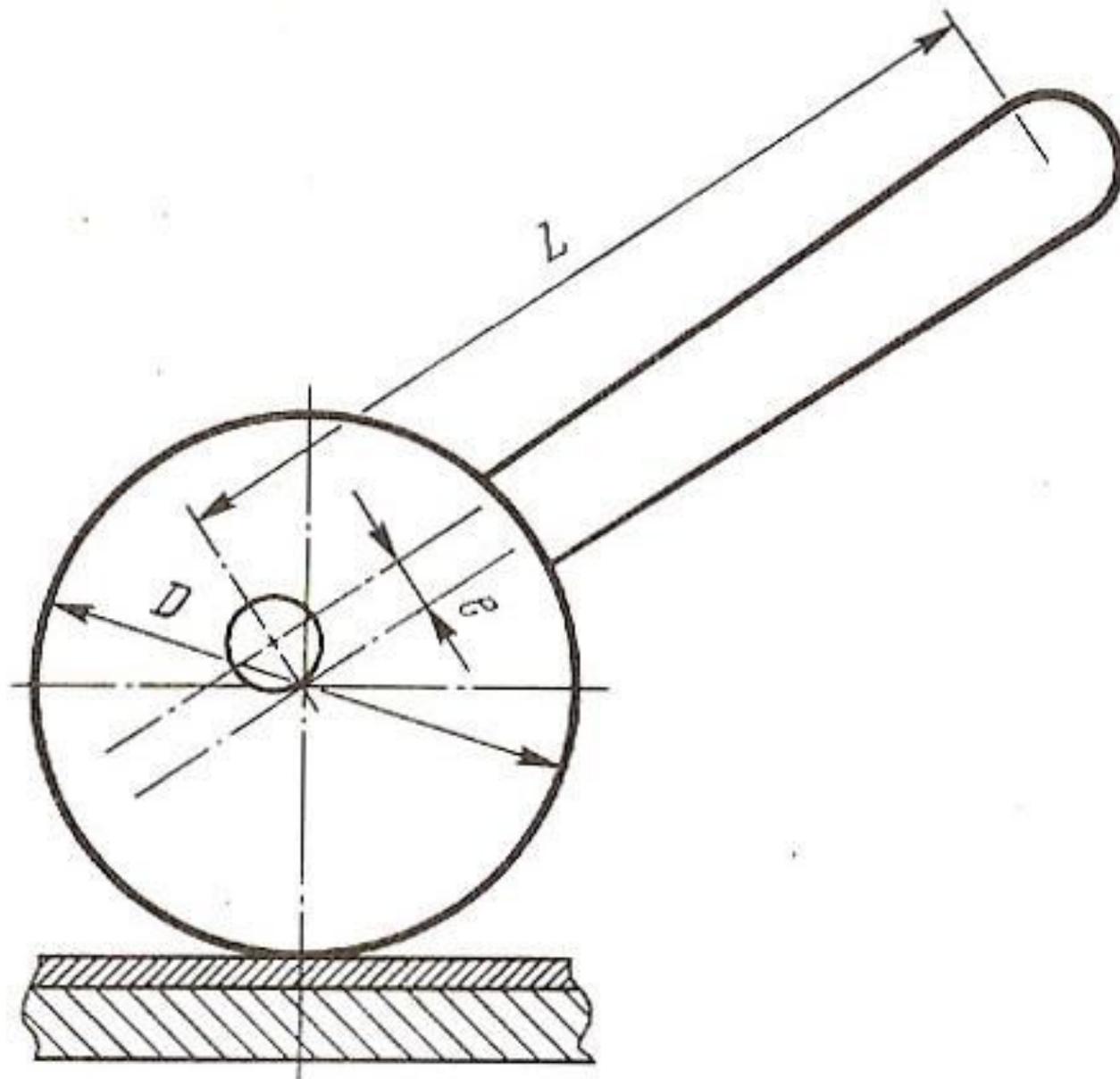


Рис. 6.2. Эксцентрикoвый зажимный механизм

Порядок расчёта эксцентриковых механизмов:

- определяется ход эксцентрика (эксцентриситет e);
- подбирается стандартный эксцентриковый кулачок (диаметр D , ширина и др.);
- определяется длина L рукоятки и другие элементы ЗМ

Рычажные и рычажно-шарнирные ЗМ. Достоинства:

- относительная простота;
- значительный выигрыш в перемещениях;
- постоянство P_3 не зависит от размеров закрепляемой поверхности;
- осуществление закрепления в труднодоступном месте.
- Недостатки:
 - не рекомендуется для закрепления нежестких заготовок;
 - не обладает свойством самоторможения.
- Как правило, рычажные ЗМ применяют с другими – клиновыми, эксцентриковыми, а также с механизированными приводами.
- Механизация зажима:
 - гидравлические ЗМ;
 - пневматические ЗМ;
 - пневмогидравлические ЗМ;
 - электромеханические ЗМ и др.

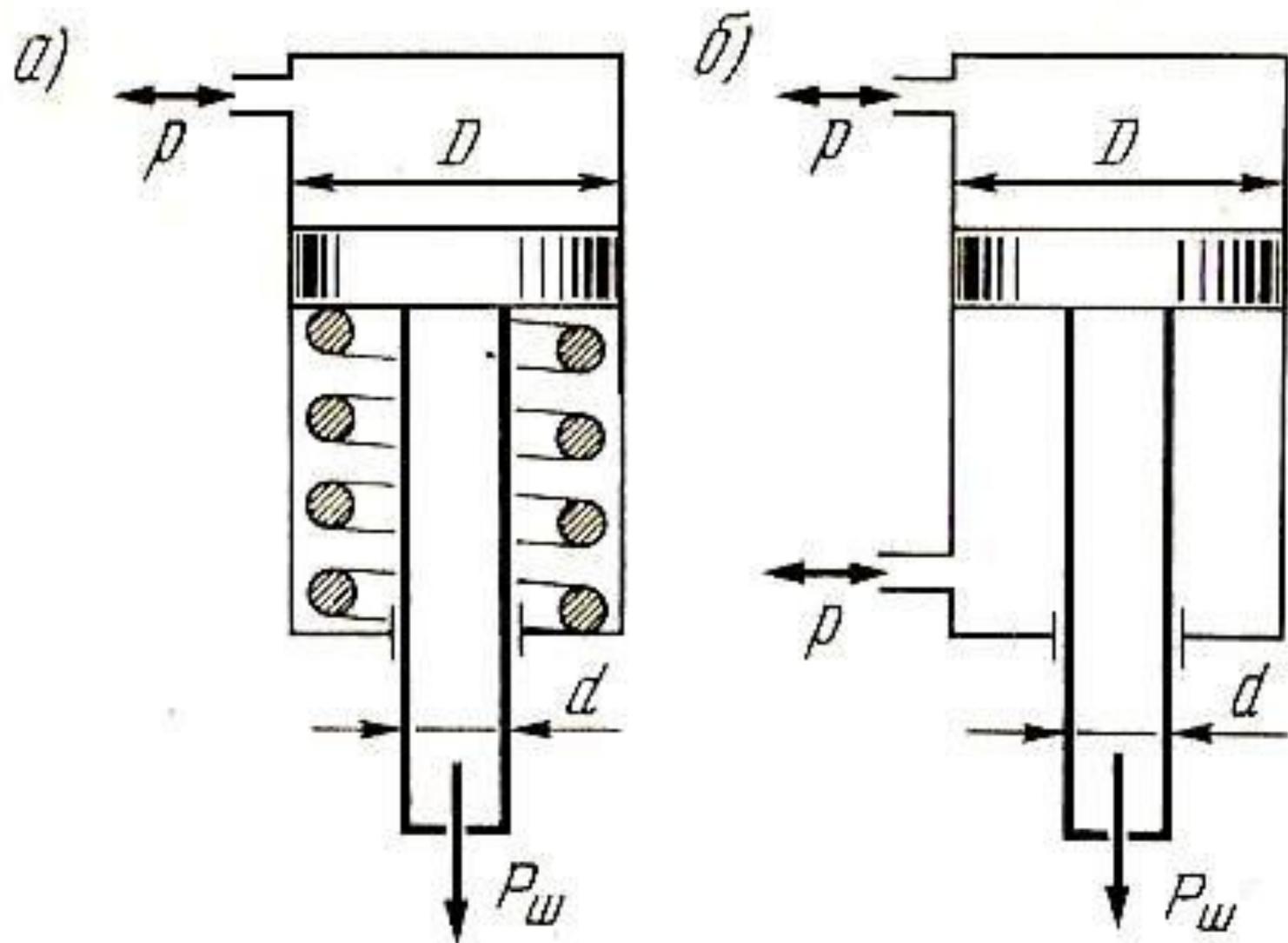


Рис. 6.3. Схемы поршневых пневматических и гидравлических цилиндров одностороннего (а) и двустороннего (б) действия

Пневматические приводы.

Преимущества (по сравнению с гидравлическими):

- простота конструкции и арматуры;
- отсутствие автономного источника давления (на предприятии сеть сжатого воздуха 0,3...0,6 МПа);
- большое быстродействие.

Основной элемент – пневмоцилиндр поршневого или мембранного типа.

В приспособлениях применяются встраиваемые пневмоцилиндры с диаметром цилиндра 63...250 мм (усилие на штоке 1,55...27,8 кН).

При расчете по известной необходимой P_3 определяют диаметр цилиндра D и др. конструктивные параметры.

Для пневмоцилиндра одностороннего действия:
$$D = \sqrt{4 \frac{P_3 + P_0 + jS}{\pi p}}$$

где P_0 – сила предварительного натяжения пружины, Н; j – жесткость пружины, Н/мм; S – ход поршня, мм; p – избыточное давление сжатого воздуха, МПа.

Для пневмоцилиндра двустороннего действия:

$$D = 1,3 \sqrt{\frac{P_3}{p}}$$

Расчетный диаметр цилиндра округляют до ближайшего стандартного значения.

При небольших ходах штока применяют более простые мембранные пневмоцилиндры (пневмокамеры) с резиновыми и резинотканевыми мембранами диаметром 125...400 мм и силой на штоке 3,5...42 кН.

Гидравлические приводы.

Достоинства:

меньше диаметр цилиндров и габаритные размеры (благодаря давлению рабочей жидкости до 15 МПа).

Привод состоит из двух элементов:

источник подачи масла;
гидродвигатель.

В качестве источника подачи масла применяют ручные рычажные и винтовые насосы (одно или двухступенчатые, с цилиндрами низкого и высокого давления), а также шестеренные и лопастные насосы. Диаметр цилиндра D при заданной силе на штоке $P_{ш}$ давлении жидкости $p_{ж}$: для цилиндров двустороннего действия

$$D = 2 \sqrt{\frac{P_{ш}}{\pi p_{ж} \eta}} \quad \text{где } \eta = 0,9 \dots 0,97 \text{ – кдп привода;}$$

для цилиндров одностороннего действия

$$D = 2 \sqrt{(P_{ж} + P_0) \pi p_{ж} \eta} \quad \text{где } P_0 \text{ – сила сопротивления возвратной пружины в крайнем рабочем положении поршня, Н.}$$

Кроме пневматических и гидравлических приводов применяются и другие:

- пневмогидравлические;
- вакуумные;
- магнитные;
- электромагнитные;
- электромеханические и др.

Применяются зажимы, приводимые в действие:

- механизмом подачи станка (сверлильные, расточные и др.);
- силами резания (токарные, сверлильные и др.).

Вспомогательные элементы и корпуса.

Вспомогательные устройства и элементы – это поворотные и делительные устройства с дисками и фиксаторами (для деления окружности на заданное число частей), выталкивающие устройства, подъемные механизмы, быстродействующие защелки, тормозные устройства, шпильки, сухари, рукоятки, ручки, пресс-маслёнки, маховички, крепежные и другие детали.

Корпусы приспособлений служат для монтажа всего комплекта элементов и установки приспособления на оборудование. Корпусы должны обладать необходимой прочностью, жесткостью, износо- и виброустойчивостью, надежностью, долговечностью и технологичностью в изготовлении. У переналаживаемых приспособлений корпусы должны допускать быструю реализацию новых компоновок. Корпусы изготавливают цельными (литыми из чугуна и сплавов цветных металлов) и сборными путем сварки или сборки из элементов. Сборные корпусы технологичнее и дешевле, но обладают пониженной жесткостью, для повышения которой и применяют ребра жесткости и др. Для изготовления сборных корпусов применяют разного типа плиты, коробки, квадратные корпусы, швеллеры с ребрами, двутавры, переходные фланцы, стойки, угольники ребра и др.

Для установки и закрепления корпусов приспособлений на станках, основания корпусов имеют пазы или ушки с пазами для крепежных болтов с квадратными или прямоугольными головками, вводимыми в Т-образные пазы стола станка. Быстрая и точная установка приспособления на столе станка обеспечивается при помощи направляющих шпонок, вводимых в Т-образный паз стола станка.

Проектирование приспособлений. Стадии проектирования:

- Изучение чертежа изделия, содержания и структуры технологической операции, схем и поверхностей базирования, закрепления и наладки, характеристик и конструктивных особенностей станка, на котором планируется обработка. Учет типа производства, характеристик поверхностей, обрабатываемых в проектируемом приспособлении.
- Обзор и анализ существующих конструкций, используемых для аналогичных работ. Уточнение схемы базирования и закрепления. Расчет сил резания и зажима. Выбор места приложения зажима, определение и выбор типа и размеров установочных элементов, их числа и взаимного положения. Выбор типа зажимного механизма и его привода и определение его основных параметров с учетом заданного времени на установку, закрепление и снятие изделия после его обработки.
- Установление и выбор типа и размеров элементов для направления и контроля положения режущего инструмента.
- Установление, и выбор конструкции и размеров вспомогательных элементов и устройств, корпуса приспособления.
- Эскизная разработка вариантов общего вида приспособления путем последовательного нанесения элементов приспособления (установочных, зажимных, направляющих для инструмента, вспомогательных) вокруг контура детали, нанесенного в трех проекциях посередине листа соответствующего формата. Вычерчивание корпуса приспособления, объединяющего все элементы конструкции. Выбор оптимального варианта конструкции.
- Уточнение и отработка выбранного варианта конструкции. Составление кинематической, электрической и других схем. Выполнение необходимых расчетов – силовых, прочности и жесткости элементов, точности обработки детали на данном приспособлении и др. Графическое оформление приспособления по ЕСКД (общий вид или сборочный чертеж).
- Выполнение технико-экономических расчетов целесообразности и эффективности применения (модернизации, замены) приспособления.

Расчет точности приспособления.

1. выбор расчетного параметра (или нескольких), оказывающего влияние на положение и точность обработки заготовки;
2. принятие последовательности расчета и составление размерных цепей;
3. определение точности приспособления (замыкающего звена) по выбранному параметру;
4. распределение полученного значения допуска приспособления (допуска замыкающего звена) между допусками составляющих звеньев – деталей приспособления;
5. выбор методов обеспечения точности сборки элементов приспособления и разработка технических требований на сборку (с указанием их на сборочном чертеже или чертеже общего вида).

Расчет погрешности приспособления $\varepsilon_{пр}$

основывается на положении, что общая погрешность обработки ε_0 не должна превышать допуск δ выполняемого размера, т.е. $\varepsilon_{пр} \leq \delta - \varepsilon_0$. Подставив составляющие общей погрешности обработки ε_0 , получим:

$$\varepsilon \leq \delta - K \sqrt{K_1^2 \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{и}^2 + \varepsilon_{п}^2 + K_2^2 \omega^2}$$

где K – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих звеньев от закона нормального распределения ($K=1 \dots 1,2$ в зависимости от количества значимых слагаемых); K_1 – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования ε_6 при работе на настроенных станках ($K_1=0,8 \dots 0,85$); K_2 – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в ω , вызываемой факторами, не зависящими от приспособления ($K_2=0,6 \dots 0,8$); ε_3 – погрешность закрепления; ε_y – погрешность установки приспособления на станке; $\varepsilon_{и}$ – погрешность положения детали из-за изнашивания установочных элементов; $\varepsilon_{п}$ – погрешность от перекоса инструмента; ω – средняя экономическая точность обработки (из справочных таблиц).

Экономическая эффективность приспособлений:

Экономия при применении приспособления возникает, главным образом, от сокращения трудоемкости обработки (контроля, сборки, испытания) изделия. Технико-экономический анализ принятого варианта конструкции выполняется в соответствии с действующей типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений путем определения годового экономического эффекта и срока окупаемости капитальных вложений.