

Лекции – 34ч, лабораторные – 18 ч.

Лектор: доцент каф. ТАМП ИК Коротков Владимир Сергеевич

Литература

1. Переналаживаемая технологическая оснастка / Под ред. Д. И. Полякова. — М. : Машиностроение, 1988. — 256 с.
2. Схиртладзе Александр Георгиевич. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. — Старый Оскол : ТНТ, 2008 .
3. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства/ Под ред. Ю.М. Соломенцева.- М.: Высш. шк., 1999 – 415с.
4. М.А. Ансеров. Приспособления для металлорежущих станков.- Л.: Машиностроение, 1975 – 656с.
5. Выбор технологических баз при изготовлении деталей: учебное пособие/ В.Ф. Скворцов. – Томск: изд-во ТПУ, 2007.-56с.
6. Проектирование и применение технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие /А.П. Чурбанов, А.Б. Ефременков; Юргинский технологический институт. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 316 с.
6. www.rosstan.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

ЛЕКЦИЯ №1

Объектом изучения дисциплины ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА (ТО) являются различные виды приспособлений машиностроительного производства.

Предметом изучения дисциплины ТО являются принципы функционирования и условия нормальной работы приспособлений, а также методы их расчета и проектирования.

Основную группу ТО составляют приспособления механосборочного производства.

Приспособлениями (в машиностроении) называют вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций механической обработки, сборки и контроля.

Применение приспособлений позволяет: устранить разметку заготовок перед обработкой, повысить точность обработки, снизить себестоимость продукции, облегчить условия работы оператора и обеспечить его безопасность, расширить технологические возможности оборудования, организовать многостаночное обслуживание, применить технически обоснованные нормы времени, сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции.

Современная быстроразвивающаяся экономика требует сокращения сроков подготовки производства.

Изучение закономерности влияния приспособления на точность и производительность выполняемых операций позволяет проектировать приспособления, интенсифицирующие производство и повышающие его точность. Проводимая работа по унификации и стандартизации элементов приспособлений создала основу для автоматизированного проектирования приспособлений с использованием ЭВМ, что привело к ускорению технологической подготовки производства.

Основные понятия и определения

Классификация приспособлений

ТО классифицируется по трем основным признакам:

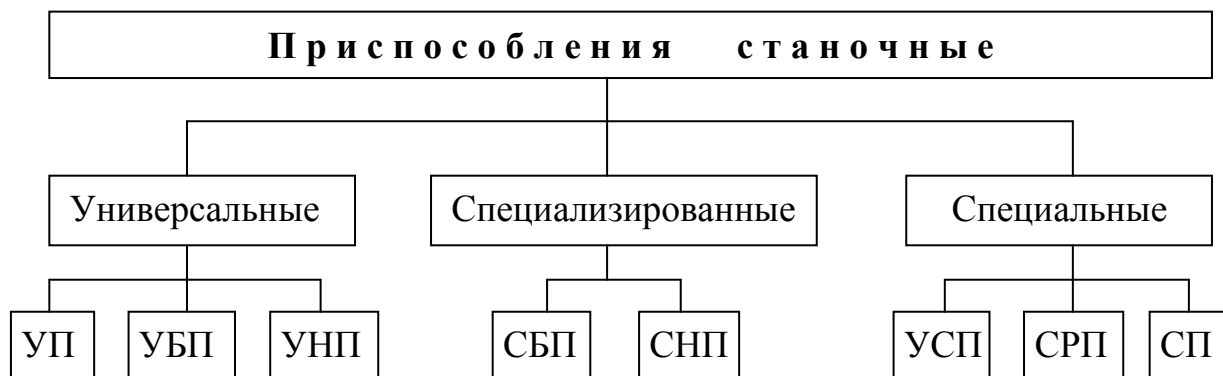
- I. По целевому назначению
- II. По степени специализации
- III. По степени механизации и автоматизации

По **целевому назначению** приспособления делятся на **пять групп**:

1. Станочные приспособления
2. Приспособления для крепления рабочих инструментов
3. Сборочные приспособления
4. Контрольные приспособления
5. Приспособления для захвата, перемещения и перевертывания заготовок.

По **степени специализации** приспособления делятся на:

1. Универсальные
2. Специализированные
3. Специальные



Универсальные приспособления (УП) – применяют для установки и закрепления заготовок разных по форме и габаритным размерам, обрабатываемых на различных металлообрабатывающих станках, в единичном и мелкосерийном производствах. К ним относятся различные патроны, машинные тиски, делительные головки и т.д.

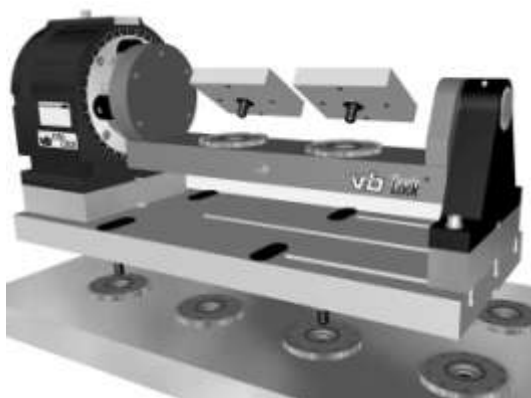


Универсальные безналадочные приспособления (УБП) – используют для закрепления заготовок широкой номенклатуры и различной конфигурации. К ним относятся: универсальные патроны с неразъемными кулачками, универсальные фрезерные и слесарные тиски, поводковые патроны, центра и т.д.

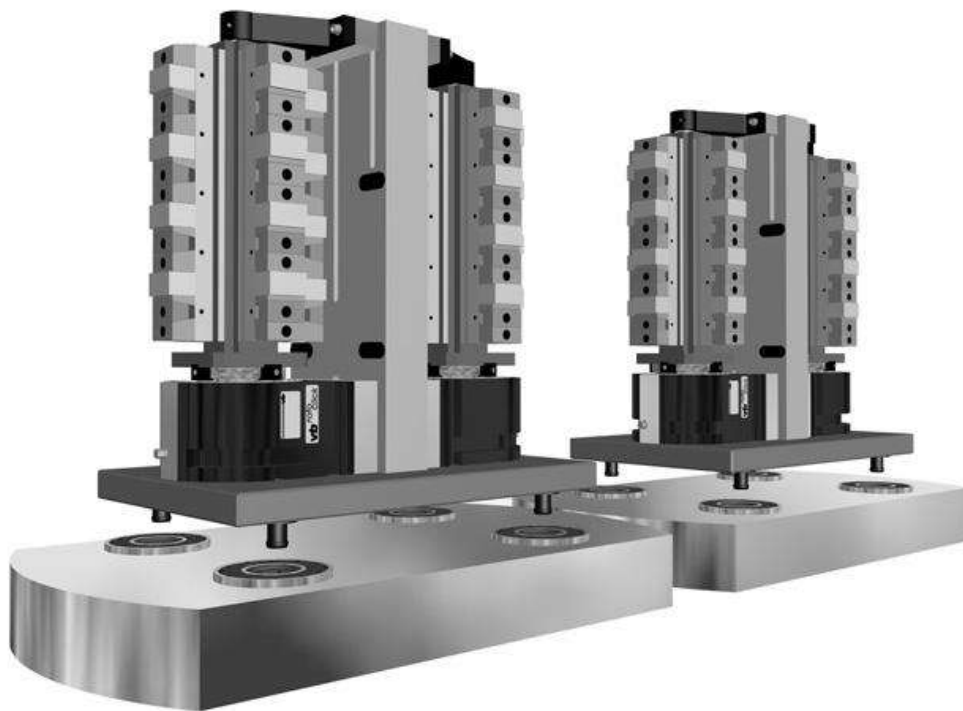


Универсальные наладочные приспособления (УНП) – применяют для установки и закрепления определенной группы, схожих по форме заготовок деталей, обрабатываемых на токарных, фрезерных, сверлильных и др. станках. УНП состоит из двух частей: универсальной (постоянной) и наладочной (сменной).

Специализированные безналадочные приспособления (СБП) – используют для закрепления заготовок, близких по конструктивно-технологическим признакам, с одинаковыми базовыми поверхностями, требующих одинаковой обработки. При осуществлении однотипных операций на этих приспособлениях необходимо осуществлять регулировку отдельных элементов. К таким приспособлениям относятся: приспособления для групповой обработки деталей типа валов, втулок, фланцев, дисков, кронштейнов, корпусных деталей и т.п.



Специализированные наладочные приспособления (СНП) – состоят из двух частей. Первая часть - базовый агрегат, вторая часть – специальная сменная наладка. Во многих случаях базовый агрегат имеет одну или несколько вспомогательных базовых поверхностей для установки на них специальных сменных наладок, предназначенных для направления режущего инструмента, механизма зажима заготовки и других деталей и сборочных единиц. После установки сменной наладки базовый агрегат преобразуется в законченное приспособление для выполнения конкретной операции по изготовлению конкретной детали. Специальная сменная наладка проектируется и изготавливается с учетом специфики конкретной заготовки, при этом учитываются оптимальные условия ее установки в приспособлении. Типы и основные размеры СНП определены ГОС стандартами. Область применения СНП охватывает все типы серийного производства в условиях групповой обработки заготовок.



Универсально-сборные приспособления (УСП) – собирают из нормализованных деталей и узлов, входящих в комплект УСП. Этот комплект состоит из базовых, корпусных, установочных, направляющих, прижимных, крепежных и др. деталей и нормализованных узлов, различных по конструкции и назначению.

Комплект УСП содержит 1500...25000 деталей. Из комплекта в 20000 деталей можно одновременно собрать 200...250 приспособлений, для изготовления деталей на различных станках.

Изготовление приспособления из деталей УСП включает в себя:

1. Разработку схемы сборки приспособления в соответствии с видом технологической операции обработки детали и станка
2. Сборку приспособления из нормализованных деталей
3. Использование собранного приспособления для изготовления детали на станке
4. Разборку приспособления
5. Раскладку деталей УСП для хранения.

Применение УСП в 2-3 раза сокращает сроки технологической подготовки производства к выпуску нового изделия. Затраты на восстановление комплекта деталей УСП за год составляют 3,5% от всей себестоимости комплекта.

Основой комплекта являются гидравлические блоки. Конструктивно они выполнены в виде прямоугольных плит УСП, в корпус которых встроены гидроцилиндры двустороннего действия. Срок использования деталей и узлов УСП примерно 25 лет. УСП применяют в опытном, единичном, мелкосерийном и частично в среднесерийном типах производства.



Сборно-разборные приспособления (СРП) – являются разновидностью оснастки многократного применения. В СРП элементом фиксации является *цилиндрический палец и точное отверстие* (в УСП фиксация деталей осуществляется системой «шпонка – точный паз»). Этот способ фиксации имеет ряд эксплуатационных и технологических преимуществ: достигается более высокая точность обработки, а также жесткость системы, что позволяет работать на более высоких режимах обработки.

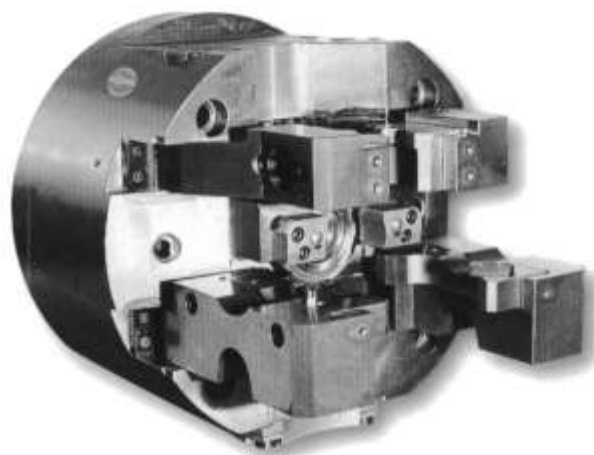
Отверстия предназначены для фиксации на плите специальных сменных наладок, установочно-крепежных и других элементов или обрабатываемых заготовок. Кроме того, они могут быть использованы в качестве «нулевой точки» при установке приспособления на станке с ЧПУ. Также для крепления сменных наладок и др. на верхней поверхности плиты предусмотрены Т-образные пазы.

Из деталей и сборочных единиц СРП разработаны два специализированных комплекта – первый комплект предназначен для оснащения сверлильных и фрезерных станков с программным управлением, второй – для многооперационных и расточных станков с ЧПУ.

Специальные приспособления (СП) – используют для выполнения определенной операции при обработке конкретной детали, они являются одноцелевыми. При смене объекта производства такие приспособления, как правило, приходится списывать, независимо от степени их физического износа. Эти приспособления трудоемки и дороги в изготовлении. Их изготавливают в единичном производстве, а применяют главным образом в крупносерийном и массовом производствах.



А)



Б)

Рис1. Рычажные зажимные патроны с механическим приводом:

А) – применяется для зажима коленчатых валов

Б) – применяется для зажима коробок дифференциала.

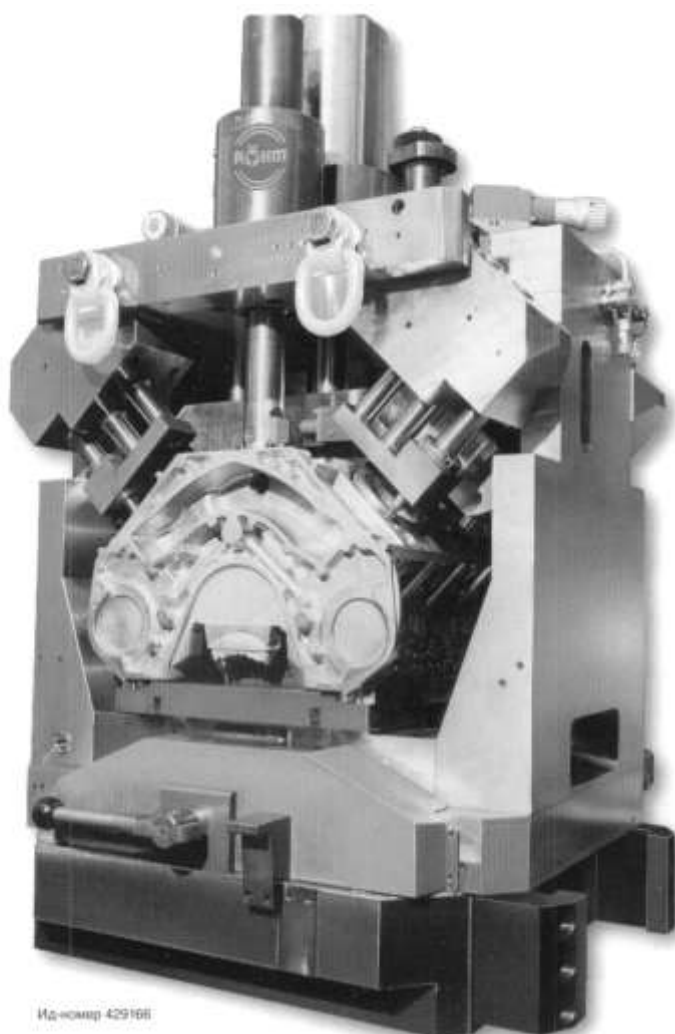
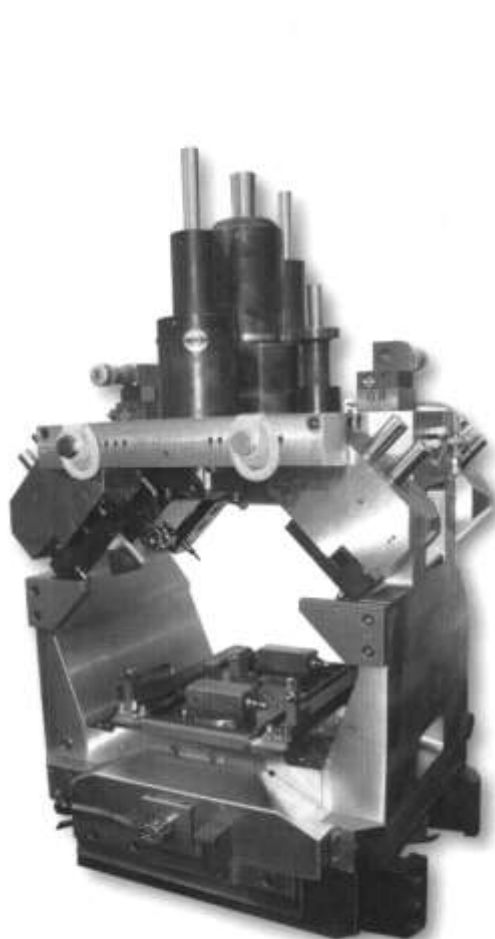


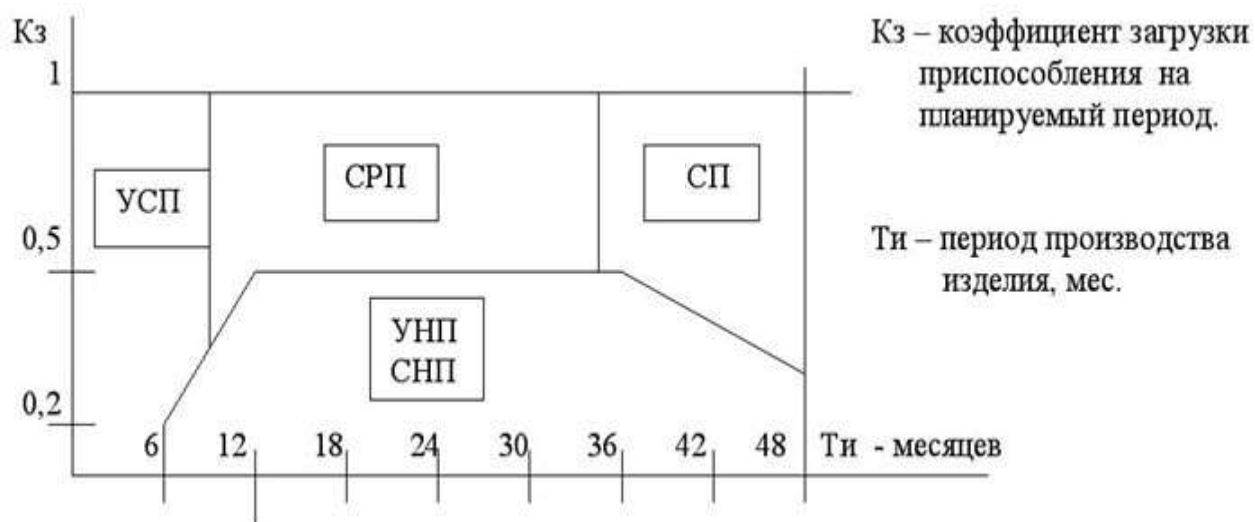
Рис2. Зажимное устройство с гидравлическим приводом применяется для зажима
блоков двигателей

По **степени механизации и автоматизации** приспособления подразделяют на:

1. Ручные
2. Механизированные
3. Полуавтоматические
4. Автоматические

Выбор приспособлений зависит от типа производства, программы выпуска деталей, формы и габаритных размеров деталей, точности их изготовления и от технических требований, предъявляемых к деталям, подлежащим изготовлению.

Зоны рентабельности применения приспособлений различных систем



Применение станочных приспособлений позволяет:

1. Устранить разметку заготовок перед обработкой, и устранить их выверку на станке по разметке;
2. Значительно повысить производительность труда в результате сокращения вспомогательного времени, увеличения числа одновременно обрабатываемых заготовок и числа одновременно работающих режущих инструментов, а также повышения режимов резания;
3. Обеспечить условия для многостаночного обслуживания нескольких станков одним рабочим;
4. Значительно облегчить труд рабочих-станочников и использовать рабочих с более низкой квалификацией;
5. Повысить точность изготовления деталей;
6. Расширить технологические возможности станков;
7. Создать условия для механизации или автоматизации станков;
8. Снизить себестоимость изготовления деталей.

ЛЕКЦИЯ №2

Основные элементы приспособлений. Базирование заготовки в приспособлении

Конструкции всех станочных приспособлений основываются на использовании типовых элементов, которые можно разделить на следующие группы:

- Установочные элементы, определяющие положение детали в приспособлении;
- Зажимные элементы – устройства и механизмы для крепления деталей или подвижных частей приспособлений;
- Элементы для направления режущего инструмента и контроля его положения;
- Силовые устройства для приведения в действие зажимных элементов (механические, электрические, пневматические, гидравлические);
- Корпуса приспособлений, на которых крепят все остальные элементы;
- Вспомогательные элементы, служащие для изменения положения детали в приспособлении относительно инструмента, для соединения между собой элементов приспособлений и регулирования их взаимного положения.

Каждое приспособление должно обеспечивать выполнение всех функций, обусловленных операцией. Среди них главной является базирование заготовки, то есть придание ей требуемого положения в приспособлении. После базирования заготовку необходимо закрепить, чтобы она сохранила при обработке неподвижность относительно приспособления.

Базирование и закрепление – это два разных элемента установки заготовки. Они выполняются последовательно. Базирование нельзя заменить закреплением.

Базирование заготовки в приспособлении

Из теоретической механики известно, что твердое тело имеет **шесть степеней свободы**: три связаны с перемещением тела вдоль трех взаимно перпендикулярных осей координат OX , OY , OZ и три – с возможностью его поворота относительно этих осей.

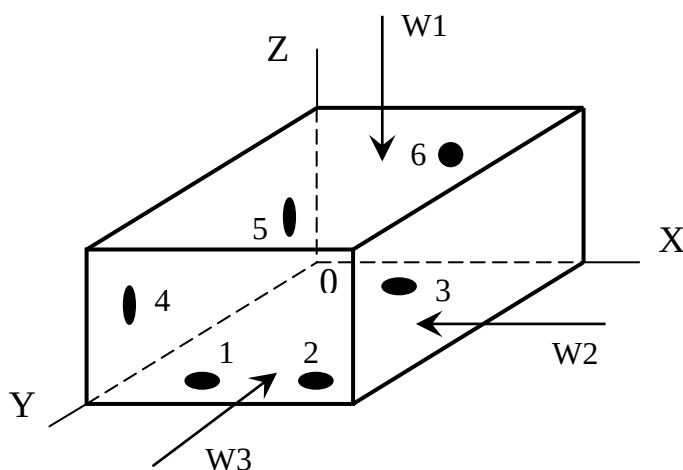


Рис.1. Схема базирования и зажима заготовки в приспособлении

Каждая опора лишает заготовки одной степени свободы, следовательно, для лишения заготовки всех (шести) степеней свободы необходимо, чтобы в приспособлении было шесть неподвижных опорных точек (правило шести точек). Эти точки находятся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: т. **1, 2 и 3**, расположенные в плоскости **XOY**, лишают заготовку **трех степеней свободы** – возможности перемещаться вдоль оси **OZ** и вращаться вокруг осей **OX** и **OY**. возможности

Точки **4 и 5**, расположенные в плоскости **ZOY**, лишают ее **двух степеней свободы** – возможности перемещаться вдоль оси **OX** и вращаться вокруг оси **OZ**.

Точка **6**, расположенная на плоскости **XOZ**, лишает заготовку **шестой степени свободы** – возможности перемещаться вдоль оси **OY**.

Силы зажима **W1, W2, W3**, действующие в направлениях, перпендикулярных к трем плоскостям, прижимают заготовку к шести неподвижным опорам. Число неподвижных опор в приспособлении не должно быть больше шести, так как в противном случае создается неустойчивое положение обрабатываемой заготовки в приспособлении.

Способы базирования заготовок в приспособлениях

Устанавливаемые в приспособление детали имеют различные базовые поверхности, в зависимости от их геометрической формы. Рассмотрим некоторые способы базирования заготовок в приспособлениях.

В «координатный угол» базируются заготовки, имеющие призматическую форму (рис.2).

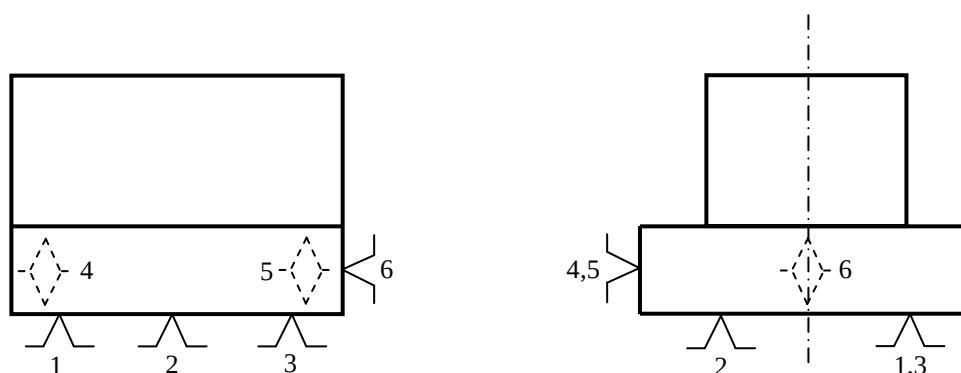


Рис.2. Базирование призматической заготовки на первой стадии обработки

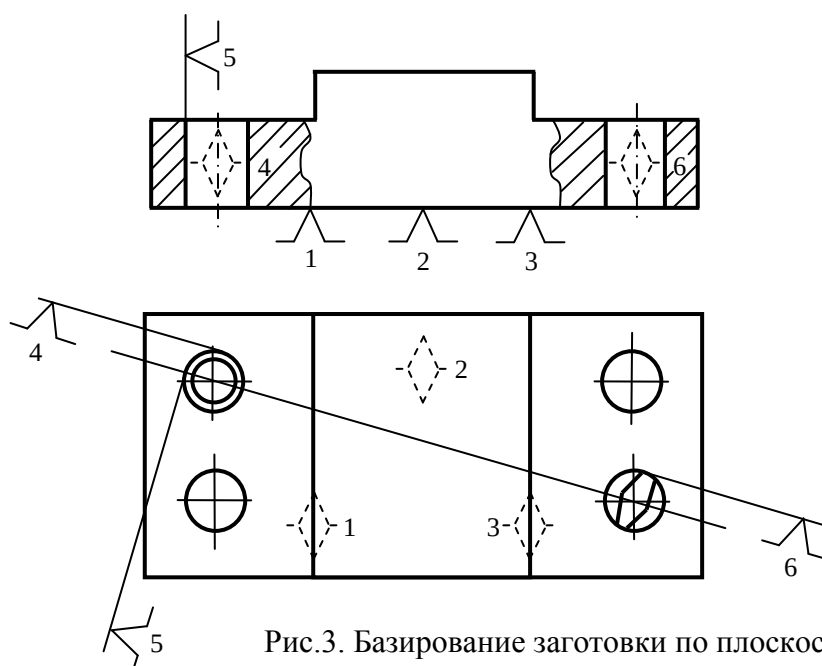


Рис.3. Базирование заготовки по плоскости и двум отверстиям на последующих стадиях обработки

Заготовки деталей цилиндрической формы в зависимости от вида обработки могут базироваться в призму (рис.4).

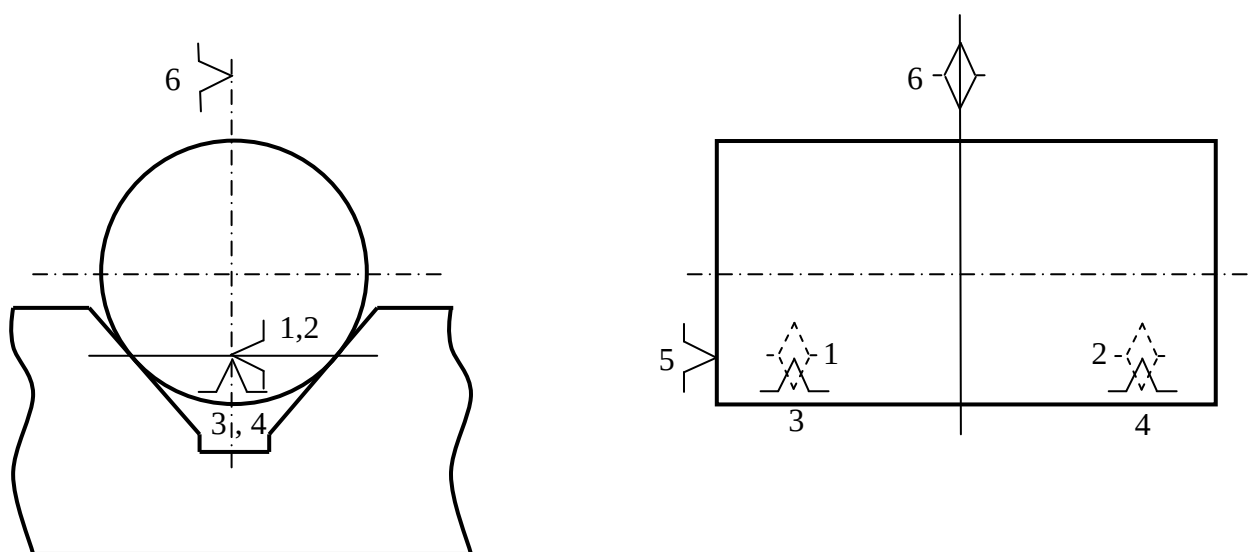


Рис. 4. Схема базирования заготовки в призму

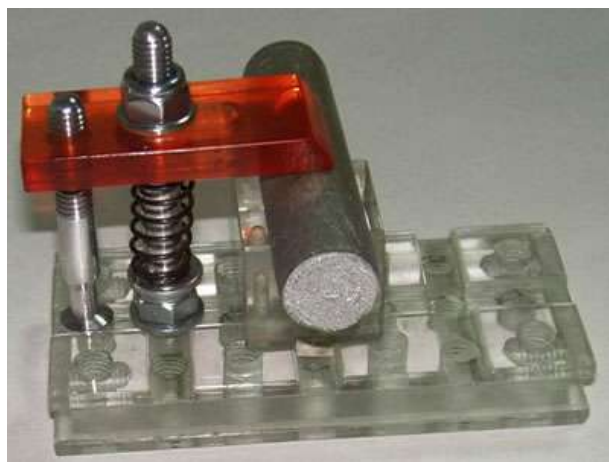
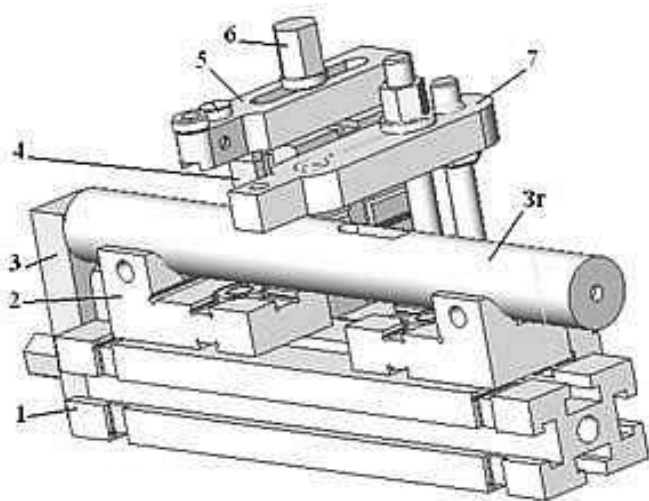


Рис. 5. Базирование заготовки в призму (3-D модель)

Типовые базирующие элементы приспособлений

Базирующие или установочные элементы приспособлений должны обладать высокой износостойкостью рабочих поверхностей и поэтому изготавливаются из стали и подвергаются термической обработке для достижения необходимой поверхностной твердости. В частности могут быть рекомендованы хромистая сталь 20Х или конструкционная углеродистая сталь 20 с цементацией рабочих поверхностей на глубину 0,8...1,2 мм с последующей закалкой до твердости HRC 58...62.

В корпусе приспособления эти элементы должны располагаться так, чтобы обеспечивалась возможность легкой и быстрой замены их в случае износа или

повреждения. Рабочие поверхности базирующих деталей для сохранения их в чистоте и в целях надежного прилегания к ним заготовок должны быть *небольших размеров* и *не должны быть сплошными* по всей установочной поверхности обрабатываемой детали.

При установке заготовка опирается на установочные элементы приспособлений, поэтому эти элементы называют **опорами**.

Опоры делят на две группы:

1. Основные
2. Вспомогательные

Основными опорами называются установочные или базирующие элементы, лишаящие заготовку при обработке всех или нескольких степеней свободы.

Для придания заготовке устойчивого положения основные опоры следует располагать *на максимальном расстоянии друг от друга*, таким образом, чтобы силы зажима и резания приходились либо против опор, либо между ними.

Вспомогательные опоры применяют для исключения деформации заготовок, установленных на основных опорах. Количество их может быть произвольным, так как оно определяется условиями обработки, жесткостью и конфигурацией детали. (Вспомогательные опоры не лишают заготовку степеней свободы).

К основным опорам относятся: **опорные штыри, пальцы, пластины, центры, призмы** (ГОСТ 12193-12197, 12209-12216, 13440-13442, 4743).

Штыри применяются с плоской, сферической и насеченной головкой (рис.6).

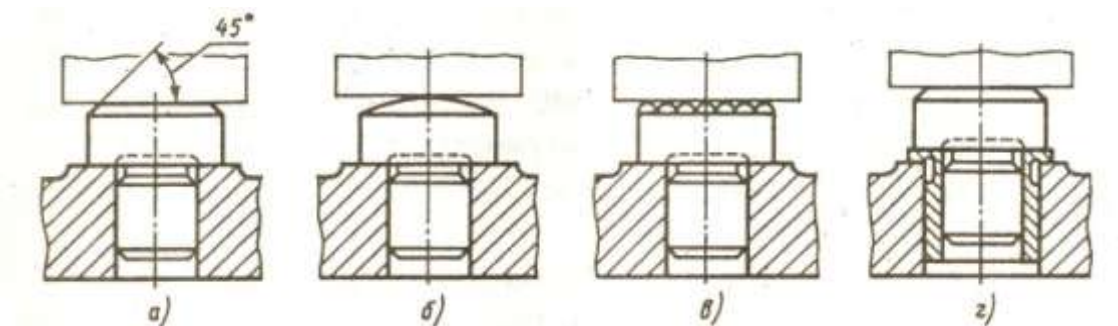


Рис. 6. Опорные штыри

Штыри с плоской головкой (рис.6а) предназначены для установки заготовок обработанными плоскостями.

Штыри со сферической и насеченной головкой (рис.6 б, в) предназначены для установки заготовок необработанными плоскостями, причем штыри со сферической головкой, как более изнашивающиеся, применяются в случае особой необходимости, например, при установке узких заготовок необработанной поверхностью для получения максимального расстояния между опорными точками.

Штыри с насеченной головкой (рис.6в) используют для установки деталей по необработанным боковым поверхностям, потому что они обеспечивают более устойчивое положение заготовки и в некоторых случаях позволяют использовать меньшие усилия зажима.

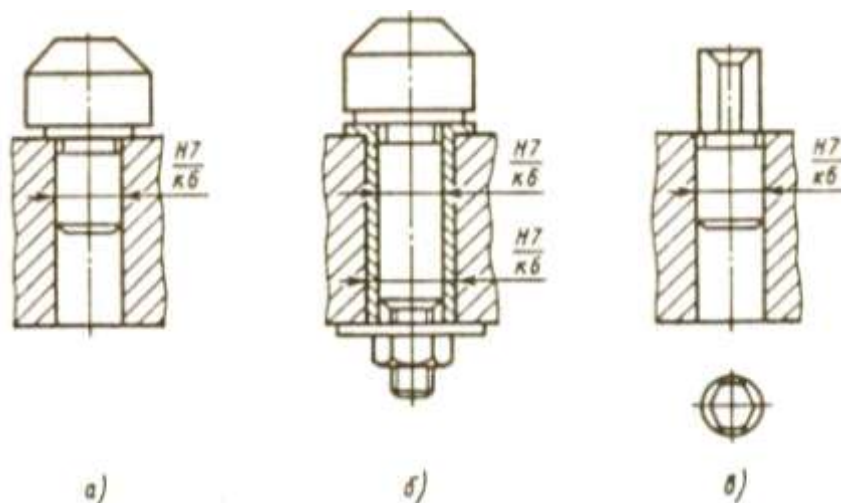


Рис.7. Элементы (пальцы) для установки заготовок по наружным и внутренним цилиндрическим поверхностям: а- постоянные цилиндрические, б- сменные цилиндрические, в- постоянные срезанные.

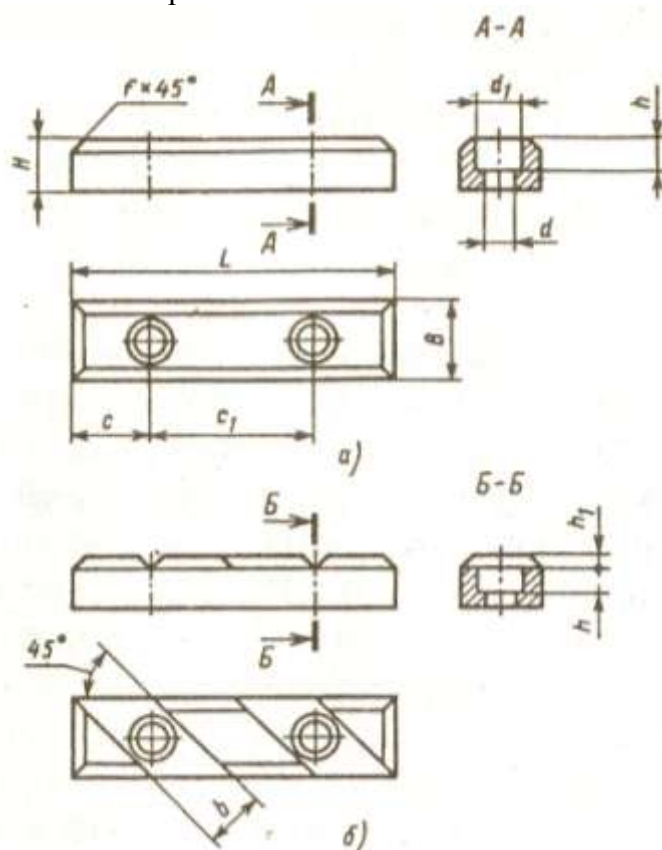


Рис. 8. Опорные пластины

Наиболее распространенные **конструкции пластин** приводятся на рис.8. Конструкция представляет собой узкую пластинку, закрепляемую двумя или тремя винтами диаметром М6, М8, М10 или М12 в зависимости от поперечного сечения пластинки. Для облегчения перемещения заготовки, а также для безопасной очистки приспособления от стружки вручную, рабочая поверхность пластинки имеет фаску под углом 45°. Основные достоинства таких пластинок это простота и компактность. Головки винтов, крепящих пластину, обычно утопают на 1...2 мм относительно рабочей поверхности пластины.

Существуют также пластинки с косыми углублениями. Косое расположение пазов позволяет, во-первых, непрерывно направлять деталь при перемещении ее по пластинам, и во-вторых, содействует более эффективной очистке установочной поверхности детали при этом перемещении.

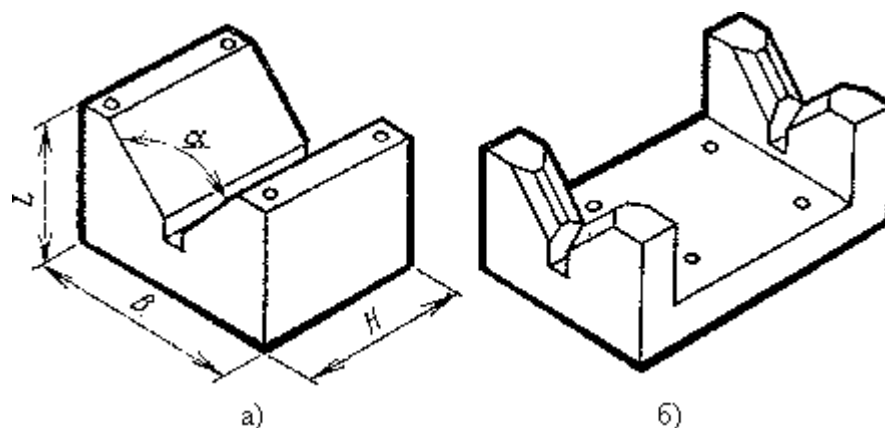


Рис. 9. Элементы для установки заготовок по наружным и внутренним цилиндрическим поверхностям: а, б – призмы широкая и узкая сдвоенная.

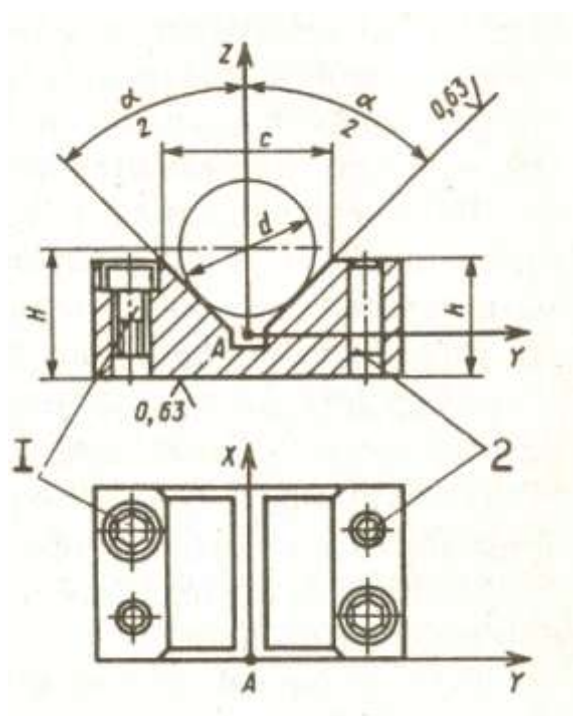


Рис.10. Призма для установки небольших заготовок с базированием по обработанным поверхностям

При базировании заготовок по цилиндрической поверхности используется установка заготовки на призму (рис.9).

Призмой называется установочный элемент с рабочей поверхностью в виде паза, образованного двумя плоскостями, наклоненными друг к другу под углом (рис.9, 10).

В приспособлениях используют призмы с углами α , равными 60° , 90° и 120° . Наибольшее распространение получили призмы с $\alpha=90^\circ$. Призмы с $\alpha=120^\circ$ применяют, когда заготовка не имеет полной цилиндрической поверхности и по небольшой дуге

окружности нужно определить положение оси детали. Заготовка, помещенная на таких призмах, имеет небольшую устойчивость. Призмы с углом $\alpha=60^\circ$ применяют для повышения устойчивости в том случае, когда имеются значительные силы резания, действующие параллельно оси призмы.

При установке заготовок с чисто обработанными базами применяют призмы с широкими опорными поверхностями, а с черновыми базами – с узкими опорными поверхностями. Кроме того, по черновым базам применяют точечные опоры, запрессованные в рабочие поверхности призмы (рис.11 б). В этом случае заготовки, имеющие искривленность оси, бочкообразность и другие погрешности формы технологической базы, занимают в призме устойчивое и определенное положение.

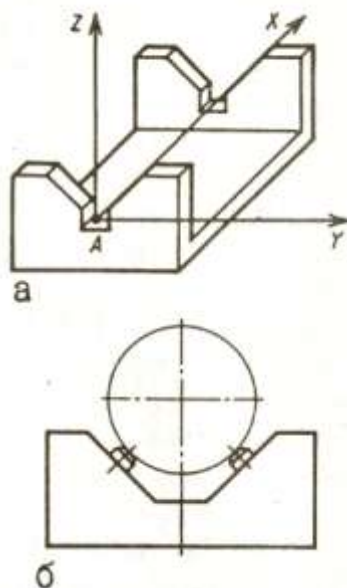


Рис.11. Призмы: а- с выемкой для установки длинных заготовок; б- с точечными опорами.

Призма определяет положение **оси Z** заготовки (рис.11 а) перпендикулярной основанию призмы, вследствие совмещения ее с осью углового паза. Осью углового паза считают ось, проведенную через **точку А** пересечения рабочих плоскостей перпендикулярно плоскости основания призмы. Для использования этого свойства призмы необходимо при ее изготовлении обеспечить строгую симметрию рабочих плоскостей призмы относительно оси углового паза, т.е. точно выдержать половину угла призмы $\alpha/2$.

Призма определяет положение продольной **оси X** заготовки. В связи с этим возникает необходимость точной фиксации положения призмы на корпусе приспособления. Поэтому кроме крепежных винтов 1, положение фиксируют с помощью двух контрольных штифтов 2 (рис.10). Размер «с» необходим для разметки и предварительной обработки, размер «Н» - для контроля окончательной обработки.

Если по условиям обработки длинную заготовку необходимо поставить на несколько призм, то две из них делают жесткими (основные опоры), а остальные подвижными (вспомогательные опоры).

Если на установочной поверхности заготовки имеется припуск, который необходимо удалить в последующих операциях и который для различных партий заготовок может быть неодинаковым, или, если у разных партий заготовок форма установочной поверхности имеет некоторые отклонения, применяют **регулируемые опоры**.

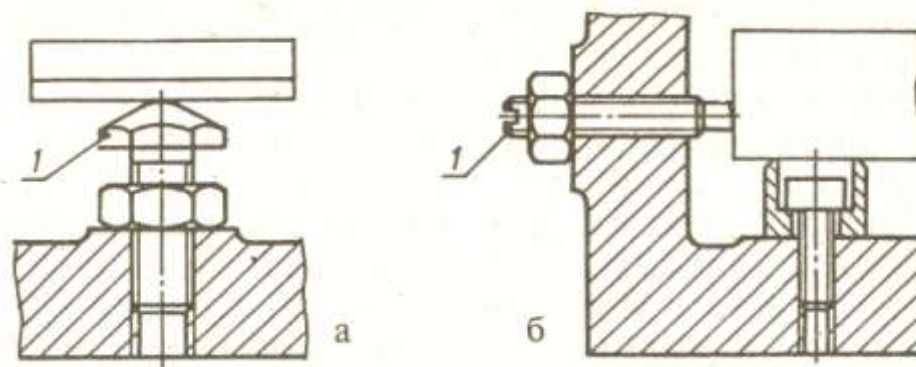


Рис.12. Винтовые регулируемые опоры приспособлений

Регулируемая опора, расположенная вертикально (рис.12 а). Регулируемыми часто делают и боковые опоры (рис.12 б). Обычно не все основные опоры делают регулируемыми. Часто регулируется одна опора в каждой установочной плоскости. В мелкосерийном производстве, где практикуется изготовление деталей разных размеров при использовании одного и того же приспособления, иногда делают все опоры регулируемыми. Регулировку таких опор обычно производит наладчик.

Для деталей, имеющих внутреннюю цилиндрическую поверхность, в качестве установочных элементов применяют **оправки**. Конструктивно оправки делят на жесткие и разжимные.

Жесткие оправки могут быть: конические, цилиндрические для посадки заготовок с гарантированным зазором или натягом.

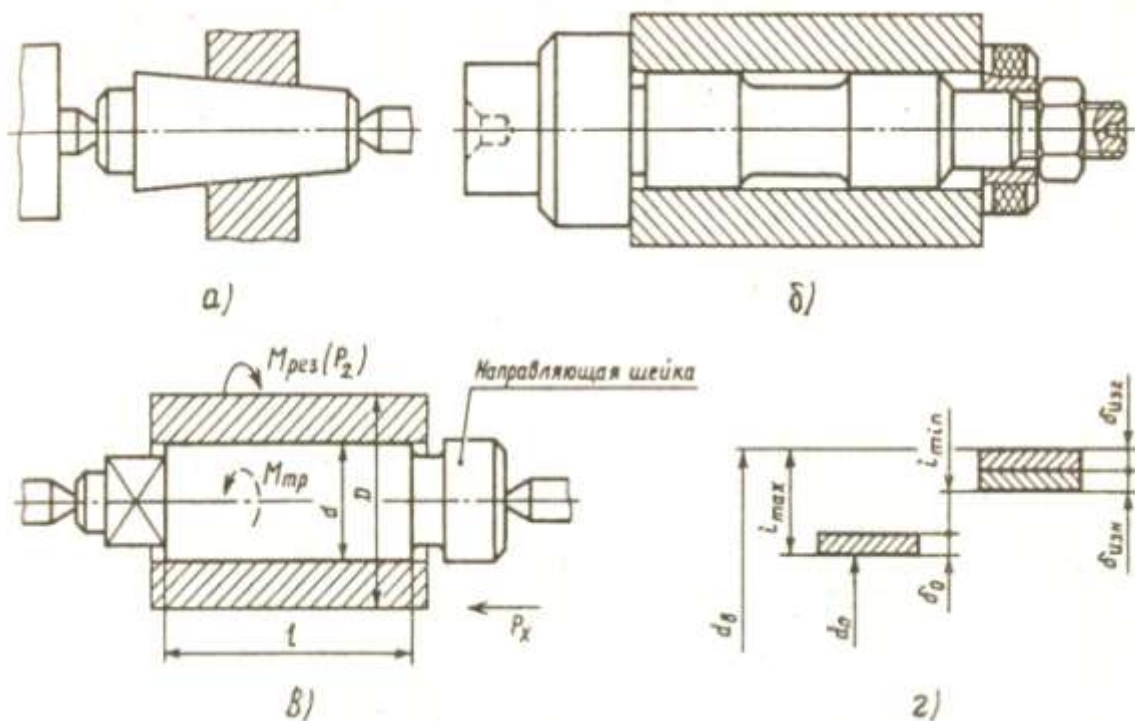


Рис.13. Оправки: а- коническая оправка;
б- цилиндрическая оправка с гарантированным зазором;
в- оправка с натягом (под запрессовку).

На станке оправки устанавливают в центрах, с помощью конусного хвостовика или фланца. Центровые оправки имеют центровые отверстия. Для того чтобы сообщить оправке вращательное движение, на ее левом конце делают квадрат, лыски или устанавливают поводок.

Конусные оправки обеспечивают высокую точность центрирования. Конусность рабочей части оправки принимается равной 1/1500 ... 1/2000. Кроме того, заготовка удерживается от поворота за счет достигнутого натяга и зажима ее не требуется.

Недостатком таких оправок является: отсутствие точного ориентирования партии заготовок по длине за счет изменений в пределах допуска диаметра базового отверстия, а, следовательно, невозможность обработки торцов и уступов на предварительно настроенных станках; невозможность установки длинных заготовок, так как они будут удерживаться только на одном конце.

В конструкции **оправки с гарантированным зазором** (рис.13 б) провертывание заготовки на оправке ограничено силой затяжки гайки, шпонкой или шлицами, если на заготовке имеется шпоночный паз или шлицевое отверстие.

На (рис.13 в) приведена конструкция **оправки с натягом** (под запрессовку). Такие оправки, как и конусные, обеспечивают высокую точность центрирования. Использование таких оправок позволяет производить одновременную подрезку обоих торцов заготовки. Недостаток оправок – необходимость дополнительного оборудования – прессы для запрессовки и распрессовки оправок.

При конструировании оправок под запрессовку необходимо определить диаметр рабочей части оправки. При обработке заготовки возникает момент от силы резания **Мрез**, осевая сила **Рх**, стремящаяся повернуть и сдвинуть заготовку на оправке (рис.13 в).

Для нормальной работы оправки необходимо обеспечить условия:

$$M_{тр} = K \cdot M_{рез} = K \cdot P_z \cdot D/2; \quad P_{тр} = K \cdot P_x,$$

где **Мтр** и **Ртр** – момент и сила трения на поверхности контакта «отверстие-оправка»; **К** – коэффициент запаса; **Д** - диаметр обрабатываемой заготовки.

На рабочей поверхности оправки создается равномерно распределенное удельное давление **р**, в этом случае:

$$M_{тр} = f \cdot p' \cdot \pi d^2 \cdot l/2; \quad P_{тр} = f \cdot p'' \cdot \pi d \cdot l,$$

где **f** – коэффициент трения между заготовкой и оправкой;
d – номинальный диаметр отверстия в заготовке; **l** – длина рабочей части оправки;
р' и **р''** - удельные давления.

Определяем:
$$p' = \frac{K P_z D}{f \cdot \pi d^2 l}; \quad p'' = \frac{K P_x}{f \cdot \pi d l};$$

При одновременном действии **Мрез** и **Рх**:

$$p' = \frac{K}{f \cdot \pi d l} \cdot \sqrt{\frac{P_z^2 \cdot D^2}{d^2} + P_x^2}.$$

Величина удельного давления определяется натягом. На основании теории толстостенных сосудов можно записать, что полный натяг, зависящий от радиальных перемещений вала и отверстия (оправки и заготовки) равен:

$$i = p \cdot d \cdot \left(\frac{C_a}{E_a} + \frac{C_b}{E_b} \right),$$

где **d** - внутренний диаметр заготовки;

E_a, E_b – модули упругости материала детали и оправки,

C_a, C_b – коэффициенты жесткости детали и оправки.

$$C_a = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \mu_a ; \quad C_b = \frac{d_b^2 + d_o^2}{d_b^2 - d_o^2} - \mu_b ;$$

где **D** – наружный диаметр заготовки;

d_b, d_o – наружный и внутренний (при полый оправке) диаметр оправки;

μ_a, μ_b – коэффициенты Пуассона для материала заготовки и оправки (для чугуна μ = 0,25, для стали μ = 0,3).

Таким образом, ***выражение для расчета минимально необходимого натяга:***

$$i_{\min} = \frac{K}{f \cdot \pi \cdot l} \cdot \sqrt{P_z^2 \cdot \frac{D^2}{d^2} + P_x^2} \cdot \left(\frac{C_a}{E_a} + \frac{C_b}{E_b} \right).$$

Для определения диаметра оправки рассмотрим расположение полей допусков соединения оправка-заготовка (рис.13 г). Здесь **d** и **δ_о** – диаметр и допуск базового отверстия заготовки; **δ_{изг}** и **δ_{изн}** - допуски на изготовление и износ оправки. Исполнительный диаметр оправки можно определить как:

$$d_b = (d + \delta_o + i_{\min} + \delta_{изг} + \delta_{изн}).$$

Следовательно, рассчитав **i**, зная **δ_о** и выбрав **δ_{изг}** и **δ_{изн}**, можно рассчитать диаметр оправки. Обычно выбирают **δ_{изг}** = 0,01...0,02 мм; **δ_{изн}** = 0,02...0,03 мм.

Выбор мощности пресса производят по максимальному натягу.

Дополнительные опоры

При обработке нежестких заготовок часто применяют кроме установочных элементов дополнительные или подводимые опоры, которые подводят к заготовке после ее базирования по 6-ти точкам и закрепления.

Число дополнительных опор и их расположение зависит от формы заготовки, места приложения сил и моментов резания.

На рис.14 показана стандартная самоустанавливающаяся опора. Винт 6 опоры устанавливают выше основных опор. При установке заготовка давит на винт 6, сжимая пружину 8 до тех пор, пока не ляжет на основные опоры. После этого плунжер 7 жестко фиксируется с помощью винта 3, пальца 4 и штифта 5 с косым срезом. Вся опора смонтирована в корпусе 9. Угол скоса фиксирующего штифта 5 меньше угла самоторможения. Плунжер 7 фиксируется от проворота относительно корпуса 9 выступом штифта 5. Пружину 8 выбирают так, чтобы она не могла приподнять заготовку над основными опорами. Для приведения заготовки в исходное положение ее необходимо растормозить.

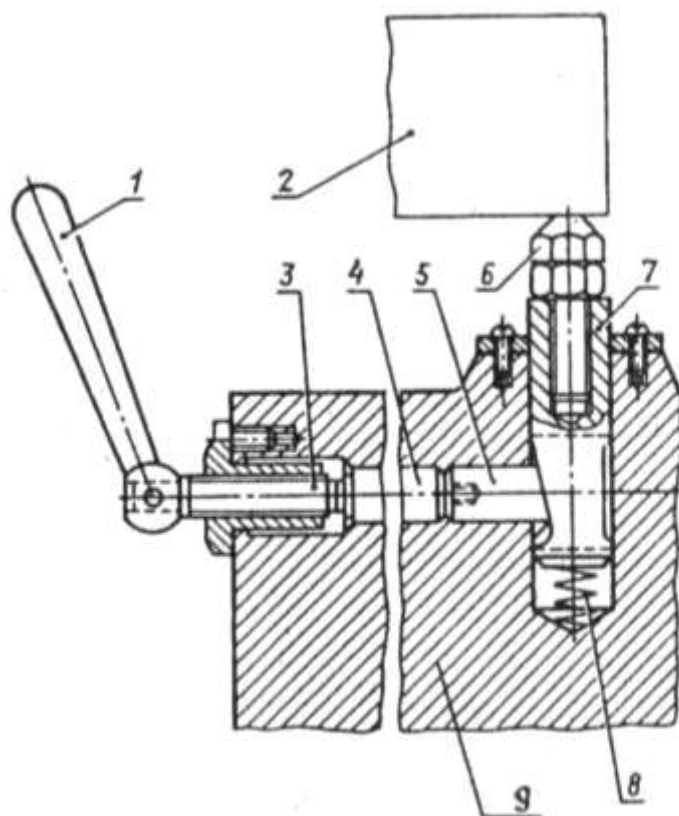


Рис.14. Дополнительная самоустанавливающаяся опора

Достоинство самоустанавливающихся опор: быстродействие (плунжер 7 автоматически входит в соприкосновение с заготовкой); возможность одновременного управления (стопорения) несколькими опорами от одного привода (например, через клиновую систему). Недостаток – не применяют при установке тяжелых заготовок и больших сил резания, действующих вдоль оси плунжера 7.

На рис.15 приведена нормализованная конструкция (МН 350-60) клиновой подводимой опоры. Если в приспособлении нет заготовки 1, то регулируемый винт 2 располагается ниже основных опор. После установки заготовки на основные опоры, вручную, движением клина 5 влево, выдвигают плунжер 3 до соприкосновения регулируемого винта 2 с поверхностью заготовки. Вращаясь, винт 6 своей конической частью выдвигает в радиальных пазах сегментные шпонки 4 до их упора в корпус 8 приспособления.

Клин 5 предохраняется от проворота штифтом 9. Угол наклона клина равен 15° , и клиновая опора является самотормозящей, но имеет достаточный ход.

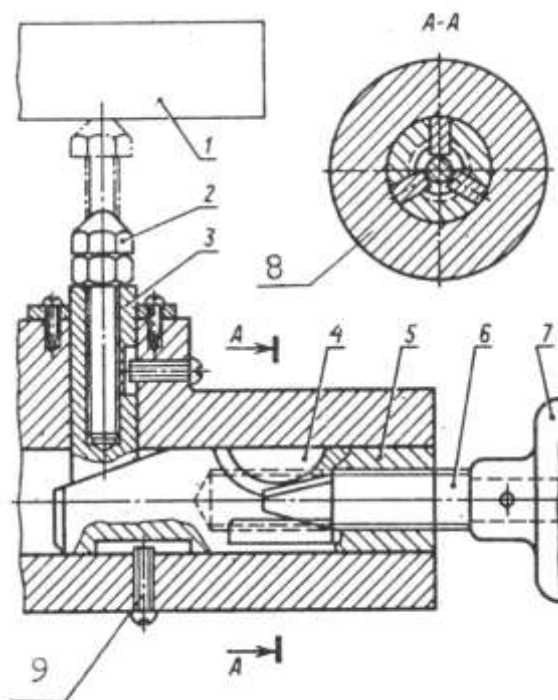


Рис.15. Дополнительная подводимая опора

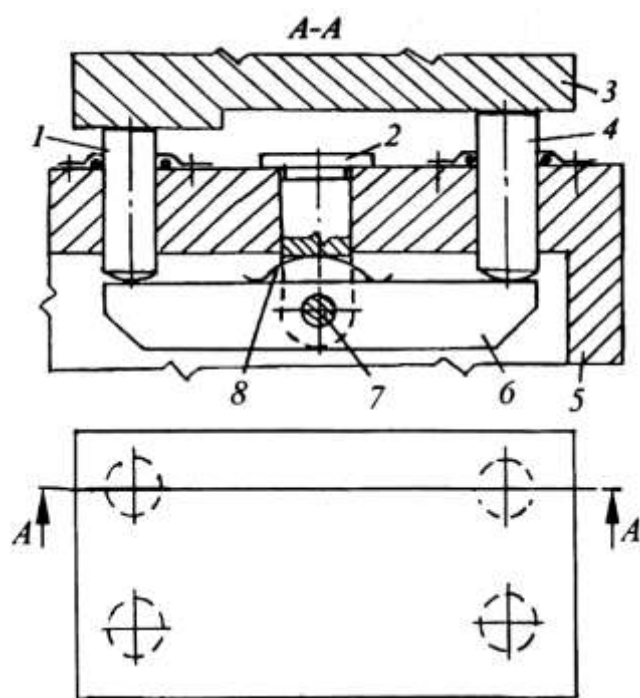


Рис. 16 Самоустанавливающаяся опора:

1, 4 – опорные штыри; 2 – серьга;
3 – заготовка; 5 – корпус; 6 – коромысло;
7 – ось; 8 – пружина

На рис.16 и 17 приведены конструкции самоустанавливающихся опор, применяемых для увеличения жесткости или устойчивости заготовки в приспособлении. Иногда их используют для установки деформированных заготовок.

Для защиты самоустанавливающихся опор от мелкой стружки и пыли в некоторых случаях используют резиновые манжеты.

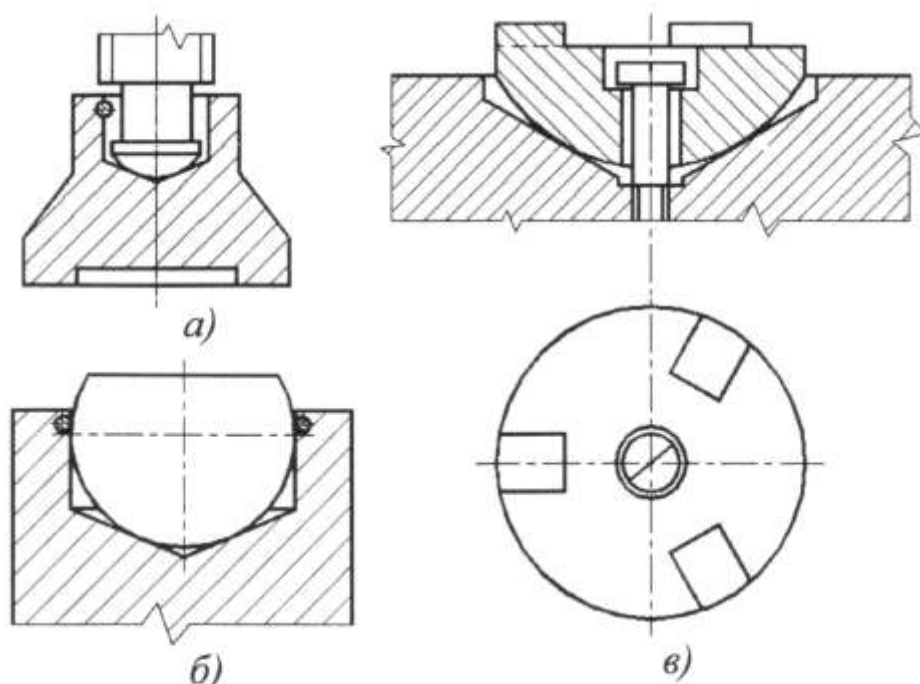


Рис. 17 Виды самоустанавливающихся опор:

а – с винтом; б – системы FBS для установки деформированных заготовок;
в – в конической расточке

ЛЕКЦИЯ №3

Зажимные устройства и методика их выбора

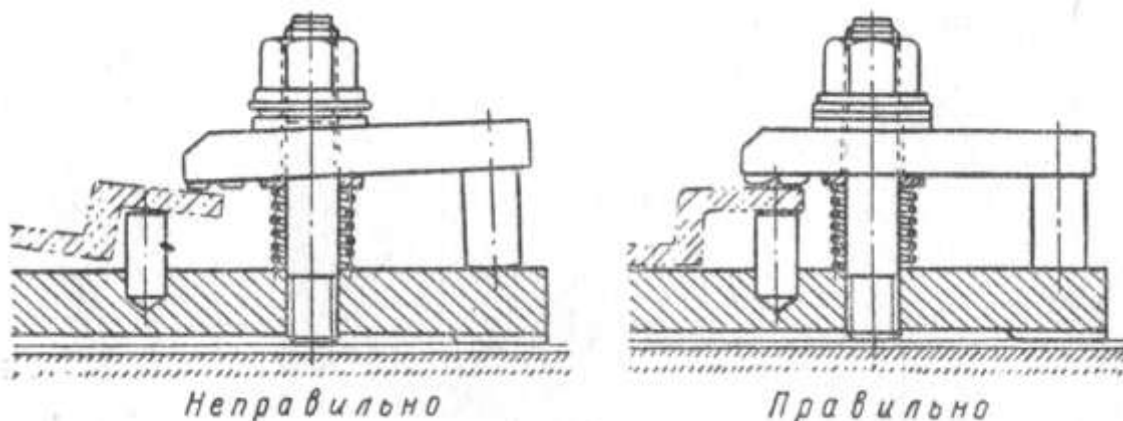
Зажимными устройствами или механизмами называют механизмы, устраняющие возможность вибрации или смещения заготовки относительно установочных элементов приспособления под действием собственного веса и сил, возникающих в процессе обработки (сборки).

Необходимость применения зажимных устройств исчезает в двух случаях:

1. Когда обрабатывают (собирают) тяжелую, устойчивую заготовку (сборочную единицу), по сравнению с весом которой силы механической обработки (сборки) малы;
2. Когда силы, возникающие при обработке (сборке) приложены так, что они не могут нарушить положение заготовки, достигнутое базированием.

Требования, предъявляемые к зажимным устройствам:

1. При зажиме не должно нарушаться положение заготовки, достигнутое базированием. Это удовлетворяется рациональным выбором направления и точки приложения силы зажима.



2. Зажим не должен вызывать деформации закрепляемых в приспособлении заготовок или порчи (смятия) их поверхностей.
3. Сила зажима должна быть минимальной необходимой, но достаточной для обеспечения надежного положения заготовки относительно установочных элементов приспособлений в процессе обработки.
4. Зажим и открепление заготовки необходимо производить с минимальной затратой сил и времени рабочего. При использовании ручных зажимов усилие руки не должно превышать 147 Н (15 кгс).
5. Силы резания не должны, по возможности, воспринимать зажимные устройства.
6. Зажимной механизм должен быть простым по конструкции, максимально удобным и безопасным в работе.

Выполнение большинства этих требований связано с правильным определением величины, направления и места положения сил зажима.

Расчет сил зажима может быть сведен к решению задачи статики на равновесие твердого тела (заготовки) под действием системы внешних сил.

К заготовке с одной стороны приложены силы тяжести и силы, возникающие в процессе обработки, с другой - искомые зажимные силы и реакции опор. Под действием этих сил заготовка должна сохранить равновесие.

Величину сил резания и их моментов определяют по формулам теории резания металлов или выбирают по нормативным справочникам. Найденное значение сил резания для надежности зажима заготовки умножают на коэффициент запаса $K = 1,4-2,6$ (при чистовой обработке $K=1,4$, при черновой $K=2,6$).

Величина коэффициента зависит от условий обработки заготовок на станке:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$$

где $K_0=1,5$ гарантированный коэффициент запаса при всех случаях обработки;

K_1 - коэффициент, зависящий от вида базовой поверхности заготовки (обработанная или необработанная);

K_2 — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента;

K_3 — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей;

K_4 — коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления;

K_5 - коэффициент, учитываемый при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси.

Рассмотрим несколько вариантов действия на обрабатываемую деталь сил резания, зажима и их моментов.

Первый вариант. Сила зажима W , приложенная к обрабатываемой заготовке 1, и сила резания P одинаково направлены и прижимают заготовку к опоре 2 приспособления (рис. 18). При этом на заготовку действует минимальная сила зажима W_{min} .

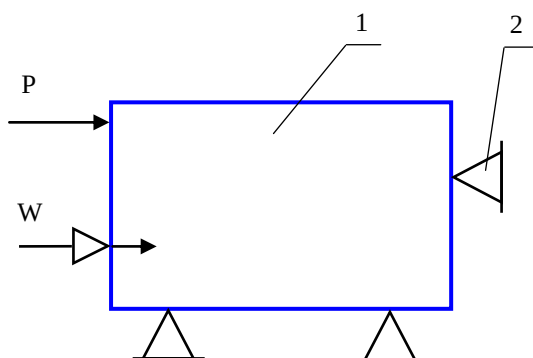


Рис.18

Второй вариант. Сила зажима W и сила резания P действуют на обрабатываемую заготовку 1 в противоположных направлениях (рис. 19); требуемая сила зажима

$$W=KP$$

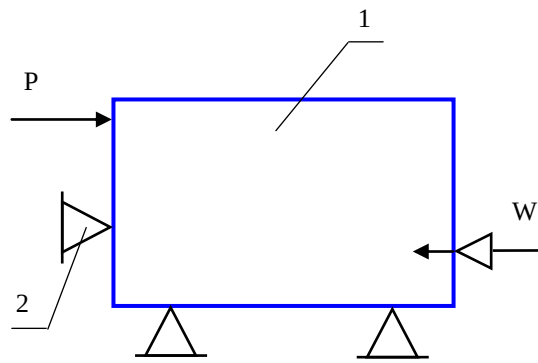


Рис.19

Третий вариант. Сила зажима **W** и сила резания **P** действуют на обрабатываемую заготовку во взаимно перпендикулярном направлении (рис. 20). Силе резания **P** противодействуют силы трения между нижней базовой плоскостью заготовки и опорными штырями приспособления и между верхней плоскостью заготовки и зажимными элементами. При этом требуемая сила зажима:

$$W \cdot f_1 + W \cdot f_2 = K \cdot P,$$

откуда:

$$W = \frac{K \cdot P}{f_1 + f_2},$$

где f_1 и f_2 — коэффициенты трения между поверхностями заготовки и установочными зажимными элементами приспособления.

При $f_1=f_2=0,1$ сила зажима $W=5 \cdot K \cdot P$.

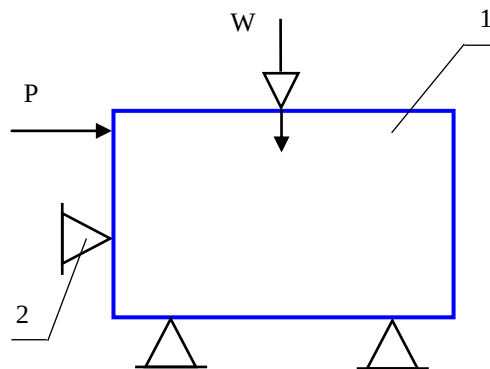


Рис.20

Четвертый вариант. Сила зажима **W** прижимает заготовку к опорам (рис. 21) при этом одна сила резания **P₁** имеет одно направление с силой зажима и прижимает заготовку к нижним опорам, а вторая сила резания **P₂** действует в направлении, перпендикулярном к силе зажима. Смещению заготовки в приспособлении препятствуют силы трения, возникающие на плоскостях контакта детали с установочными и зажимными элементами приспособления. Величину силы зажима определяют из соотношения:

$$P_2 < (W + P_1) \cdot f_2 + W \cdot f_1$$

а с учетом коэффициента запаса, при $K > 1$:

$$W = \frac{(K \cdot P_2 - P_1 \cdot f_2)}{f_1 + f_2}.$$

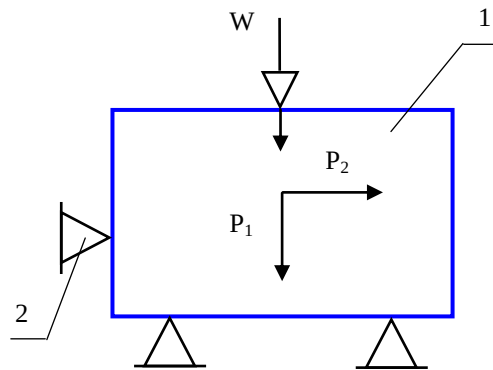


Рис.21

Пятый вариант. Обрабатываемая заготовка зажимается (рис. 22,23) горизонтально действующей силой зажима W . Расстояние между силой зажима и силой реакции от бокового упора выбирают таким, чтобы обрабатываемая заготовка надежно была прижата к установочным опорам приспособления. На заготовку, зажатую в приспособлении, действуют сила зажима W , сила реакции R_1 и R от установочных и зажимных опор и силы трения $F=fR$, $F_1=f_1R_1$, $F_2=f_2W$ между поверхностями детали, установочными и зажимными элементами приспособления.

Приравняв сумму моментов относительно точки O нулю, найдем силу:

$$W = \frac{R_1(b + f_1 \cdot c)}{a - f_2 \cdot e}$$

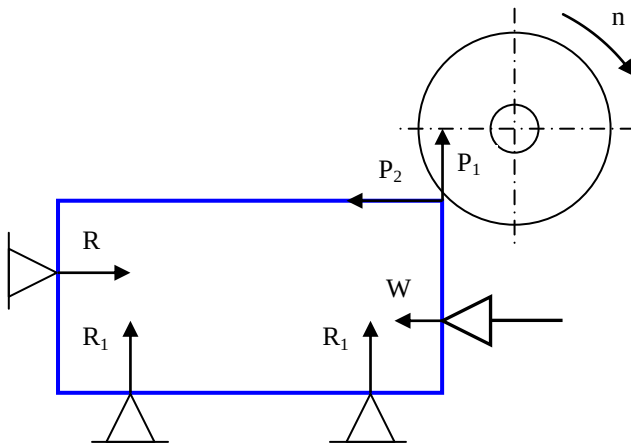


Рис.22

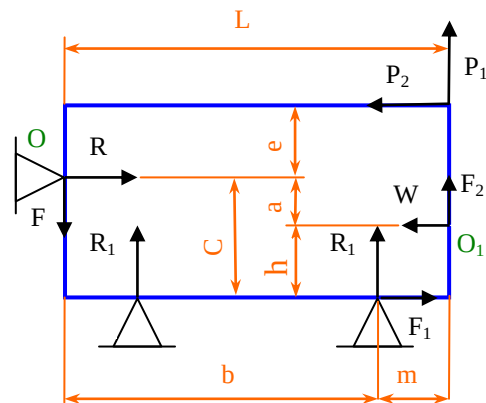


Рис.23

Шестой вариант. Обрабатываемая деталь (рис.24) наружной цилиндрической поверхностью установлена в призме с углом $\alpha=90^\circ$ и зажата силой W . Повороту детали около ее оси противодействуют силы трения, возникающие на поверхностях контакта детали с установочными и зажимными элементами приспособления.

Из рис.24: реакции опорных поверхностей $N_1=N_2=W/2 \cdot \sin \alpha/2$

Без учета трения на торце детали:

$$K \cdot M_{кр} = W \cdot r \cdot \left(\frac{f_1 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + f_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{2} + f_3 \right),$$

W – сила зажима заготовки,

r – радиус заготовки,

f_1, f_2, f_3 – коэффициенты трения между наклонными поверхностями призмы и заготовки, а также между зажимом и заготовкой.

Откуда:

$$W = \frac{K \cdot M_{кр}}{r \cdot \left(\frac{f_1 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + f_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{2} + f_3 \right)}.$$

При $f_1 = f_2 = f$ запишем:

$$W = \frac{K \cdot M_{кр}}{r \cdot \left(f \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + f_3 \right)}.$$

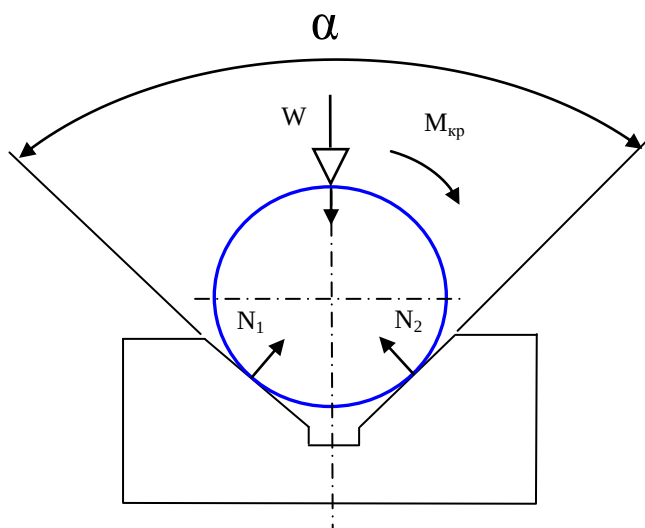


Рис.24

Седьмой вариант. Рассмотрим действия двух сил резания P_z и P_x на заготовку 1, зажатую в трехкулачковом патроне станка (рис. 25); сила резания P_z создает момент:

$$M = P_z \cdot r_1,$$

который стремится повернуть заготовку вокруг ее оси, а сила P_x - переместить заготовку вдоль ее оси.

Суммарная сила зажима заготовки тремя кулачками патрона:

$$W_{сум} \cdot f \cdot r = K \cdot M = K \cdot P_z \cdot r_1,$$

откуда:

$$W_{сум} = \frac{K \cdot M}{f \cdot r} = \frac{K \cdot P_z \cdot r_1}{f \cdot r},$$

тогда:

$$W = \frac{W_{\text{сум}}}{Z},$$

где **W** — сила зажима заготовки одним кулачком патрона, Н (кгс);

r - радиус обрабатываемой части заготовки, зажатой кулачками, мм;

r₁ — радиус обработанной части заготовки, мм;

f — коэффициент трения между поверхностями заготовки и кулачков (зависит от вида поверхности кулачков);

Z — число кулачков патрона;

K — коэффициент запаса (K=1,4-2,6);

M — момент от силы резания **P_z**.

Величину **W** проверяют на возможность продольного сдвига заготовки силой **P_x** по формуле:

$$W_{\text{сум}} \cdot f \geq K \cdot P_x,$$

откуда:

$$W_{\text{сум}} \geq \frac{K \cdot P_x}{f}.$$

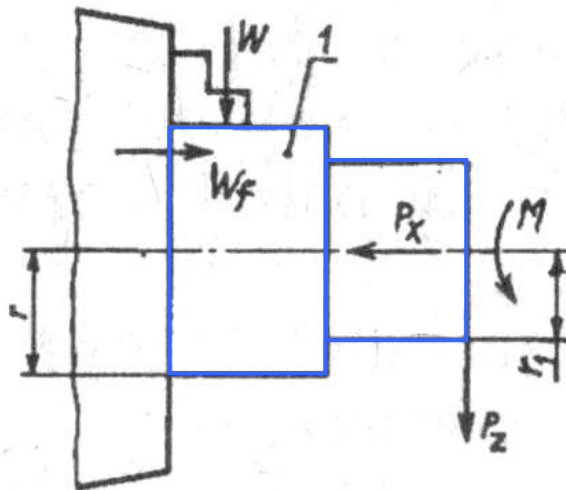


Рис.25

Восьмой вариант. Рассмотрим действие силы резания **P_z** на обрабатываемую заготовку втулки 2, установленную и зажатую на цанговой оправке (рис. 26). Сила **P_z** создает момент резания **M**, которому противодействует момент от силы трения **M_{тр}** между установочной поверхностью цанги и заготовкой.

Суммарная сила зажима **W_{сум}** обрабатываемой заготовки всеми лепестками цанги:

$$W_{\text{сум}} \cdot f \cdot r_1 = K \cdot M = K \cdot P_z \cdot r,$$

$$W_{\text{сум}} = \frac{K \cdot M}{f \cdot r_1} = \frac{K \cdot P_z \cdot r}{f \cdot r_1},$$

Момент от силы трения:

$$M_{\text{тр}} = W_{\text{сум}} \cdot f \cdot r_1$$

Фактические силы зажима заготовки, создаваемые зажимными механизмами должны равняться расчетным силам зажима или быть несколько больше их. Величина фактических

сил зажима зависит от исходной силы Q , привода и передаточного отношения между фактической силой зажима W_{ϕ} детали и исходной силой Q для конкретного зажимного устройства приспособления.

Зависимость между силами W_{ϕ} и Q определяется равенством:

$$W_{\phi} = Q \cdot i,$$

откуда:

$$i = \frac{W_{\phi}}{Q},$$

где W_{ϕ} — фактическая сила зажима обрабатываемой заготовки, Н (кгс); f - коэффициент трения между поверхностями цанги и заготовки; Q — исходная сила, развиваемая рабочим или механизированным приводом, Н (кгс); i — передаточное отношение между силами.

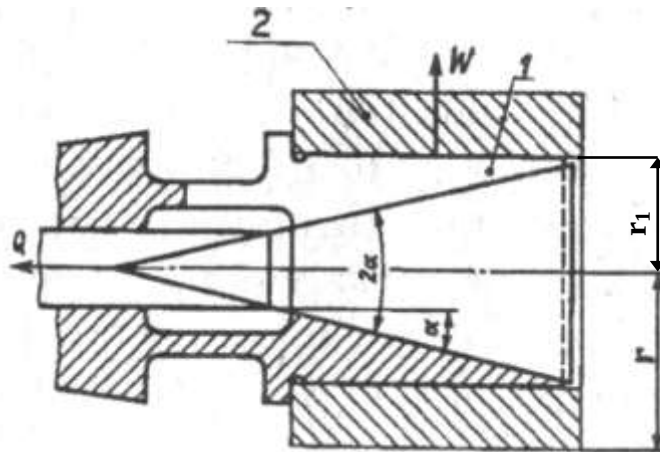


Рис.26

Зажимные устройства приспособлений разделяются на простые — элементарные и комбинированные, т.е. состоящие из нескольких простых.

Простые зажимные устройства (зажимы) состоят из одного элементарного зажима, они бывают клиновые, винтовые, эксцентриковые, рычажные и т.д.

Комбинированные зажимные устройства состоят из нескольких простых устройств, соединенных вместе. Их изготавливают винто-, эксцентрико-рычажными и др.

В зависимости от числа ведомых звеньев зажимные устройства разделяют на одно- и многозвенные. Любое зажимное устройство приспособления включает ведущее звено, на которое действуют исходная сила и несколько ведомых звеньев, кулачков, или прихватов, непосредственно зажимающих заготовки.

Многозвенные зажимные устройства зажимают одну заготовку одновременно в нескольких местах или несколько заготовок в многоместном приспособлении.

В зависимости от источника силы, требуемой для зажима заготовки, зажимные устройства разделяют на:

- ручные
- механизированные
- автоматизированные

Ручные зажимные устройства приводят в действие рабочий за счет своей мускульной силы.

Механизированные зажимные устройства работают от пневматического или гидравлического привода.

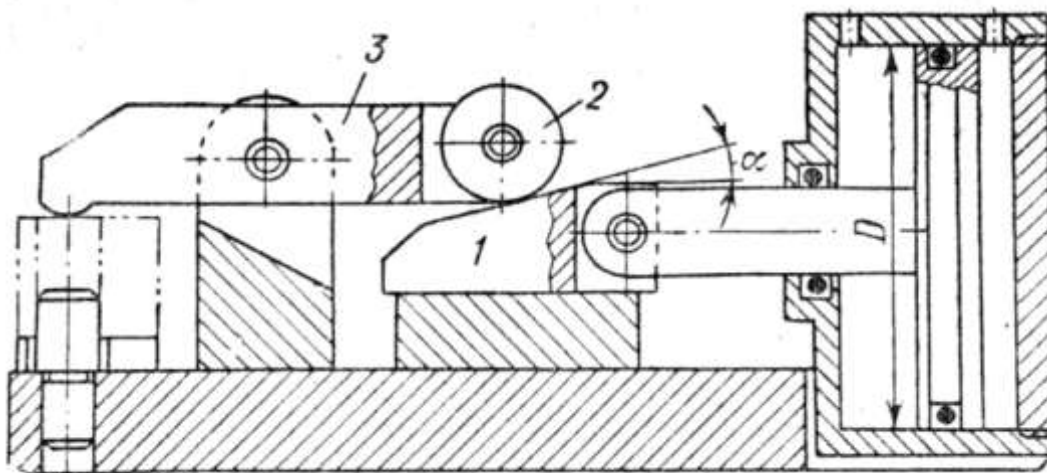
Автоматизированные устройства приводятся в действие от вращающихся узлов станка: шпинделя, патронов с кулачками, на которые действуют центробежные силы. При этом зажим и разжим детали производится без участия рабочего.

Клиновой зажим

Большинство силовых зажимных механизмов основано на действии клина, обладающего свойством самоторможения.

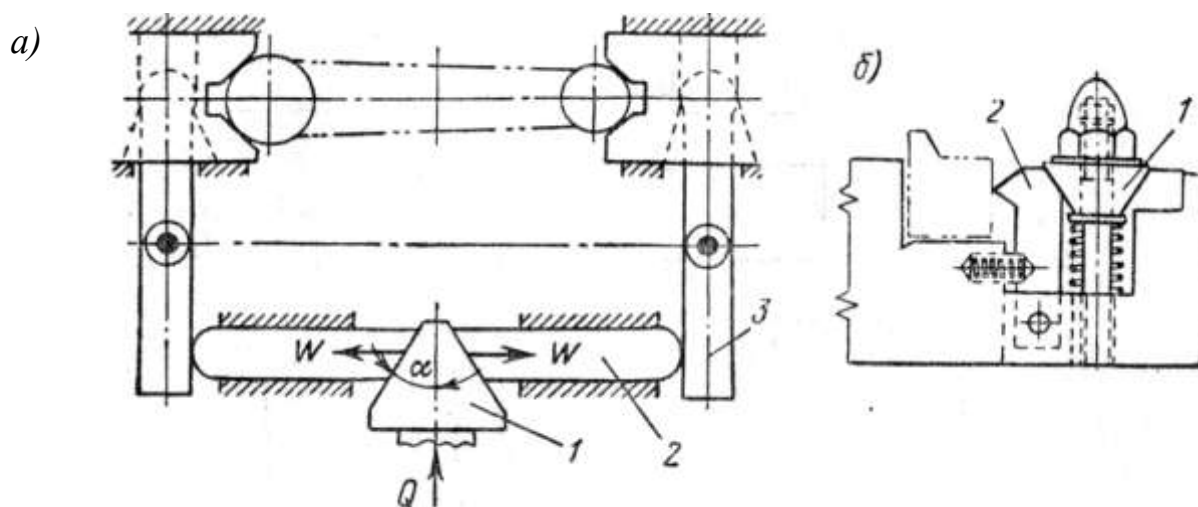
Клин применяется в следующих конструктивных вариантах:

1. Плоский односкосый



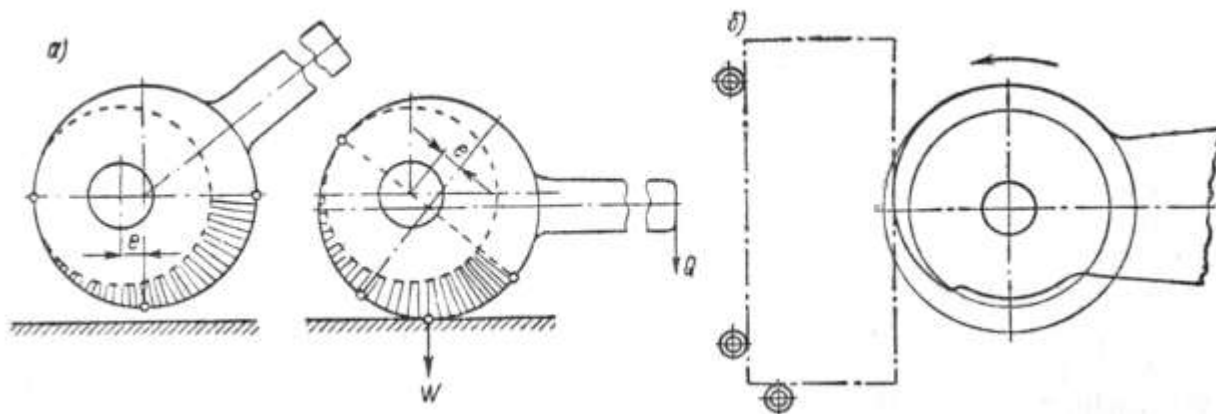
1- клин, 2- ролик, 3- рычаг

2. Двускосый (а) или круглый (б)



1- клин, 2- плунжеры, 3- рычаг

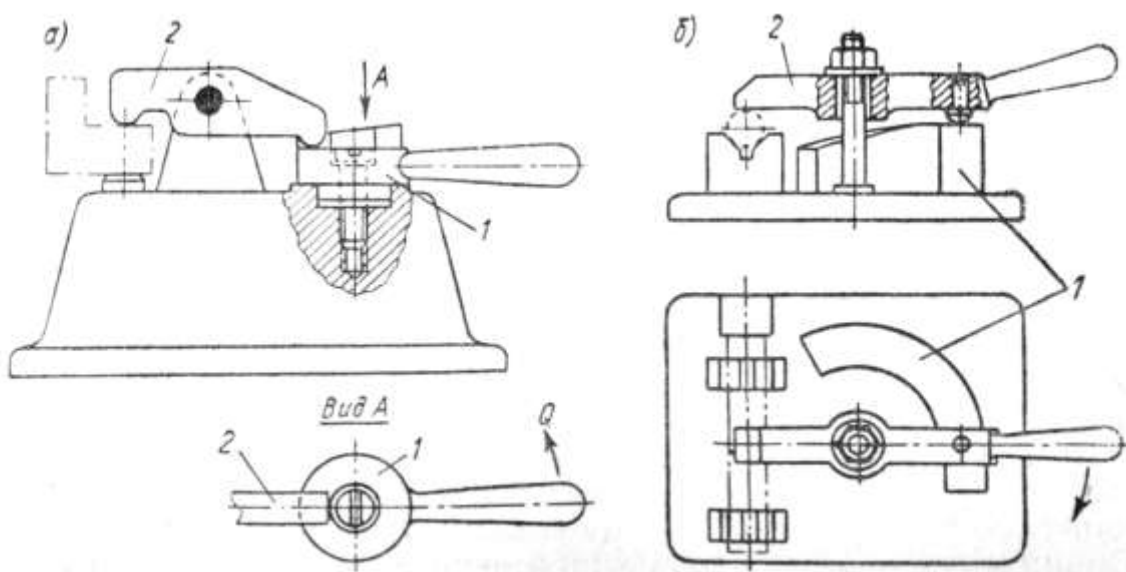
3. Криволинейный клин в форме эксцентрика или плоского кулачка



а) эксцентрик

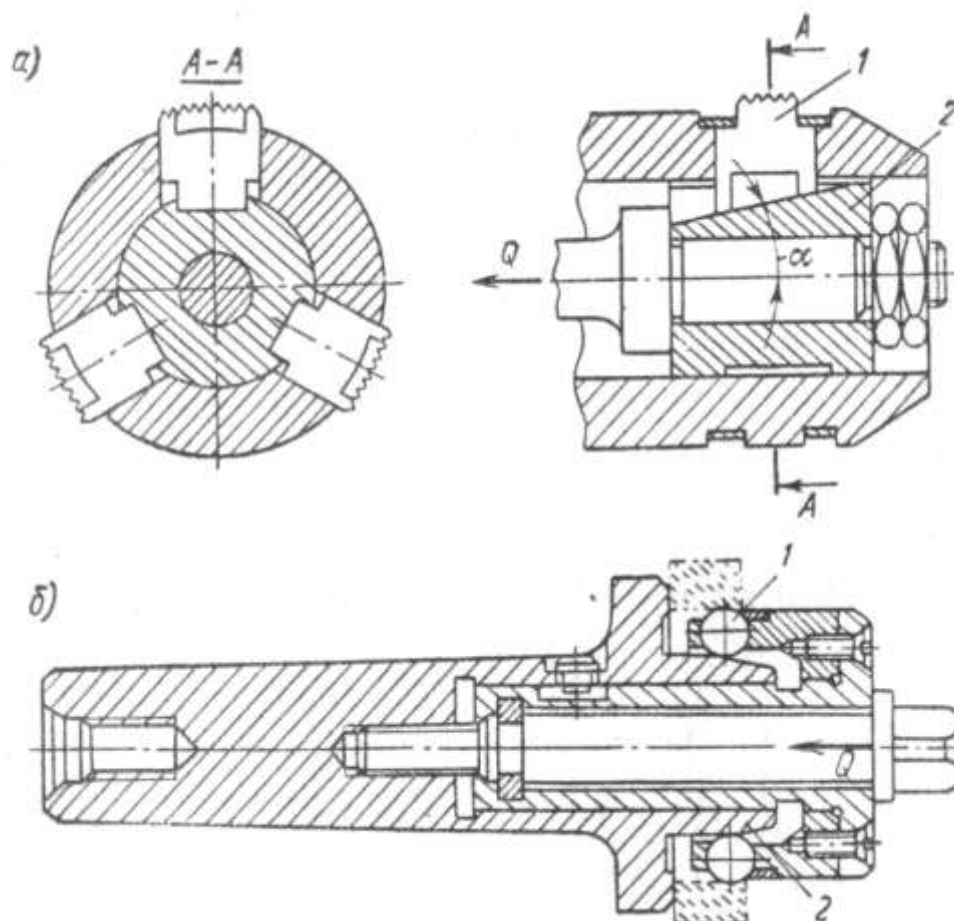
б) плоский кулачок с рабочим профилем, очерченным по архимедовой спирали

4. Винтовой клин в форме торцового кулачка



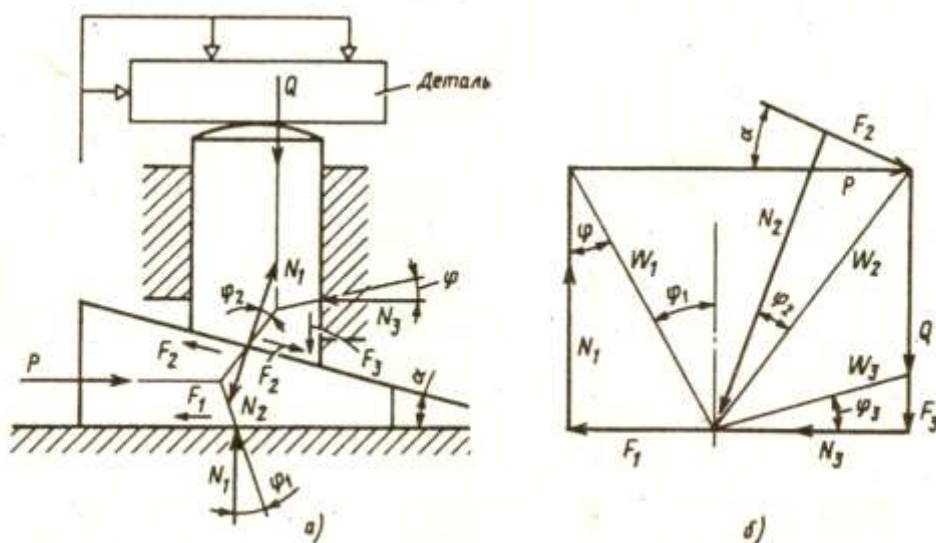
1- клинья; 2- рычаги

В самоцентрирующих клиновых механизмах (патроны, оправки) используются системы из трех и более клиньев.



- а) клиноплунжерная оправка с трехскосым клином 2 и плунжерами 1
 б) шариковая оправка с конусом 2 и шариками 1

Силы, действующие в односкосовом клиновом зажиме и силовой многоугольник



Для надежного закрепления обрабатываемой заготовки в приспособлении клин должен быть самотормозящим, т.е. зажимать заготовку после прекращения действия на клин исходной силы **P** (см. рис. а).

Самоторможение клина обеспечивается малыми углами α наклона его поверхности и получается при $\alpha < \varphi_1 + \varphi_2$.

φ_1 – угол трения на наклонной поверхности клина;

φ_2 – угол трения на горизонтальной поверхности клина.

Кроме исходной силы **P** на клин действуют нормальные силы **N₁** и **N₂** и силы трения **F₁** и **F₂** по его боковым поверхностям. Если $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$, то для односкосного клина при расположении передаваемой силы под прямым углом зависимость между **P** и **Q** выражается формулой:

$$P = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm 2\varphi).$$

Условия самоторможения клина:

с трением на двух поверхностях $\alpha < \varphi_1 + \varphi_2$

с трением на одной поверхности $\alpha < \varphi_1$

Сила, необходимая для разжима клина примерно в 2,5...3 раза меньше силы зажима.

Клин и сопряженные с ним детали обычно выполняют из стали, с чисто обработанными (шлифованными) поверхностями. Для этих поверхностей, в зависимости от условий работы клина принимают:

$$f = \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,1; \quad \varphi_1 = 5^\circ 43'$$

или

$$f = \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,15; \quad \varphi_1 = 8^\circ 30'.$$

Тогда условия самоторможения будут:

для клина с трением на двух поверхностях: $\alpha < 11^\circ$ (при $f = 0,1$)
 $\alpha < 17^\circ$ (при $f = 0,15$)

для клина с трением на одной наклонной поверхности: $\alpha < 5^\circ 43'$ (при $f = 0,1$)
 $\alpha < 8^\circ 30'$ (при $f = 0,15$)

При обработке деталей самотормозящие механизмы подвергаются расшатывающему действию от сил резания. В результате чего клиновой зажим может ослабнуть (превратиться в несмотормозящий) и как следствие возникнет аварийный случай. Поэтому в механизмах, подвергающихся сотрясениям и не имеющих предохранительных устройств от саморасклинивания или постоянного поджима, рекомендуется брать **K > 3**.

У клина с трением на двух поверхностях

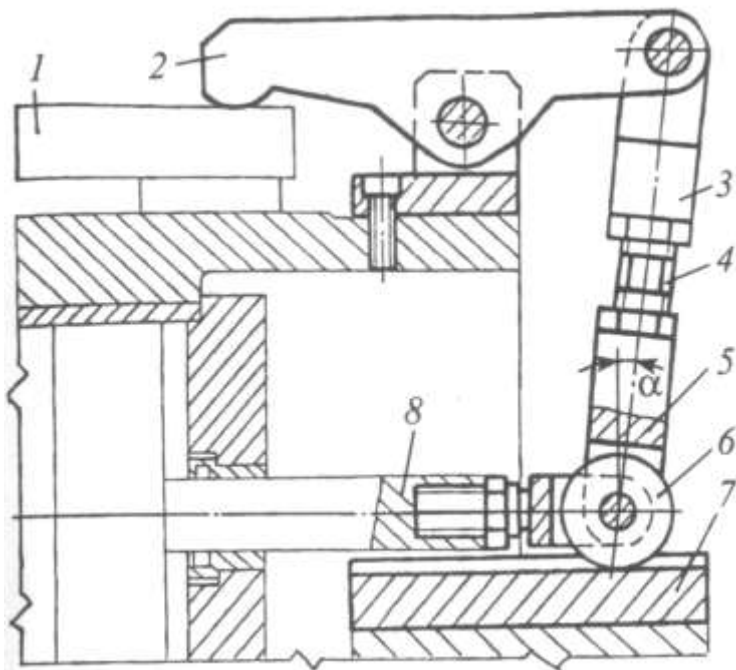
$$K = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg} \alpha}$$

У клина с трением только на наклонной поверхности

$$K = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Рычажный зажим

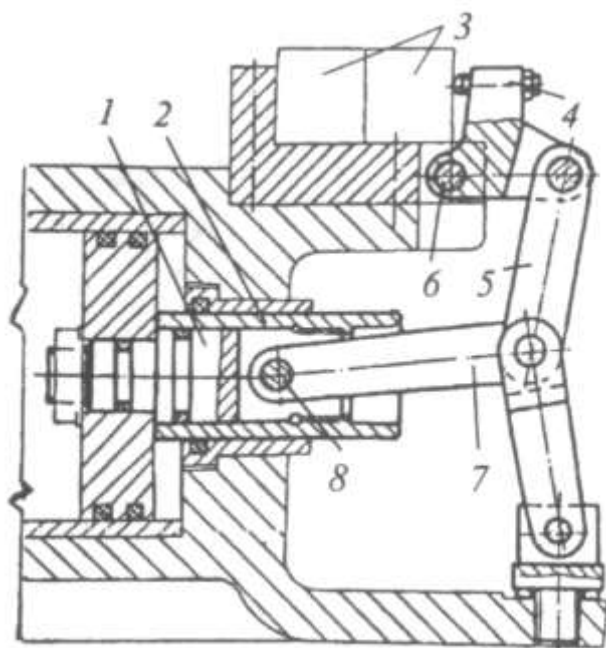
Шарнирно рычажные механизмы применяются в том случае, когда для закрепления заготовки требуется большая сила. Они способны увеличивать силу, создаваемую на штоке привода в несколько раз (более чем в 3 раза). Во время закрепления заготовки угол α наклонного рычага уменьшается, и сила зажима увеличивается. Так при угле $\alpha = 10^\circ$ сила W на верхнем конце наклонного звена 3 (см. рис.) составляет $W \approx 3,5P$, а при $\alpha = 3^\circ$ $W \approx 11P$, где P - сила на штоке 8 пневмоцилиндра.



Однорычажный шарнирный механизм одностороннего действия

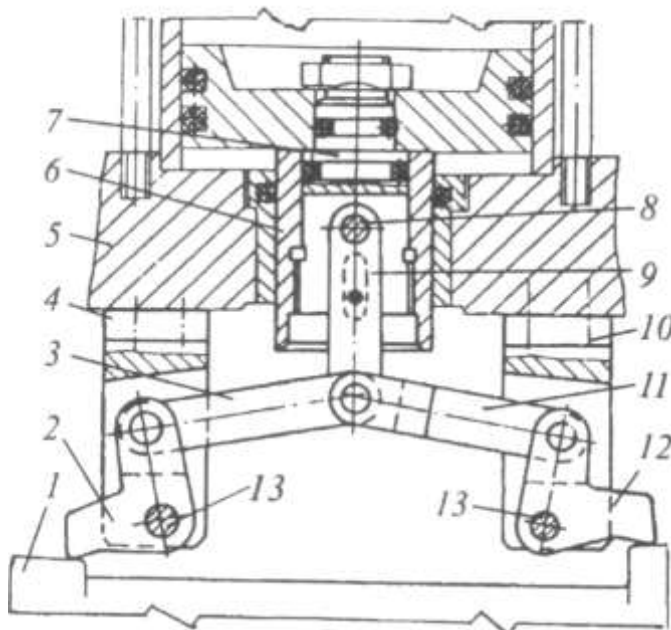
Заготовку 1 крепят прихватом 2. Сила закрепления на прихват передается от штока 8 пневмоцилиндра через ролик 6, регулируемое по длине наклонное звено 4, состоящее из вилки 5 и серьги 3. Для предотвращения изгиба штока 8 для ролика предусмотрена опорная планка 7.

По конструкции их делят на *однорычажные, двурычажные одностороннего действия и двурычажные двустороннего действия.*



Две заготовки 3 устанавливают на плоскую опору и крепят прихватом 4. Сила закрепления на прихват передается от штока 1 встроенного пневмоцилиндра через ось 8, звено 7 и двурычажный механизм 5 одностороннего действия. Так как шток 1 выполнен в виде вилки для размещения звена 7 на оси 8, то для обеспечения герметичности предусмотрена втулка 2. Прихват 4 смонтирован на оси 6 и имеет регулировочный винт.

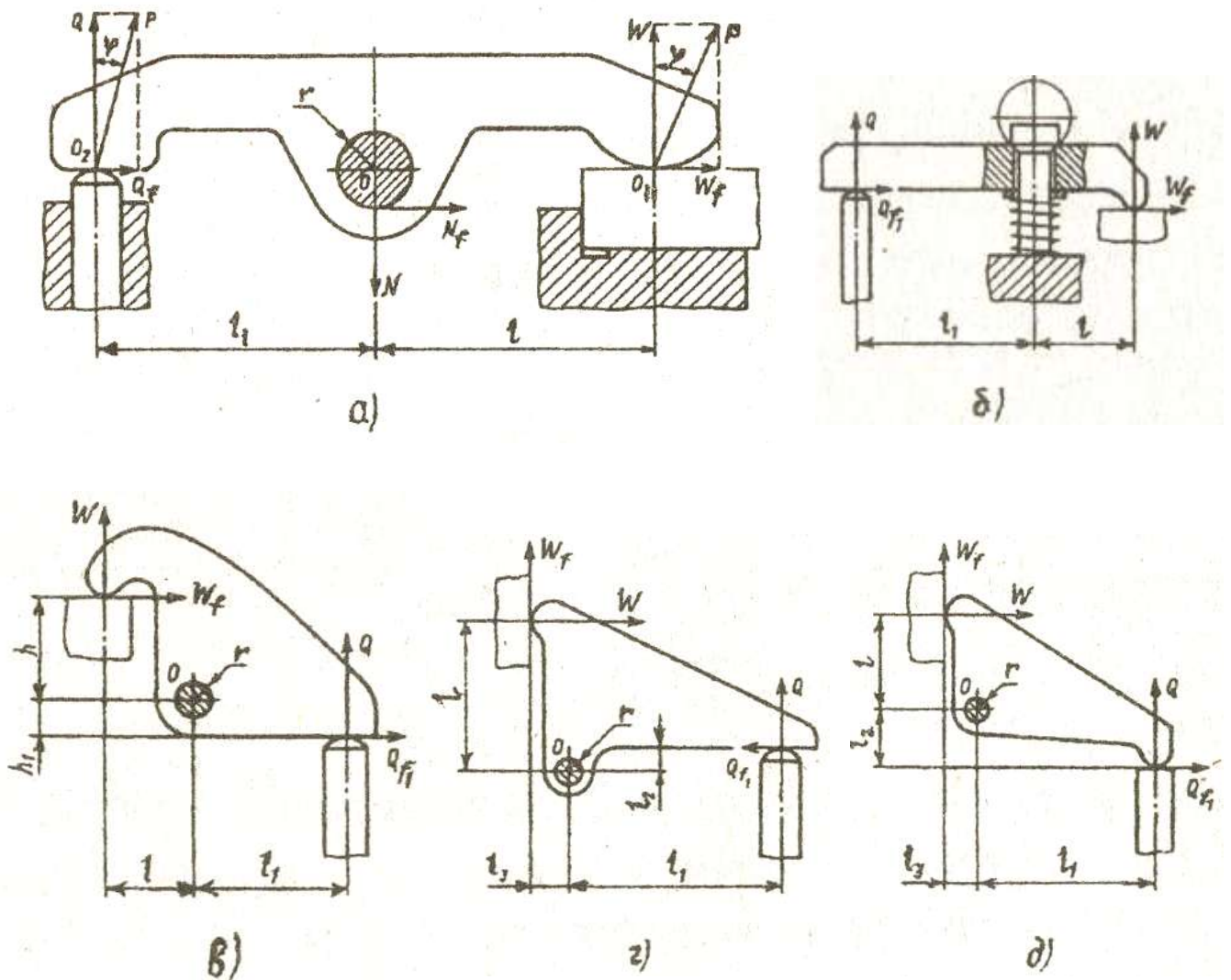
Двурычажный шарнирный механизм одностороннего действия



Заготовку 1 крепят двумя прихватами 2 и 12, качающимися на осях 13. Сила закрепления на прихват передается от штока 7 пневмоцилиндра, прикрепленного к корпусу 5, через ось 8 и звенья 9, 3, 11. Шток 7 выполнен в виде вилки, поэтому для герметичности предусмотрена втулка 6. Прихваты 2 и 12 смонтированы в вилках 4 и 10, последние прикреплены к корпусу 5.

Двурычажный шарнирный механизм двухстороннего действия

Схема действия сил в рычажных прихватах приспособления



Для определения соотношения между силой Q механизированного привода и силой зажима W заготовки рассмотрим их действие на прямой рычаг (рис.а). Сила Q действует на левый конец рычага на расстоянии l_1 от оси качения т.О. Сила Q поворачивает рычаг на оси вокруг т. О, а правый конец рычага прижимает обрабатываемую заготовку с силой W , находящейся на расстоянии l от т.О. Вследствие различия плеч l_1 и l рычага, а также учитывая потери на трение на его оси при повороте, можно утверждать, что величины сил Q и W будут различными.

Реакцию на оси рычага обозначим через N . От силы N возникает сила трения Nf , действующая навстречу вращению рычага. Для определения силы N напишем уравнение равновесия рычага относительно точки O_1 без учета силы трения:

$$M_{O1} = N \cdot l - Q \cdot (l_1 + l) = 0,$$

$$N = \frac{Q \cdot (l_1 + l)}{l},$$

$$N = Q + W.$$

Для определения соотношения между исходной силой Q механизированного привода и силой зажима W детали найдем уравнение равновесия рычага относительно оси вращения т. О с учетом трения от силы N на его оси:

$$M_O = Q \cdot l_1 - N \cdot f_o \cdot r - W \cdot l = 0,$$

$$Q \cdot l_1 = W \cdot l + N \cdot f_o \cdot r,$$

откуда:

$$W = \frac{Q \cdot l_1 - N \cdot f_o \cdot r}{l}.$$

Подставив в формулу вместо N ее значение, получим:

$$W = \frac{Q \cdot l_1 - (Q + W) \cdot f_o \cdot r}{l} = \frac{Q \cdot l_1 - Q \cdot f_o \cdot r - W \cdot f_o \cdot r}{l};$$

$$W \cdot l = Q \cdot l_1 - Q \cdot f_o \cdot r - W \cdot f_o \cdot r;$$

$$W \cdot l + W \cdot f_o \cdot r = Q \cdot l_1 - Q \cdot f_o \cdot r;$$

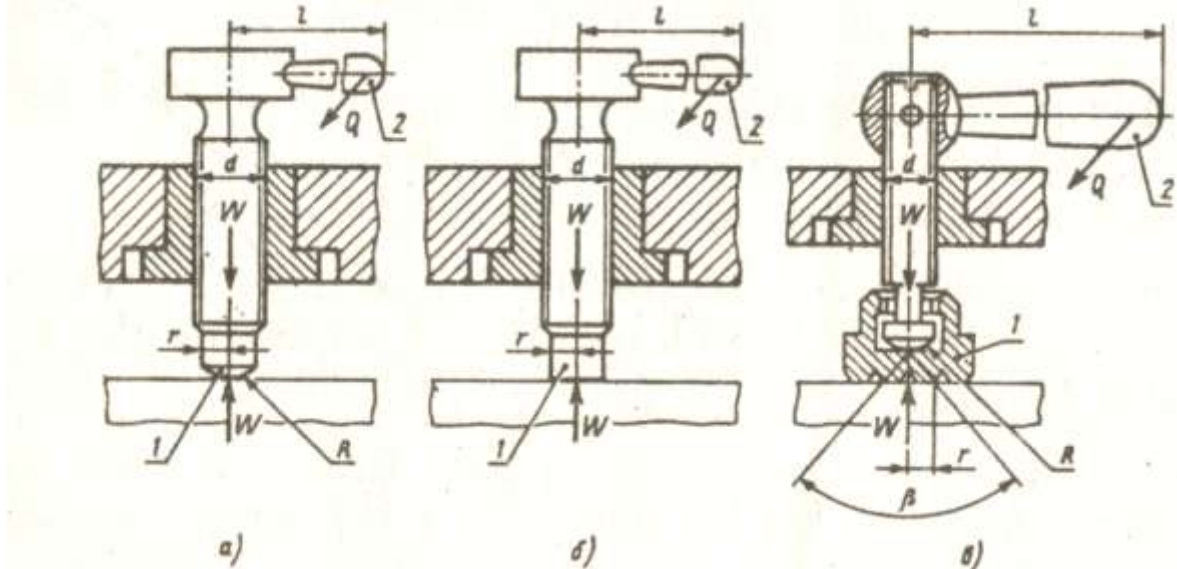
откуда:

$$W = \frac{\frac{Q}{l} + f_o \cdot r}{l + f_o \cdot r}; \quad Q = \frac{\frac{W}{l} + f_o \cdot r}{l_1 - f_o \cdot r}.$$

Винтовой зажим

Винтовые ручные зажимы находят большое применение в станочных приспособлениях вследствие их простоты и надежного закрепления заготовок.

Недостатки: значительное вспомогательное время, необходимое для разжима и зажима детали, большая затрата мускульной силы, непостоянство силы зажима и возможность смещения заготовки от силы трения на торце винта.



Закрепление заготовок винтовыми зажимами в приспособлениях производится ключами, ручками, гайками, установленными на конце винта. Зажимные винты и гайки изготавливают из стали 35 и 45.

Сила зажима заготовки **Q** зависит от длины рукоятки и величины приложенной к ней силы, формы зажимного торца и вида резьбы.

Для зажима заготовки **винтом со сферическим торцом** (рис.а), сила приложенная к рукоятке определяется:

$$Q = \frac{W \cdot r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}{l}.$$

Сила зажима:

$$W = \frac{Q \cdot l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}.$$

Где : **l** – расстояние от оси винта до точки приложения силы **Q** ($l \approx 14d$, где **d** наружный диаметр резьбы, мм).

r_{cp} – средний радиус резьбы винта, мм

α = 2°30' ... 3°30' - угол подъема витка резьбы

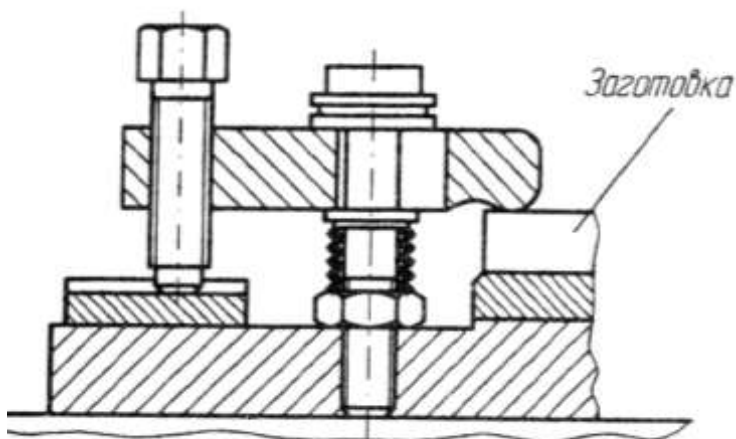
φ – угол трения в резьбе.

Номинальный диаметр винта проверяют на растяжение – сжатие по формуле:

$$d = c \cdot \sqrt{\frac{W}{[\sigma]}},$$

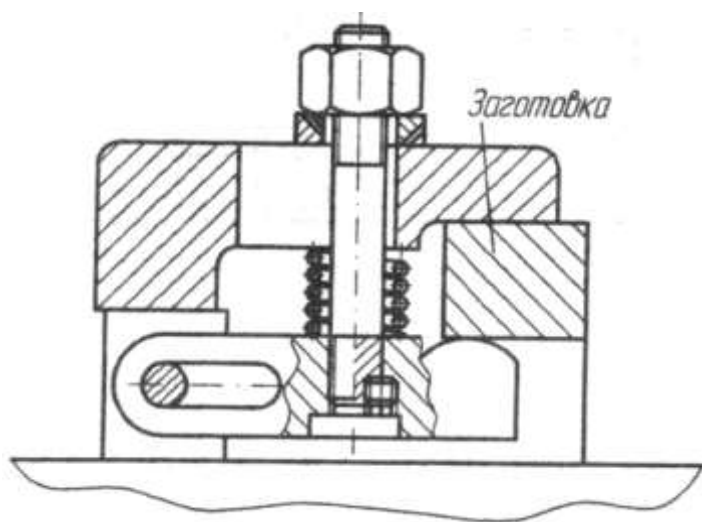
где: **c** – коэффициент для метрической резьбы $c=1,4$; **W** – сила зажима заготовки (сжимающая сила), $[\sigma] = 80 \dots 100$ МПа – допускаемые напряжения на растяжение (сжатие) при переменной нагрузке.

Прихват отводной с отнесенным болтом



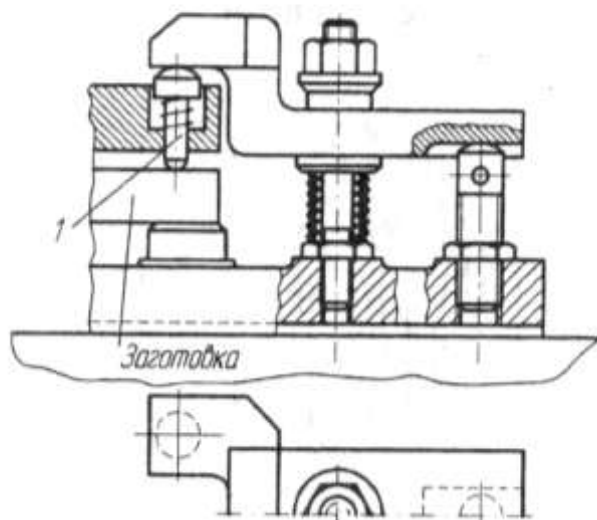
Обеспечивает надежное крепление и хороший доступ к месту зажима. Положение прихвата по высоте регулируется.

Прихват отводной для внутреннего закрепления



Прихват применяют для закрепления в труднодоступных местах. При смене заготовок прихват отводят в сторону вместе с болтом.

Прихват с зажимом через бон

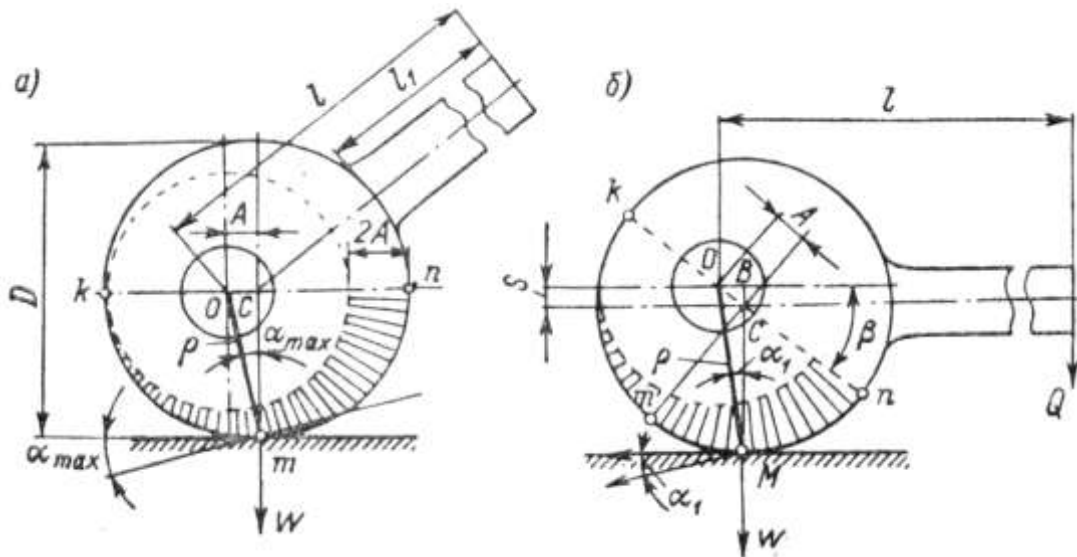


Применяют для крепления заготовок в приспособлениях закрытого типа, когда со стороны крепления расположены копир, кондукторная плита или стенка приспособления, которые из-за необходимости сохранения точности нельзя нагружать зажимными усилиями.

1- бон.

Эксцентрикковые зажимы

Эти зажимы являются быстрodeйствующими, но развивают меньшую силу зажима, чем винтовые, имеют ограниченное линейное перемещение и не могут надежно работать при значительных колебаниях размеров между установочной и зажимаемой поверхностями обрабатываемых заготовок данной партии. В приспособлениях применяют круглые и криволинейные эксцентрикковые зажимы. Круглый эксцентрикковый зажим представляет собой диск или валик (рис.), поворачиваемый вокруг оси C , смещенной относительно геометрической оси эксцентрика на некоторую величину " A ", называемую эксцентриситетом. Для надежного закрепления заготовок эксцентрикковые зажимы должны быть самотормозящимися.



Круглые эксцентрики изготавливают из стали 20Х, цементируют на глубину 0,8-1,2 мм и затем закаливают до твердости HRC 55-60; некоторые виды круглых эксцентриков нормализованы.

Линия kn делит эксцентрик на две симметричные половины, представляющие собой два криволинейных клина. Для зажима путем поворота кулачка на некоторый угол обычно используется участок nm профиля нижнего клина (жирная линия рис.б).

Рассматривая механизм как комбинированный, состоящий из рычага с плечами l и ρ и клина с трением на двух поверхностях (на оси и в точке M зажима), получим силовые зависимости:

Для идеального механизма:

$$W_{ид.ср} = Q \frac{l}{\rho_{ср}} \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha_{ср}};$$

для реального:

$$W_{ср} = Q \frac{l}{\rho_{ср}} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha_{ср} + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1};$$

где: $W_{ср}$ – среднее значение силы зажима,

$\rho_{ср}$ – среднее значение радиуса, проведенного из центра вращения эксцентрика в точку M зажима.

$\alpha_{ср}$ – средний угол подъема эксцентрика в точке зажима.

φ, φ_1 – углы трения скольжения в точке M зажима и на оси эксцентрика.

При расчетах по вышеприведенным формулам обычно принимают коэффициент трения $f = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,1$; $\alpha_{ср} = 4^\circ$; $\rho_{ср} = D/2$.

При нормальной длине рукоятки ($l \approx 2D$) расчет можно производить по более простой формуле:

$$W \approx 12Q$$

Из теоретической механики известно, что условие самоторможения двух трущихся тел определяется: $\varphi > \alpha$, где φ - угол трения; α — угол подъема, под которым происходит трение. Следовательно, если угол подъема эксцентрика α в определенном его положении не больше угла трения φ , то эксцентрик является самотормозящимся.

Самотормозящиеся эксцентрики после зажима заготовки не изменяют своего положения. Самоторможение эксцентриковых зажимов обеспечивается при определенном отношении его наружного диаметра D к эксцентриситету "A".

$$D/A \geq 14$$

Линейный ход эксцентрика:

$$S = A \cdot \sin \beta$$

Для расчета основных размеров круглого эксцентрика необходимо иметь следующие данные: δ — допуск на размер обрабатываемой детали от ее установочной базы до места приложения силы зажима детали; β — угол поворота рукоятки эксцентрика от ее начального положения до момента зажима детали, град; W — силу зажима заготовки, н (кгс).

Если нет ограничения для угла поворота эксцентрика, то его эксцентриситет:

$$A = \frac{S_1 + \delta + W / j}{1 - \cos \beta},$$

где S_1 -- зазор для нормальной установки заготовки в приспособлении под эксцентрик; j — жесткость зажимного устройства приспособления, н/м (кгс/мм), в среднем $j = 118$ Мн/м (1200 кгс/м).

Диаметр цапфы:
$$d = \frac{W}{b \cdot \sigma_{см}}$$

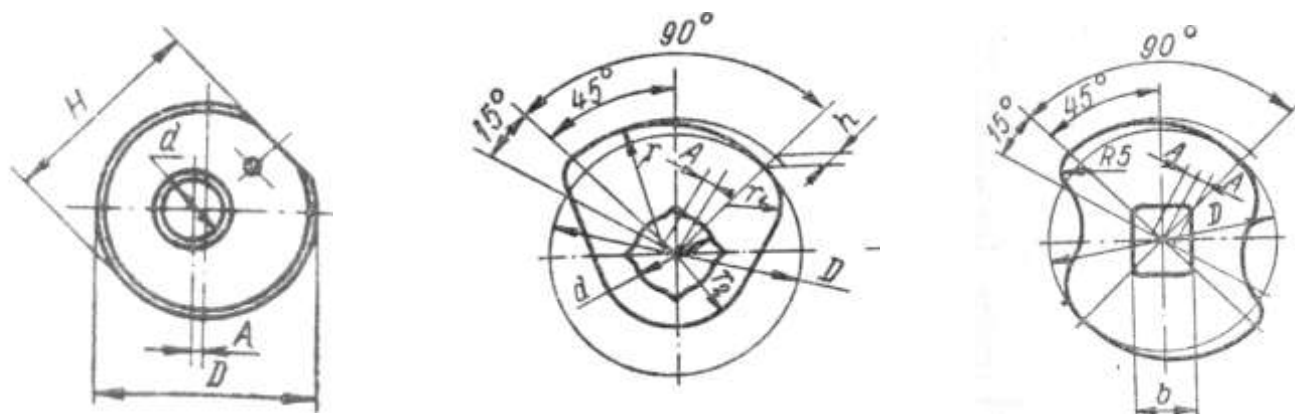
Где: b — ширина цапфы, $\sigma_{см}$ — допускаемое напряжение на смятие. Задаваясь величиной b , определяют d .

Толщину кулачка B определяют по формуле:

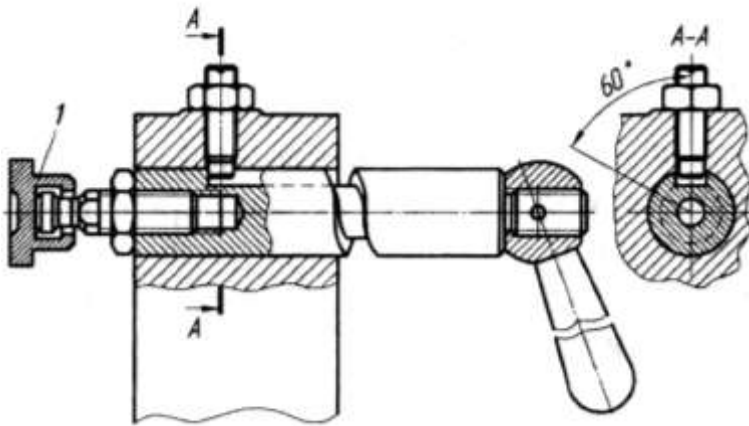
$$B = 0,0175 \frac{2WE}{D\sigma^2}.$$

Где $\sigma < 2\sigma_T$ — допускаемое напряжение на смятие, E — модуль упругости материала кулачка и соприкасающегося с ним элемента.

По полученным значениям D , A , B , d выбираются из соответствующих ГОСТов конструкция и размеры эксцентрикового кулачка.

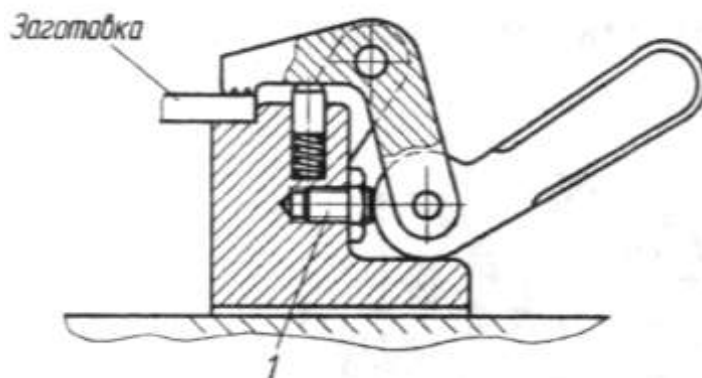


Зажим байонетный



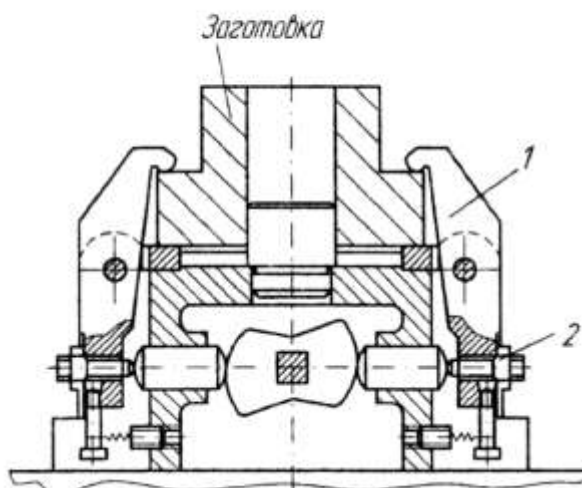
Позволяет отводить зажимающий элемент 1 на значительную величину (в зависимости от длины паза). Угол спиральной части должен обеспечивать самоторможение во избежание самопроизвольного отхода при запирации.

Зажим эксцентриковый с боковым упором



Допускает регулировку исходного положения зажимающего кулачка опорным болтом 1.

Зажим эксцентриковый двусторонний



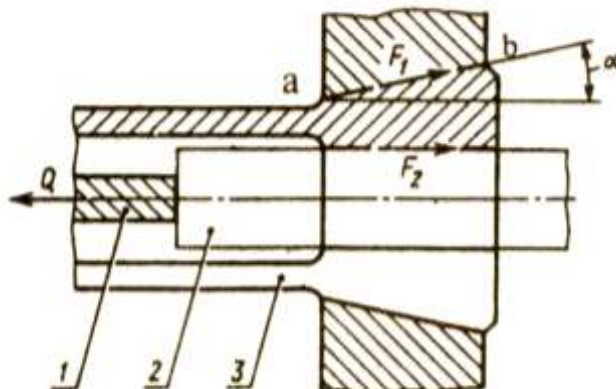
Применяется для закрепления заготовки за выступающие плечики. Исходное положение прихватов 1 регулируется винтами 2.

Цанговые зажимы

В многоклиновых, цанговых зажимах происходит самоцентрирование зажимаемой заготовки. Причем, все клинья цанги имеют одинаковую силу зажима.

Каждый клин многоклиновых самоцентрирующих механизмов, перемещающийся по конической поверхности сопрягаемой детали приспособления, работает как односкосый клин с трением только по одной или двум рабочим поверхностям клина.

На рис. показан многоклиновый самоцентрирующий цанговый зажим с упором 1 для прутка 2. В этом механизме каждый лепесток 3 цанги (клина) при зажиме прутка 2, перемещаясь по неподвижной конической поверхности, работает как односкосый клин и преодолевает силы трения F_1 и F_2 по двум его рабочим поверхностям. Если в многоклиновом цанговом механизме упора 1 нет, то каждый лепесток 3



цанги при зажиме прутка 2, перемещаясь по неподвижной наклонной поверхности **ab**, работает как односкосый клин и преодолевает только силу трения по одной его рабочей поверхности (сила $F_2=0$).

Суммарная сила зажима всеми лепестками 3 цанги при трении только по наклонным поверхностям **ab**:

$$W_{\text{сум}} = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)};$$

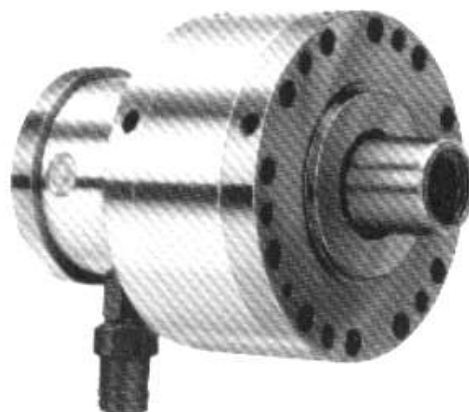
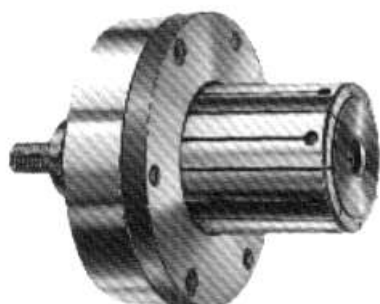
Суммарная сила зажима всеми лепестками 3 цанги при трении по двум ее рабочим поверхностям:

$$W_{\text{сум}} = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2};$$

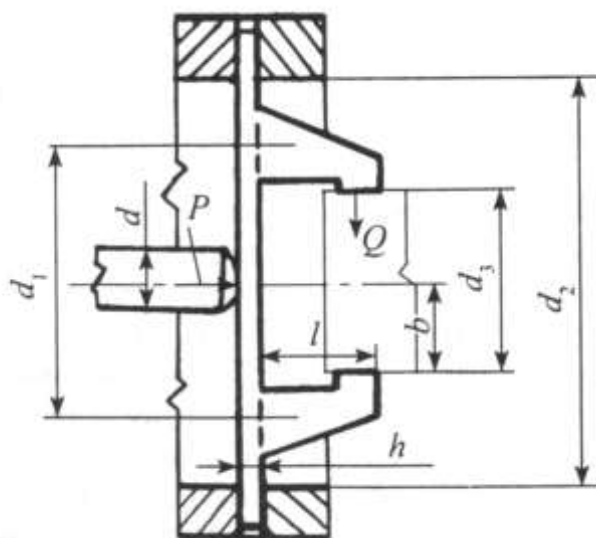
Сила зажима каждым лепестком цанги:

$$W = \frac{W_{\text{сум}}}{n};$$

Где n - число лепестков в цанговом зажиме.



Мембранные патроны



Мембранные патроны обеспечивают самую точную центровку заготовок по наружной или внутренней поверхности ($0,003 \dots 0,005$ мм). Их применяют для шлифования отверстий зубчатых колес, наружных и внутренних колец шарико- и роликоподшипников, других заготовок.

Исходными данными для расчета мембранного патрона являются: Момент резания $M_{рез}$, стремящийся повернуть заготовку в кулачках патрона; диаметр наружной (или внутренней) поверхности заготовки в месте контакта с кулачками $d_3 = 2b$; вылет кулачков l .

Многозвенные и самоцентрирующие механизмы с гидропластмассой

Если в замкнутую полость приспособления поместить минеральное масло или пластическую массу (гидропластмассу) и воздействовать на них внешней силой, то возникает гидростатическое давление, которое по закону Паскаля равномерно передается на все стенки полости. Это свойство жидких заполнителей используется при проектировании двух групп приспособлений:

- 1) многозвенных, в которых гидростатическое давление передается системе скользящих плунжеров;
- 2) самоцентрирующих, с упругой оболочкой в виде тонкостенной втулки; радиальная упругая деформация втулки обеспечивает точное центрирование и зажим обрабатываемой детали.

На **рис.** показаны принципиальные схемы этих механизмов. В каналах ползуна 2 (**рис. а**) помещены гидропластмасса 4 и три плунжера 1. При вращении винта 3 ползун перемещается в направляющих 5 и посредством плунжеров зажимает обрабатываемые детали. Давление со стороны винта 3 равномерно передается на все три плунжера независимо от колебания размера l деталей. При раскреплении ползун 2 вместе с плунжерами возвращаются в исходное положение. Резьбовой пробкой 6 закрыта полость с гидравлической средой.

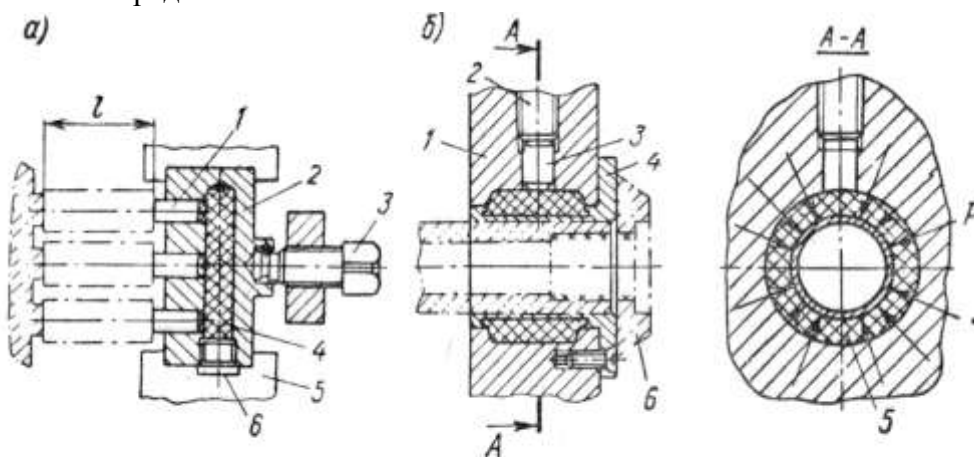


Рис. Схемы механизмов с гидропластмассой: а — многозвенного; б — самоцентрирующего

На **рис. 6** показана схема самоцентрирующего патрона с гидропластмассой. В корпус 1 патрона запрессована тонкостенная втулка 4. В полости, образованной выточками в корпусе и втулке, помещена гидропластмасса 5. Под воздействием нажимного винта 2 и плунжера 3 давление массы сжимает втулку 4, которая при этом центрирует и закрепляет обрабатываемую деталь 6.

Жидкие заполнители под высоким давлением (30 и более МПа) легко проникают в зазоры подвижных сопряжений и требуют надежных уплотнений. Поэтому получили применение гидропластмассы, удовлетворяющие двум основным требованиям:

- 1) не просачиваться в зазоры сопряжений, где не предусмотрены специальные уплотняющие устройства;
- 2) равномерно, без заметных потерь на трение, передавать давления на значительные расстояния.

В станочных приспособлениях преимущественно используются три марки гидропластмасс: СМ, ДМ и МАТИ-1-4, представляющие собой соединения ряда химических элементов.

Обладая большой вязкостью, они не просачиваются в зазоры даже при значительных давлениях и в то же время почти равномерно передают давления на плунжеры и стенки втулок. Вместе с тем они не меняют своих свойств с течением времени, устойчивы в определенных интервалах температур и не вступают в химические реакции с металлом.

Состав, технология изготовления и свойства гидропластмасс

В табл. 1 приведен состав гидропластмасс, используемых в приспособлениях.

Полихлорвиниловая смола является основной массы. Она придает ей механическую прочность и большую вязкость. В то же время благодаря наличию смолы гидропластмасса мягка, хорошо передает давление, не прилипает к стенкам, не изменяется с течением времени.

Дибутилфталат — бесцветная нелетучая маслянистая жидкость, используемая в качестве пластификатора; этот пластификатор дает в композиции наиболее мягкие массы.

Стеарат кальция применяется в качестве стабилизатора и представляет собой нерастворимое в воде кальциевое мыло.

Гидропластмасса СМ плавится при температуре 140° С, а превращается в студень (гель) при 120° С. Она может работать в температурном режиме от 5 до 60° С;

Таблица 1

Компоненты	Марка гидропластмасс		
	СМ	ДМ	МАТИ-1-4
Полихлорвиниловая смола марки М	20	10	20,0
Дибутилфталат (пластификатор)	78	88	59,2
Стеарат кальция (стабилизатор)	2	2	0,8
Вакуумное масло	—	—	20,0

при температуре ниже 5° С масса твердеет и становится негодной для эксплуатации. **Гидропластмасса ДМ** плавится при 120° застывает при 100° С, нормально работает при температурах от -20 до +40° С.

Перед заливкой расплавленной массы в приспособление последнюю прогревают до температуры 100...120° С, что необходимо для сохранения лучшей текучести массы в процессе заливки. Заливают массу обычно через отверстие для силового плунжера, обеспечивая выход воздуха полости через какое-либо другое или специально просверленное отверстие в корпусе. При заливке приемное отверстие должно занимать наивысшее положение. Заполнение приспособлений гидропластмассой рекомендуется производить не самотеком, а под давлением специального пресса.

Гидропластмасса марки СМ имеет вид слегка прозрачной коричневой массы, напоминающей резину; обладает более высокой твердостью и вязкостью по сравнению с гидропластмассой ДМ и применяется для заполнения полостей центрирующих приспособлений (патроны, оправки). **Гидропластмасса марки ДМ** представляет собой студнеобразную массу светло-коричневого цвета; менее твердая и вязкая и применяется для заполнения каналов многоплунжерных механизмов.

Основные эксплуатационные характеристики гидропластмасс СМ и ДМ.

1. На каждые 10 МПа давления объем массы уменьшается на 0,5%.
2. Момент начала просачивания гидропластмассы через зазоры в подвижных сопряжениях зависит от величины зазоров и давлений. Так, например, гидропластмасса СМ через зазоры 0,03; 0,02 и 0,01 мм начинает просачиваться соответственно под давлениями 30, 40 и 45 МПа. Гидропластмасса ДМ, как менее вязкая, при зазоре 0,01 мм начинает просачиваться под давлением 12,5 МПа.
3. Потери на трение при перемещении гидропластмассы приводят к неравномерности передачи давления. Так, например, в самоцентрирующих приспособлениях с гидропластмассой СМ при передаче давления в кольцевую полость шириной 2...5 мм через один радиальный канал потери давления могут достигать до 15%.

В многоплунжерных приспособлениях с гидропластмассой ДМ давление изменяется незначительно. Так, в закрытом прямолинейном канале диаметром 10 мм давление на плунжеры, удаленные на 1000 мм от точки приложения силы, снижается всего лишь на 2...5%.

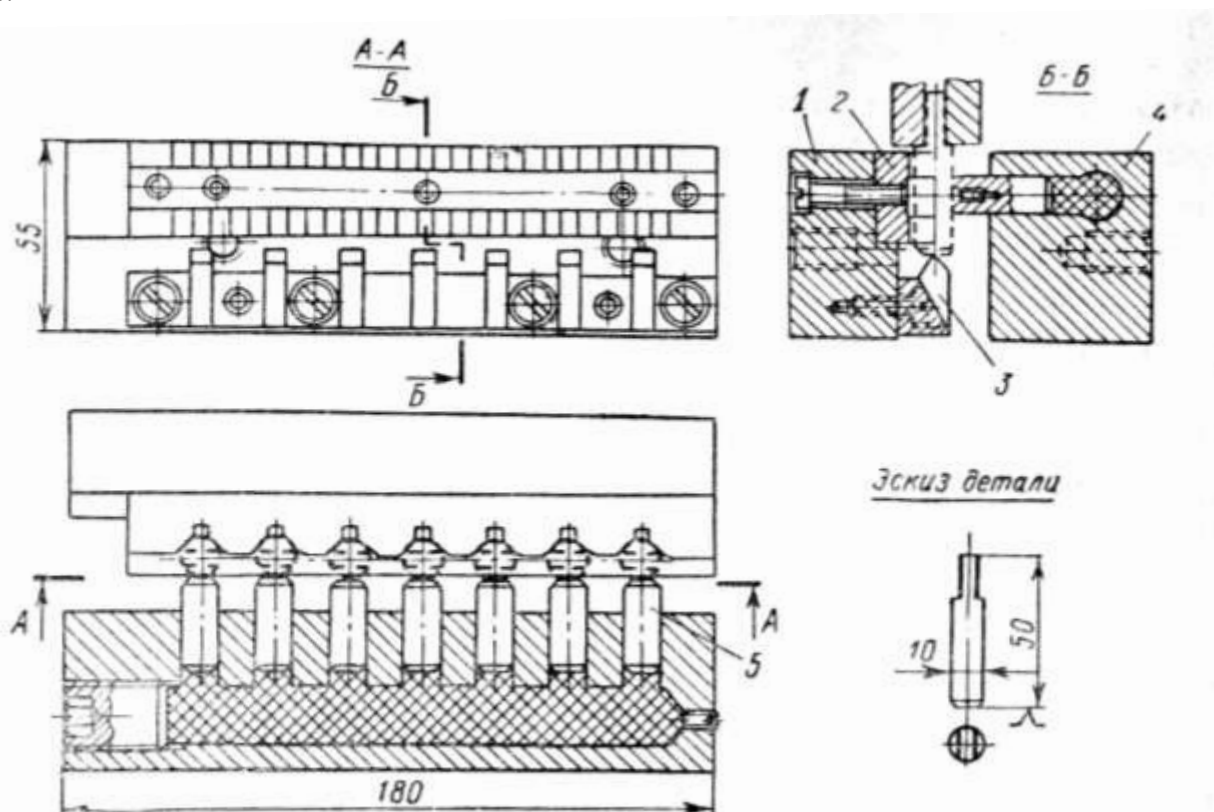


Рис. Сменные губки к тискам с гидропластмассой

Самоцентрирующие механизмы с гидропластмассой

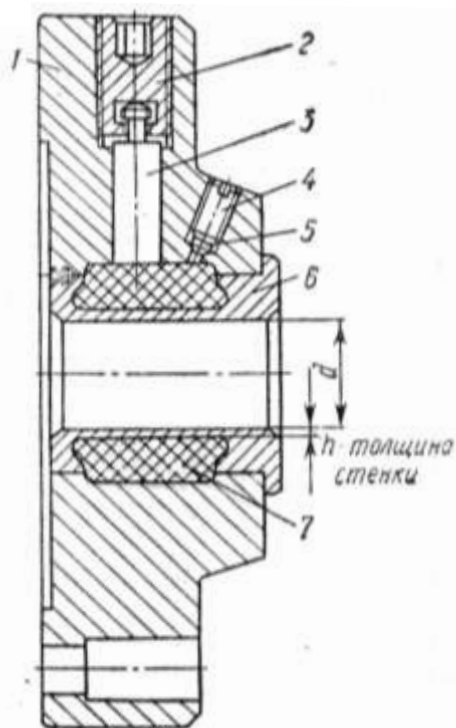


Рис.1

Патрон, изображенный на **рис.1**, состоит из корпуса 1, закрепляемого на планшайбе, нажимного винта 2 с шестигранным отверстием под ключ, плунжера 3, центрирующей и зажимной тонкостенной втулки 6. Между корпусом и втулкой помещена гидропластмасса 7; винт 4 и конусная заглушка 5 прикрывают отверстие, через которое при заливке гидропластмассы из полости приспособления выходит воздух.

При вращении винта 2 гидропластмасса деформирует тонкостенную часть втулки 6. Последняя центрирует и зажимает закладываемую в патрон обрабатываемую деталь.

В оправке, изображенной на **рис. 2**, гидропластмасса 3 сжимается штоком-плунжером 1 пневмопривода токарного или шлифовального станка. Тонкостенная втулка 2 насаживается на корпус 5 в горячем состоянии с натягом и дополнительно закрепляется гайкой 6. Винт 4 ограничивает ход плунжера вправо и предохраняет втулку от возникновения в ней остаточных деформаций. В подобных конструкциях необходимо также ограничивать и ход плунжера влево. Винты 7 закрывают отверстия для выхода воздуха при заливке.

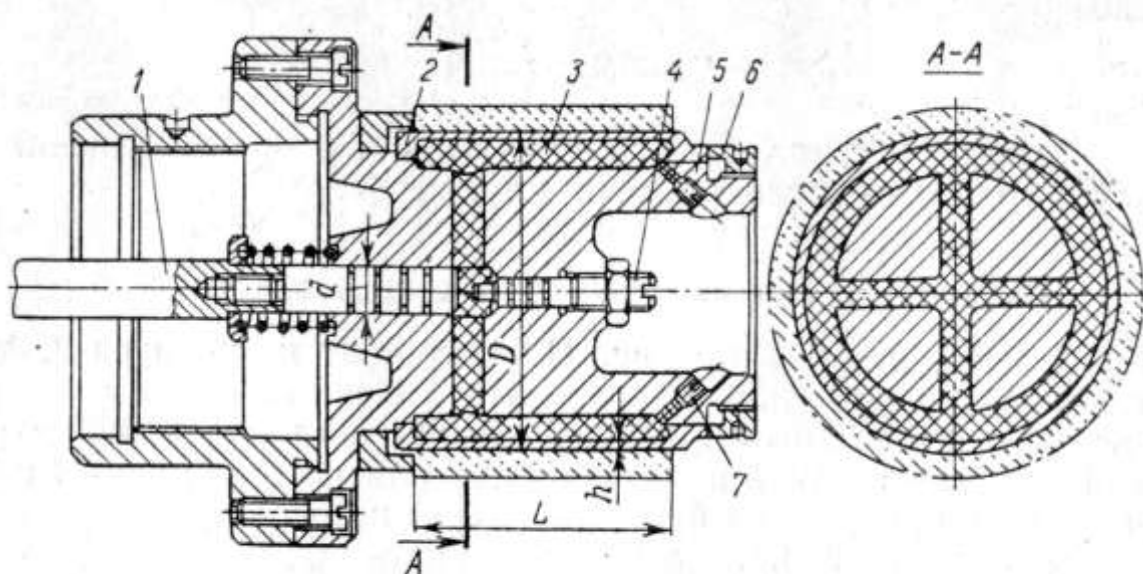


Рис. 2 . Пневматическая оправка с гидропластмассой

На **рис. 3** корпус 5 патрона с каналами для массы прикреплен к переходной планшайбе 1. В корпусе помещена тонкостенная втулка 4 для центрирования и зажима поршня при прорезании в нем канавок под поршневые кольца. Давление в полости создается плунжером 7, связанным через тягу 9 со штоком пневмоцилиндра. Вспомогательный плунжер 6 служит для регулирования объема полости и, следовательно, давления и силы зажима. В корпусе патрона закреплена направляющая втулка 8. Резьбовая пробка 3 и заглушка 2 закрывают отверстия для выхода воздуха.

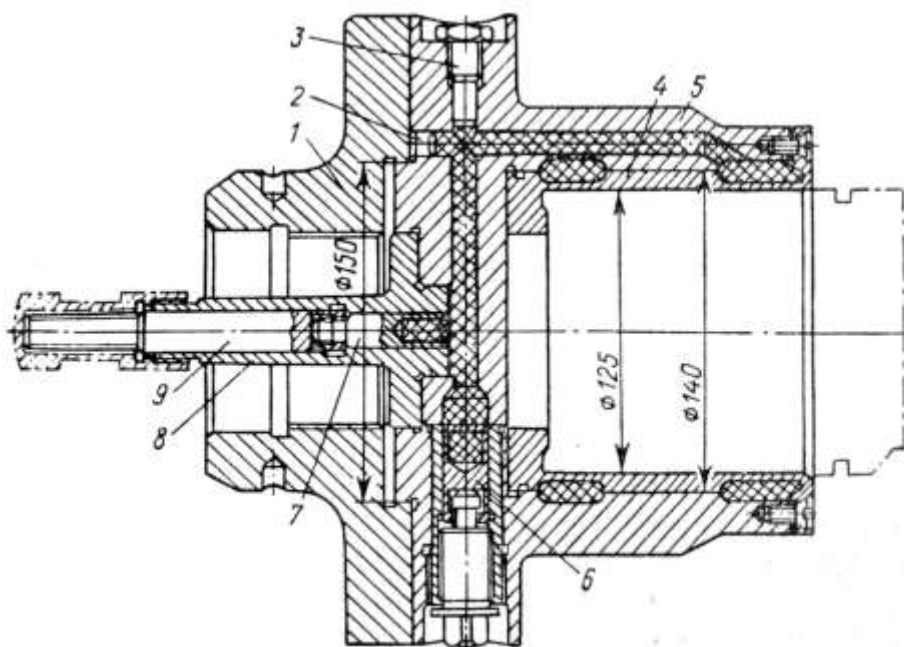


Рис. 3. Пневматический патрон с гидропластмассой

На рис.4 приведены типичные конструкции тонкостенных втулок для патронов (а, б) и оправок (в, г).

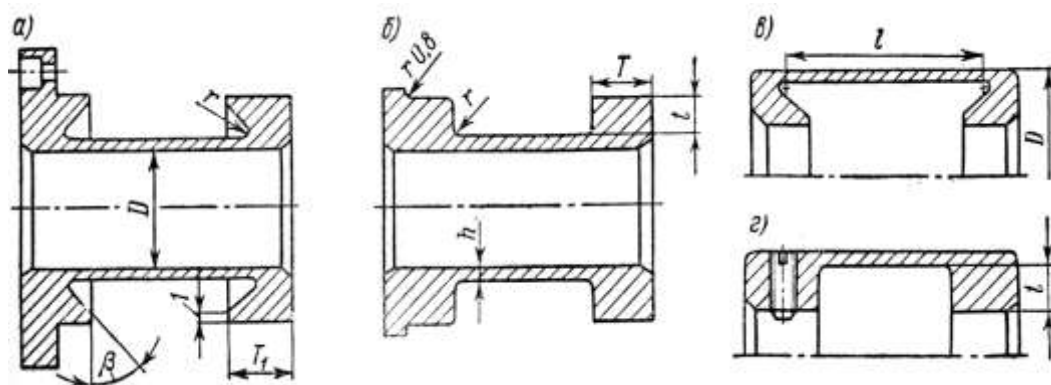


Рис.4. Конструкции тонкостенных втулок для патронов и оправок

При проектировании **патронов и оправок с гидропластмассой** рассчитываются:

1. Параметры упругих тонкостенных втулок
2. Размеры нажимных винтов и плунжеров у приспособлений с ручным приводом
3. Размеры плунжеров, диаметр цилиндра и ход поршня у приспособлений с механизированным приводом.

Материал втулок $D < 40\text{ мм}$ – сталь 40X, HRC 35...40; $D > 40\text{ мм}$ – сталь У7А, HRC 33...36.

Пружинные и пневмопружинные силовые механизмы

В станочных приспособлениях широкое применение получили **винтовые цилиндрические пружины сжатия**. Накапливаемая пружинами при их сжатии потенциальная энергия используется для зажима обрабатываемых деталей. Кроме того, они применяются в качестве возвратных пружин в пневмо- и гидродвигателях (цилиндрах) одностороннего действия, в регуляторах давления, клапанах, фиксаторах и т. п.

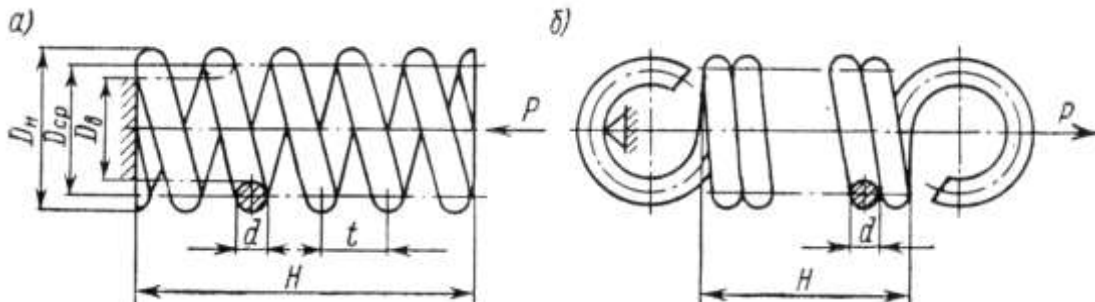


Рис.5. Пружина сжатия (а), пружина растяжения (б).

На рис. 6, а показана схема приспособления с пружинным зажимом, встроенным в откидную крышку 1. Крышка доводится до упора в стенку корпуса 3 приспособления и в рабочем положении удерживается защелкой 2. Зажимы по рис. 6, б можно изготавливать как самостоятельные узлы.

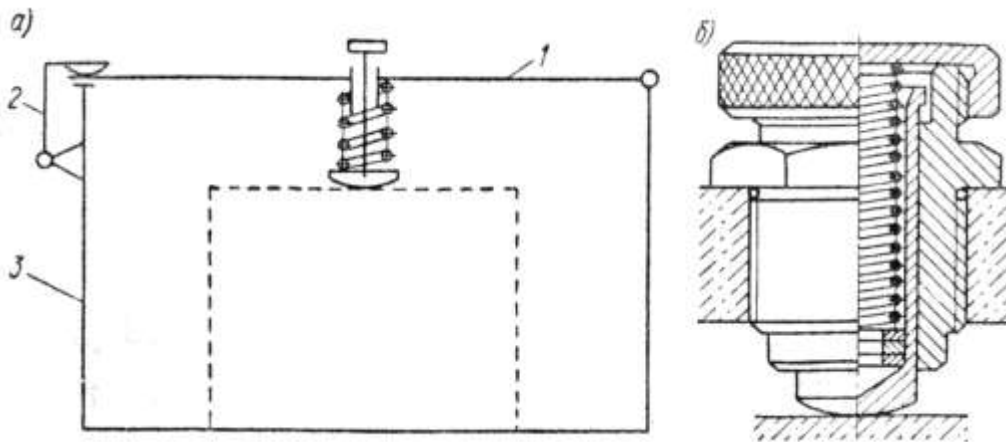


Рис.6. Схема приспособления с пружинным зажимом (а) и конструкция зажима, встроенного в откидную крышку (б).

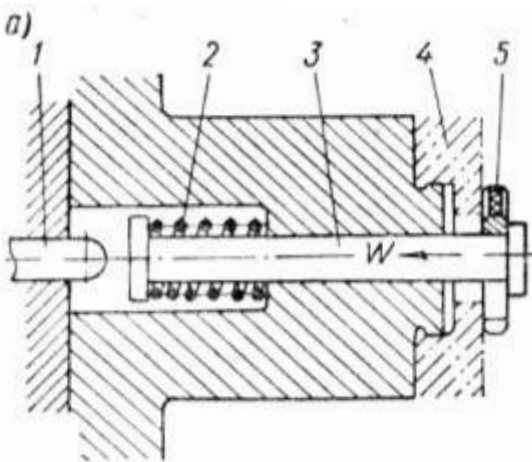


Рис.7, а

На рис. 7,а схематично изображен механизм, в котором деталь 4 зажимается пружиной 2, действующей с усилием W через плунжер 3 и быстросъемную шайбу 5. Деталь освобождается под давлением толкателя 1; очень небольшой ход толкателя необходим лишь для снятия шайбы 5. При освобождении детали пружина не должна получать осадку больше f_k , что учитывается при расчете. Такие механизмы можно проектировать для значительных сил зажима, так как толкатели 1 обычно работают от винта (без особого

напряжения со стороны рабочего) или пневматического (гидравлического) привода. Рассмотренная схема положена в основу конструкций пневмопружинных патронов: трехлапчатого клинового и цангового. Преимущество таких патронов в сравнении с пневматическими — безопасность работы, так как падение давления в сети не влияет на надежность зажима.

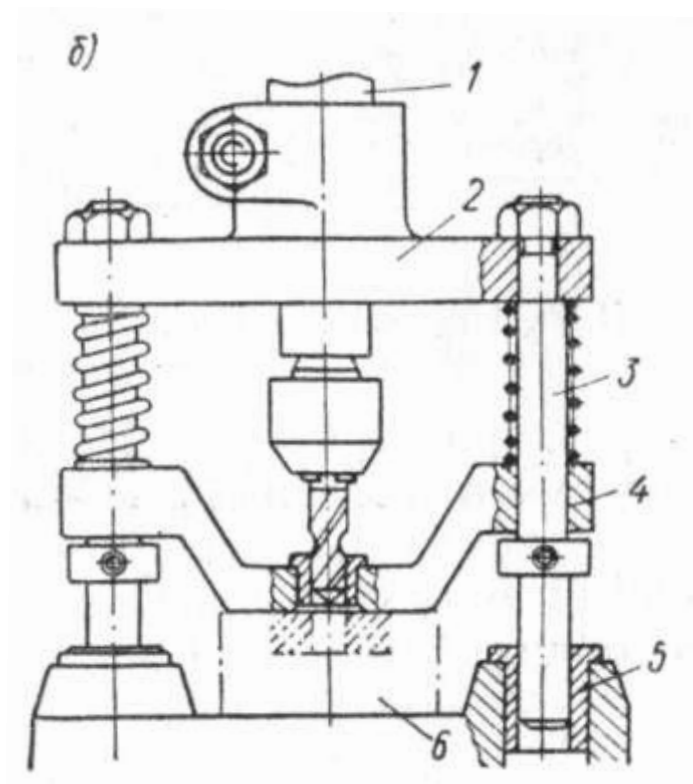


Рис.7, б

В механизме по рис.7, б зажим автоматически осуществляется при опускании гильзы 1 шпинделя сверлильного станка. На гильзе закреплена поперечина 2, несущая колонки 3 с пружинами. На колонках, которые для повышения жесткости направляются втулками 5, подвешена кондукторная плита 4.

Перед началом сверления кондукторная плита зажимает деталь 6 с силой, достаточной, чтобы удержать деталь в начале обработки. Для этого при сборке пружине сообщается соответствующая начальная осадка f_n . По мере подачи сверла осадка увеличивается и в конце обработки достигает значения, близкого к f_k . Чтобы не было большой разницы в силе зажима в начале и в конце обработки, длину пружины H в свободном состоянии и осадку f_k берут как можно большими.

В ряде случаев для зажима используются **стальные мембраны**. Для получения большой силы зажима и большого хода зажимного элемента (плунжера, прихвата) применяются **комплекты мембран**. Так, например, комплект из четырех пар стальных мембран с наружным диаметром 50 мм, отверстием 30 мм и общей высотой комплекта 32 мм обеспечивает силу зажима — 13000 Н при ходе зажимного элемента 6 мм.

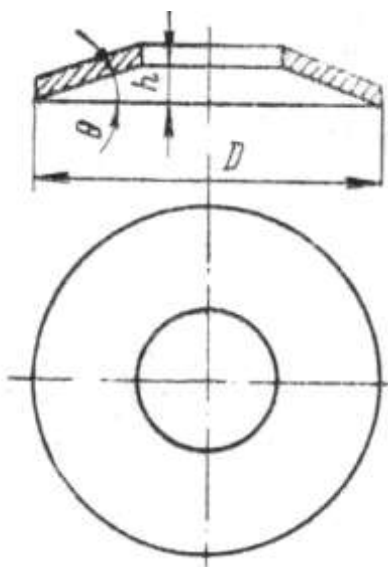


Рис.8. Мембранная пружина

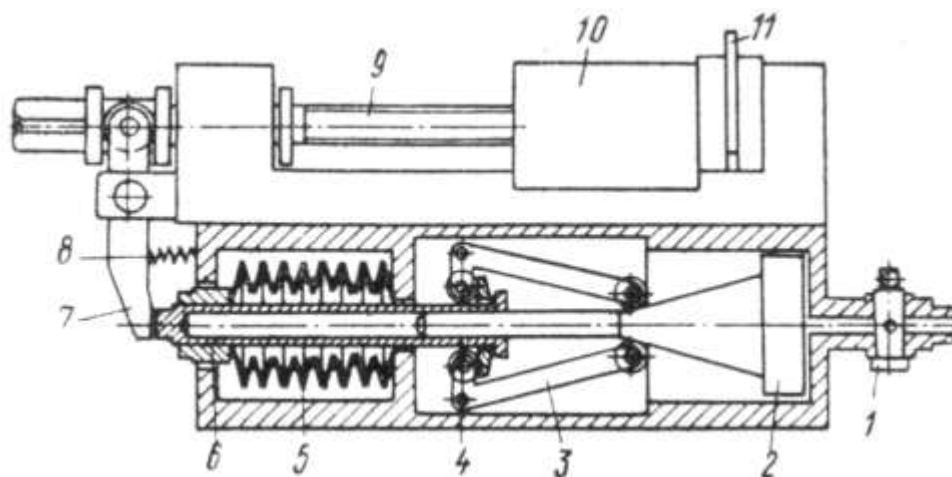


Рис.9. Пневмопружинные тиски

На **рис. 9** показаны **пневмопружинные тиски**, в которых зажим производится **пакетом мембран 5**, а отжим — пневмоцилиндром одностороннего действия.

При раскреплении сжатый воздух подается через распределительный кран 1 с коническим золотником и перемещает поршень 2. Последний через конусную насадку разводит рычаги 3, которые, поворачиваясь на осях 4, короткими плечами с роликами перемещают тягу 6, сжимая мембраны.

Под действием цилиндрической пружины 8 рычаг 7 перемещает винт 9 с подвижной губкой 10 справа налево, и обрабатываемая деталь 11 освобождается.

При переключении крана сжатый воздух уходит в атмосферу, поршень 2 и рычаги 3 возвращаются в исходное положение, а пружины 5 зажимают в тисках очередную заготовку.

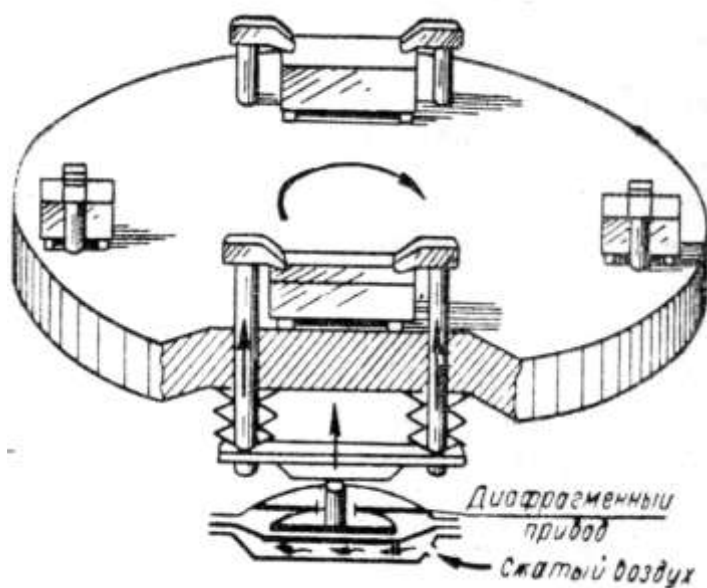
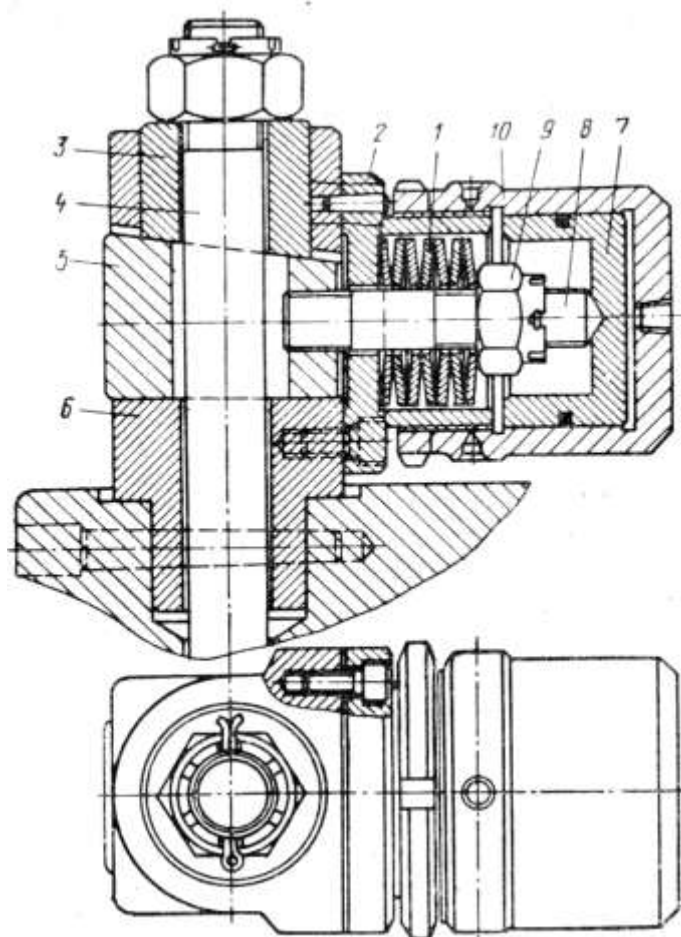


Рис.10. Схема закрепления деталей с помощью пневмопружинного механизма на поворотном столе

Для раскрепления деталей, обрабатываемых на поворотных столах, можно использовать один пневмопривод для нескольких приспособлений, если предусмотреть в этих приспособлениях пружинные зажимы (**рис.10**).

Такой привод можно применять на многопозиционных поворотных столах агрегатных станков или сверлильных станков с многошпиндельными головками. На таком столе можно установить необходимое число приспособлений и смонтировать один стационарный силовой привод; с помощью последнего будет обеспечиваться сжатие тарельчатых пружин, а значит, и освобождение обрабатываемых деталей.

В этом случае не только упрощается конструкция зажимных приспособлений и уменьшаются их габариты, но использование стационарного силового привода избавляет от необходимости подводить рабочую среду (сжатый воздух) к вращающимся вместе со столом пневмоцилиндрам, что также значительно упрощает конструкцию. Автоматизация управления закреплением обрабатываемых деталей при этом обеспечивается самыми простыми средствами.



На рис. 11 показано *гидропружинное зажимное устройство*, дополненное клиновой парой.

Усилие зажима создается пакетом тарельчатых пружин 1, смонтированных в стакане 2, и шпилькой 8, прикрепленной к клину 5; усилие пружин регулируется гайкой 9. Клин 5 воздействует на клин 3, с которым связана тяга 4 зажимного механизма. Отжим производится гидравлически путем нажатия поршня 7 на шпильку 8 до упора в стакан 2. Ход поршня, а следовательно клина 5 при отжиме регулируется цилиндром 10, навинченным на стакан 2. Все устройство собрано в корпусе 6 и может быть смонтировано в любом месте станка или приспособления.

Рис.11. Гидропружинный силовой механизм с клином-усилителем

ЛЕКЦИЯ № 4

Силовые приводы

Механизация и автоматизация приспособлений проводится для повышения производительности при работе на станке и облегчения труда рабочего как при установке и закреплении объекта механической обработки, так и при повороте и индексации приспособлений в процессе обработки, снятии обработанных деталей со станка, удалении стружки, дальнейшей транспортировке деталей и др.

Из практики отечественного машиностроения и зарубежного опыта известно, что наибольшее применение получили следующие силовые приводы станочных приспособлений: **пневматические, гидравлические; пневмогидравлические, электромеханические, пружинно-гидравлические (комбинированные); магнитные, вакуумные**, и др.

Пневматические приводы

В настоящее время вследствие относительной простоты и невысокой себестоимости конструкции при наличии в цехе пневмосети наибольшее применение получили пневматические приводы.

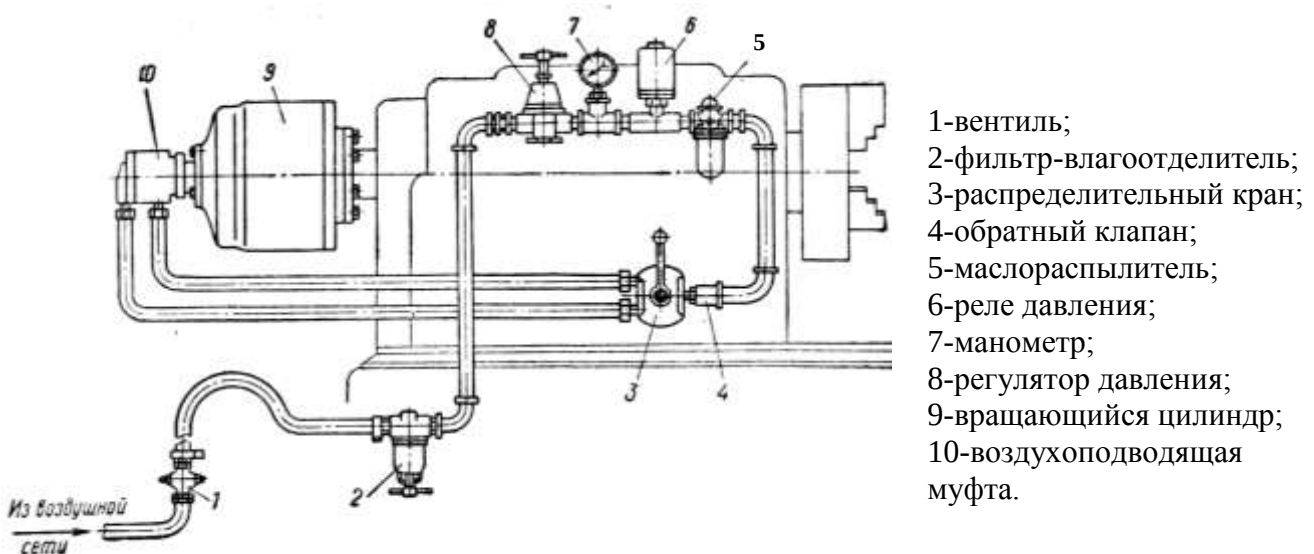
Достоинства:

- быстрота действия,
- простота управления,
- надежность и стабильность в работе,
- нечувствительность к изменению температуры окружающей среды,
- использование отработанного воздуха для сдува стружки и т. п.

Недостатки:

- большие габариты, так как давление воздуха в пневмосети не превышает 0,4...0,6 МПа,
- невысокий к. п. д. (для пневмоцилиндров 0,85...0,9)
- невозможность обеспечения плавности хода зажимных элементов в работе.

Состоят пневмоприводы из **пневмодвигателя, пневматической аппаратуры и пневмосети**, представляющей собой трубы (4...8 мм), рукава, каналы и соединения. В качестве двигателя обычно применяется **цилиндр с поршнем** (75...250 мм) или **пневматическая рабочая камера с мембраной** (160...400мм). Соответственно по принципу работы пневмодвигатели делятся на поршневые и мембранные.



- 1-вентиль;
- 2-фильтр-влагодотделитель;
- 3-распределительный кран;
- 4-обратный клапан;
- 5-маслораспылитель;
- 6-реле давления;
- 7-манометр;
- 8-регулятор давления;
- 9-вращающийся цилиндр;
- 10-воздухоподводящая муфта.

Рис.1. Принципиальная схема пневмопривода токарного станка

По конструкции (ГОСТ 17752—72) различают **пневмоцилиндры**: одностороннего и двустороннего действия, плунжерный, поршневой, с двусторонним или односторонним штоком, с торможением, сильфонный, телескопический, двухступенчатый и др. Схемы этих цилиндров показаны на **рис. 2**.

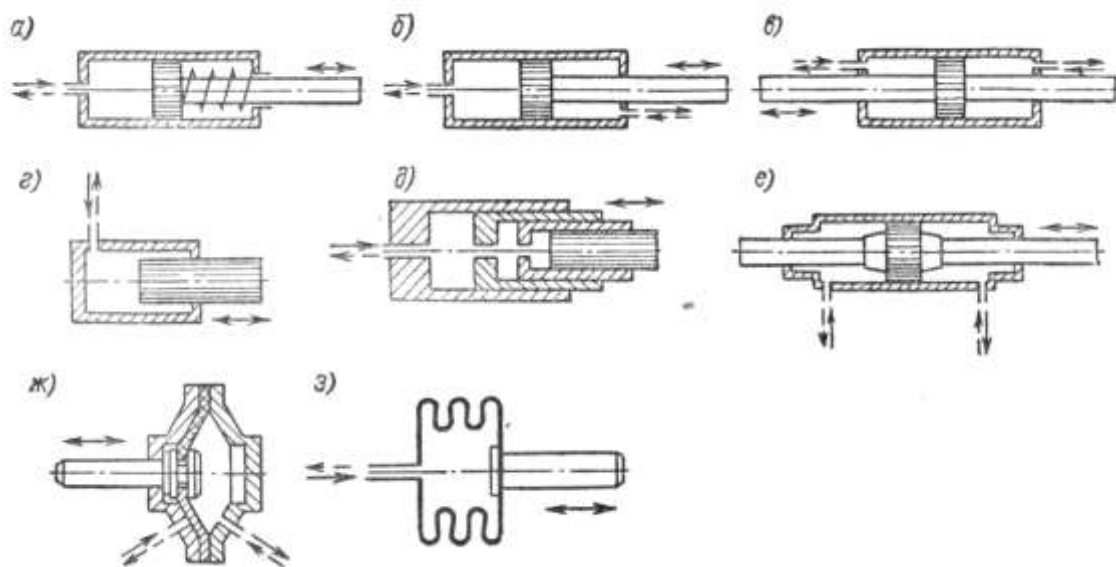


Рис. 2. Схемы цилиндров: а — одностороннего действия; б — двустороннего действия с односторонним штоком; в — двустороннего действия с двусторонним штоком; г — плунжерные; д — телескопические; е — с торможением; ж — мембранные; з — сильфонные.

По методам компоновки с приспособлениями как поршневые, так и мембранные двигатели могут быть встроенными, прикрепляемыми или приставными. У **встроенных двигателей** цилиндры растачиваются, а мембраны размещаются непосредственно в корпусе приспособления. **Прикрепляемые** — монтируются на корпусе приспособления. Если приспособление больше не применяется в производстве, то двигатель отделяется от него и используется на другом приспособлении. **Приставные двигатели** полностью выделены в самостоятельный агрегат и многократно используются в компоновках с различными приспособлениями.

В пневмодвигателях **двустороннего действия** рабочий и холостой ход осуществляется сжатым воздухом, в пневмодвигателях **одностороннего действия** рабочий ход — сжатым воздухом, а холостой — усилием пружины. Двигатели двустороннего действия (рис. 2, а, б) применяются при наличии в приспособлении самотормозящих зажимных механизмов, требующих больших усилий на штоке поршня не только во время рабочего, но и во время холостого хода. Ход штока 50...100 мм.

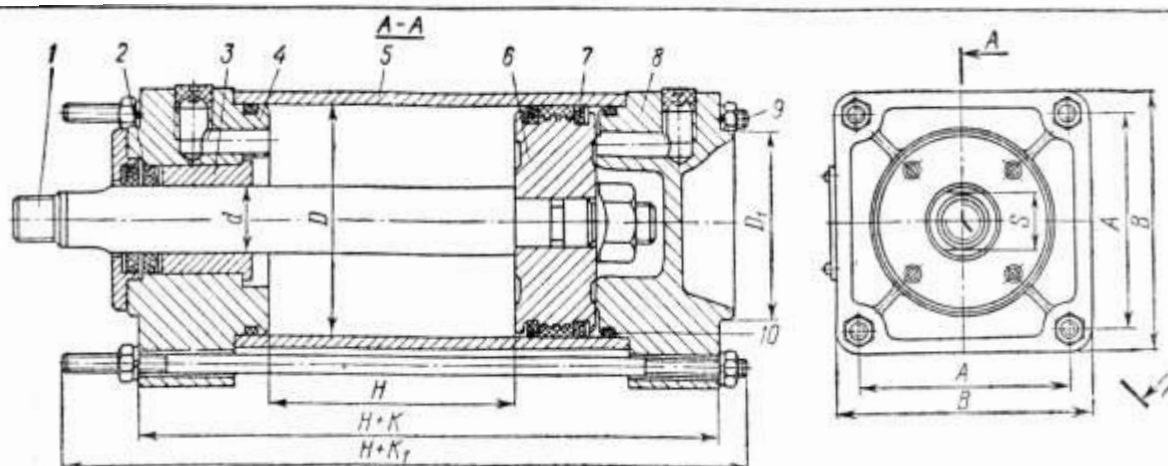


Рис.3. Конструкция цилиндра с креплением на удлиненных стяжках

Конструктивно цилиндры мало различаются.

Цилиндры всех типов и диаметров имеют унифицированные детали: гильзы, штоки, направляющие втулки, манжеты и др.

Цилиндры с удлиненными стяжками по способу их крепления являются универсальными. Кроме непосредственного крепления стяжками можно с помощью фланцев, угольников, цапф и других переходных деталей осуществить различные способы крепления цилиндров. Так, на **рис.3** взамен шпилек применены четыре стяжки, с помощью которых при сборке стягиваются в общий узел не только крышка с гильзой, но и переходные детали крепления цилиндров. Фланцевые цилиндры крепятся с помощью лап, шарниров и специальных конструктивных элементов.

Пневмоприводами оснащаются:

- 1) стационарные приспособления, закрепляемые на столах фрезерных, сверлильных и других станков;
- 2) вращающиеся приспособления (патроны, оправки);
- 3) приспособления, устанавливаемые на вращающихся и делительных столах при непрерывной и позиционной обработке.

Во всех этих случаях монтажные схемы приводов имеют свои особенности.

Схемы поршневых и мембранных пневмодвигателей

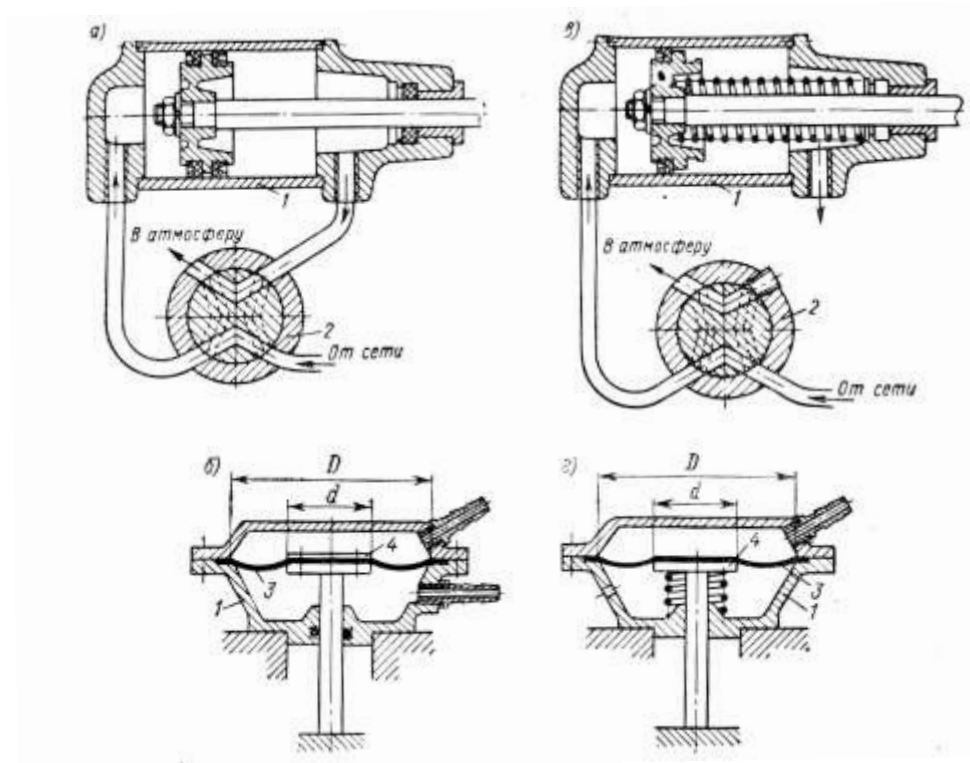


Рис.4. а, в- поршневые цилиндры (двигатели) двустороннего и одностороннего действия;

б, г – мембранные двигатели двустороннего и одностороннего действия.

1- корпус; 2-пневмораспределитель (кран); 3- резиновая мембрана; 4- опорная шайба;

D и d - диаметры мембраны и опорной шайбы.

Механизированные вращающиеся цилиндры

Эти цилиндры двустороннего действия используются в качестве пневмодвигателя патронов, оправок и других приспособлений на токарных, револьверных и круглошлифовальных станках. Конструкция и основные размеры цилиндров нормализованы.

Нормами предусмотрены *два типа* цилиндров:

- А) цилиндры пневматические вращающиеся *одинарные*,
- Б) цилиндры пневматические вращающиеся *сдвоенные*.

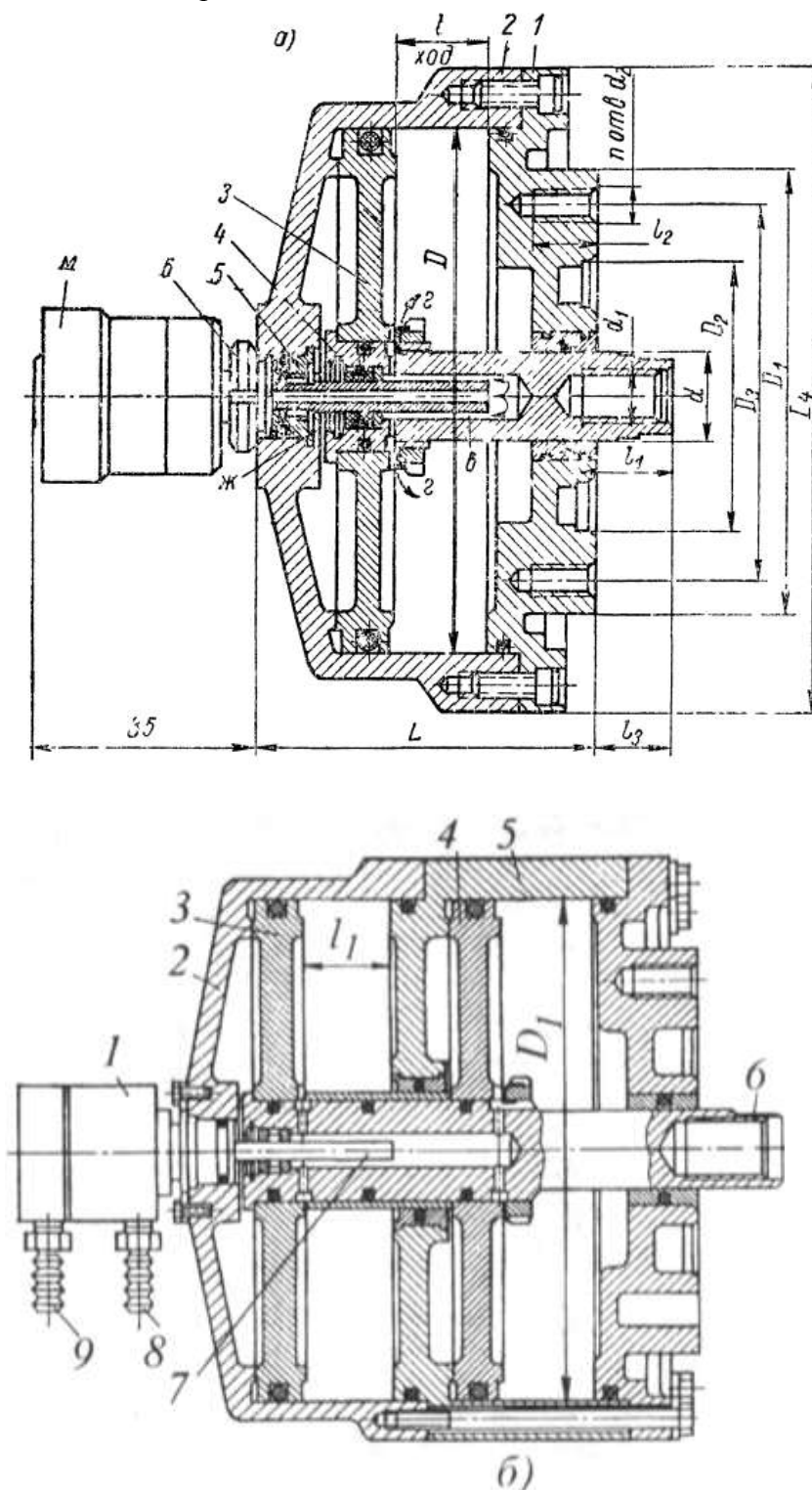


Рис.5. а) Конструкция цилиндра пневматического вращающегося *одинарного*
 б) Конструкция цилиндра пневматического вращающегося *сдвоенного*

На **рис.5 а)** изображен цилиндр, который состоит из корпуса 2 с крышкой 1, поршня 3 со штоком 4 и воздухоподводящей муфты М. В отверстии корпуса установлен и затянут гайкой 6 опорный валик 5 муфты с установленными на нем уплотняющими манжетами 11 и шарикоподшипником 9. Последние необходимы в связи с тем, что корпус муфты 7, во время вращения цилиндра с опорным валиком, должен оставаться неподвижным.

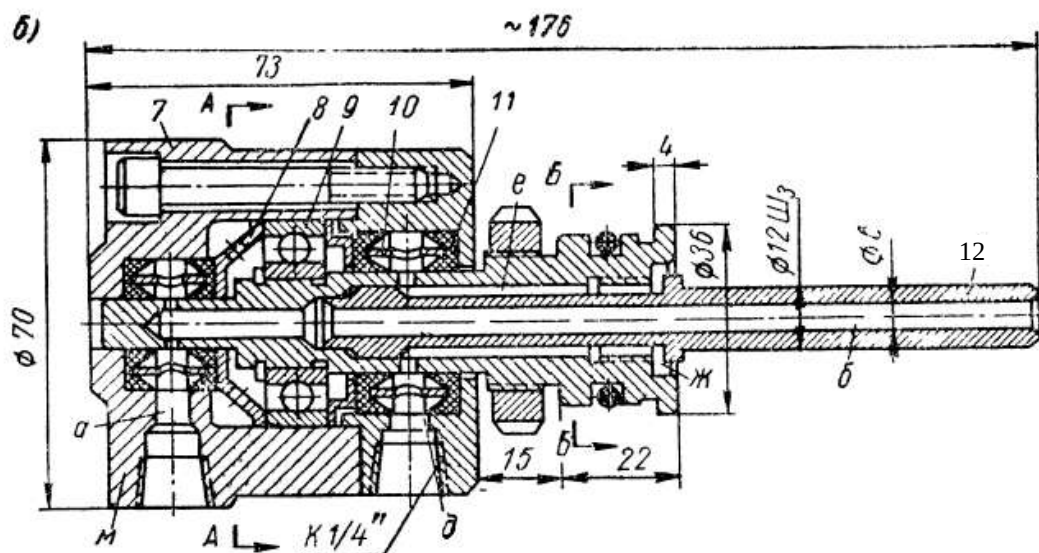


Рис.6. Воздухоподводящая муфта $n_{\max}=1200$ об/мин

Между каждой парой манжет заложены распорные кольца 10 с радиальными отверстиями для прохода воздуха, и кроме того, для фиксации манжет предусмотрены упорные кольца 8. В центральное отверстие валика 5 запрессован воздухоподводящий палец 12, а на шарикоподшипнике установлен сборный корпус воздухоподводящей муфты с резьбовыми отверстиями К 1/4 " под штуцеры для присоединения резиноканевых шлангов.

При подаче сжатого воздуха через левое отверстие, он по каналам а, б, в, г попадает в правую полость цилиндра и поршень со штоком перемещается в левое крайнее положение. При переключении распределительного крана воздух поступает в правое отверстие муфты и по каналам д, е, ж попадает в левую полость цилиндра, перемещая поршень вправо.

Поршень, шток и крышка уплотнены кольцами круглого сечения.

Сдвоенный пневмоцилиндр имеет две камеры, расположенные в корпусах 2 и 5 стандартную воздухопроводящую муфту 1, присоединенную к вращающемуся корпусу 2 (см. **рис. 5, б**). Для движения штока 6 влево сжатый воздух подают через штуцер 9, трубку 7 и ряд отверстий в полой части штока 6 (возле правых торцов поршней 3 и 4), создавая на штоке тянущую силу. Толкающую силу на штоке 6 создает один поршень 3 при его перемещении вправо, так как сжатый воздух поступает через штуцер 8 и пазы в стержне 7 только в левую полость цилиндра 2.

При известном D(мм), силу Q(H) на штоке пневмопривода находят по формуле:

1. Для цилиндров одностороннего действия (рис.2, а):

$$Q = 0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta - P.$$

2. Для цилиндров двухстороннего действия:

При давлении в бесштоковой полости

$$Q = 0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta;$$

При давлении в штоковой полости

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta;$$

где **D, d** – диаметры цилиндра и штока, мм; **p** - давление сжатого воздуха, МПа;
η= 0,85...0,9 – к.п.д. цилиндра; **P** – сопротивление возвратной пружины в конце р.х., Н.

Параметры пружины следует подбирать таким образом, чтобы она оказывала сопротивление от 5% при больших и до 20% при малых диаметрах цилиндров от усилия на штоке в момент зажима.

Для сдвоенных цилиндров

1. При ходе поршней слева на право (толкающий режим см. рис.5, б):

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta;$$

2. При ходе поршней справа налево (тянущий режим):

$$Q = 0,785 \cdot [(D^2 - d^2) + (D_1^2 - d_1^2)] \cdot p \cdot \eta;$$

где **D, D₁** – диаметры первого и второго поршня;
d, d₁ – диаметры штока в первой и второй полости.

Из приведенных формул можно определить диаметр цилиндра **D**, если известны **Q** и **p**.
Для упрощения расчета и создания некоторого запаса усилия из формулы исключают к.п.д., а также необходимую силу на штоке увеличивают в 1,5 раза и диаметр цилиндра двустороннего действия находят по формуле:

$$1,5 \cdot Q = 0,785 \cdot D^2 \cdot p ;$$

откуда

$$D \approx 1,4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p}}.$$

Найденный по формуле диаметр округляют до ближайшего нормального размера и производят проверку.

Мембранные пневмодвигатели

На **рис.7** показан мембранный пневмодвигатель одностороннего действия для стационарных приспособлений. Он состоит из корпуса и крышки, между которыми зажата мембрана 5 тарельчатой формы из прорезиненной ткани.

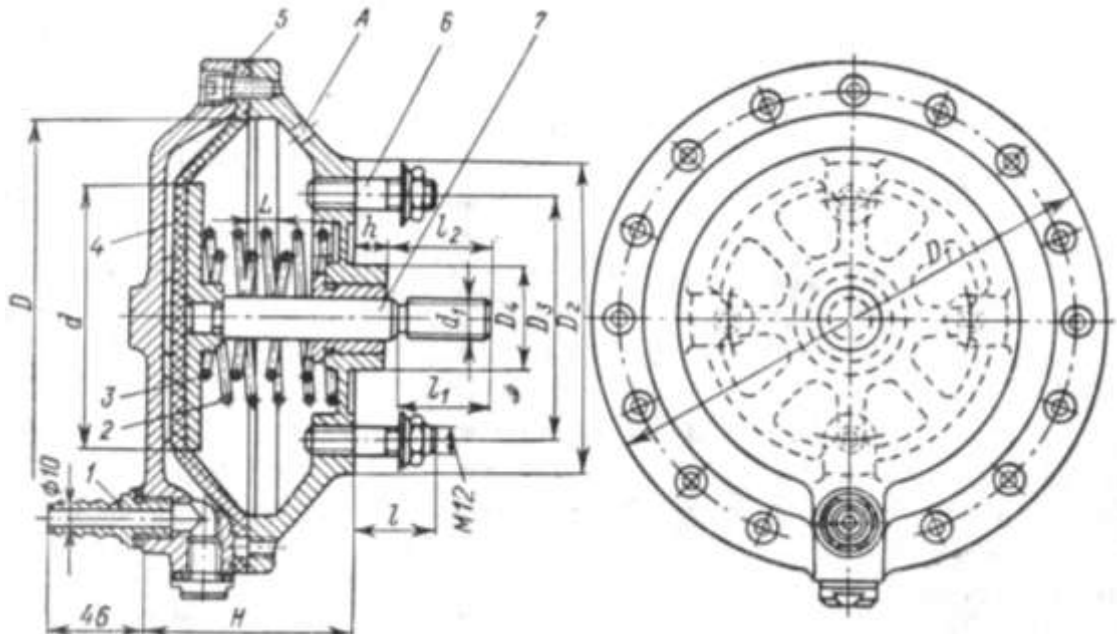


Рис.7. Мембранный пневмодвигатель одностороннего действия

Сжатый воздух поступает в камеру через штуцер 1, давит на мембрану и перемещает диск 4 со штоком 7. На резьбовой конец штока навинчивается толкатель, воздействующий на зажимной механизм приспособления. При выпуске сжатого воздуха в атмосферу шток под действием пружин 2 и 3 вместе с диском и мембраной возвращается в исходное положение. Пневмодвигатель закрепляется в корпусе приспособления шпильками 6. Отверстие А служит для выхода воздуха из правой полости при рабочем ходе штока.

Корпус и крышка отливаются из серого чугуна или штампуются из малоуглеродистой стали. Могут быть изготовлены также из алюминиевого сплава АЛ9В, АЛ10В и из пластмассы волокнит.

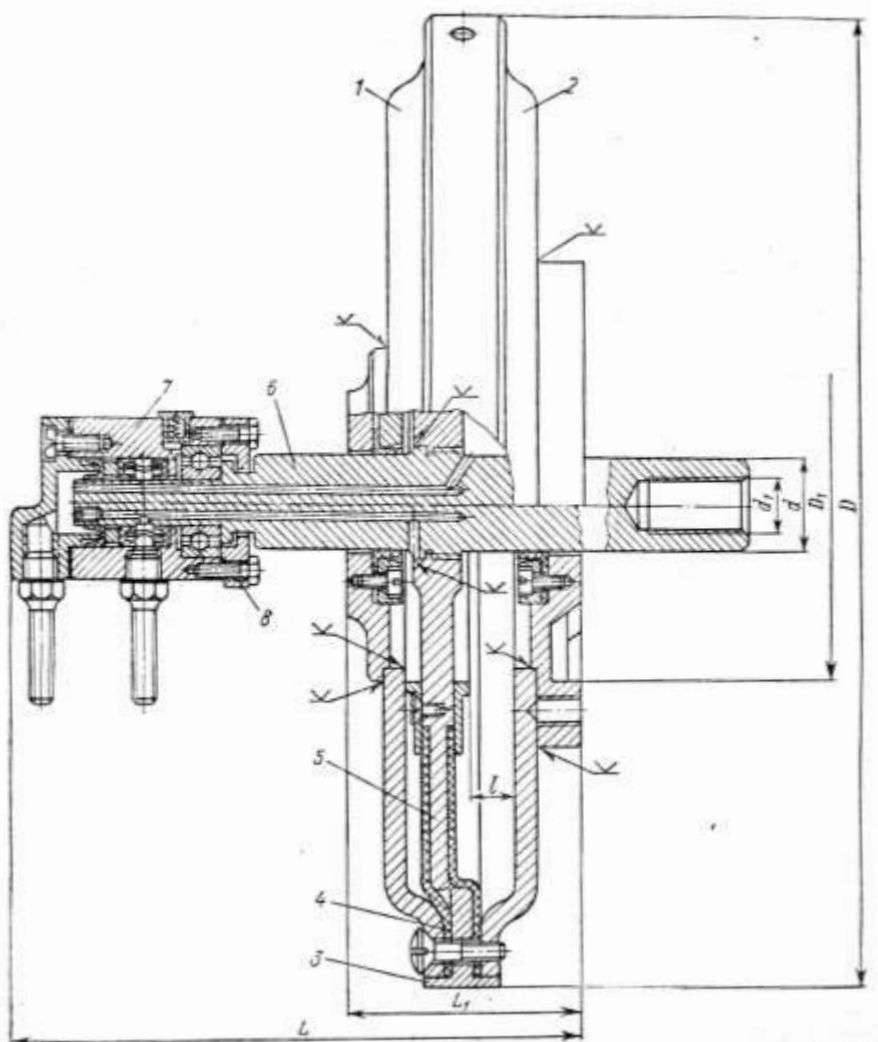
Тарельчатые мембраны прессуются в пресс-формах. Материал – четырехслойная ткань бельтинг, с двух сторон покрытая маслостойкой резиной. Толщина мембраны 6...7 мм. Наряду с тарельчатыми, применяют плоские мембраны, вырезаемые из листовой технической резины с тканевой прокладкой толщиной до 3мм, транспортной ленты или прорезиненного ремня толщиной от 4 до 6 мм.

Основные размеры фланцевого пневмодвигателя одностороннего действия с тарельчатой мембраной

Наружный диаметр D_1		Внутренний диаметр D		Диаметр тарелки d	Наибольшее давление штока в кгс	Ход штока L	D_3	D_2	D_4	H	h	l	l_1	l_2 (наименьший)	d_1
корпуса	мембраны	корпуса	мембраны												
175	174	132	130	80	275	30	115	90	40	88	8	30	34	45	16
200	198	150	148	88	325	35	125	100	45	94	10	35	35	45	16
230	228	180	178	120	600	40	140	110	50	101	13	35	45	55	20

На **рис. 8** изображен мембранный пневмодвигатель двустороннего действия для вращающихся приспособлений, устанавливаемых на шпинделях токарных станков средних размеров. Двигатель монтируется на левом конце шпинделя с помощью промежуточного фланца.

Корпус двигателя состоит из двух тарелок 1 и 2, между которыми вместе с промежуточным диском 3 закреплены две резиновые мембраны 4, изготовленные из плоских резиновых листов; применение двух мембран исключает возможность отрыва



диска штока от мембраны при ходе в обе стороны. Диск 5 соединен со штоком 6 и мембранами. Под действием сжатого воздуха мембраны 4 имеют возможность перемещаться вправо или влево вместе со штоком 6, который при помощи резьбового отверстия соединяется с тягой, связанной с зажимным устройством приспособления.

Воздухоприемная муфта 7 во время работы не вращается, а перемещается в осевом направлении вместе со штоком 6 привода. Полукольца 8 удерживают муфту 7 от продольных смещений под действием сжатого воздуха. Для облегчения массы корпуса и крышки вращающихся двигателей рекомендуется отливать из алюминиевого сплава.

Рис.8. Вращающийся мембранный двигатель двустороннего действия

Формулы для расчета силы зажима (P_z) на штоке мембранных цилиндров

Тип мембраны	Положение мембраны	P_z , Н
Резинотканевая	Близкое к исходному	$0,196 (D + d)^2 p - P_K$
	При ходе: 0,3 D для тарельчатой и 0,07 D для плоской	$0,147 (D + d)^2 p$
Резиновая	Близкое к исходному	$0,785 d^2 p - P_K$
	При ходе 0,22 D	$0,706 d^2 p - P_K$

Примечания:
1. D – рабочий диаметр мембраны, мм.
2. d – наружный диаметр опорной шайбы, мм.
3. p – давление сжатого воздуха, МПа.
4. P_K – сила от возвратной пружины, Н; для цилиндров двустороннего действия, $P_K = 0$.

ЛЕКЦИЯ №5

Пневматическая аппаратура

Распределительные краны

Распределительные краны (краны управления) служат для управления работой пневмодвигателя. **По числу рабочих позиций рукоятки** (кроме исходной позиции) и **по числу каналов** (ходов), по которым движется поток сжатого воздуха, распределители делятся:

- 1) на однопозиционные трехходовые для управления цилиндрами одностороннего действия;
- 2) двухпозиционные четырехходовые для управления цилиндрами двустороннего действия;
- 3) трехпозиционные многоходовые (краны последовательного включения) для одновременного управления последовательной работой двух цилиндров.

По конструкции золотника распределители бывают:

- а) с плоским золотником;
- б) с цилиндрическим золотником;
- в) с коническим золотником.

Так как золотник должен плотно прилегать к поверхности, по которой он перемещается (при всех перемещениях не должна нарушаться герметичность), то наиболее технологичными и надежными в работе являются распределители **с плоскими золотниками**. Они не теряют герметичности по мере износа золотника, тогда как распределители с цилиндрическим золотником требуют тщательной пригонки и теряют герметичность по мере износа. Однако распределители с цилиндрическим золотником удобны в управлении (особенно при автоматизации цикла) и поэтому находят применение. Распределители с коническим золотником требуют особо тщательной пригонки и к применению не рекомендуются. Не рекомендуются также к применению краны клапанного типа (без золотников), так как они сложны по конструкции и громоздки.

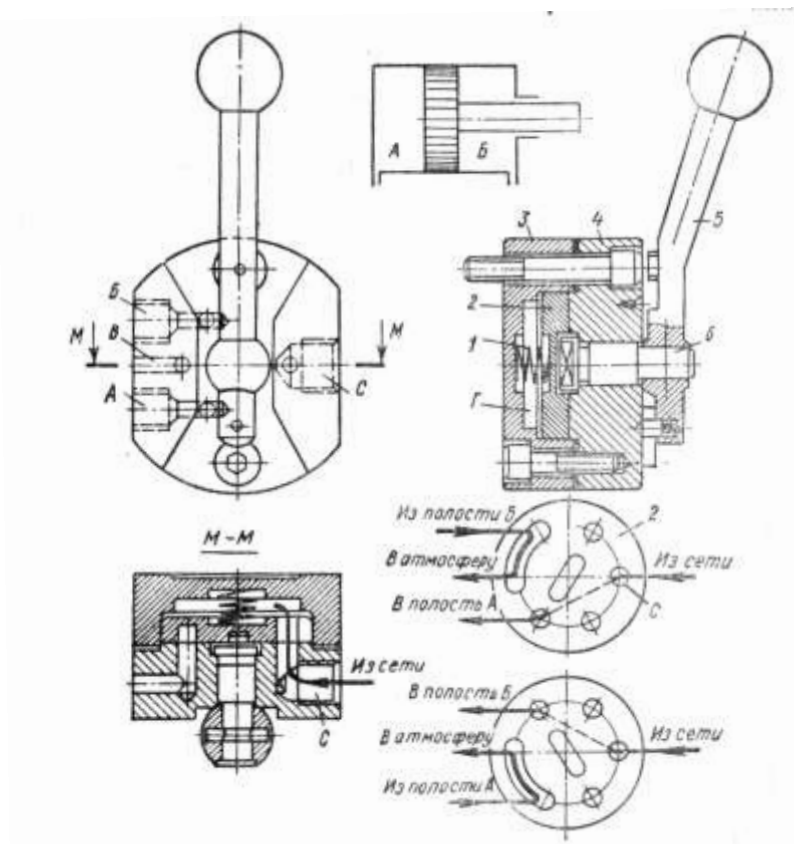


Рис.1. Двухпозиционный направляющий распределитель (кран) с плоским золотником

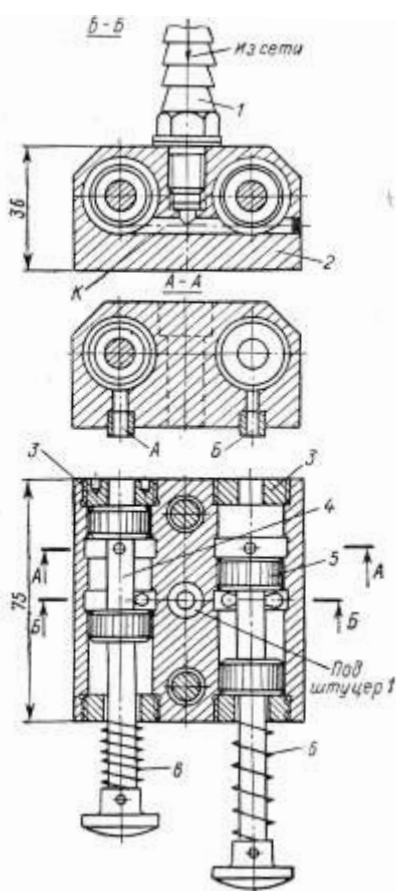
На **рис. 1** показана конструкция двухпозиционного четырехходового распределительного крана с плоским золотником типа В71-2.

Кран состоит из чугунного корпуса 3 и крышки 4, между которыми помещен бронзовый золотник 2 с четырьмя сквозными отверстиями и глухим дугообразным пазом, обращенным в сторону крышки. **Назначение золотника** — соединять полости цилиндра с сетью сжатого воздуха или атмосферой. Повороты золотника на угол 30° от среднего положения производятся рукояткой 5 через валик 6, конец которого входит в шпоночный паз на золотнике. Пружина 1 обеспечивает постоянный контакт хорошо притертого золотника с крышкой, а сжатый воздух, поступающий из сети в полость Г, дополнительно прижимает золотник к ее торцу, обеспечивая необходимую герметичность.

В крышке крана имеются четыре отверстия. Через отверстие С воздух поступает из сети; отверстия А и Б через отверстие в золотнике связывают соответственно полости А и Б цилиндра с сетью; отверстие В через дуговой паз золотника связывает полости цилиндра с атмосферой.

Как видно из схемы, при крайне правом положении рукоятки ($+30^\circ$ от вертикального положения) отверстие с золотника совпадает отверстием С крышки, а его отверстие а совпадает с отверстием А крышки, и воздух из сети, попадая вначале в полость Г под золотником, направляется в полость А цилиндра. В это время из полости Б по отверстию Б, дуговому пазу и отверстию В воздух уходит в атмосферу. При крайнем левом положении рукоятки сжатый воздух попадает в полость Б, а из полости А уходит в атмосферу. При вертикальном (нейтральном) положении рукоятки подача воздуха прекращается.

Кран может быть использован с пневматическим цилиндром одностороннего действия; в этом случае одно из отверстий, Б или А, закрывается резьбовой пробкой с резиновой прокладкой.



В ряде конструкций пневмоприводы применяются для приспособлений с самотормозящими зажимными механизмами (самотормозящие патроны, тиски и т. п.). В этом случае сжатый воздух подается в цилиндр (пневмокамеру) только в момент зажима и разжима, а в процессе обработки давление в полостях цилиндра отсутствует, так как зажатая деталь удерживается самоторможением.

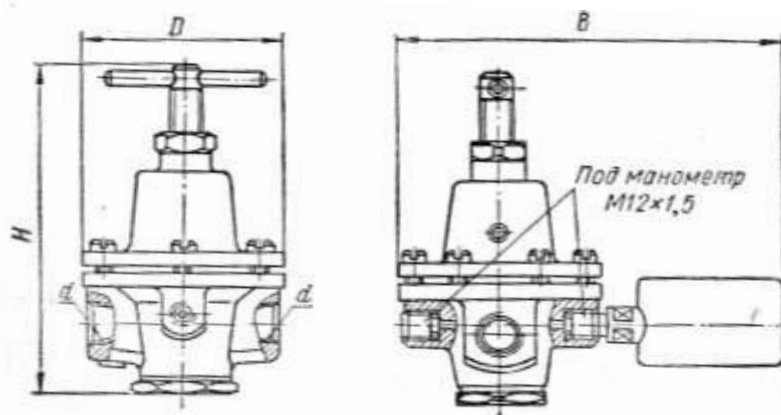
Для таких приводов применяются специальные конструкции распределителей.

На **рис.2** показан кнопочный кран с двумя цилиндрическими золотниками для управления пневмоцилиндром, встраиваемым в корпус патрона или другого приспособления, имеющего самотормозящий клиновой механизм. Воздух подается только в моменты зажима и разжима детали; на время обработки обе полости цилиндра соединяются с атмосферой и давление в них отсутствует. Стабильность зажима, обеспечиваемая самоторможением силового механизма, позволяет не включать в монтажную схему привода предохранительные устройства (обратный клапан, реле давления), что упрощает схему.

Рис.2. Двухпозиционный кнопочный распределитель (кран)

Пневмоклапаны давления

При обработке тонкостенных деталей, во избежание их деформации при зажиме, необходимо снижать давление в полости цилиндра (пневмодвигателя) и, следовательно, уменьшать исходное усилие на штоке. Для этой цели применяются **мембранные** и **поршневые пневмоклапаны давления**, которые позволяют регулировать давление в полости цилиндра при настройке привода, а затем автоматически поддерживают его постоянным независимо от колебания давления в цеховой сети.



Основные параметры и размеры редукционных клапанов стандартизованы. Наибольшее распространение получили пневмоклапаны с резиновой мембраной, обладающие более высокой чувствительностью и надежностью по сравнению с поршневыми регуляторами давления.

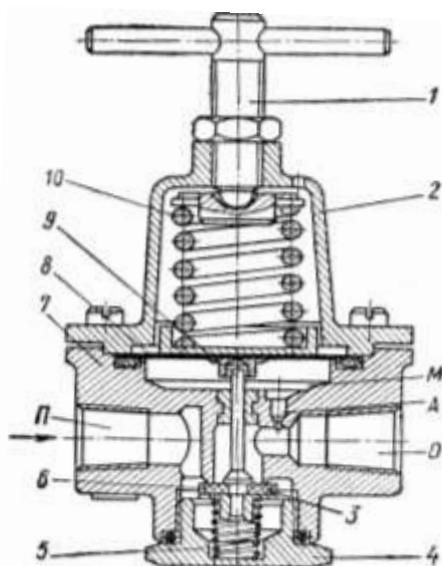


Рис.3. Пневмоклапан давления с резиновой мембраной

Сжатый воздух подводится к отверстию **П**. Пружина 10 через толкатель 9 отжимает клапан 3, образуя кольцевую щель для прохода сжатого воздуха в отводное отверстие **О**.

Сила пружины 10 уравнивается силой давления сжатого воздуха, поступающего в полость **М** через отверстие **А**.

Если давление в отводном отверстии **О** упадет ниже заданной величины, то указанное равновесие нарушится, мембрана 8 прогнется и через толкатель 9 отождмет клапан 3, увеличив проход воздуха из отверстия **П** в отводное отверстие **О**. Тем самым давление на выходе клапана поддерживается относительно постоянным и соответствует натяжению пружины 10. Настройка требуемого давления на выходе производится с помощью винта 1.

Для сохранения постоянства давления в отводной магистрали регулятора давления при изменении расхода воздуха от наименьшей до наибольшей рекомендуемой величины сжатый воздух подводится в полость **М** через отверстие **А** (малого диаметра), просверленное в узкой части отводного отверстия **О**.

Когда пружина 10 полностью отпущена, клапан 3 перекрывает проход воздуха из отверстия **П** в отверстие **О** с помощью пружины 5. Для лучшего уплотнения клапан 3 снабжен вкладышем 6 из маслостойкой резины.

Пневмодроссели с обратным клапаном

Эти **дроссели предназначены** для регулирования расхода воздуха (а следовательно, и скорости движения поршня) в одном направлении и обеспечения свободного прохода в обратном направлении.

Пневмодроссели могут применяться:

- 1) в приводе с одним цилиндром, когда необходимо иметь замедленный рабочий ход (чтобы, например, смягчить удар при зажиме и не сдвинуть установленную деталь) и быстрый холостой;
- 2) в приводе с двумя заблокированными цилиндрами, из которых один должен, например, обеспечить медленное перемещение крупной детали при ее базировании, а второй — быстрый ее зажим.

Дроссели рекомендуется устанавливать не на входе сжатого воздуха в рабочую полость двигателя, а на выходе отработанного воздуха из противоположной полости двигателя (дросселирование на выходе).

Применяются игольчатые, клапанные и щелевые дроссели.

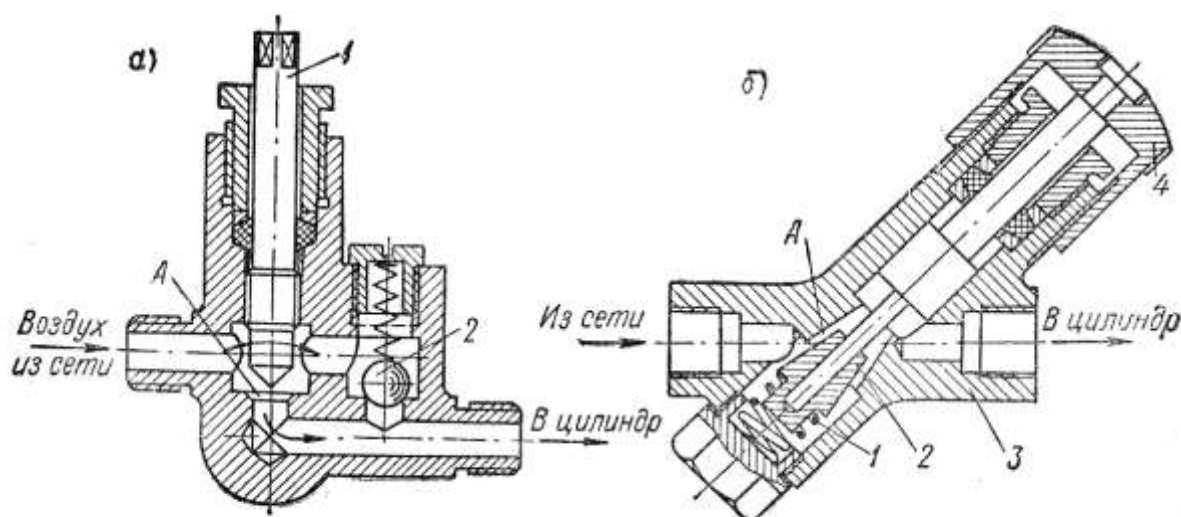


Рис. 4. Игольчатый (а) и клапанный (б) дроссели с обратным клапаном

На **рис.4, а** показан игольчатый дроссель. В его корпусе, параллельно с иглой 1, встроен обратный клапан. При рабочем замедленном ходе поршня поток воздуха из сети направляется в кольцевой зазор А, регулируемый иглой, и одновременно поджимает шарик 2 обратного клапана к седлу. При холостом ускоренном ходе воздушный поток меняет направление, открывает шариковый клапан и через клапанное и дроссельное отверстие уходит в атмосферу.

В клапанном дросселе (**рис. 4, б**) регулирование кольцевой щели А между коническим клапаном 2 и конусным отверстием в корпусе 3 производится вращением накатанной головки 4. В зависимости от ширины щели изменяются скорость наполнения цилиндра воздухом и скорость рабочего хода поршня. При обратном движении воздуха он отталкивает клапан 2, сжимая пружину 1, и свободно уходит в атмосферу (ускоренный холостой ход).

Предохранительная аппаратура

Для предотвращения аварий, связанных с падением давления в воздушной магистрали (ниже 3 атм), применяются два типа предохранительных устройств: обратные пневмоклапаны и реле давления. Первые пропускают воздух лишь в цилиндр и задерживают его выход из цилиндра; вторые автоматически выключают электродвигатель станка в случае падения давления ниже допустимого.

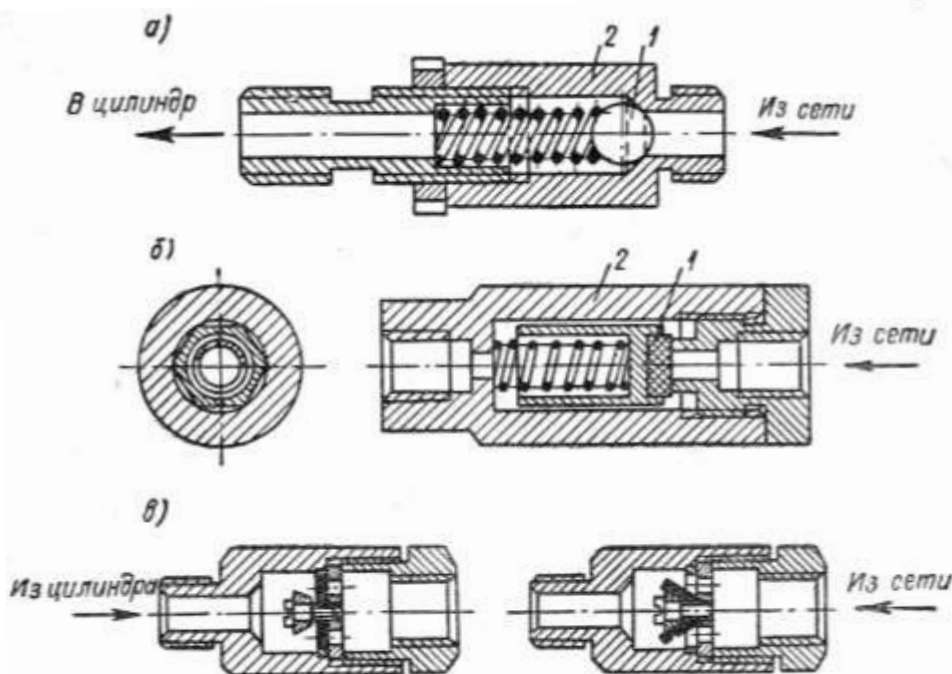


Рис. 5. Обратные клапаны: а — с шариком; б, в — с резиновыми шайбами

Сжатый воздух из сети отжимает подпружиненный клапан 1 и проходит по кольцевому зазору между клапаном и корпусом 2. В другой конструкции (рис. 5, в) пружина не требуется: воздух из пневмосети поступает через решетчатую перегородку, которая закрывается резиновой шайбой при его обратном движении.

Однако даже при наличии **обратного клапана** воздух из цилиндра все же просачивается, давление в его полости падает, и зажим обрабатываемой детали постепенно ослабевает. В связи с этим, особенно при работе на токарных станках, в пневмосеть следует включать **реле давления**.

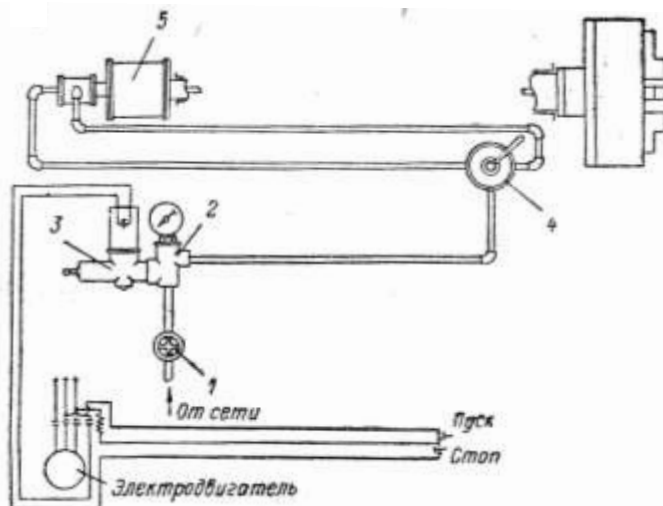


Рис. 6. Схема пневмопривода с обратным клапаном и реле

На рис. 5, а показана конструкция **обратного клапана с шариком**. Сжатый воздух, поступающий из сети, выталкивает шарик 1 из конического отверстия в корпусе 2 и свободно проходит в цилиндр. При внезапном падении давления в цеховой сети воздух из цилиндра устремляется в сеть, но шарик этому препятствует.

Более надежен в работе **обратный пневмоклапан** (рис. 5, б) с резиновой шайбой (тип В51-1).

На рис. 6, показана схема пневмопривода, в сеть которого вмонтированы **обратный пневмоклапан 2 и реле давления 3**.

Электрические контакты реле включаются последовательно с кнопкой «стоп» в сеть магнитного пускателя. При нормальном давлении воздуха электроконтакты реле замкнуты, и электродвигатель, как обычно, управляется кнопками «пуск» и «стоп». При падении давления воздуха ниже установленного электроконтакты

реле размыкаются, и без ручного воздействия на кнопку «стоп» магнитный пускатель отключает электродвигатель.

Реле давления (рис. 7) состоит из силуминового корпуса 3, в горизонтальном отверстии которого скользит подпружиненный поршень 2 из нержавеющей стали, а в его вертикальное резьбовое отверстие помещен патрон 9, изготовленный из пластмассы или текстолита, с прикрепленными к нему двумя контактными пластинами 8 из фосфористой бронзы. В отверстии патрона помещен подпружиненный текстолитовый или пластмассовый стержень 5 с латунным кольцом 6 и с ввинченным в него хвостовиком 4 из углеродистой стали; хвостовик проходит через продолговатое окно поршня 2, а на его нижний конец навинчена кнопка 1 из пластмассы. Контактное устройство закрыто пластмассовым колпачком 10.

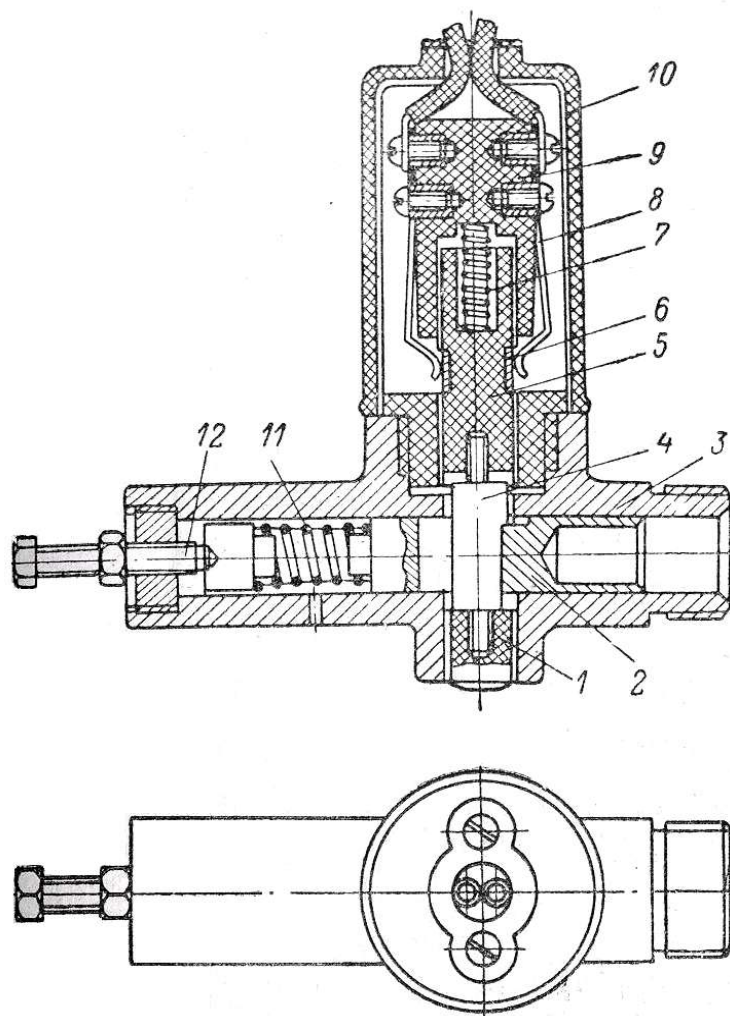


Рис. 7. Реле давления

Из цеховой воздушной магистрали сжатый воздух проходит через запорный кран 1 (рис. 6) и далее через обратный клапан 2 и распределительный кран 4 попадает в цилиндр 5. Одновременно воздух оказывает давление на поршень 2 реле (рис. 7), который, сжимая пружину 11, перемещается в крайнее левое положение, а его уступ входит в зацепление с заплечиком хвостовика 4 стержня 5 и удерживает его от опускания. В таком положении контактные пластины 8 прилегают к латунному кольцу 6 на стержне 5, замыкают цепь, и электродвигатель работает.

При падении давления воздуха ниже предусмотренного настройкой реле пружина 11 выводит поршень из сцепления с уступом на хвостовике 4 стержня 5, и стержень под действием пружины 7 опускается вниз. При этом контактные пластины 8 попадают на пластмассовую поверхность стержня 5, цепь катушки магнитного пускателя размыкается, и электродвигатель станка останавливается.

После восстановления нормального давления в сети электродвигатель, включают нажатием кнопки 1. Предельное давление, при котором срабатывает реле, регулируют винтом 12, сжимая пружину 11.

В отличие от обратных клапанов, показанных на рис. 5, в корпусе клапана, включенного в рассмотренный пневмопривод, имеется четыре отверстия: два для присоединения к трубопроводу, одно для свинчивания с реле давления и одно для установки манометра.

Фильтры-влагоотделители

Фильтры-влагоотделители воздушные (ГОСТ 17437—72) предназначены для очистки сжатого воздуха от влаги и механических примесей. Попадающий в полость аппарата воздух мгновенно расширяется, при этом охлаждается, а сконденсированные водяные пары оседают в виде капелек и удаляются по мере заполнения резервуара для сбора конденсата.

В соответствии с ГОСТ 17437—72 эти аппараты изготавливаются трех типов:

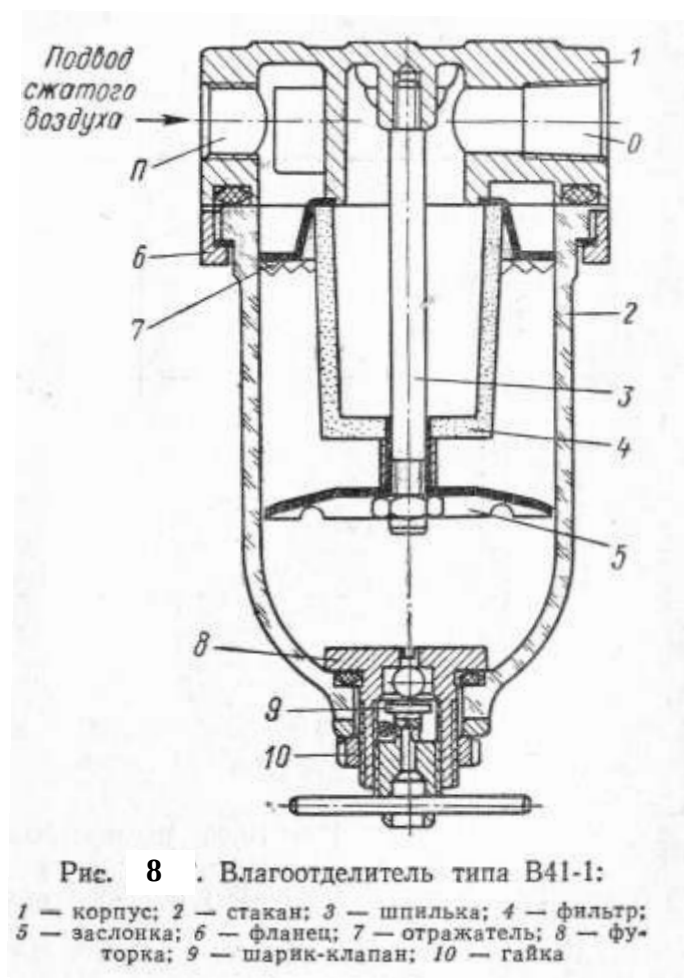
тип 1 — центробежного действия, без фильтрующего элемента, с фланцевым креплением и ручным отводом конденсата;

тип 2 — центробежного действия с фильтрующим элементом, резьбовым креплением, ручным и автоматическим отводом конденсата, в восьми исполнениях;

тип 3 — контактного действия с резьбовым креплением, ручным и автоматическим отводом конденсата, в восьми исполнениях.

Степень влагоотделения (отношение количества воды и масла в жидком состоянии, уловленного фильтром-влагоотделителем, к их общему содержанию в воздухе до фильтрации, выраженное в процентах) должна быть не менее: 85% для типа 1, 90% для типа 2 и 95% для типа 3 с номинальной тонкостью фильтрации 1 мкм.

Степень очистки воздуха фильтрами-влагоотделителями типа 3 с номинальной тонкостью фильтрации 0,2 мкм должна быть не менее 99,9%. Минимальное давление сжатого воздуха для фильтров-влагоотделителей типов 1 и 2 исполнений 1—8 и типа 3 исполнений 5—8 должно составлять 0,1 МПа.

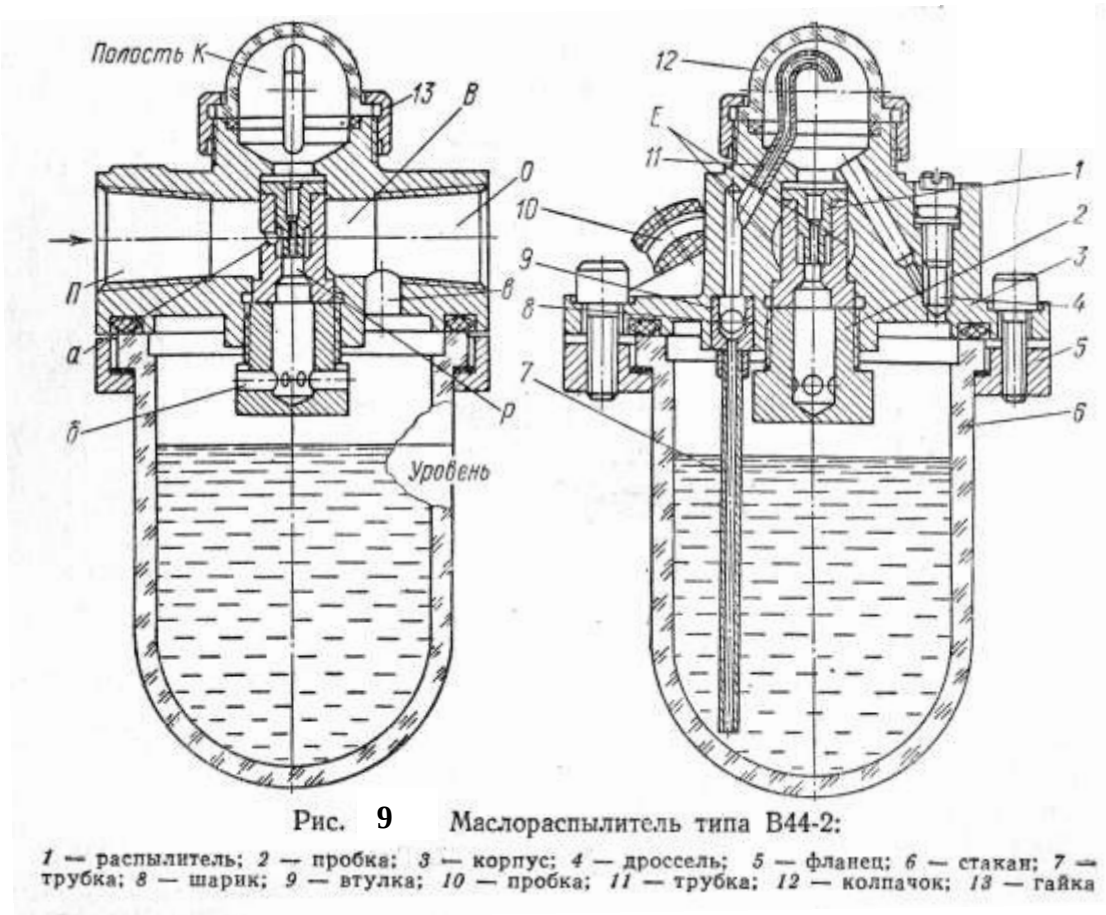


Принцип работы и элементы конструкции фильтров-влагоотделителей типа 2 показаны на **рис.8**. Сжатый воздух через отверстие **П** проходит в прозрачный стакан (резервуар) 2 через щели отражателя 7 и получает движение по винтовой линии. Мелкие частицы воды, находящиеся в потоке воздуха во взвешенном состоянии, под действием центробежных сил отбрасываются на стенки стакана 2, собираются на них в капли и стекают вниз в спокойную зону, отделенную от остальной части стакана заслонкой 5. Осушенный воздух проходит через фильтр 4, очищается от механических примесей и поступает к выходному отверстию **О**. Накопившийся конденсат удаляется через запорный клапан 9 под действием сжатого воздуха. Одновременно удаляются и механические примеси, задержанные фильтром 4. Контроль количества конденсата в резервуаре 2 осуществляется визуально для фильтров-влагоотделителей типа 2 и 3 исполнений 1, 2, 5, 6. Для остальных исполнений и типа 1 визуальный контроль не предусмотрен.

Маслораспылители

Смазка цилиндров, штоков и золотников увеличивает срок их службы на 50—60%, а также увеличивает к. п. д. пневмодвигателей.

Для целей смазки в пневмосеть перед распределительным краном включается **маслораспылитель**, с помощью которого проходящий через аппарат сжатый воздух насыщается распыленным маслом (масляным туманом). Масло в виде мелких частиц диаметром от 0,1 до 0,003мм, взвешенных в потоке воздуха, уносится в пневмодвигатель и там оседает на поверхностях трущихся пар. Для распыления рекомендуется применять масло индустриальное 20, предварительно отфильтрованное от механических примесей.



Сжатый воздух из магистрали подводится к отверстию **П**. Проходя через маслораспылитель, воздушный поток разделяется: одна часть его (основной поток) направляется к выходному отверстию **О** через щели **Е**, а другая — через каналы **а**, **б** и **в**.

Когда дроссель **4** полностью открыт, давление в резервуаре (стакан **6**) и в полости **К** одинаково. Поэтому каплепадения не происходит. При дросселировании давление в полости **К** становится меньше, чем в резервуаре, вследствие чего масло поднимается по трубке **7**, отжимает шарик **8** от седла втулки **9** и попадает в трубку **11**. Так как в зоне **В** распылителя (после кольцевой щели) происходит местное понижение давления, то масло вытягивается из трубки **11**, проходит через отверстие малого диаметра распылителя **1** и распыляется в потоке сжатого воздуха. Более тяжелые частицы оседают на поверхность масла в резервуаре, а легкие вследствие местного понижения давления в зоне **В** (после щелей **Е**) вместе с потоком воздуха проходят к выходному отверстию **О** через отверстие **В** в корпусе. Попадая в основной поток воздуха, масло подвергается вторичному распылению и таким образом в пневмосистему поступают мельчайшие его частицы.

Дозировка расхода масла осуществляется дросселем 4. При полностью закрытом дросселе разность давлений в стакане и в полости **К** будет наибольшей и, следовательно, расход масла также будет наибольшим. Увеличение расхода сжатого воздуха, проходящего через маслораспылитель, создает большую разность давлений в стакане и в полости **К**. Это вызывает увеличение расхода масла при том же положении дросселя.

Шарик 8 препятствует понижению уровня масла в трубках 7 и 11 при отсутствии расхода воздуха через маслораспылитель. Поэтому каплепадение начинается сразу после возобновления расхода воздуха через маслораспылитель.

Стакан 6 заполняется маслом через пробки 10 до уровня, обозначенного на стакане линией (маслораспылители исполнений В44-23 и В44-24).

Наличие прозрачного колпачка 12 позволяет вести визуальное наблюдение за каплепадением с любой стороны маслораспылителя.

Пневмопанели

В связи с широким оснащением станочных приспособлений пневматическими приводами целесообразно вместо последовательно расположенных отдельных приборов аппаратуры применять компактные узлы аппаратуры, называемые пневмопанелями.

ЛЕКЦИЯ №6

Гидроприводы

Благодаря использованию более высокого давления жидкости (до 15 МПа) по сравнению с пневмоприводом (0,4...0,6 МПа), при тех же развиваемых усилиях, гидродвигатели имеют следующие **достоинства**:

- меньшие габариты и вес;
- масло обеспечивает смазку трущихся частей.

Недостатки гидроприводов:

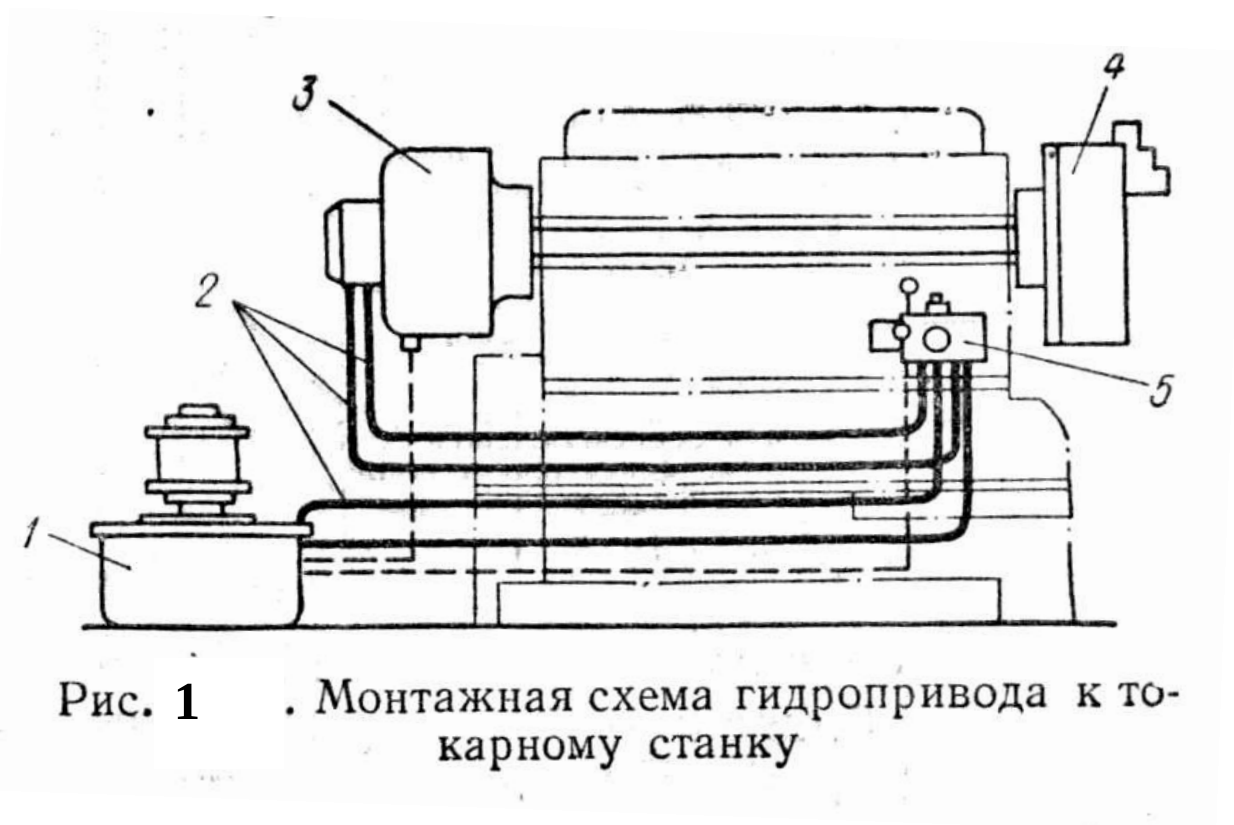
- сложность гидроустановки и необходимость в дополнительной площади для ее размещения;
- большая стоимость.

Гидравлический привод состоит из силового гидравлического цилиндра, насоса, бака, трубопроводов, аппаратуры управления и регулирования. Гидроцилиндры бывают одностороннего и двухстороннего действия.

В зависимости от назначения и мощности гидравлический привод может обслуживать одно приспособление; группу приспособлений (до 35), установленных на различных станках.

Приводы вращающихся приспособлений

На **рис. 1** показана монтажная схема гидропривода. В схему входят: гидроагрегат 1, состоящий из электродвигателя, лопастного насоса и резервуара для масла, трубопроводы 2, силовой цилиндр 3, связанный тягой с кулачковым патроном 4, и направляющий гидрораспределитель 5, управляемый рукояткой.



На **рис. 2, а** даны разрезы гидроцилиндра, смонтированного на шпинделе токарного станка 1А62, а на **рис. 3** показана схема гидропривода.

На левом конце шпинделя **Б** установлен фланец **А**, на котором сцентрирован и закреплен вращающийся вместе со шпинделем гидроцилиндр поворотного действия.

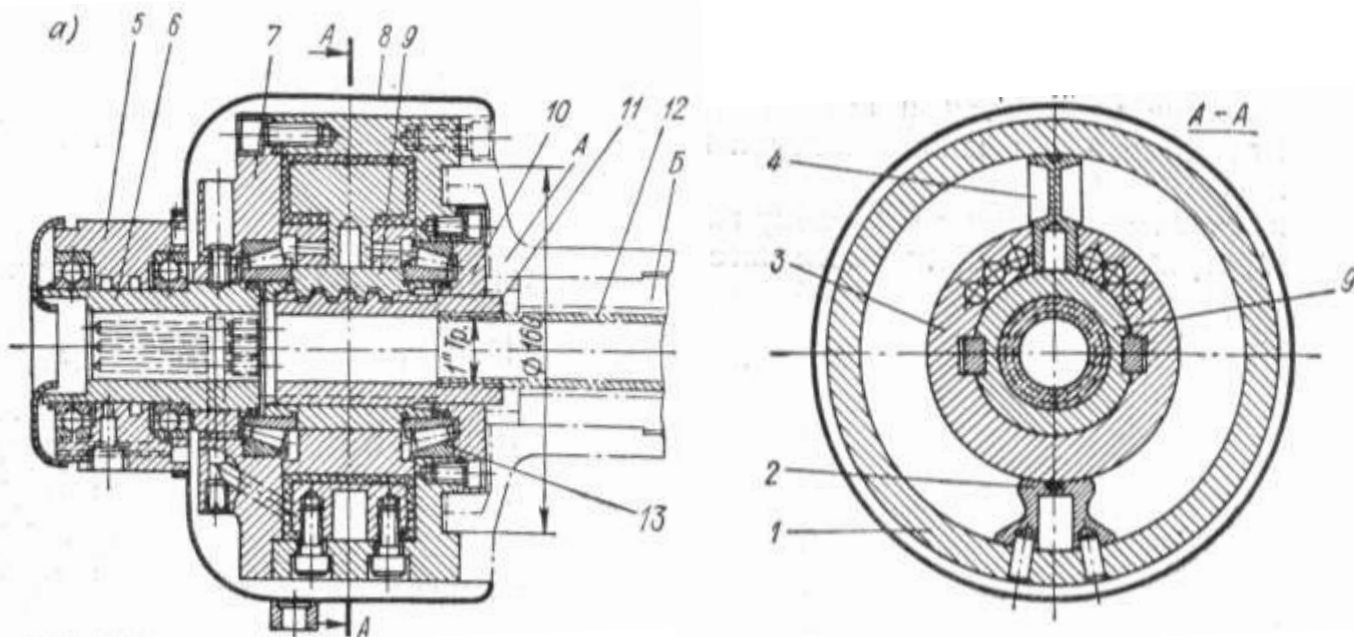


Рис.2. Лопастной гидроцилиндр.
(Поворотный шиберный гидродвигатель).

Гидроцилиндр состоит из статора (корпуса) 1 с укрепленными на нем упором 2 и крышками 7 и 10 и ротора 3 с лопастью 4, установленного по посадке движения и закрепленного с помощью двух шпонок на гайке 9. Гайка, смонтированная в статоре на двух конических роликоподшипниках 13, связана с винтом 11, во внутреннюю резьбу которого ввинчена тяга 12, соединяющая гидроцилиндр с патроном.

При подводе масла в левую или правую полость статора 1 ротор 3 с лопастью 4 поворачивается до упора 2 и вращает гайку 9, которая, в свою очередь, перемещает винт 11 с тягой 12; винт скользит в шлицевом отверстии крышки 10 статора. Масло по резиновым шлангам подводится к приемной муфте 5, установленной на двух прецизионных шарикоподшипниках, смонтированных на валике 6. Валик запрессован в крышку 7 и имеет каналы для прохода масла в левую или правую полость статора. Так как приемная муфта 5 не вращается, то в ее сопряжении с валиком 6, вращающимся вместе с цилиндром, предусмотрена посадка с гарантированным зазором, рассчитанная на некоторую минимальную утечку масла. Наличие зазора и отсутствие в маслораспределителе трущихся поверхностей скольжения позволяет вести обработку на высоких числах оборотов шпинделя. Все подшипники качения смазываются за счет утечки масла, которое скапливается в прикрепленном к муфте 5 кожухе 8 и по маслосоединению 11 (**рис. 3**) отводится в бак 1 гидроагрегата.

Гидроагрегат с электродвигателем и насосом включают только при остановленном станке, а созданное на кулачках патрона зажимное усилие сохраняется в процессе обработки благодаря самоторможению винтовой пары (детали 9 и 11, **рис. 2**).

Для предупреждения одновременного включения электродвигателей станка и насоса предусмотрена электроблокировка.

Работу гидропривода можно проследить по схеме, представленной на **рис.3**.

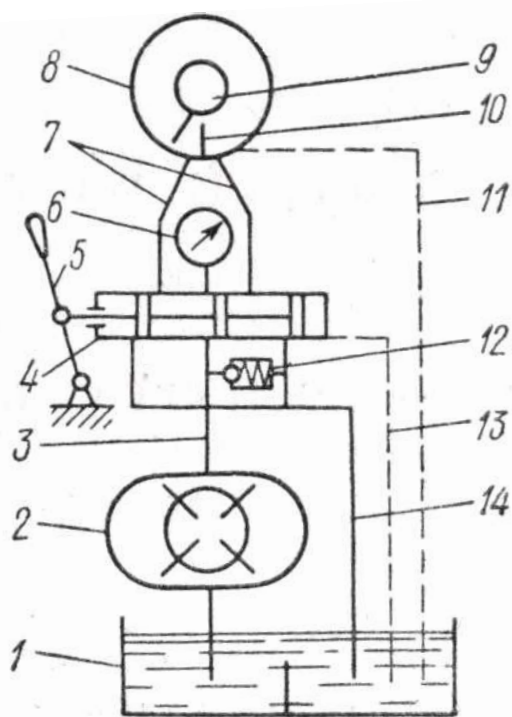


Рис.3. Схема работы привода

Требуемая величина давления в гидросистеме регулируется настройкой предохранительного клапана 12 и контролируется манометром 6.

Источники подачи масла в гидродвигатели

Для подачи масла в гидродвигатели используются следующие виды насосов:

- ручные (рычажные и винтовые)
- шестеренчатые;
- лопастные;
- эксцентриково-поршневые;
- радиально-поршневые;
- аксиально-поршневые

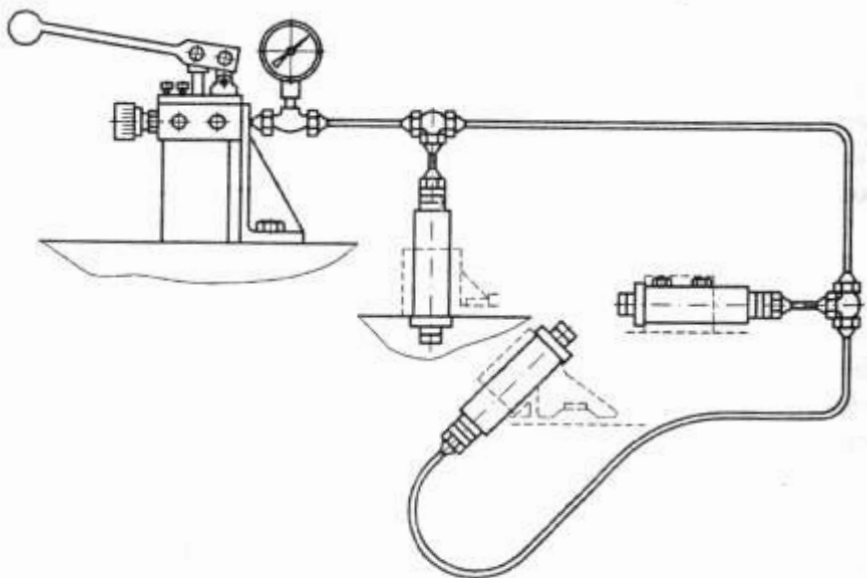


Рис. 4. Гидропривод с рычажным насосом

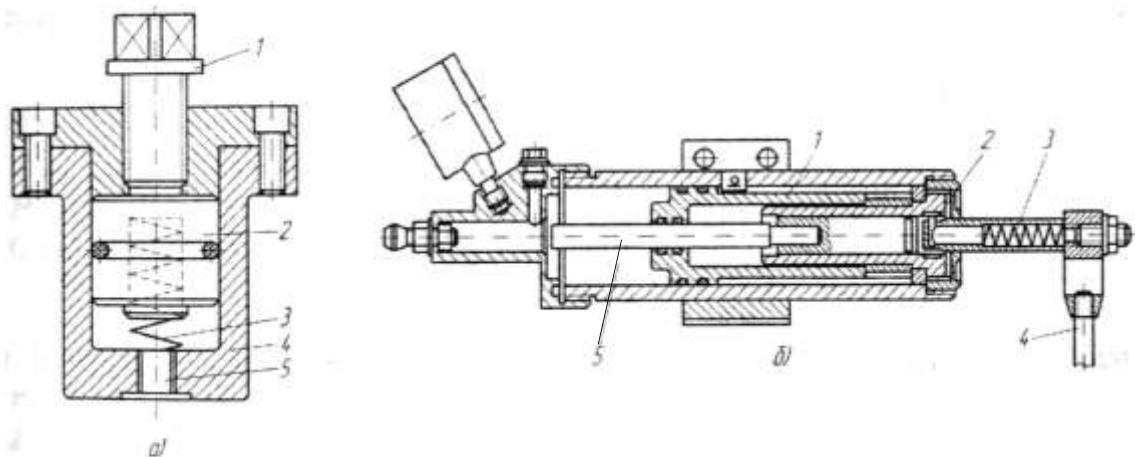


Рис. 5. Винтовой насос:
а — одноступенчатый; б — двухступенчатый

Одноступенчатый винтовой насос (рис. 5, а) имеет корпус 4, в которого установлен поршень 2. При вращении винта 1 поршень 2 перемещается вниз, вытесняя масло из подпоршневой полости через отверстие 5 и гидроцилиндры приспособления. Для раскрепления заготовки винт 1 вращают в противоположном направлении. При этом поршень 2 под действием возвратной пружины 3 перемещается вверх. Масло из гидроцилиндров под действием возвратных пружин поршней вытесняется в подпоршневую полость насоса.

Двухступенчатый винтовой насос типа ПМГ показан на рисунке 5, б. При вращении рукоятки вначале перемещается поршень 1, вытесняя масло в гидроцилиндры. По достижении в гидросистеме давления 0,8 МПа палец 2, сжимая пружину 3, выходит из паза, в результате чего при дальнейшем вращении рукоятки 4 поршень 1 останавливается, а плунжер 5 создает высокое давление.

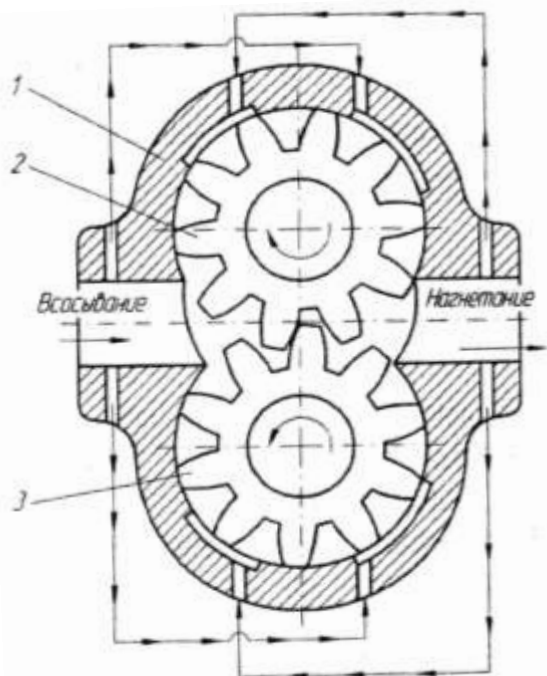


Рис.6. Шестеренчатый насос.
1-корпус; 2-ведущая шестерня;
3-ведомая шестерня.

Наиболее распространёнными являются **шестеренчатые насосы**. Схема такого насоса приведена на рис.6. Ведущая шестерня связана с валом электродвигателя привода, сообщает вращение ведомой шестерне. При вращении шестерен в направлении, указанном стрелками, масло из полости всасывания переносится во впадинах зубчатых венцов шестерен в полость нагнетания. Проход масла в обратном направлении невозможен, так как зубья одной шестерни при её вращении заполняют впадины другой шестерни.

Не менее распространёнными являются **лопастные насосы** (рис.7), которые бывают регулируемые и нерегулируемые. Они состоят из ротора 1, в пазах которого размещены лопатки 2, сопрягающиеся с рабочей поверхностью статора 3. При вращении ротора лопатки центробежной силой и давлением масла прижимаются к рабочей поверхности статора: между ними образуются определенные объемы, в которых масло переносится из зоны всасывания в зону нагнетания.

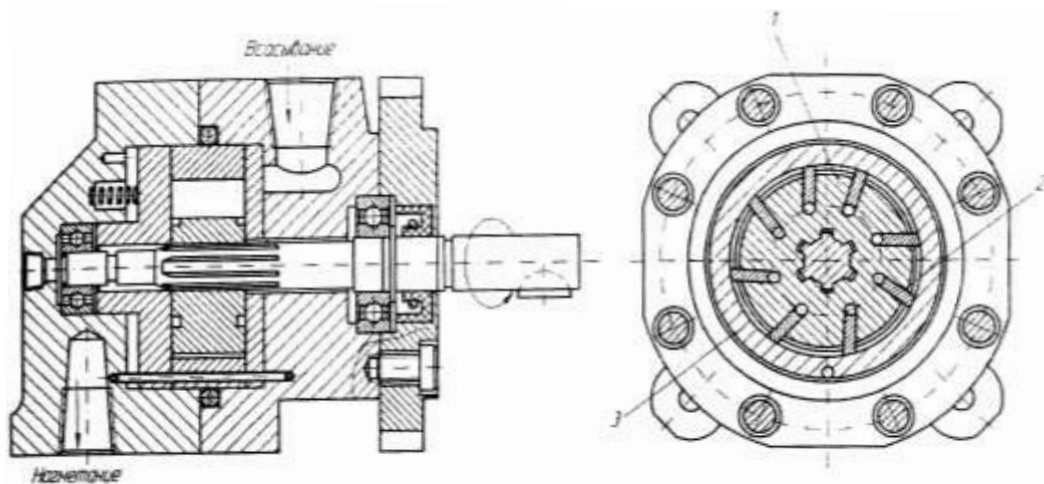


Рис. 7. Лопастной насос:
1 — ротор; 2 — лопатка; 3 — статор

Гидроцилиндры стационарных приспособлений

Гидравлические цилиндры служат для преобразования энергии подводимой под давлением жидкости в механическую работу исполнительных органов станка и приспособления. Цилиндры различаются по номинальному давлению масла, диаметрами поршня и штока, ходом поршня и наибольшим рекомендуемым расходом масла, конструкцией и исполнением.

Применяющиеся в станочных приспособлениях гидроцилиндры делятся на две группы:

- 1) цилиндры, встраиваемые в конструкцию приспособления;
- 2) агрегатированные цилиндры.

Цилиндры первой группы в зависимости от способа их крепления с корпусом приспособления делятся на пять типов: с задним и передним фланцевым креплением, с креплением лапками, с резьбовым креплением, качающиеся цилиндры с шарнирным креплением. Каждый тип цилиндров предусмотрен в двух исполнениях: двустороннего действия и одностороннего действия с возвратной пружиной. Предварительно сжатые пружины создают в гидросистеме противодействие 0,1...0,15 МПа. При этих условиях цилиндры одностороннего действия можно применять в приводах, в которых потеря давления в трубопроводах (сопротивление) не превышает 0,1...1,5 МПа. Основные параметры гидроцилиндров стандартизованы. Диаметры стандартных цилиндров $D = 10...800$ мм. Ход поршня $L = 4...9500$ мм. Принятые расчетные номинальные давления $p_{um} = 2,5...63$ МПа.

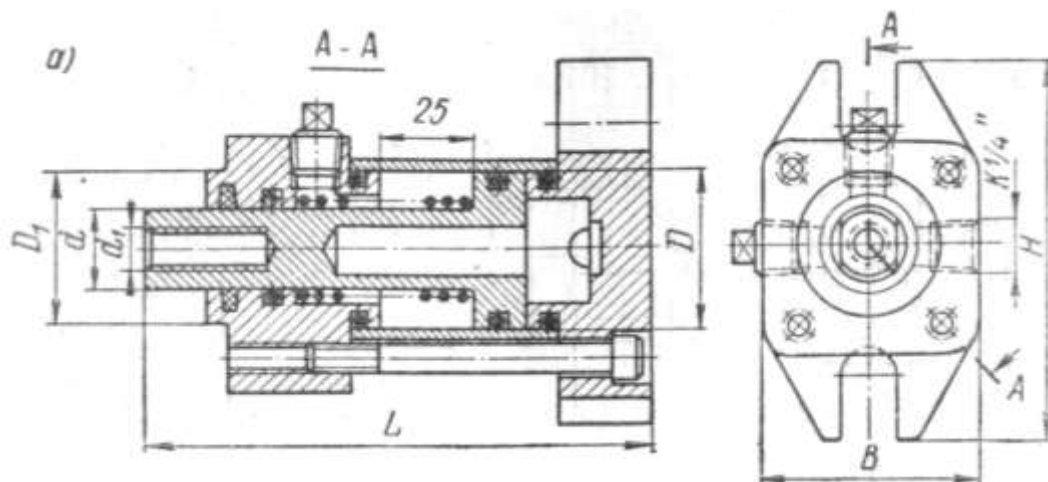


Рис.8. Гидроцилиндр одностороннего действия с задней рабочей полостью

Сила на штоке для гидроцилиндров одностороннего действия:

Толкающих
$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1;$$

Где D - диаметр поршня гидроцилиндра, d – диаметр штока, p – давление масла на поршень, Q_1 – сила сопротивления сжатой пружины при крайнем рабочем положении поршня, $\eta=0,85 \dots 0,9$ - к.п.д. гидроцилиндра.

Диаметр поршня гидроцилиндра, см:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{p}};$$

Производительность насосов гидроприводов, см³/с:

$$V = \frac{Q \cdot L}{p \cdot t \cdot \eta_1},$$

Где Q - требуемая сила на штоке гидроцилиндра, кг

L – длина рабочего хода поршня гидроцилиндра, см

p – давление масла в гидросистеме, кгс/см²

t – время рабочего хода гидроцилиндра, мин

$\eta_1=0,85$ – объемный к.п.д. гидросистемы, учитывающий утечки масла в золотнике и гидроцилиндре.

Время срабатывания гидроцилиндра, мин:

$$t = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4 \cdot 10^3 \cdot V},$$

Мощность, расходуемая на привод насоса, кВт:

$$N = \frac{L \cdot Q}{75 \cdot 100 \cdot t \cdot \eta_1 \cdot \eta_2},$$

$\eta_1=0,9$ –к.п.д. насоса и силового узла.

Оборудование и аппаратура к гидроприводам

Масляный бак. В каждом гидроприводе имеется резервуар с маслом. Обычно для этой цели служит масляный бак (рис. 9). Бак обязательно должен вмещать в себя объём масла не менее двухминутной суммарной производительности насосов гидросистемы. Это

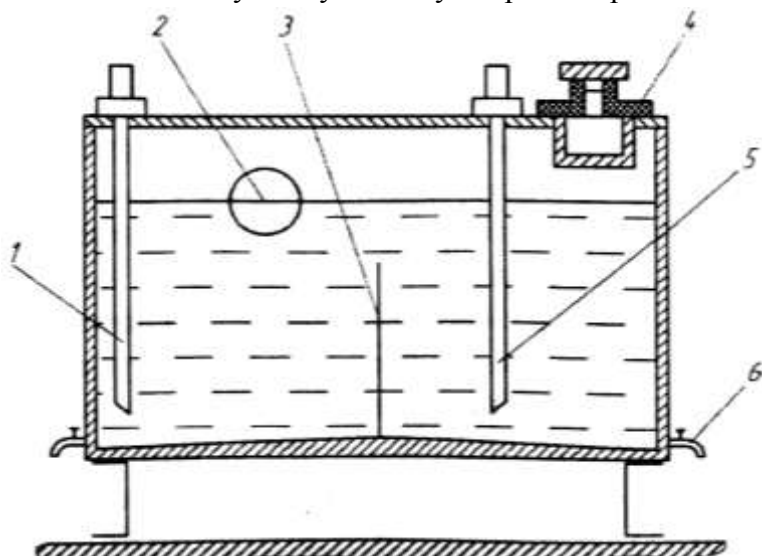


Рис. 9. Масляный бак

необходимо для того, чтобы отработанное масло находилось в баке не менее 2 мин., что обеспечивает отстой различных вредных включений. Для более интенсивного отстаивания и улучшения циркуляции масла сливная 5 и засасывающая 1 трубы должны находиться в наиболее отдалённых друг от друга местах бака. Часто для улучшения циркуляции масла в баке делают перегородку 3, образующую своеобразный лабиринт. Это заставляет поток масла во время циркуляции в баке несколько раз изменять направление движения,

благодаря чему создаются хорошие условия для оседания тяжёлых частиц грязи и других примесей на дно бака.

Для периодической очистки в масляных баках объёмом свыше 200 л делают лазы, которые закрываются люками. Контроль высоты уровня масла в таких баках производится через удлиненное смотровое окно, закрытое специальным рифлёным стеклом. В небольших по объёму (до 200 л) масляных баках (рис. 9) часто применяют круглые смотровые окна 2 небольших размеров. Такие окна позволяют контролировать только номинальный уровень масла в баке.

Крышку бака в зависимости от предполагаемой загрязнённости атмосферы выполняют герметичной или негерметичной. В крышке обычно имеется отверстие, в котором монтируется стакан 4 для заливки масла с приёмным фильтром.

В нижней части бака расположены краны 6 для слива загрязнённого масла. Бак должен располагаться в месте хорошей естественной вентиляции воздуха.

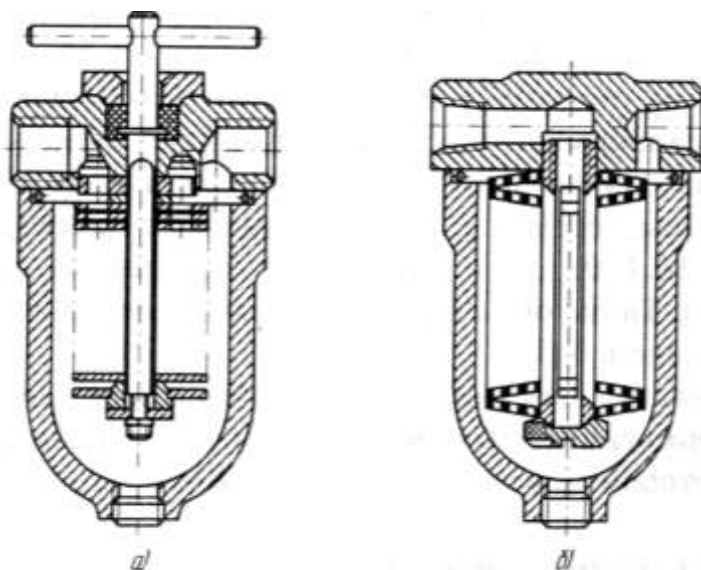


Рис.10. Фильтры гидросистемы:

- а – пластинчатые;
- б – сетчатые.

Фильтры. Для обеспечения нормальной работы гидросистемы необходима хорошая очистка масла от различных загрязняющих его при работе включений, которые бывают трех видов: абразивные, металлические и органические. Особенно вредны абразивные включения: они вызывают повышенный износ подвижных деталей гидропривода. Для очистки масла от вредных включений служат фильтры (рис. 10).

Наиболее распространёнными являются **пластинчатые фильтры** (рис. 10, а), однако они не позволяют

очистить масло от частиц менее 0,08-0,12 мм. В некоторых случаях такой очистки недостаточно; тогда применяют **сетчатые** (рис. 10,б) **фильтры**, которые допускают отсев частиц размером до 0,005 мм.

Для очистки масла от металлических частиц эффективно используются магнитные фильтры. Принцип работы таких фильтров основан на взаимодействии металлических частиц с магнитным полем постоянного магнита, находящегося в корпусе фильтра.

Аппаратура к гидроприводам делится на **контрольно-регулирующую** и **аппаратуру управления**.

К **первой группе** относятся: предохранительный клапан, обратный клапан, редукционный клапан, реле давления, аккумулятор, дроссель, манометр.

Ко **второй группе** относятся – золотниковое распределительное устройство или распределительный кран.

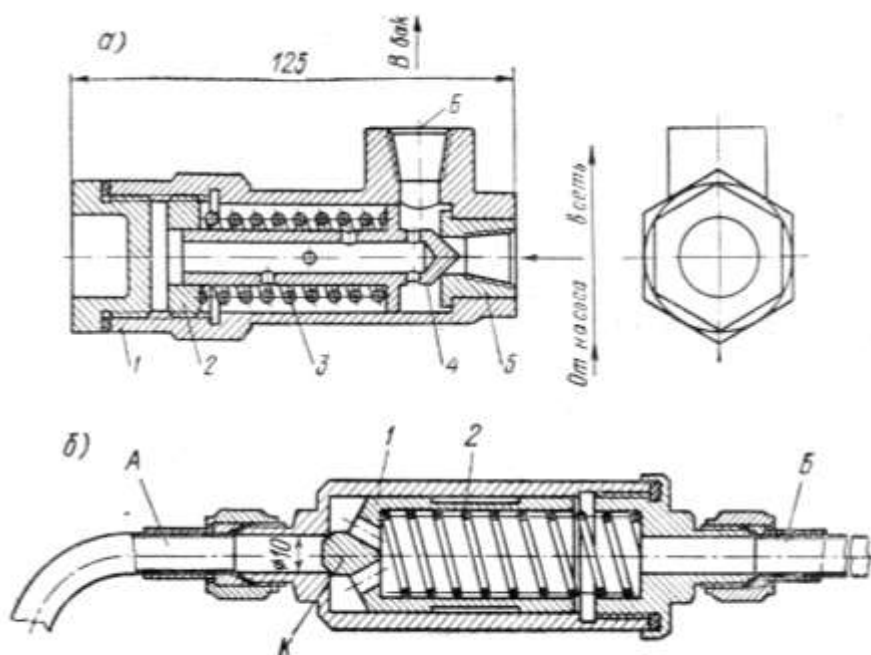


Рис. 11. Предохранительный (а) и обратный (б) клапаны

трубопроводу А подводится к клапану. Преодолевая небольшое сопротивление пружины 2, масло отталкивает плунжер 1 с конусом К и далее через отверстия в плунжере и трубопровод Б поступает в гидроцилиндры. После выключения насоса плунжер 1 под действием давления масла со стороны цилиндров и пружины плотно закрывает выходное отверстие.

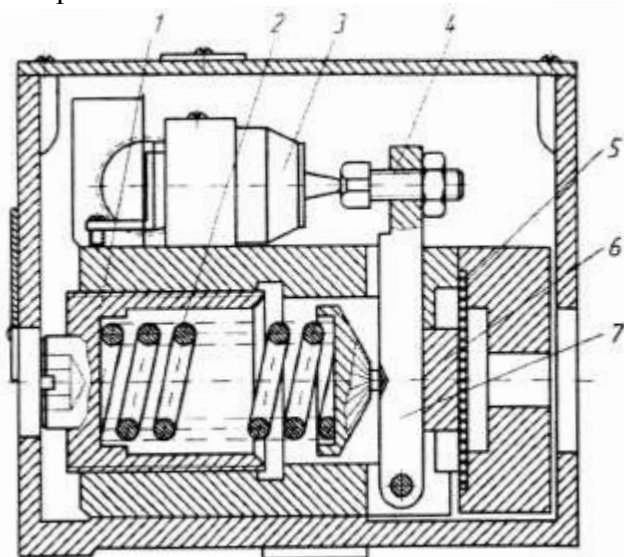


Рис. 12. Реле давления

На рис. 11, а показан **предохранительный клапан** с конусом. Клапан состоит из корпуса 1, закрытого крышкой, гайки 2, служащей для натяжения пружины 3, запирающего конуса 4 и втулки 5. В клапане предусмотрены два отверстия для установки штуцеров. Гайкой 2 клапан настраивается на определенное давление в гидросети; в случае повышения его выше установленного, натяжение пружины преодолевается давлением в системе, конус 4 отходит и избыток масла через отверстие Б переливается в бак.

На рис. 11, б показан обратный клапан. При нагнетании масла по

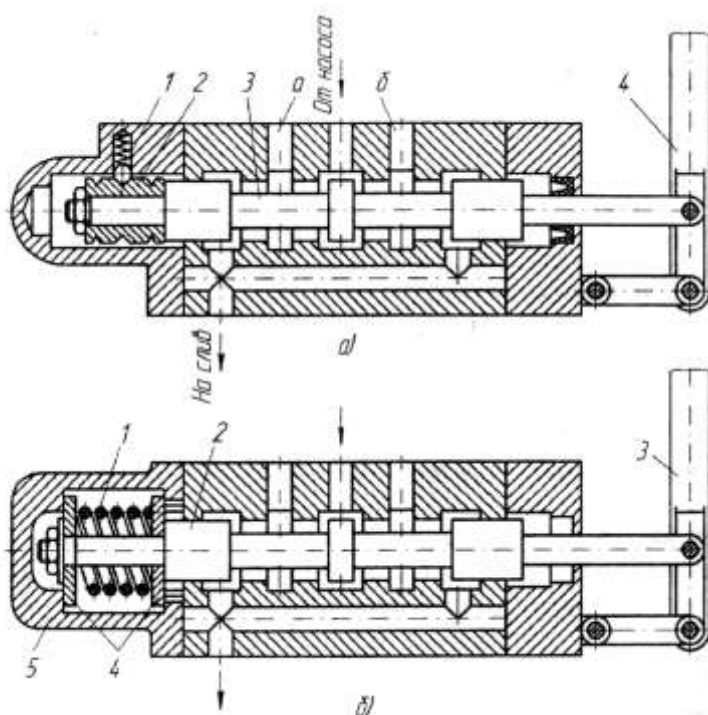
Для связи гидравлической системы приспособления, с электрической схемой, станка служит **реле давления**, показанное на рис.12. Воспринимающим давление элементом служит мембрана 5, которая через тарелку 6 и рычаг 7 воздействует на пружину 2. При повышении давления в системе рычаг 7 через винт 4 воздействует на переключатель 3, который производит переключение электрических контактов в электрической схеме. Настройка аппарата на требуемое давление производится винтом 1, с помощью которого осуществляется регулировка натяжения пружины 2 до требуемого усилия.

В гидравлические системы обязательно включаются **манометры** для измерения давления. **Манометры**, которые включены постоянно, обязательно должны иметь демпферы, представляющие собой гидравлическое сопротивление с проходом 0,1-0,2 мм. Некоторые конструкции манометров имеют встроенные демпферы. Надо иметь в виду, что задемпфированные манометры надёжно работают только на очищенном масле, так как отверстие демпфера малого диаметра очень легко засоряется. В этом случае манометры не реагируют на изменение давления в системе.

Рабочее давление в измеряемой гидравлической системе должно составлять 60 % максимального давления, на измерение которого рассчитан манометр. Это необходимо для того, чтобы избежать поломки манометра при возможном повышении давления в системе выше пределов шкалы.

Для **управления гидросистемой** применяются золотники ручного управления и золотники, управляемые от упоров станка. Однако золотниковые распределительные средства сложны в изготовлении, поэтому в ряде случаев заменяются распределительным краном, аналогичным крану воздушных систем.

На **рисунке 13** показан **трехпозиционный реверсивный золотник** с ручным управлением. Золотник 3 (**рис. 13, а**) фиксируется с помощью подпружиненного шарика 1 в трёх положениях; для этого на золотник насажена втулка 2 с тремя кольцевыми канавками. Положение золотника устанавливается рукояткой 4. Среднее положение золотника соответствует выключению движения реверсируемого механизма.



При левом крайнем положении золотника отверстие **а** соединяется со сливом, а отверстие **б** — с насосом. При правом крайнем положении отверстие **а** соединяется с насосом, а отверстие **б** — со сливом. Отверстия **а** и **б** в свою очередь соединены с полостями цилиндра двойного действия приспособления.

В конструкции, приведённой на **рис. 13, б**, золотник 2 возвращается механически из любого крайнего положения в среднее, после освобождения рукоятки 3. Установка в среднее положение обеспечивается при помощи пружины 1 и двух скользящих шайб 4, поочерёдно упирающихся в один из буртов фланца 5.

Рис.13. Трехпозиционные реверсивные золотники:
а — с ручной установкой всех положений;
б — с механической установкой в среднем положении.

На **рис. 14** показан **трехходовой кран с плоским золотником 3**. Поворотом рукоятки 1 крана масло от насоса через трубопровод 4 и далее через трубопровод 5 и 6 направляют в полости гидроцилиндра, а отработавшее масло через тот же кран и один из трубопроводов 5 или 6 и трубопровод 7 стекает в масляный бак.

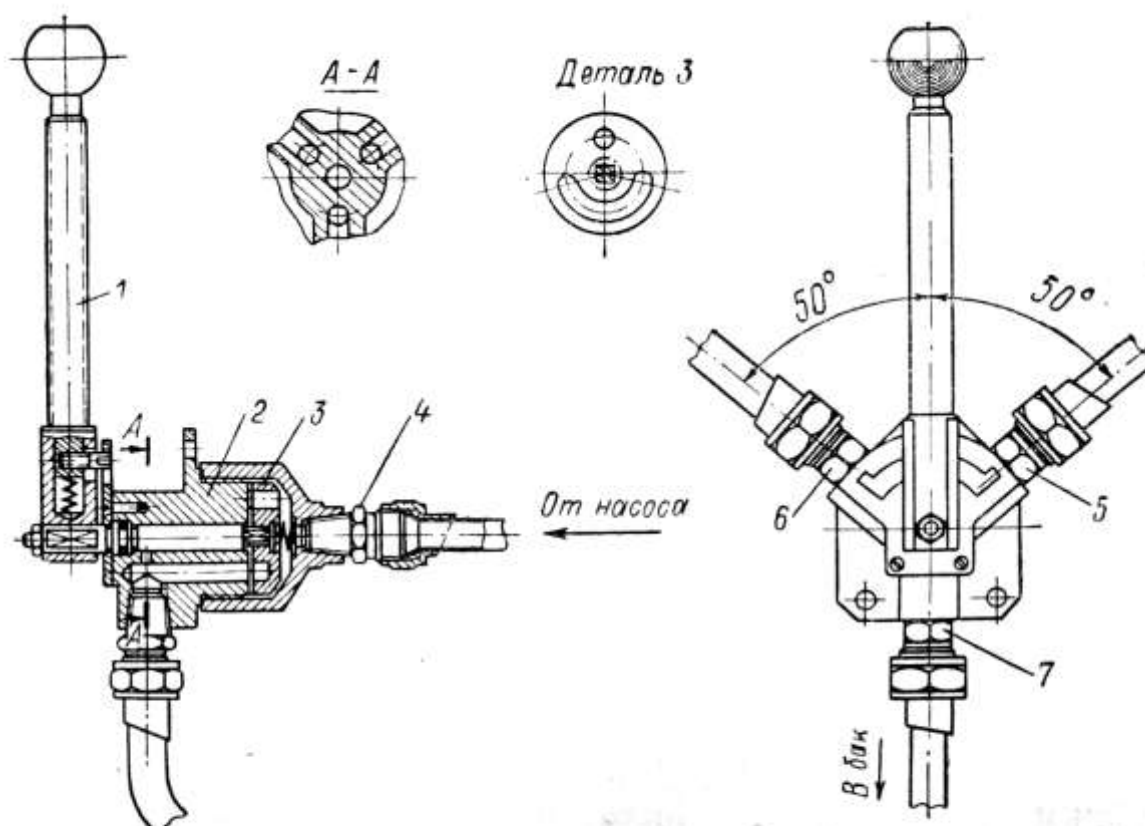


Рис. 14. Трехходовой кран с плоским золотником

Для достижения необходимой герметичности крана бронзовый золотник 3, находящийся под давлением масла, тщательно притирается к торцевой плоскости корпуса 2. При среднем положении рукоятки трубопроводы 5 и 6 перекрываются, и при работающем насосе масло, не попадая в цилиндры, через предохранительный клапан стекает в бак.

Чтобы масло не вытекало при отсоединении гидравлического приспособления от гидравлического привода или магистрали, применяется **соединительный шланг с запорным клапаном** (рис. 15).

В качестве **гибких трубопроводов** применяются гибкие шланги высокого давления до 16 МПа.

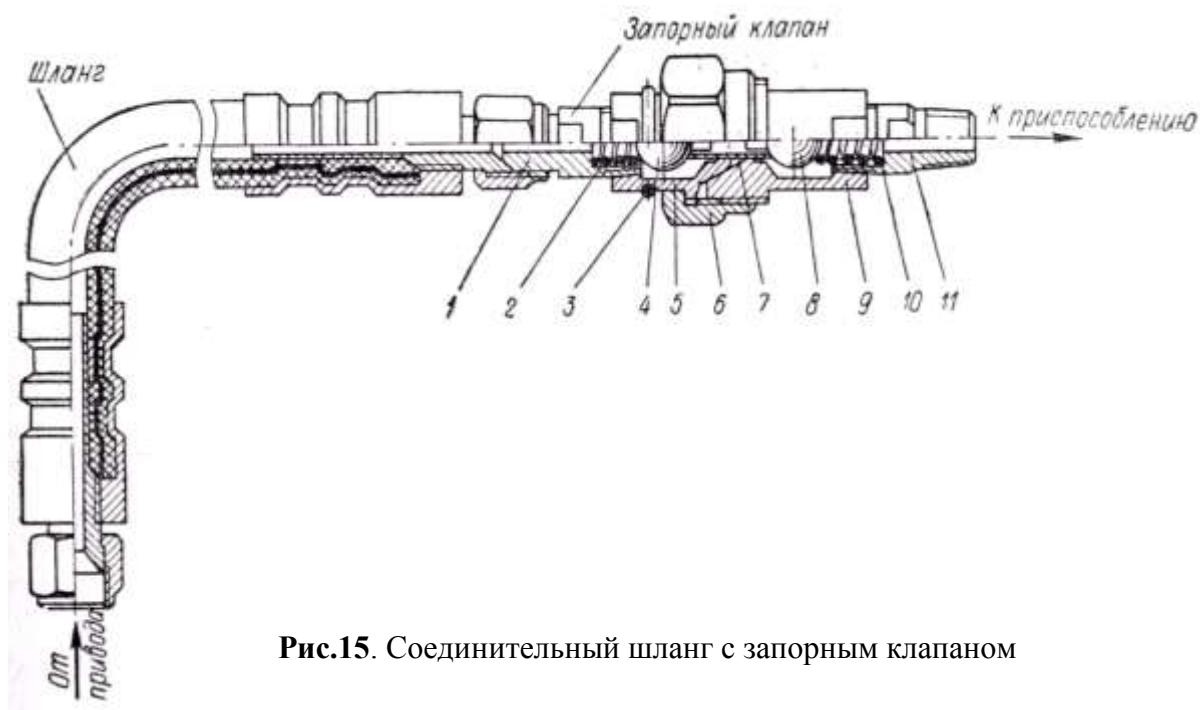


Рис.15. Соединительный шланг с запорным клапаном

Во время работы масло от привода или из магистрали протекает к приспособлению через прорези, сделанные на стаканчике 7, минуя шарики 4 и 8. При отсоединении шланга, по мере отвинчивания гайки 6, пружины 2 и 10 поджимают шарики к их гнездам; к моменту полного отсоединения шарики плотно прилегают к гнездам и запирают выход масла из шланга и из обратного клапана 9, соединенного с гидравлическим приспособлением через штуцер 11. Пружинное кольцо 3, помещенное в канавке наконечника 5, удерживает гайку 6 от падения при отвинченном шланге. Нормализованный шланг подсоединяется к запорному клапану через ниппель 1.

Выводы

Большинство современных заводов имеют компрессорные установки и обеспечены сжатым воздухом. Поэтому для механизации и автоматизации станочных приспособлений конструкторы охотно используют пневматические приводы, отличающиеся простотой и доступностью. Однако пневмоприводы работают при давлении воздуха всего лишь 0,4 . . 0,6 МПа, и для случаев, когда на штоке требуются значительные усилия, приходится применять цилиндры больших диаметров (200, 250, 300 мм). Приводы с гидравликой развивают давление до 16 МПа и выше и обладают рядом достоинств, которые оправдывают значительные первоначальные затраты на их изготовление.

1. Высокие давления в системе позволяют применять рабочие цилиндры небольшого диаметра (20, 30, 40, 50, 60 мм), в результате чего конструкции гидравлических приспособлений получаются компактными.
2. Рабочей средой в гидравлических приводах обычно является масло индустриальное 20 по ГОСТ 8675—62, поэтому они не требуют дополнительной смазки.
3. Отсутствуют неполадки, вызываемые конденсацией водяных паров в аппаратах и трубопроводах пневматических систем (ржавчина и засорение ею аппаратов).
4. Практическая несжимаемость масла позволяет применять гидравлические приводы не только для силовых механизмов, но и для точных перемещений рабочих органов станка и подвижных частей приспособлений.

Пневмогидравлические приводы

Эти приводы состоят из преобразователя давления (мультипликатора), с необходимой аппаратурой и подключаемых к нему рабочих гидроцилиндров, осуществляющих зажим заготовок.

По принципу работы приводы делятся на две группы:

- 1) с преобразователями прямого действия;
- 2) с преобразователями последовательного действия.

Пневмогидравлические приводы питаются сжатым воздухом, поступающим от цеховой сети через обычную пневматическую аппаратуру. В сравнении с гидравлическими они имеют значительно меньший объем масла, заполняющего полости цилиндров и трубопроводов и циркулирующего в замкнутой гидравлической системе (1,5...3 л вместо 50...80 л в баке гидравлического привода). Малый объем жидкости ограничивает количество подключаемых к преобразователю рабочих гидроцилиндров и ход их штоков.

С помощью пневматического регулятора давления рабочее давление в гидросистеме привода можно регулировать от 1,6 до 10 МПа.

Преобразователи давления прямого действия

На **рис. 1** показана схема привода, состоящего из преобразователя прямого действия с одним подключенным к нему рабочим гидроцилиндром. На схеме контуром **А** выделен собственно преобразователь давления, состоящий из пневмоцилиндра низкого давления и гидроцилиндра высокого давления; контуром **Б** обведен рабочий гидроцилиндр, связанный с преобразователем трубопроводом.

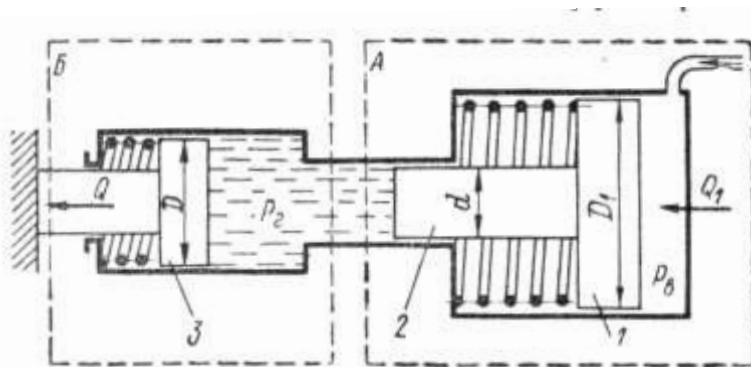


Рис. 1. Схема пневмогидравлического привода с преобразователем прямого действия:
А — преобразователь; Б — рабочий гидроцилиндр

гидроцилиндра высокого давления; контуром **Б** обведен рабочий гидроцилиндр, связанный с преобразователем трубопроводом.

Преобразователь может питать маслом под высоким давлением не один, а несколько рабочих гидроцилиндров, размещенных на приспособлении.

Преобразование (повышение) давления происходит вследствие разности диаметров D_1 и d , а следовательно, и площадей поршней цилиндров 1 и 2.

Определение давления в гидросистеме и коэффициента увеличения давления

Под действием сжатого воздуха, поступающего от цеховой сети, привод срабатывает и приходит в равновесие. Из условия равновесия (без учета сил трения) находим:

$$p_r \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = p_v \cdot \frac{\pi \cdot D_1^2}{4},$$

отсюда

$$p_r = p_v \left(\frac{D_1}{d} \right)^2.$$

Коэффициент увеличения давления:

$$i_p = \frac{p_r}{p_b} = \left(\frac{D_1}{d} \right)^2,$$

Где p_r , p_b – давление масла и воздуха соответственно, МПа.

С учетом механического к.п.д. находим:

$$i_p = \left(\frac{D_1}{d} \right)^2 \cdot \eta_m,$$

$\eta_m \approx 0,95$ – механический к.п.д. преобразователя.

ПРИМЕР: При $D=80$ мм, $D_1 = 200$ мм, $d = 40$ мм, $p_b = 0,4$ МПа

$$p_r = 0,4 \cdot \left(\frac{200}{40} \right)^2 \cdot 0,95 = 9,5 \text{ МПа.}$$

$$i_p = \frac{9,5}{0,4} = 23,75 \approx 24$$

Т.е. давление, увеличивается примерно в 24 раза, при заданных параметрах.

Передаточное отношение сил:

$$i = \frac{Q}{Q_1} = \left(\frac{D}{d} \right)^2 \eta,$$

$\eta_m \approx 0,8$ – общий к.п.д. привода.

$$i = \left(\frac{80}{40} \right)^2 \cdot 0,8 = 4 \cdot 0,8 = 3,2$$

Получаем выигрыш в силе в 3,2 раза.

Определение хода штока пневмоцилиндра за цикл зажима

Из условия равенства перемещаемых объемов получим:

$$L \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = l \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4},$$

$$L = l \cdot \left(\frac{D}{d} \right)^2,$$

$$L = 4 \cdot l,$$

т.е. **проигрыш в ходе штока** рабочего цилиндра сопоставим с выигрышем в силе.

Магнитные приводы

В приспособлениях, где для закрепления деталей используется энергия магнитного поля, трудно выделить собственно привод из общей конструкции устройства (в отличие от пневматического, гидравлического и других приводов). Поэтому обычно рассматриваются магнитные приспособления в целом, а понятие «магнитный привод» используется при классификации приспособлений по виду источника энергии. **Магнитные приспособления** обладают рядом достоинств по сравнению с другими быстродействующими приспособлениями, которые могут обеспечить их широкое применение в производстве:

- 1) равномерное распределение силы притяжения по всей опорной поверхности деталей вместо приложения сосредоточенных нагрузок;
- 2) удобный и технически простой подвод энергии или полная автономность в действии (в случае применения постоянных магнитов);
- 3) большее рабочее пространство и широкий доступ к обрабатываемым поверхностям;
- 4) высокая жесткость приспособления, обеспечивающая точную обработку;
- 5) удобство управления;
- 6) отсутствие сложных дополнительных устройств для обеспечения работы магнитных приспособлений.

По источнику энергии магнитные приспособления подразделяются на электромагнитные и приспособления с постоянными магнитами.

Электромагнитные приспособления

Питание электромагнитных приспособлений производится постоянным током (номинальное напряжение 24, 48, 110 или 220 В), который получают от мотогенераторов, медно-закисных (купоросных) или селеновых выпрямителей.

Электромагнитные приспособления отличаются простотой конструкции (элементы которой выполнены из недефицитных материалов), удобством управления и невысокой стоимостью. Так как их электромагнитное поле простирается относительно далеко, оно может намагнитить металлический режущий инструмент, что приведет к снижению эффективности процесса резания. Поэтому **область их применения** ограничивается плоскошлифовальными станками, где инструментом служит абразивный круг.

Схематическое изображение конструкции наиболее распространенных

многокатушечных электромагнитных плит для плоскошлифовальных станков показано на **рис. 1**. К основанию 1 винтами прикреплен корпус 2 с окнами, в которые вставлены плоские сердечники 3, соединенные с основанием 1. Между корпусом и сердечником устанавливаются немагнитные прокладки 4. На каждом сердечнике смонтирована электромагнитная катушка 5.

В зависимости от последовательности подключения катушки 5 имеют место две схемы прохождения магнитного потока. Если начала всех обмоток соединяются с положительной шиной подводки, а концы

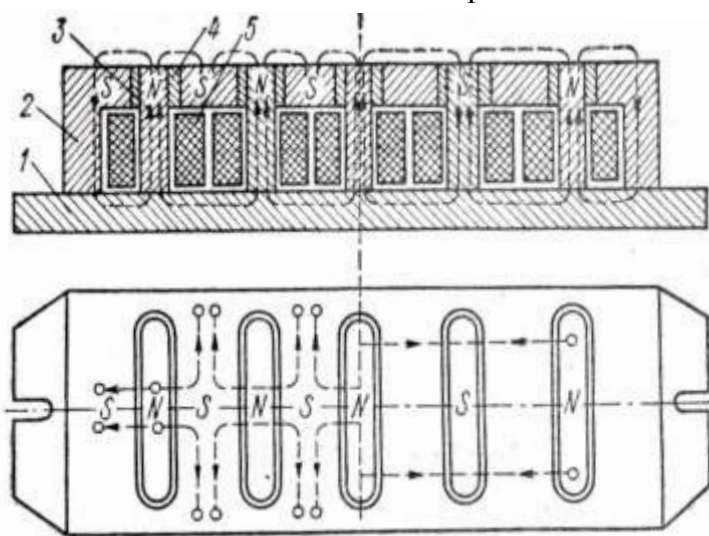


Рис.1. Схема многокатушечной магнитной плиты

с отрицательной (левая часть рисунка), ток в любой катушке проходит в одном направлении. Все сердечники в плоскости зеркала плиты получают положительную полярность. Корпус же приспособления становится южным полюсом. Когда на зеркале плиты устанавливается закрепляемая деталь, разноименные полюса замыкаются. Поток, проходящий через опорную поверхность детали, сопровождается появлением магнитных сил, которые и обеспечивают ее закрепление.

Если начало первой катушки соединяется с положительной шиной, а конец — с отрицательной, затем начало второй — с отрицательной, а конец — с положительной и т. д., сердечники на зеркале плиты получают чередующуюся полярность (правая часть рисунка).

При первой схеме подключения **корпус является магнитопроводом** и, следовательно, к нему предъявляются повышенные требования по магнитной проницаемости. Так, с точки зрения обеспечения более высокого усилия закрепления корпус и основание желательно делать не из чугуна, что более технологично, а из мягкой стали.

При второй схеме подключения **корпус не является магнитопроводом** и поэтому может быть изготовлен из любого материала, отвечающего прочностным и технологическим требованиям. Однако размер закрепляемой детали в этом случае должен быть не меньше расстояния между соседними сердечниками.

Усилие притяжения при закреплении детали магнитным полем определяется по формуле:

$$Q = 4,06 \cdot \frac{\Phi^2}{S}$$

или

$$Q = 4,06 \cdot B^2 \cdot S.$$

Где **Q**- усилие притяжения, кгс; **Φ**- величина магнитного потока, пересекающего опорную поверхность детали, Вб; **S** – площадь, на которую распространяется магнитный поток, см² **B** – плотность магнитного потока ($B = \Phi/S$), Вб/м².

Как видно из **рис. 1**, магнитный поток замыкается через деталь, что является необходимым условием для ее закрепления на зеркале плиты. Таким образом, деталь становится одним из участков замкнутой магнитной цепи. Это в свою очередь означает, что величина магнитного потока, а следовательно, и усилие закрепления зависят не только от конструкции магнитного приспособления, но и от толщины детали, ее материала и шероховатости опорной поверхности.

Известно, что при плоском шлифовании наиболее сложной задачей является определение возможности одновременного закрепления большого количества мелких деталей. Поэтому ГОСТ 17519—72 «Плиты прямоугольные, электромагнитные. Основные размеры и технические условия» предусматривает определение удельной силы притяжения для деталей диаметрами $D = 40 \dots 50$ мм.

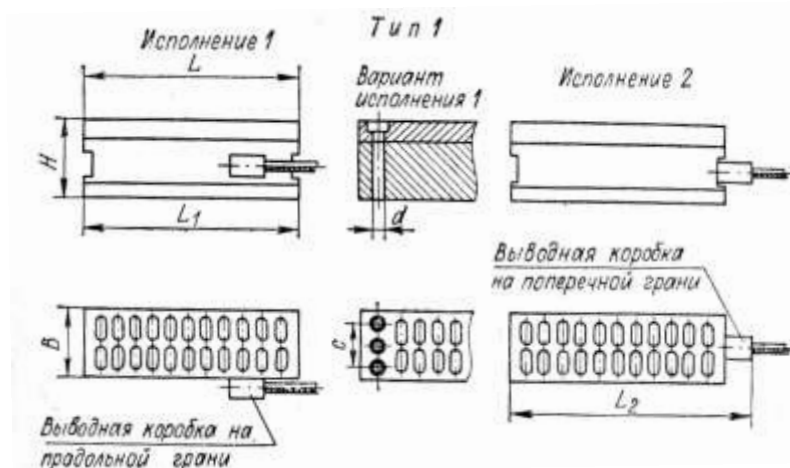


Рис. 2. Конструкция электромагнитной плиты

Плиты выпускаются **двух типов**: с отверстиями либо с пазами для крепления их к столу станка. Установлены три класса точности плит: повышенной — **П**, высокой — **В**; особо высокой — **А**, предназначенных для закрепления заготовок из ферромагнитных материалов при обработке их на

плоскошлифовальных станках с охлаждающей жидкостью или без нее. Плиты выполняются со встроенным или приставным **размагничивающим устройством**, с выводной коробкой на продольной (исполнение 1) или поперечной (исполнение 2) грани. Отклонения от плоскостности рабочей поверхности и поверхности основания плиты, параллельности рабочей поверхности основанию плиты, плоскостности обработанной поверхности образца и параллельности его основанию, должны соответствовать 4, 3 и 2 классам соответственно. Шероховатость рабочей поверхности плиты должна быть не ниже **Ra 0,63** для класса точности **П** и **Ra 0,32** и **Ra 0,16** соответственно для классов



Рис. 2. Основные размеры электромагнитных прямоугольных плит по ГОСТ 17519—72 (чертеж не определяет конструкцию плит)

В и **А**. Удельная сила притяжения **P_y** эталонного образца в любом месте рабочей поверхности загруженной плиты должна быть не менее 0,35 МПа для плит класса точности **П** и соответственно 0,25 и 0,16 МПа для классов точности **В** и **А**.

В качестве эталонного образца принимается диск с диаметром

не более 35 мм для плит длиной $L = 800$ мм, не более 50 мм для плит длиной $800 \text{ мм} \leq L \leq 1250$ мм и не более 70 мм для плит длиной $L > 1250$ мм. Номинальное напряжение постоянного тока, питающего плиты, должно быть выбрано из ряда **36, 110 и 220 В**.

Мощность, потребляемая плитой, регламентируется в пределах **от 50 до 2800 Вт** в зависимости от размеров и класса точности плиты (меньшие значения для плиты минимальных размеров и класса точности **А**).

Превышение установившейся температуры рабочей поверхности плит над температурой окружающего воздуха при работе без охлаждающей жидкости не должно быть более 25°C.

Приспособления с постоянными магнитами

Основным достоинством приспособлений с постоянными магнитами является автономность их действия, так как, будучи однажды намагниченными, они сохраняют свою работоспособность в течение длительного времени и не требуют при этом дополнительных источников энергии.

В зависимости от материала различают приспособления с оксидно-бариевыми магнитами и литыми магнитами. Приспособления с оксидно-бариевыми магнитами



Рис. 3. П-образная элементарная магнитная система (а) и часть магнитного блока, соответствующая трем элементарным системам (б)

являются наиболее распространенными и выполняются в виде плит и планшайб для закрепления стальных и чугунных заготовок с плоской базой.

Магнитная плита представляет собой совокупность элементарных П-образных магнитных систем (рис. 3, а), каждая из которых состоит из источника энергии — постоянного магнита 1 и двух магнитопроводов (полюсников) 2 и 3. На торцовые поверхности полюсников, имеющих различную полярность, устанавливается деталь. Магнитный поток Φ_p проходит от северного полюса магнита по магнитопроводу 2 через деталь 4 и по магнитопроводу 3 замыкается на южном полюсе магнита. Усилие закрепления детали определяется величиной магнитного потока, развиваемого магнитом в условиях данной системы. Особенностью постоянного магнита как источника энергии является изменение намагничивающей силы и потока, развиваемого им, при изменении магнитной проводимости внешней цепи. Поэтому любое изменение параметров закрепляемой детали, связанное с изменением проводимости системы, приводит к изменению усилия притяжения. По этой причине на одном и том же приспособлении различные по размеру детали будут притягиваться с различным усилием.

Набор магнитов и полюсников образует магнитный блок. На рис.3, б показана часть магнитного блока, соответствующая трем элементарным системам.

«Отключение» магнитного потока в приспособлениях с постоянными магнитами может быть осуществлено либо путем полного размагничивания магнита, либо посредством изменения пути, по которому магнитный поток проходит от северного полюса к южному. В приспособлениях на оксидно-барьерных магнитах практически всегда применяется второй метод «отключения» потока, причем используется так называемый способ нейтрализации.

Магнитный блок в этом случае разделяется на две самостоятельные части: неподвижный блок 2 и подвижный блок 3 (рис. 4). Подвижный блок должен иметь возможность перемещаться в направлении стрелки на величину шага t , включающего в себя ширину полюсника и длину магнита l_M . При включении приспособления подвижный блок должен занять место, при котором под полюсниками верхнего блока расположатся полюсники нижнего блока одинаковой с ним полярности (рис. 4, а).

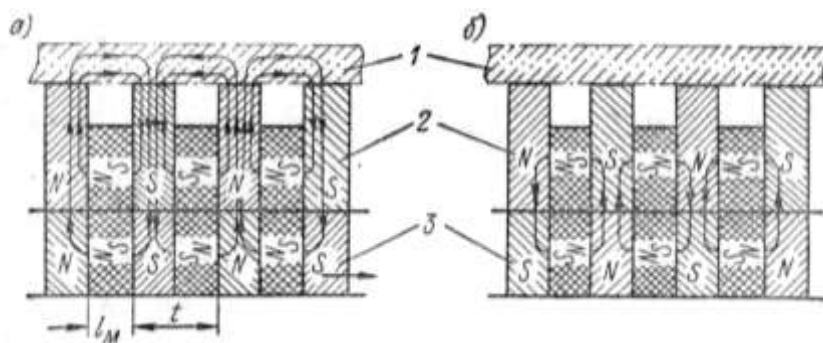


Рис. 4. Схема отключения рабочего магнитного потока методом нейтрализации: а — включенное положение; б — выключенное положение;

1 — деталь; 2 — неподвижный блок; 3 — подвижный блок

Каждый магнит верхнего блока с расположенным под ним магнитом нижнего блока образует одну систему.

Для отключения приспособления подвижный блок перемещается в положение, при котором под каждым магнитом верхнего блока становится магнит нижнего блока с противоположной полярностью (рис. 4, б). Магнитный поток от полюса магнита верхнего блока будет проходить по полюснику к противоположному полюсу нижнего блока. Таким образом, магниты нижнего блока как бы нейтрализуют действия магнитов верхнего блока.

Усилие притяжения детали, закрепляемой на магнитной плите, в общем случае может быть определено по формуле:

$$Q = 4,06 \cdot a_{CT} \cdot b_{CT} \cdot (1 + B_0 - k)^2 \cdot k \cdot \left(\frac{l}{t} + 1 \right),$$

где $\mathbf{a}_{\text{ст}}$ — ширина полюсника в см; $\mathbf{b}_{\text{ст}}$ — ширина плиты (длина полюсника) в см; $\mathbf{B}_0$ — магнитная характеристика плиты в Вб/м², определяемая как плотность магнитного потока на полюснике при закреплении детали, полностью перекрывающей зеркало плиты:

$$B_0 = \sqrt{p \cdot \frac{t + a_{CT}}{8,12 \cdot a_{CT}}},$$

где $\mathbf{p}$ — задаваемое в паспорте магнитной плиты удельное усилие притяжения к единице площади опорной поверхности детали; обычно $\approx 3 \text{ кг/см}^2 = 0,3 \text{ МПа}$);

l — длина детали в см; k — коэффициент перекрытия ($k = \frac{b}{b_{\text{ст}}}$, где b — ширина детали);

t — межполюсное расстояние в см.

Величины $\mathbf{a}_{\text{ст}}$, $\mathbf{b}_{\text{ст}}$, $\mathbf{t}$ и $\mathbf{B}_0$ — постоянные для данного приспособления.

На **рис. 5** показана **конструкция магнитной плиты**, предназначенной для закрепления стальных и чугунных деталей при обработке их на металлорежущих станках и при слесарной обработке. Удельная сила притяжения на рабочей поверхности не менее 3 кгс/см^2 .

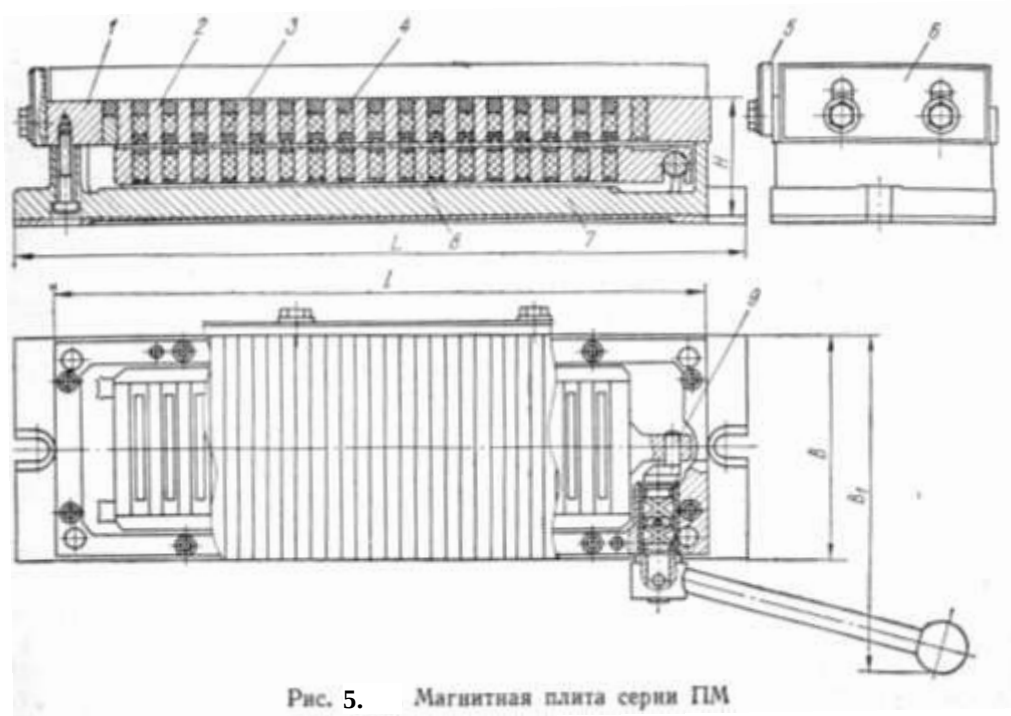


Рис. 5. Магнитная плита серии ПМ

Стандартом установлены четыре класса точности этих плит: **Н** — нормальной, **П** — повышенной, **В** — высокой и **А** — особо высокой. Отклонения от плоскостности поверхности основания и рабочей поверхности плиты, параллельности этих поверхностей, равно как плоскостности обработанной поверхности образца и параллельности верхней обработанной поверхности образца его основанию, должны соответствовать 4, 3 и 2 классам соответственно.

Шероховатость рабочей поверхности плиты и обработанной поверхности образца должна быть не ниже **Ra 1,25** для плит класса точности **Н** и соответственно **Ra 0,63; Ra 0,32; Ra 0,16** для классов **П, В** и **А**.

Удельная сила притяжения p_y при включенной плите должна быть не менее 3 кгс/см² для плит класса точности **Н** и **П** и не менее 1,6 кгс/см² для плит классов точности **В** и **А**. Усилие N , необходимое для включения и выключения плиты классов точности **Н** и **П**, не должно превышать **8 кгс**, а плит классов точности **В** и **А** - **5 кгс**.

Магнитные патроны (рис. 6) предназначены для закрепления заготовок из магнитных

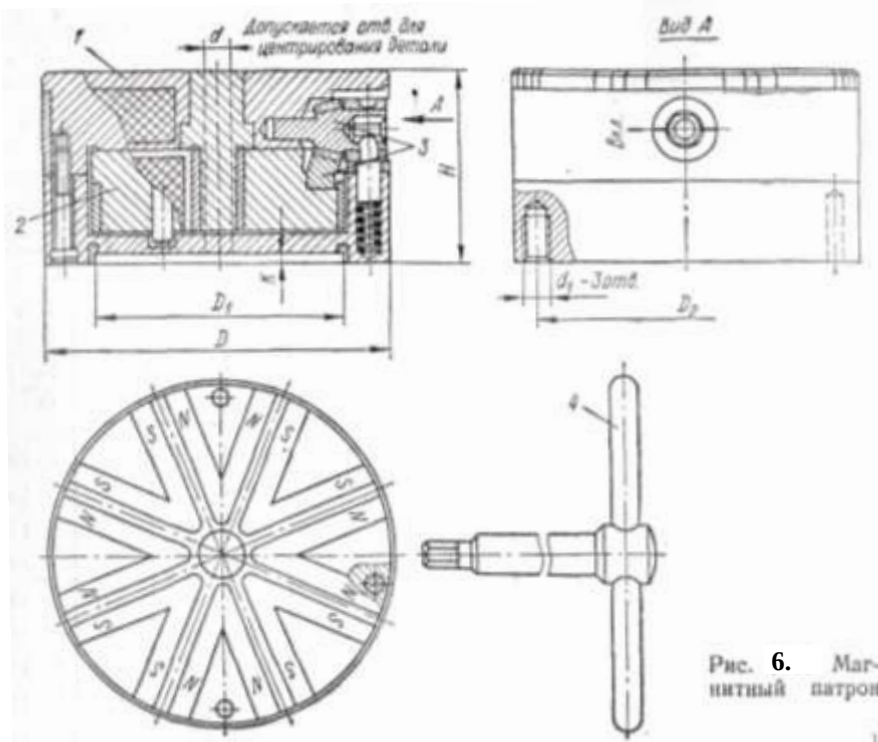


Рис. 6. Магнитный патрон

материалов типа дисков, колец и т. п., а с помощью центрирующих элементов и заготовок более сложной конфигурации.

Применяются они, главным образом, при легких режимах резания (чистовая обработка) на металлорежущих станках.

Верхний неподвижный магнитный блок 1 патрона представляет собой набор радиально расположенных элементарных магнитных систем. Перемещения подвижного блока 2 (с целью закрепления или открепления заготовки) осуществляются вручную с помощью рукоятки 4 и

пары конических зубчатых колес 3. Для предохранения заготовок от смещений при относительно тяжелых режимах резания предусмотрена возможность установки на патронах соответствующих упоров.

Технологические возможности магнитных приспособлений могут быть расширены за счет применения **переходных магнитных блоков** (переходников), состоящих из стальных пластин 1, 3, 5... (рис. 7) и отделенных друг от друга немагнитными прокладками 2, 4, 6... Ширина пластин и прокладок выбирается таким образом, чтобы любая стальная пластинка располагалась напротив соответствующего полюса плиты.

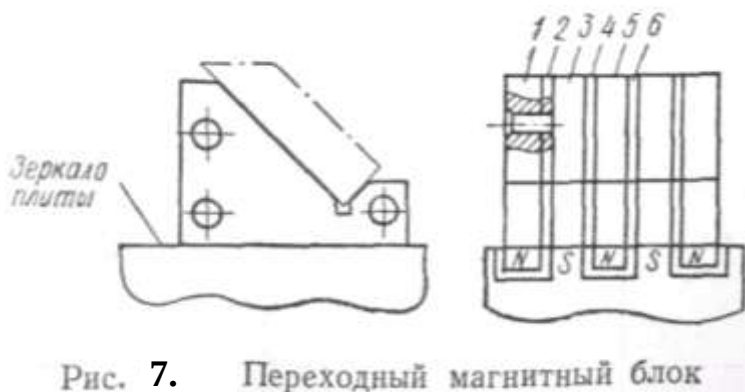


Рис. 7. Переходный магнитный блок

Переходные блоки выполняются в виде плит, призм и кубиков, которые позволяют либо осуществлять сложные установки на магнитной плите (рис. 8), либо изменяют расположение и размеры полюсов плиты, что дает возможность закреплять тонкие и мелкие детали (рис. 9). Опорная и установочная поверхности переходника должны иметь шероховатость поверхности не ниже **Ra 0,32**.

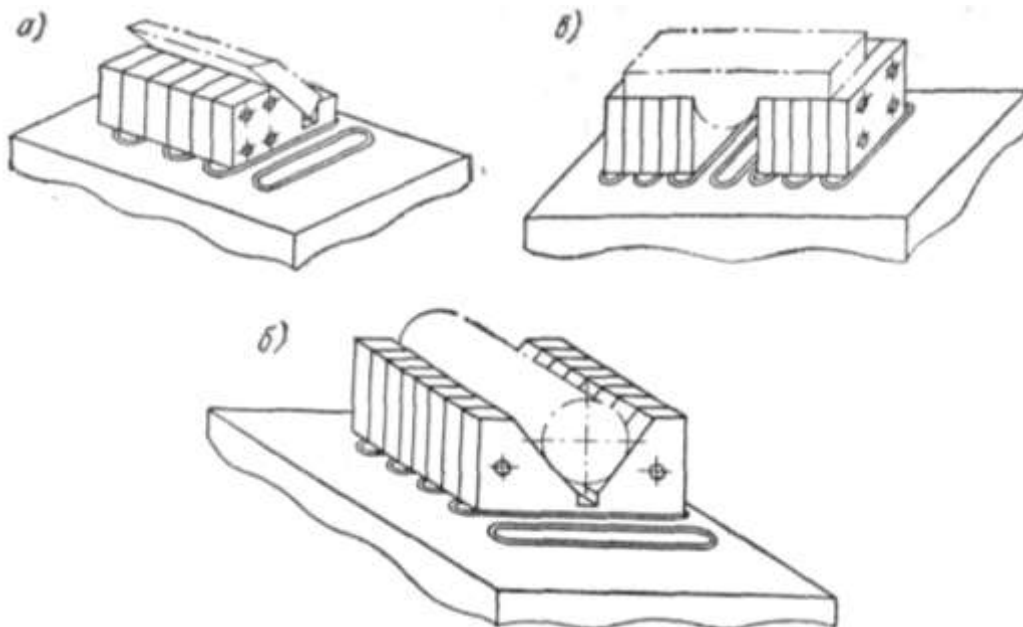


Рис. 8. Наладки к магнитным плитам, изменяющие их базовую поверхность: *а* — односторонняя призма для плоских деталей; *б* — призма для деталей типа валов и втулок; *в* — кубики для деталей с выступами

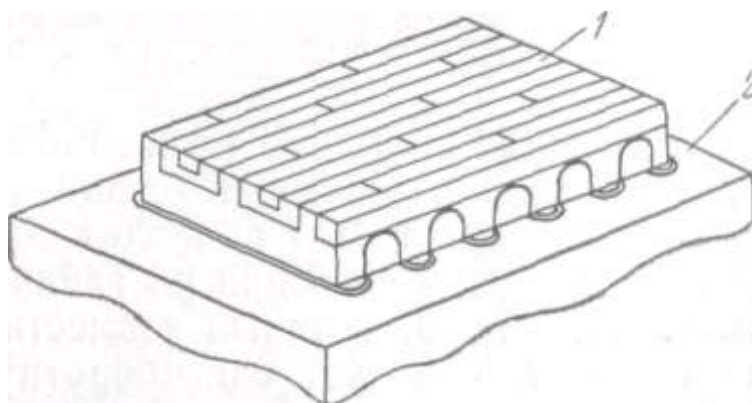


Рис. 9. Наладка к магнитным плитам, изменяющая расположение полюсов, их размеры и межполюсные расстояния: 1- переходник; 2 - магнитная плита.

Следует иметь в виду, что **переходный блок**, как и деталь, является участком магнитной цепи, поэтому расчет его должен осуществляться по методике, общей для расчета магнитных приспособлений.

Электромеханические приводы

Электродвигатели приводят в действие зажимные устройства приспособлений с помощью механизмов, служащих для преобразования вращательного движения ротора в поступательное движение исполнительных органов. Поэтому такие приводы называются **электромеханическими**. В них преимущественно используются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором мощностью от 0,18 до 7,5 кВт.

Электромеханические зажимные устройства (ЭМЗУ) развивают значительные зажимные усилия и обладают существенными преимуществами по быстродействию и возможности автоматизации их управления, стабильности зажимных усилий (за счет использования соответствующей пускорегулирующей и коммутирующей аппаратуры, а также стабилизатора напряжений). ЭМЗУ обязательно имеют самотормозящуюся передачу в приводном или зажимном механизмах (или в обоих), фиксирующих зажимное усилие. Структурная схема ЭМЗУ в общем случае состоит из источника питания (цеховая электросеть, в которую включается стабилизатор напряжения), коммутирующего устройства для включения и отключения электродвигателя, электродвигателя, приводного механизма с самотормозящейся передачей и зажимного механизма с самотормозящейся передачей. В некоторых конструкциях предусмотрена одна самотормозящаяся передача. ЭМЗУ могут иметь электрическую или механическую систему ограничения усилия (момента) зажима.

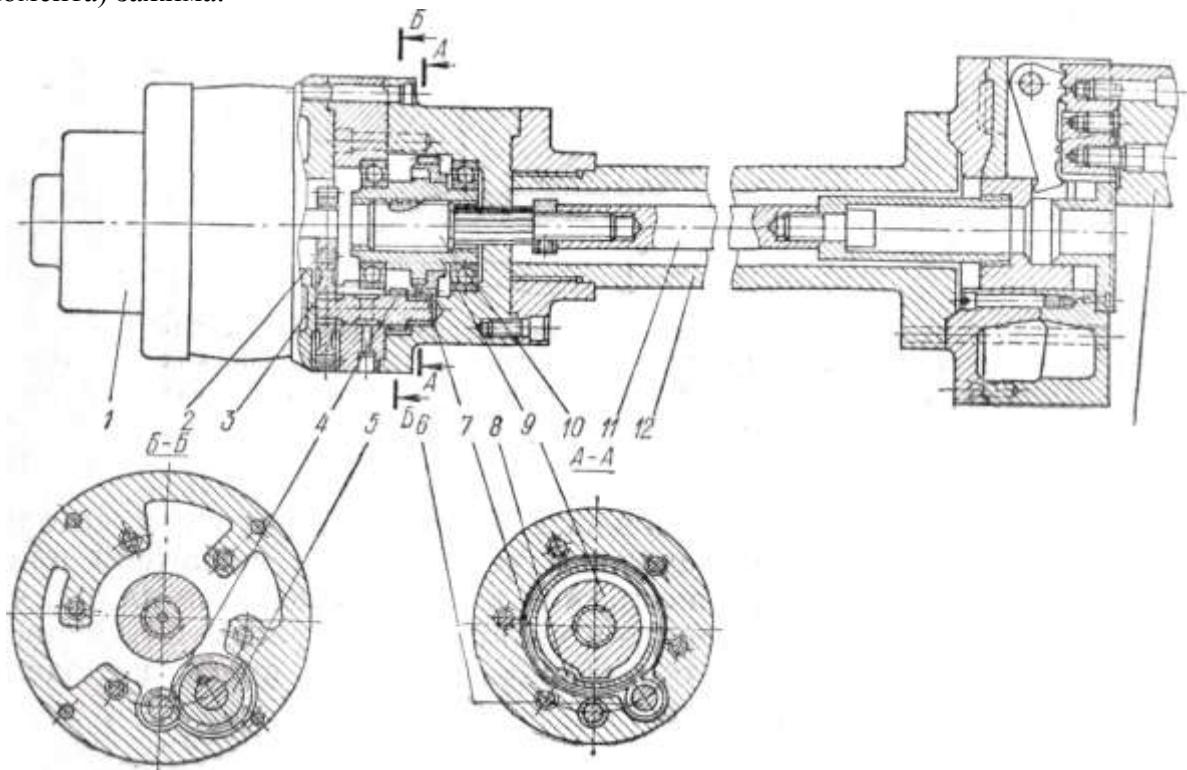


Рис. 10. Трехкулачковый электромеханический патрон

В качестве примера на **рис. 10** показан трехкулачковый самоцентрирующий патрон рычажного типа для станков токарного типа.

Электродвигатель 1 приводит во вращение зубчатые колеса 2, . . . , 7. Последнее сидит свободно на гайке 9. На внутренней стороне обода оно имеет кулачок 8, который совместно с таким же кулачком, имеющимся на гайке 9, образует однооборотную муфту. Винт 10 своей шлицевой частью входит в соответствующее отверстие корпуса редуктора (вследствие чего он может иметь только осевое перемещение), который крепится на

шпинделе станка. Тяга 11, в которую ввернут резьбовой конец винта 10, получает совместно с последним осевое перемещение. При движении тяги в направлении к задней бабке кулачки 13 патрона разводятся и осуществляется разжим обрабатываемой детали. При перемещении тяги влево кулачки сводятся к центру патрона, и осуществляется зажим детали. Величина зажимного усилия регламентируется электрической системой ограничения. При применении электромеханических самоцентрирующих патронов необходима тщательная динамическая балансировка повышенной точности системы шпиндель—ЭМЗУ, особенно для быстроходных станков. Описанный патрон имеет малый ход кулачков и поэтому целесообразен в массовом и крупносерийном производстве. В условиях серийного и мелкосерийного производства применяются комбинированные рычажно-винтовые патроны.

Вакуумные приводы

Вакуумные приводы обеспечивают прижим заготовки к опорной плоскости корпуса силой атмосферного давления за счет создания полости с разреженным воздухом с одной из ее сторон. В этом случае заготовка не деформируется под действием сосредоточенных сил зажима.

Поэтому **вакуумные приспособления** особенно удобны при закреплении тонких плоских деталей из немагнитных материалов, когда невозможно использовать магнитную технологическую оснастку. Они применяются и для закрепления заготовок с криволинейной базовой поверхностью. Сила закрепления, создаваемая вакуумом, достигает сотен кгс, что достаточно для выполнения чистовых и отделочных операций механической обработки резанием. Во избежание сдвига заготовок в процессе обработки часто применяются различные боковые упоры. Собственно вакуумный привод

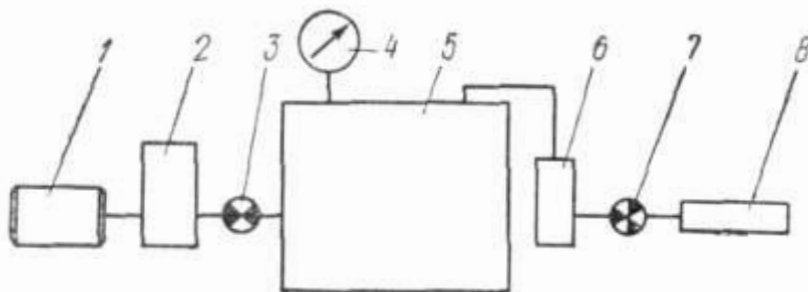


Рис. 11. Принципиальная схема установки для создания вакуума

представляет собой одно- или двухступенчатый поршневой пневмонасос. Реже применяются эжекторы (струйные пневмонасосы), работающие сжатым воздухом — в случаях, когда возможно попадание большого количества смазочно-охлаждающей жидкости и пыли в вакуумную систему. **Принципиальная схема установки для создания вакуума** показана на рис. 11. Она состоит из форвакуумного насоса 2, приводимого в действие электродвигателем 1, бака-ресивера 5 (разрежение в котором, создаваемое насосом 2, контролируется стрелочным вакуумметром 4), фильтр-влагодетелитель 6 и управляющих кранов 3 и 7. Бак-ресивер 5 служит для мгновенного зажима детали при включении вакуумного приспособления 8 с помощью крана 7; кран 3 отсекает насос от бака-ресивера в то время, когда насос не работает, во избежание засасывания форвакуумного масла в ресивер. Для создания необходимого вакуума используются и другие специальные установки.

Конструкция вакуумных приспособлений проста (**рис. 12**). Она состоит из корпуса 1, резиновой прокладки 2, размещенной в канавке корпуса, и штуцера 3, который через резиновый вакуумный шланг соединяет камеру приспособления с вакуумной установкой. Крепление штуцера к корпусу 1 осуществляется по одному из показанных на рисунке вариантов (I или II), из которых вариант II предпочтителен, так как резиновая прокладка надежнее уплотняет камеру и обеспечивает поддержание устойчивого разрежения в ней.

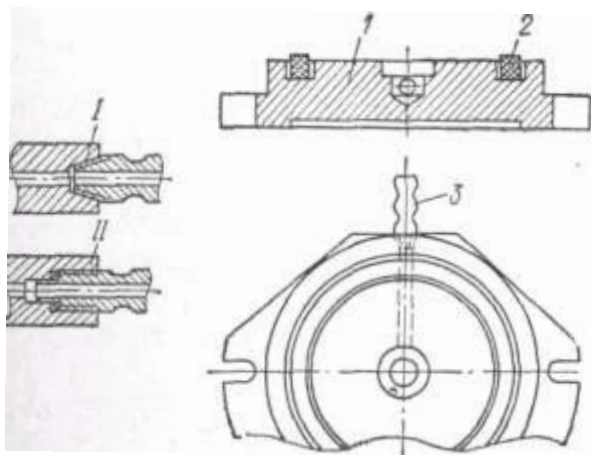


Рис. 12. Вакуумное приспособление

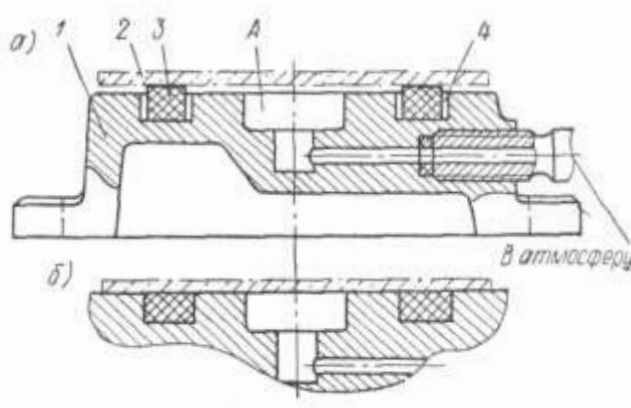


Рис. 13. Схема работы вакуумного приспособления

Закрепляемая деталь 2 (**рис. 13, а**) устанавливается на резиновую прокладку 3 так, чтобы ее опорная поверхность перекрывала прокладку. Последняя размещена в канавке 4, выполненной в корпусе 1 по контуру закрепляемой детали. После включения приспособления в полости *A* создается вакуум и под действием атмосферного давления деталь 2, сжимая резиновую прокладку 3, прижимается к опорной плоскости корпуса (**рис. 13, б**).

Сила зажима детали в вакуумном приспособлении определяется из равенства:

$$W = (p_a - p_o) \cdot F - P_{уп},$$

где p_a -- атмосферное давление в МПа; p_o — остаточное давление в камере после разрежения в МПа; F — площадь, ограниченная внутренним контуром резиновой прокладки, в мм²; $P_{уп}$ — упругая сила сжатой прокладки в Н.

В обычных условиях вакуум, создаваемый в полости приспособления, $p = 0,01 \dots 0,015$ МПа. Более глубокий вакуум незначительно увеличивает W .

Базовая поверхность заготовок может быть обработанной или черновой. В последнем случае она не должна иметь заметных на глаз выступов и впадин. Рабочую поверхность корпуса приспособления обрабатывают с шероховатостью **Ra 0,32**. Отклонение ее от прямолинейности не должно превышать 0,02 мм на длине 300 мм.

Корпуса приспособлений

Корпус приспособления является базовой деталью. На нем монтируют зажимные устройства, установочные элементы, детали для направления инструмента и вспомогательные детали.

Форма и размеры корпуса приспособления зависят от формы и габаритных размеров обрабатываемых в приспособлении заготовок и расположения установочных зажимных и направляющих деталей приспособления.

Действие сил зажима и сил резания, воспринимаемое заготовкой, закрепленной в приспособлении, передается корпусу приспособления. Поэтому **корпус приспособления** должен быть **достаточно жестким, прочным** и обеспечивать быструю, удобную установку и снятие обрабатываемых деталей. К корпусу должен быть удобный доступ для

очистки его установочных элементов от стружки, быстрой и правильной установки приспособления на столе станка (на корпусе имеются направляющие детали или поверхности, **рис.1**). При соблюдении всех технических требований трудоемкость изготовления корпуса и себестоимость должны быть минимальными.

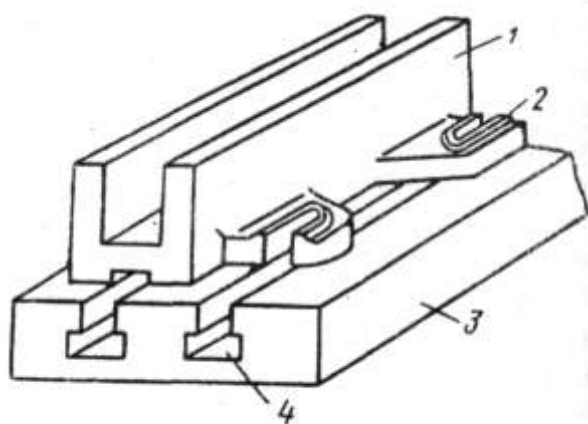


Рис. 1. Схема крепления приспособления на столе станка

Размеры корпусной детали, назначенные при проектировании и достигнутые при изготовлении, определяют взаимное положение установочных поверхностей основных и вспомогательных баз, играют важнейшую роль в образовании **величины погрешности обработки**.

Конфигурация и размеры основной базы корпуса обусловлены необходимостью обеспечить, возможно, большую **устойчивость приспособления** на станке и установку

его на станок без выверки. Устойчивость приспособления обеспечивается прерывистостью основной базы, в результате чего локализуется в определенных пределах места контакта ее с установочными поверхностями станка. Например, у корпуса сверлильного приспособления на **рис. 2, а-г**, во всех вариантах его изготовления основная база выполнена в виде плоскостей опорных лапок. При этом уменьшается влияние макрогеометрических погрешностей базовой плоскости

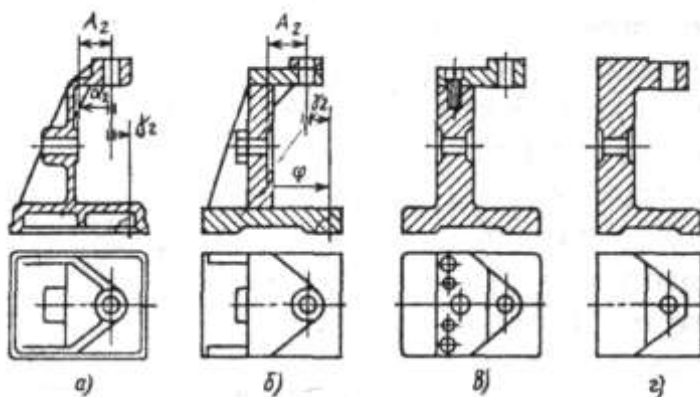


Рис. 2. Влияние конструкции корпуса приспособления на его точность

корпуса и плоскости стола на устойчивость приспособления.

Корпуса приспособлений изготавлиют:

1. Литыми из серого чугуна;
2. Сварными из листовой стали;
3. Коваными из стали;
4. Сварно-литыми;
5. Из отдельных стандартизованных или нормализованных деталей, скрепленных винтами.

Корпуса приспособлений из **чугуна СЧ 12 и СЧ 18** применяют для обработки на станках заготовок деталей мелких и средних размеров; их изготавливают из литых стандартных заготовок.

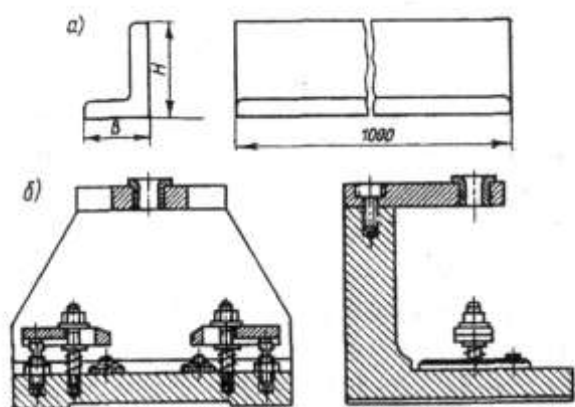


Рис. 3. Заготовка корпуса приспособления из неравнобокого угольника (а) и расположение его в приспособлении (б)

Заготовка корпуса, отлитая из чугуна СЧ 12, из неравнобокого угольника и его расположение в приспособлении приведены на **рис. 3, а, б**. Применение таких стандартных заготовок значительно уменьшает трудоемкость и стоимость изготовления корпусов и всего приспособления.

Корпуса из чугуна СЧ 12 и СЧ 18 имеют преимущества перед корпусами из стали: они дешевле, им легче придать более сложную форму, легче изготовить.

Недостаток чугунных корпусов заключается в возможности их коробления, поэтому после предварительной механической

обработки их подвергают термообработке (естественное или искусственной старение).

Следующим этапом после стандартизации чугунных корпусов является конструктивно-размерная нормализация простых по форме заготовок корпусов, из которых без обработки или с небольшой обработкой можно собирать различной формы корпуса для фрезерных и сверлильных приспособлений, которые используют для обработки деталей размерами 400х440х700 мм.

На **рис. 4, а-п** даны некоторые типы нормализованных заготовок корпусов. Все заготовки корпусов изготавливают из чугуна СЧ 12, СЧ 18, СЧ 32. Рабочие поверхности корпусов обработаны с шероховатостью поверхностей **Ra=2,5-1,25** мкм; отклонение от параллельности и перпендикулярности рабочих поверхностей корпусов 0,03-0,02 мм на длине 100 мм.

Сварные стальные корпуса применяют в основном в приспособлениях для обработки заготовок крупных деталей. Заготовки деталей для сварных корпусов размещают и вырезают из стали 40 толщиной 8-10 мм. Сварные стальные корпуса по сравнению с литыми чугунными имеют меньший вес, проще в изготовлении и стоят дешевле.

К недостаткам сварных корпусов относится деформация при сварке, поэтому в деталях корпуса возникают остаточные напряжения, которые влияют на точность сварного шва. Для снятия остаточных напряжений сварные корпуса проходят отжиг. Для большей жесткости к сварным корпусам приваривают уголки, служащие ребрами жесткости.

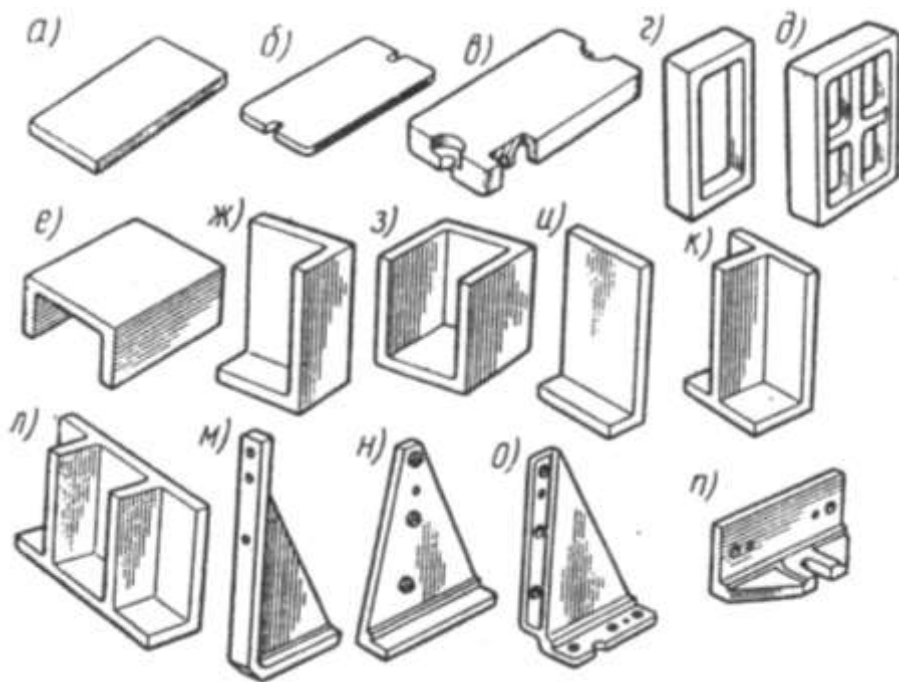


Рис. 4. Типы нормализованных элементов корпусов: а — плиты стальные; б-в — плиты чугунные; г-д — коробки; е — швеллеры; ж — трехгранник; з — четырехгранник; и — угольники; к-л — угольники с ребрами; м-о — ребра; п — планки

Кованые стальные корпуса применяют для обработки заготовок деталей небольших размеров простой формы. Значительно реже применяют корпуса из алюминия и пластмассы.

Использование стандартных и нормализованных заготовок для корпусов приспособлений значительно снижает трудоемкость и стоимость изготовления станочных приспособлений и сокращает сроки подготовки производства к выпуску новой машины.

Делительные устройства

Делительные устройства часто состоят из двух механизмов: один осуществляет поворот или перемещение заготовок с планшайбой относительно неподвижного корпуса второй - фиксацию и стопорение подвижной части оснастки. Корпус приспособления крепят на столе станка, при этом центрируют его чаще по двум координатам пазовыми шпонками. После поворота или перемещения подвижной части (планшайбы) с заготовкой необходимо обеспечить надежное крепление планшайбы и точность деления, так как это существенно влияет на точность обработки заготовок. Эту задачу выполняет **фиксатор**.

Конструкции **поворотных и фиксирующих** механизмов разнообразны. Однако принцип их работы сводится к следующему: принудительный вывод фиксатора из втулки или паза делительного диска, затем поворот или перемещение подвижной части приспособления, далее ввод фиксатора в очередное гнездо делительного диска пружиной сжатия или растяжения и крепление поворотной части к неподвижному корпусу.

Делительные устройства с ручным управлением применяют в мелкосерийном производстве, их конструкция может быть с горизонтальной (делительные головки) или вертикальной (делительные или поворотные столы) осью поворота. Кроме того, они различаются способами стопорения поворотной части.

Предпочтительной конструкцией являются механизмы, в которых вывод фиксатора, поворот планшайбы и ее стопорение осуществляют одной рукояткой.

В серийном производстве используют делительные устройства с управлением от пневмоцилиндра. Они также могут быть с горизонтальной или вертикальной осью поворота и различаются механизмом вывода фиксатора, способом регулирования хода штока рейки и конструкцией фиксатора.

В крупносерийном механизированном производстве используют многошпиндельные делительные устройства, что позволяет значительно повышать производительность труда. В автоматизированном производстве находят применение делительные механизмы автоматического действия или с управлением от перемещения стола станка. В этих механизмах для стопорения поворотной планшайбы с обрабатываемой заготовкой используют пневмопривод.

Для уменьшения погрешности фиксации поворотной части используют конические втулки, а для уменьшения износа в цилиндрической части фиксатора - клиновые вставки, цанги, самоустанавливающиеся вставки, гофрированные втулки и тонкостенные деформационно-упругие втулки, которые выбирают зазор между фиксатором и корпусом под воздействием жидкости.

В настоящее время для обработки заготовок в механосборочных цехах находят применение автоматизированные и роботизированные технологические комплексы. Это вызывает необходимость совершенствования и создания новых механизмов и устройств к технологической оснастке, работающих в автоматическом режиме, управляемых пневмо- или гидроприводом.

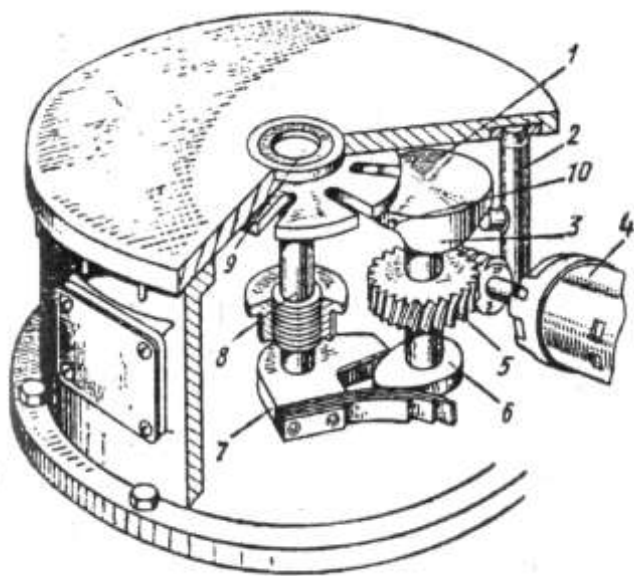


Рис.5. Автоматический делительный стол

Для **поворота и деления на большой угол** используют мальтийские механизмы. На **рис. 5**, а показана схема автоматического круглого стола с электроприводом. Вращение от электродвигателя 4 через червячный редуктор 5 передается на водило 1 мальтийского креста 10. Торцовый кулак 3 на валу червячного зубчатого колеса служит для вывода фиксатора 2, а кулачок 6 — для зажима стола через колодку 7 и винтовую пару 8. Отверстие в столе центрирующее. Упор, действуя на конечный выключатель, вызывает остановку стола.

В автоматических приспособлениях вращение и фиксация их поворотной части происходит без участия рабочего.

В приспособлениях для обработки тяжелых заготовок поворотная часть вращается с помощью электродвигателей, пневматических или гидравлических двигателей (приводов). Для гашения в конце деления больших моментов применяют тормозные устройства, сблокированные с системой привода и с фиксатором. В отдельных конструкциях поворотные части больших диаметров имеют постоянно действующие тормозные устройства в виде фрикционных колодок или лент, натяжное устройство которых отрегулировано на определенный тормозной момент. При повышенном сопротивлении вращению поворотных частей их инерционный момент в конце поворота гасится.

Устройства поворота выполняют механическими, пневматическими, гидравлическими, пневмогидравлическими. Механические устройства имеют мальтийские (с внешним или внутренним зацеплением), кулачковые, червячные или реечные механизмы.

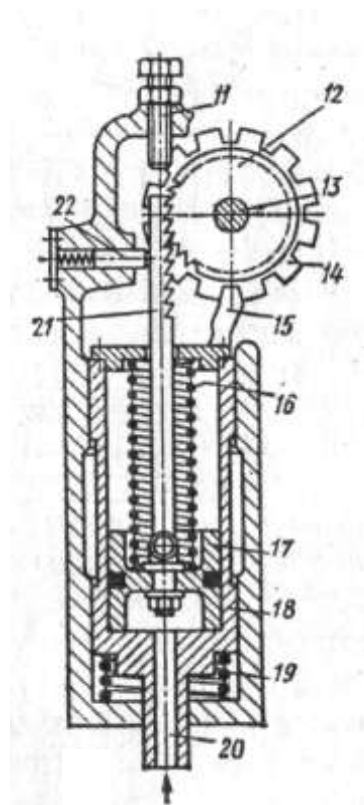


Рис. 6. Схема пневматического механизма для автоматического поворота и фиксации стола.

На **рис. 6**, показана схема пневматического механизма для автоматического поворота и фиксации стола с настройкой на различные углы поворота. При пуске сжатого воздуха в канал 20 происходит опускание поршня 18 и вывод фиксатора 15 из паза делительного диска 14. Далее происходит подъем поршня 17 со штоком 21 с зубьями, входящими в зацепление с храповым колесом 12. Выдвижной упор 11 ограничивает ход поршня углом деления поворотной части, сидящей на валу 13. После отсечки и выпуска сжатого воздуха поршни 18 и 17 под действием пружин 19 и 16 занимают исходное положение, а фиксатор входит в очередной паз делительного диска. Шарнирно закрепленный шток при движении вниз отклоняется влево, отжимая подпружиненный палец 22.

Существует большое количество конструкций делительных столов:

- с неизменным числом делений окружности;
 - с несколькими различными числами делений окружности;
 - с любым числом делений окружности;
 - двухпозиционные поворотные столы;
 - вращающиеся столы для фрезерования с круговой подачей;
 - угловые столы
- и т.д.

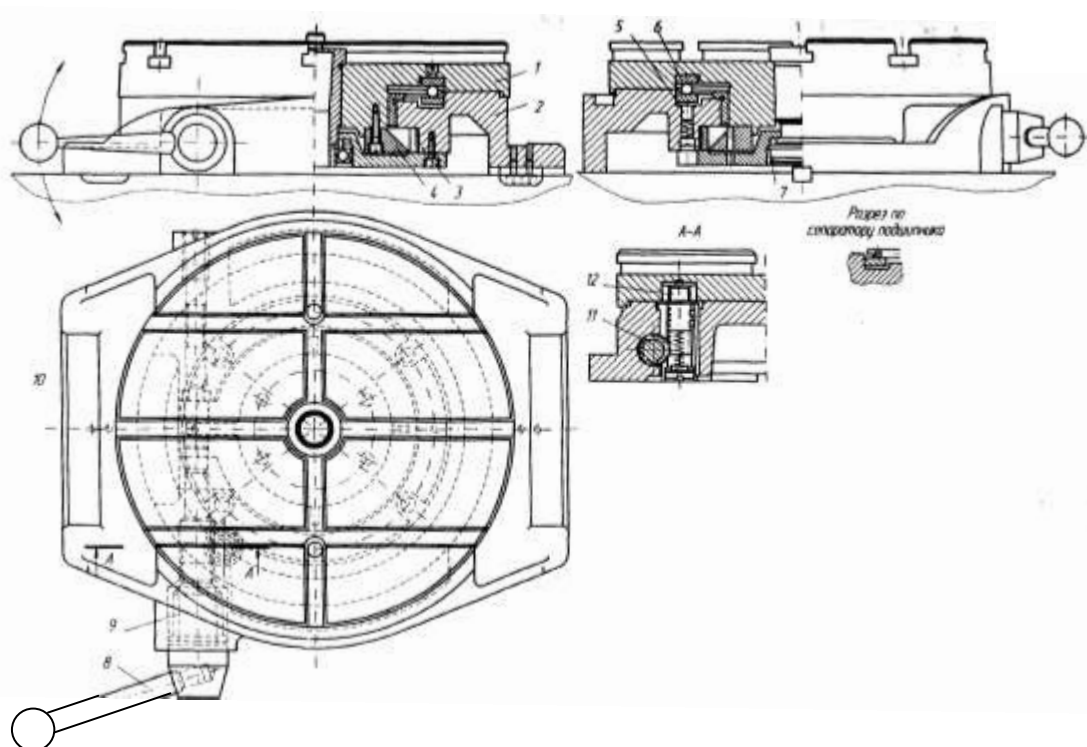
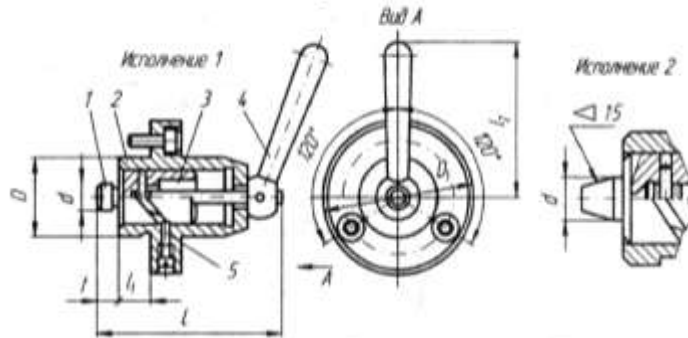


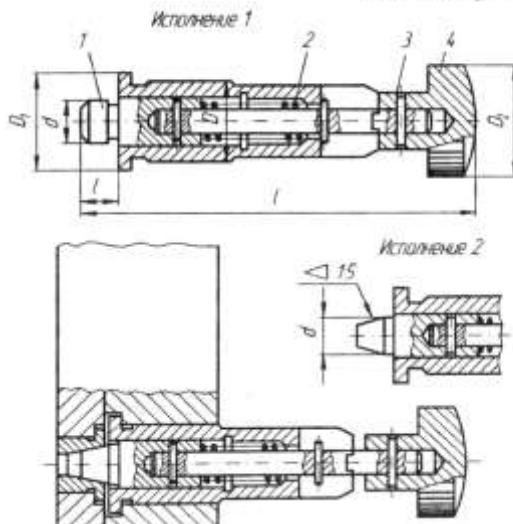
Рис.7. Поворотный стол с неизменным числом делений окружности

Фиксатор байонетный



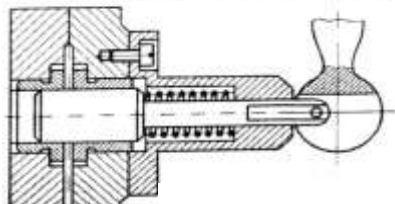
С цилиндрическим или коническим рабочим концом. При повороте рукоятки 4 штифт 5 скользит по винтовому пазу фиксатора, посылая его вперед или отводя назад (l — фиксатор; 2 — корпус; 3 — пружина). Основные размеры, мм: $d = 10 \div 20$; $D = 32$ и 40 ; $D_1 = 60$ и 65 ; $l = 62$ и 75 ; $L = 72 \div 102$. Конструкция стандартизована

Фиксатор вытяжной



С цилиндрическим или коническим концом. Для выключения оттягивают кнопку 4 и поворачивают ее на 90° . Штифт 3 заходит в торцевые пазы втулки и удерживает фиксатор в крайнем заднем положении. Затем кнопка 4 поворачивается, и пружина 2 посылает фиксатор 1 в крайнее переднее положение. Основные размеры, мм: $d = 6 \div 16$; $D = 16$ и 22 ; $L = 83 \div 109$; $D_1 = 20$ и 26 ; $D_2 = 25$ и 32 ; $l = 6 \div 16$. Конструкция стандартизирована

Фиксатор пружинный с эксцентриковым выключением



Применение эксцентрика облегчает управление фиксатором. Но ограничивает величину оттягивания (в пределах эксцентриситета)

На рисунках показаны некоторые конструкции фиксаторов. Существуют также фиксаторы: пружинный с клиновым выключением; с эксцентриковым управлением; реечный; откидной; рычажный; реечно-кулачковый; цанговый; реечный с клиновым распором и др.

Детали приспособлений для направления и контроля положения инструмента

Элементы приспособлений для определения положения и направления инструментов можно разделить на **три группы**:

1. Для быстрой установки инструментов на размер шаблоны, установов;
2. Для определения положения и направления осевого инструмента — кондукторные втулки;
3. Для определения траектории относительного движения инструмента и заготовки — копиры.

Применением этих элементов в приспособлениях достигают повышения точности размеров в партии изготовленных деталей и производительности труда на операции.

Шаблоны

При наладке и подналадке установка инструментов на рабочий настроенный размер с помощью пробных стружек и промеров занимает много времени. Для ускорения наладки станков и повышения ее точности в конструкцию приспособления вводят специальные элементы, определяющие положение инструментов, соответствующее рабочему настроенному размеру. Такими элементами являются **шаблоны и установовы**. Применение шаблонов типично для токарных работ, а установов — для фрезерных. Повышение

производительности труда достигается в этом случае за счет сокращения времени на техническое обслуживание станка $t_{\text{тех.об.}}$ в норме времени на операцию.

На (рис. 8, а) дан пример установки двух подрезных резцов по шаблону 1. Такой шаблон может быть съемным откидным, шарнирно закрепленным. При настройке шаблон ставят в исходное положение, а после закрепления

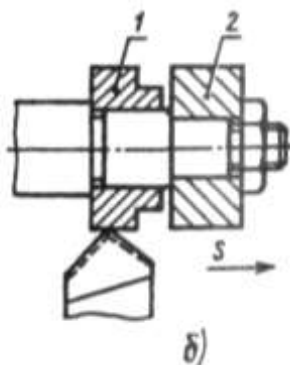
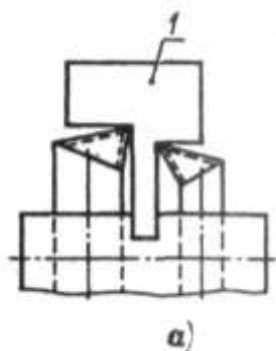


Рис.8. Примеры использования шаблонов

резцов снимают или откидывают в нерабочее положение. Другим примером шаблона для установки резца может служить установочное кольцо 1 (рис. 8, б), которое надевается на оправку вместе с обрабатываемой заготовкой 2. Резцы подводят до соприкосновения с шаблоном — кольцом 1.

Широкое распространение приспособлений получили **установовы** для наладки на размер **фрез**. На рис. 9, показан установ, позволяющий установить фрезу 3 в горизонтальном и вертикальном положении относительно установочных поверхностей станка или приспособления по двум пластинкам 2, закрепленным на установе 1.

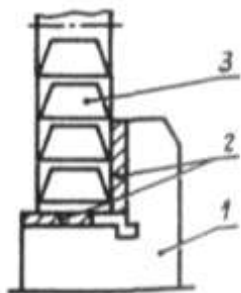


Рис. 9. Установ для наладки на размер дисковой фрезы.

Установовы перемещаются на приспособлении так, чтобы они не мешали при установке и обработке заготовки, но в тоже время к ним был свободный доступ инструмента (рис. 10, а).

На рис. 10 показаны конструкции установов: для установки фрезы в одном направлении (рис. 10, б), для установки фрезы в двух направлениях (рис. 10, в). В процессе наладки станка между установом и фрезой помещают щуп, который должен плотно, но

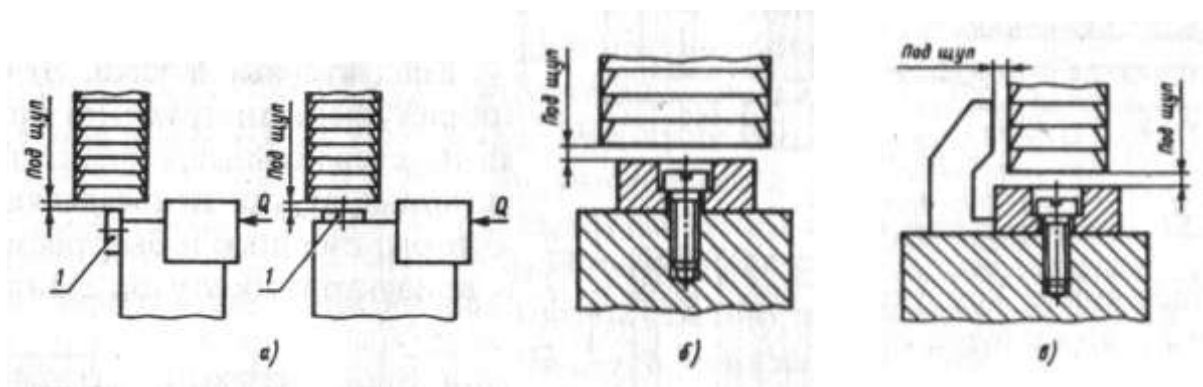


Рис.10. Конструкции установов:

- а) для установки фрезы
- б) для установки фрезы в одном направлении
- в) для установки фрезы в двух направлениях

без зацемяления входить в зазор. Непосредственное соприкосновение фрезы с установом недопустимо во избежание его повреждения, как в момент наладки, так и при обработке заготовок.

Материал установов — сталь У7А или 20Х с термообработкой до твердости HRC 55-60. Конструкции шупов, данные в ГОСТах, изготавливают из стали У7А с термообработкой до HRC 55-60.

Кондукторные втулки

Эти втулки служат для **направления режущего инструмента** при обработке отверстий в деталях на сверлильных, агрегатных и расточных станках. Кондукторные втулки подразделяют на **постоянные, без бурта и с буртом, сменные и быстросменные**. Конструкции и размеры кондукторных втулок стандартизованы.

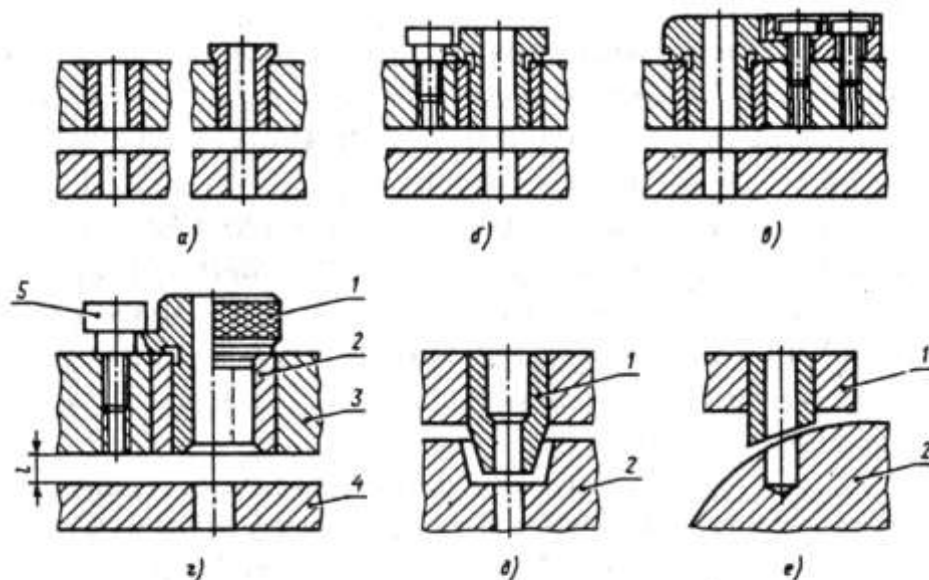


Рис. 11. Кондукторные втулки

Постоянные кондукторные втулки бывают без буртика (**рис. 11, а**) и с буртиком (**рис. 11, б**). Их запрессовывают в отверстие корпуса кондуктора или в кондукторную плиту по посадке **H7/n6**. Эти втулки применяют при обработке отверстий одним сверлом или зенкером в мелкосерийном производстве.

Сменные кондукторные втулки (**рис. 11, в**) изготавливают с буртиком и применяют в приспособлениях, используемых в крупносерийном и массовом производствах. Заменять в приспособлении изношенные сменные втулки можно быстрее, чем постоянные. Сменные втулки устанавливают с посадкой **H7/g6** в постоянные втулки, запрессованные в отверстия корпуса или кондукторную плиту. Для предохранения от проворачивания и подъема сменные втулки закрепляют винтами.

Быстросменные кондукторные втулки **1** (**рис. 11, г**) изготавливают с буртиками и вставляют с посадкой **H7/g6** в постоянные втулки **2**, запрессованные в отверстия **3** кондуктора. На буртике втулки **1** имеются две выемки: несквозная для крепления втулки головкой крепежного винта и сквозная для прохода головки винта при смене втулки. Расстояние **l** от нижнего торца втулки **1** до поверхности обрабатываемой заготовки **4** при сверлении принимают $1/3-1$ диаметра сверла. При зенкерование **l** равняется $0,3$ диаметра зенкера. Быстросменные кондукторные втулки применяют в приспособлениях в крупносерийном производстве при последовательной обработке одного отверстия различными режущими инструментами (сверлом, зенкером, разверткой) за одну установку обрабатываемой заготовки в приспособлении. При этом направление каждого режущего инструмента производится отдельной быстросменной втулкой соответствующего диаметра.

Отверстия кондукторных втулок для направления режущего инструмента изготавливают по **7-ому качеству**.

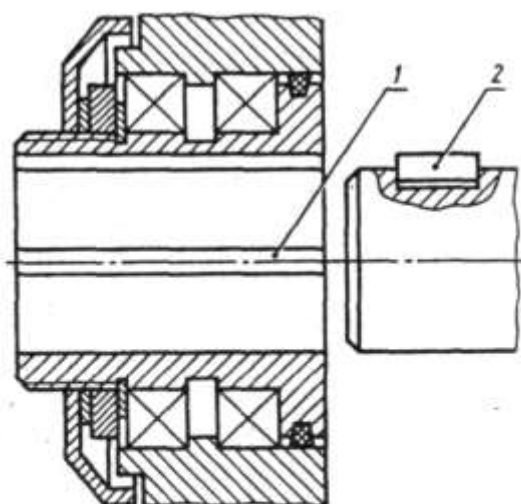


Рис. 12. Приспособление с вращающейся втулкой

При обработке отверстий в корпусных деталях на расточных станках применяют приспособления *с вращающимися втулками*. На **рис. 12** изображена такая вращающаяся втулка **1**, которая служит для направления борштанги. В этом случае борштанга со шпонкой **2** должна совместиться в паз вращающейся втулки **1**.

На **рис. 11, д** показана специальная кондукторная втулка **1** для сверления отверстия в углублении детали **2**, а на **рис. 11, е**, специальная кондукторная втулка **1** для сверления отверстия на цилиндрической поверхности детали **2**.

Кондукторные втулки с диаметром отверстия до 25 мм изготавливают из стали марки У10А, У12А и закаляют до твердости HRC 60-65; при диаметре отверстия больше 25 мм из стали марки 20-20Х с цементацией и закалкой до той же твердости.

Примерный срок службы кондукторных втулок 12000-16000 тысяч просверленных отверстий. Средняя величина износа кондукторных втулок при сверлении отверстий диаметром 10-20 мм на 10 м пути при обработке деталей из серого чугуна средней твердости равна 3-5 мкм, деталей из стали 40 — 4-6 мкм и алюминиевых деталей — 1-2 мкм. Определение предельных размеров отверстия кондукторных втулок производится с учетом допусков на диаметр инструмента, которые выбирают из соответствующих ГОСТов. Допуски на изготовление и износ кондукторных втулок приводятся в справочниках.

При изготовлении деталей с направлением режущего инструмента кондукторными втулками *необходимо применять охлаждение* для предупреждения большого нагревания инструмента и возможности его заедания во втулке.

Также в приспособлениях находят применение кондукторные плиты.

Копиры

Для *обработки фасонных поверхностей* на универсальных станках применяют приспособления, снабженные копировальными устройствами. **Назначение копиров** заключается в обеспечении траектории относительного движения инструмента, необходимой для получения требуемого контура детали. При этом пропадает необходимость в разметке, в ручной подаче инструмента при обходе криволинейного контура. В результате повышается точность обработки контура и производительность труда на операции.

Наиболее общим случаем обработки по копиру является фрезерование замкнутого контура методом круговой подачи, схема которой показана на **рис. 13, а**.

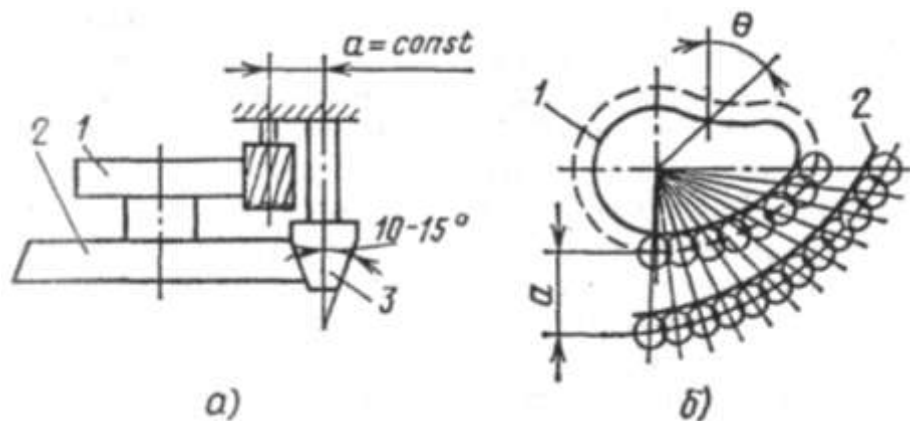


Рис. 13. Примеры обработки по корпусу: а — схема фрезерования замкнутого контура методом круговой подачи; б — схема построения профиля копира для фрезерования сложного профиля детали

Закрепленные заготовка 1 и копир 2 вращаются вокруг общей оси. Ось ролика 3 и фрезы расположены на постоянном расстоянии "а" между ними и перемещаются вместе. Копир все время прижат к ролику. Расстояние между осью вращения копира 2 и осью фрезы меняется в соответствии с профилем копира, благодаря чему получается нужный профиль детали.

Профиль копира определяют графически. Он строго должен быть связан с профилем изготавливаемой детали и диаметрами фрезы и ролика.

Копиры применяют при обработке на фрезерных, токарных, строгальных, шлифовальных и других станках. Копиры и ролики изготавливают из стали 20, цементируют и закалывают до твердости HRC 58-62.

ЛЕКЦИЯ №6

Погрешность приспособления

Эта погрешность $\varepsilon_{пр}$ является результатом неточностей изготовления приспособления и его установки на станке, а также неравномерного износа установочных элементов от многократного взаимодействия с заготовками.

Например, широко используемые трехкулачковые самоцентрирующие патроны при каждой установке на шпинделе станка занимают различные положения, которые колеблются в пределах зазора между посадочной шейкой шпинделя и посадочным отверстием в патроне. Вследствие этого заготовка, установленная в патроне, оказывается несоосной со шпинделем станка. Кулачки патрона из-за зазоров между ними и направляющими при закреплении заготовки перекашиваются. Это ведет к перекосу заготовки относительно шпинделя станка. При эксплуатации патрона установочные поверхности кулачков изнашиваются. Износ у разных кулачков может быть неодинаковым. Он также может сопровождаться образованием погрешностей формы указанных поверхностей. Все это увеличивает погрешность установки заготовок.

Для уменьшения рассматриваемой составляющей погрешности установки заготовок необходимо:

- повышать точность приспособлений и точность их установки на станке;
- использовать приспособления с минимальным числом подвижных сопряжений;
- выполнять обработку установочных поверхностей приспособлений непосредственно на том станке, для оснащения которого они предназначены.

Например, погрешность установки втулки на внутришлифовальном станке можно резко сократить, если вместо трехкулачкового самоцентрирующего патрона использовать мембранный патрон.

Простейший мембранный патрон (**рис. 1**) состоит из планшайбы 1, мембраны 2 с

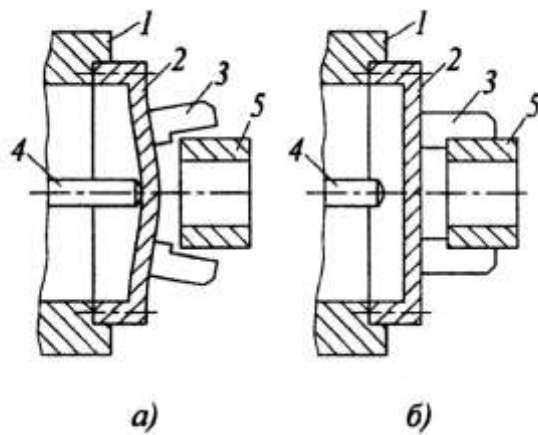


Рис.1 Мембранный патрон:
а – с разведенными кулачками; б – со сведенными кулачками

большим количеством кулачков 3 и штока 4. При воздействии штока на мембрану последняя прогибается, а кулачки разводятся, и обработанная втулка 5 извлекается из патрона (**рис. 1, а**). Затем устанавливается следующая втулка, шток отводится влево и под действием сил упругости материала мембрана принимает первоначальную форму, а кулачки сводятся и зажимают втулку (**рис.1, б**).

После установки мембранного патрона на станок установочные поверхности его кулачков шлифуют на этом же станке. Это позволяет практически устранить влияние погрешности установки патрона на станке и износа его кулачков на точность установки заготовки.

Аналогичным образом поступают и в ряде других случаев. Так, трехкулачковые самоцентрирующие патроны оснащают «сырыми» кулачками, которые

расточивают непосредственно на токарном станке.

После установки электромагнитной плиты на плоскошлифовальный станок ее установочную плоскость в обязательном порядке шлифуют на этом же станке. Так же поступают при износе установочной плоскости этой плиты.

Определение погрешности установки

Знание погрешности установки необходимо для оценки точности обработки заготовок, а также расчета припусков на их обработку.

Погрешность установки заготовки $\mathbf{\varepsilon}_y$ (в заданном направлении) находится суммированием ее составляющих. Рассматривая $\mathbf{\varepsilon}_6$, $\mathbf{\varepsilon}_3$ и $\mathbf{\varepsilon}_{пр}$ как поля рассеивания случайных величин, имеющих нормальное распределение, получаем:

$$\varepsilon_v = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}$$

Погрешность базирования (ε_6) определяется расчетом на основе геометрических соотношений. **Погрешность закрепления** (ε_3) и **погрешность приспособления** ($\varepsilon_{пр}$) находятся по справочникам. Так как разделить эти составляющие погрешности установки при их экспериментальном определении затруднительно, то обычно в справочниках указывается только значение погрешности закрепления, в которую входит и погрешность соответствующего приспособления. С учетом сказанного получаем:

$$\varepsilon_V = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

При установке заготовок в центрах, самоцентрирующих патронах, на разжимных оправках и т.п. базирование и закрепление заготовок осуществляется одновременно, поэтому отделить их друг от друга трудно. Принято считать, что в указанных случаях погрешность базирования заготовок в радиальном направлении равна нулю. Таким образом $\mathbf{\epsilon}_y = \mathbf{\epsilon}_3$.

Погрешность закрепления заготовок ε , при установке на опорные пластины, мкм

Характеристика базовой поверхности	Поперечные размеры заготовок, мм						
	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...260
<i>Установка в приспособление с винтовыми или эксцентриковыми зажимами</i>							
Полученная литьем:							
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	100	110	120	135	150	175	200
в постоянную форму по выплавляемой модели	60	70	80	90	100	110	120
под давлением	50	60	70	80	90	100	110
Полученная горячей штамповкой	40	50	60	70	80	90	100
Горячекатаная	100	110	120	135	150	175	200
Предварительно обработанная	100	110	120	135	150	175	200
Окончательно обработанная	50	60	70	80	90	100	110
Шлифованная	40	50	60	70	80	90	100
	25	30	35	45	60	70	80
<i>Установка в зажимное приспособление с пневматическим зажимом</i>							
Полученная литьем:							
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	80	90	100	110	120	140	160
в постоянную форму по выплавляемой модели	55	60	65	70	80	90	100
под давлением	40	50	55	60	70	80	90
Полученная горячей штамповкой	30	35	40	50	60	70	80
Горячекатаная	80	90	100	110	120	140	160
Предварительно обработанная	80	90	100	110	120	140	160
Окончательно обработанная	40	50	55	60	70	80	90
Шлифованная	30	35	40	50	60	70	80
	15	20	25	30	35	40	45

Примечания: 1. Установка на магнитной плите не исключает погрешности закрепления.
2. Поперечный размер заготовки необходимо принимать наибольшим в сечении по нормали к обрабатываемой поверхности.
3. Погрешность закрепления дана в таблице по нормали к обрабатываемой поверхности.

Погрешность закрепления заготовок ϵ_z при установке в осевом направлении для обработки на станках, мкм

Характеристика базовой поверхности	Поперечные размеры заготовок, мм						
	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...260
<i>Установка на цанговой оправке</i>							
Предварительно обработанная	20	30	40	50	60	70	—
<i>Установка в зажимной гильзе (цанге) по упору</i>							
Холоднотянутая калиброванная	40	50	60	70	80	—	—
Предварительно обработанная	30	40	50	60	70	—	—
Окончательно обработанная точением	25	30	35	40	—	—	—
<i>Установка в трехкулачковом самоцентрирующем патроне с ручным приводом</i>							
Полученная литьем:							
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	80	90	100	110	120	130	140
в постоянную форму	70	80	90	100	110	120	130
по выплавляемой модели	60	70	80	90	100	110	120
под давлением	40	50	60	70	80	90	100
Полученная горячей штамповкой	80	90	100	110	120	130	140
Горячекатаная	110	140	170	200	230	260	—
Предварительно обработанная	50	60	70	80	90	100	110
Окончательно обработанная точением	30	40	50	60	70	80	90
Шлифованная	15	15	20	20	25	25	30

Примечания: 1. При установке на оправку надо учитывать погрешность базирования и принимать погрешность закрепления в зависимости от крепления оправки в гильзе, патроне или зажимном приспособлении.
 2. Установка центрах не исключает погрешности закрепления, но при этом возникает погрешность базирования в осевом направлении.

Погрешность базирования заготовок в приспособлении ϵ_b

Базирование обрабатываемые поверхности	Схема установок	Выдерживаемый размер	ϵ_b
По наружной цилиндрической поверхности в призму с углом 2α при обработке плоской поверхности или паза под углом β к оси симметрии призмы		H_1	$0,5IT_d(\sin \beta / \sin \alpha - 1)$ при $\beta = \alpha + 90^\circ$; $0,5IT_d(1 - \sin \beta / \sin \alpha)$ при $\beta = 0 + \alpha$
		H_2	$0,5IT_d(\sin \beta / \sin \alpha + 1)$
		H_3	$0,5IT_d \sin \beta / \sin \alpha$
То же, при $\beta = 90^\circ$		H_1	$0,5IT_d(1 / \sin \alpha - 1)$
		H_2	$0,5IT_d(1 / \sin \alpha + 1)$
		H_3	$(0,5IT_d) / \sin \alpha$

Формулы для расчёта погрешности закрепления ε ,

Погрешности закрепления			
ε_s^I из-за непостоянства силы закрепления	ε_s^{II} из-за неоднородности шероховатости базы заготовок	ε_s^{III} из-за неоднородности волнистости базы заготовок	ε_{zu} из-за износа опорной поверхности установочного элемента
Опоры со сферической головкой (ГОСТ 13441—68*)			
$\left\{ 6,2(\theta^2 / r Q)^{1/3} + R \right. \\ \left. \times \left[1 / (10,4 HVB(\theta r)^{2/3}) \right]^{1/3} \right\} \Delta Q$	$\left[Q^{1/3} (22,4 HVB(\theta r)^{2/3}) \right]^{1/3} \times \Delta R_{max}$	0 (волнистость на необработанных базах заготовок отсутствует)	$125 \left\{ (\theta Q / r^2)^{2/3} + R_{max} / r^{11/9} \times \right. \\ \left. \times \left[Q^{1/3} / (10,4 HVB \theta^{2/3}) \right] (r_H - r) \right\}$
Опоры с насечением головкой (ГОСТ 13442—68*)			
$0,15 R_{max} / Q^{2/3} \times \\ \times \left[t^2 / (\pi D^2 b_1^2 HVB) \right]^{1/3} \Delta Q$	$0,46 \left[Q t^3 / (\pi D^2 b_1^2 HVB) \right]^{1/3} \Delta R_{max}$	0 (волнистость на необработанных базах заготовок отсутствует)	$0,46 R_{max} \left[Q t^3 / (\pi D^2 b_1^2 HVB) \right]^{1/3} \times \\ \times \left[1 / b_1^{2/3} - 1 / (b_1 + 2u)^{2/3} \right]$
Опоры с плоской головкой и опорные пластины (ГОСТ 13440—68* и ГОСТ 4743—68*)			
$\left\{ 0,4(4 + R_{max3}) / [(2 + \nu_3) \times \right. \\ \times Q^{(2+\nu_3)/(3+\nu_3)} \times [100 / \\ / A' \sigma_T b_{\Sigma}]^{1/(3+\nu_3)} + 0,9 \\ \left. (R_{B3} / Q)^{1/3} (W_3 \theta / A^{2/3}) \right\} \Delta Q$	$\left[Q / (A' \sigma_T b_{\Sigma})^{1/(3+\nu_3)} \right] \times \Delta R_{max3}$	$4,3 \cdot 10^{-7} (\theta Q / A)^{2/3} \left[(W_3 / R_{B3})^{2/3} \right. \\ \left. \times \Delta R_{BP} + 2(R_{B3} / W_3)^{1/3} \Delta W_3 \right]$	0
Призмы			
$0,1 C_M / \sin \alpha \cdot \Delta q$	$\left\{ 1,1 q^{1/[10(\nu_0 + \nu_1)]} \times K_1 a_1 / [\sin \alpha (1 + W_3 + \right. \\ \left. + R z_0 + R z_3)^{1-a_1}] \right\} \Delta R z_3$	$\left\{ 0,87 q^{0,3 K a} / [\sin \alpha d \times (1 + W_3)^{1-a}] \right\} \Delta W_3$	$0,1 / \sin \alpha \left\{ 0,4 C_M q / (1 + K_H)^2 + \right. \\ \left. + 3 K (1 + W_3)^a / (1 + K_H)^{0,4} \times \right. \\ \left. \times (q / d)^{0,3} \right\} K_H - 1$
Примечания: 1. Обозначения параметров, входящих в расчетные зависимости, соответствующей табл. 15.9. Величины с индексом Δ определяют непостоянство соответствующих параметров. 2. Коэффициенты C_M, K, a, K_1, a_1 определяют по табл. 15.10. 3. Суммарная погрешность закрепления (рис. 15.1) $\varepsilon_s = \cos \beta (\varepsilon_{s,o} + \varepsilon_{s,u})$, $\varepsilon_{s,o} = \sqrt{(\varepsilon_s^I)^2 + (\varepsilon_s^{II})^2 + (\varepsilon_s^{III})^2}$, где β — угол между направлением выдерживаемого размера и направлением наибольшего перемещения. 4. Параметры качества поверхности заготовок определяют по табл. 15.12 и 15.13. 5. Параметры шероховатости базировочной поверхности призмы при расчёте перемещения Y: $Rz_0 = 3,5$ мкм, $\nu_0 = 2$ — для новых призм; $Rz_0 = 1,1$ мкм, $\nu_0 = 1,4$ — для призм, бывших в эксплуатации.			

Назначение и классификация захватных устройств

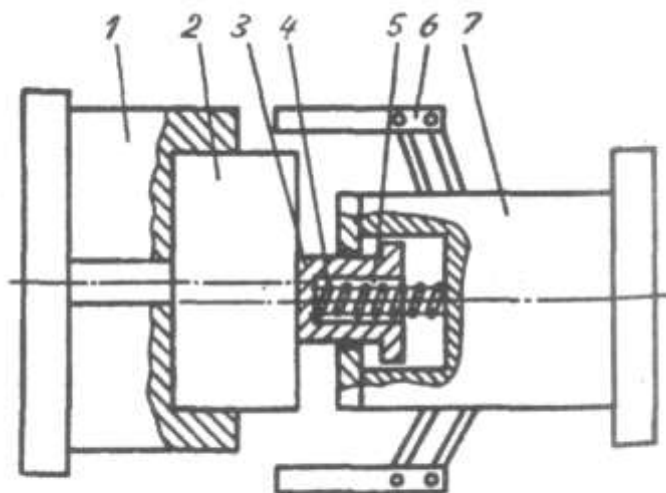
Захватные устройства являются рабочими органами промышленных роботов. Они предназначены для захватывания и удерживания предмета производства или технологической оснастки. Предметы производства могут иметь различные размеры, форму, массу, что требует применения захватных устройств разного характера. Поэтому захватные устройства относятся к сменным элементам промышленных роботов - оснастке. Промышленные роботы (ПР) могут комплектоваться набором типовых захватных устройств, которые можно применять в зависимости от конкретных требований. Захватные устройства являются важнейшим элементом конструкции ПР. Расширение области применения ПР непосредственно связано с возможностью быстрой переналадки захватных устройств. Гибкость ПР в значительной мере определяется гибкостью захватных устройств, обеспечивающих возможность быстро переналаживаться для захвата различных заготовок (в пределах заданной номенклатуры).

К захватным устройствам ПР предъявляется ряд требований: надежность захвата и удержание заготовки; стабильность базирования; универсальность, т.е. способность захватывать и удерживать заготовки в широком диапазоне типоразмеров; высокая гибкость — легкая и быстрая переналадка или смена захватного устройства; малые габариты и масса.

Захватные устройства состоят из привода, передаточного механизма и захватных элементов (пальцев или губок). Приводы захватных устройств подразделяются на пружинные, пневматические, гидравлические, электромеханические, электромагнитные, магнитные, вакуумные.

Для зажимных устройств с **пневматическими приводами** характерно применение передаточных механизмов, выполняющих роль механизмов-усилителей, способных увеличить силу, развиваемую приводом. **Передаточные механизмы** подразделяются на простые: клиновые, рычажные, кулачковые, реечные; и комбинированные. **Гидравлический привод** обеспечивает большие силы при малых габаритах благодаря высокому давлению масла, что в сочетании со способностью к регулированию предопределяет его, достаточно широкое применение. Для зажимных устройств с гидравлическим приводом широко используют реечно-шестеренчатые передачи. **Электромеханические приводы** с самотормозящимися червячными и винтовыми передачами находят пока ограниченное применение ввиду их сложности.

По типу захватов захватные устройства подразделяются на механические, магнитные, вакуумные, с эластичными камерами.



Механические захватные устройства применяют для обслуживания металлорежущих станков с ЧПУ. Такие устройства **по числу захватов** подразделяют на одно- и многозахватные. **По способу базирования** заготовок их подразделяют на центрирующие и нецентрирующие. Наиболее широко промышленные роботы применяют для обслуживания токарных станков,

Рис. 1. Захватные устройства с пружинным упором

обеспечивая загрузку-разгрузку заготовок деталей типа тел вращения. Для автоматического поджима заготовок типа дисков по торцу при установке их в патроне хватные устройства снабжают подпружиненными упорами. На **рис. 1.** показана конструктивная схема хватного устройства для установки в двух- или трехкулачковый патрон. Упор 3 установлен в полости корпуса 7 с крышкой. При установке роботом заготовки 2 в патрон 1 упор 3 под действием пружины 4 поджимает заготовку к торцу патрона, и губки 6 захвата раскрепляют заготовку.

Схема хватного устройства для установки заготовок в патрон токарного станка с поджимом заготовки по торцу показана на **рис.2.** Заготовка 4 базируется по отверстию и

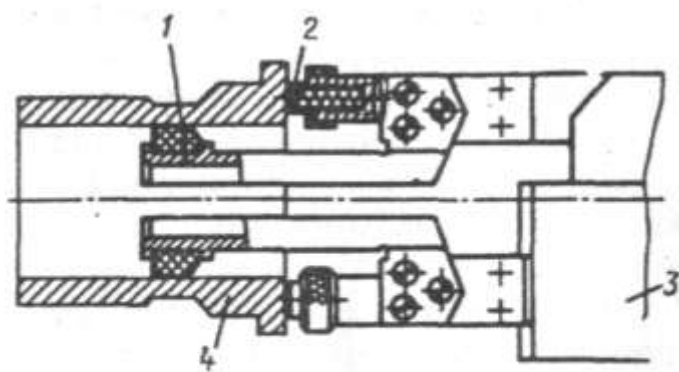


Рис. 2. Хватное устройство с подпружиненными плунжерами.

закрепляется разжимной цангой 1 хватного устройства 3. При установке заготовки в патрон подпружиненные плунжеры 2 прижимают заготовку к торцу патрона.

По характеру крепления хватных устройств рабочего органа к ПР они подразделяются на четыре группы. **Несменяемые хватные устройства** — неотъемлемая часть конструкции ПР. Замена таких устройств не предусматривается. **Сменные хватные устройства** — самостоятельные агрегаты с базовыми

поверхностями для крепления к рабочему органу. **Быстросменные хватные устройства** — сменные агрегаты с конструкцией базовых поверхностей для крепления к рабочему органу робота. **Автоматизированные хватные устройства**, конструкция базовых поверхностей которых обеспечивает возможность автоматического закрепления на рабочем органе робота.

Несменяемые хватные устройства

предназначены для взаимодействия с одной определенной деталью, не требуют переналадки. Такие хватные устройства характерны для массового производства. Для установки цилиндрических заготовок (валов, дисков, фланцев) в патроне или центрах токарных станков применяют целевые центрирующие зажимные устройства, обеспечивающие базирование заготовок по оси симметрии аналогично базированию заготовок на станке.

Такие широкодиапазонные центрирующие хватные устройства без замены губок применяют трех типов:

1. **клещевого** (с поворотным движением губок);
2. **с плоско-параллельным движением губок**;
3. **с тремя хватными губками, перемещающимися к центру и от центра заготовки.**

Широкодиапазонные центрирующие хватные устройства клещевого типа без замены губок не обеспечивают постоянства положения оси заготовок. Смещение оси заготовки при изменении ее диаметра может привести к дополнительным перегрузкам. Для сокращения смещения до минимума губки профилируют так, что в определенном диапазоне диаметров обеспечивается центрирование заготовок различного диаметра. Верхние части губок выполняют одинаковой ширины и располагают одну против другой, а нижние выполняют срезанными. При таком исполнении губок они способны заходить одна за

другую. Это позволяет надежно центрировать заготовки типа валов даже в том случае, когда в зоне действия губок окажется ступенька с перепадом диаметров.

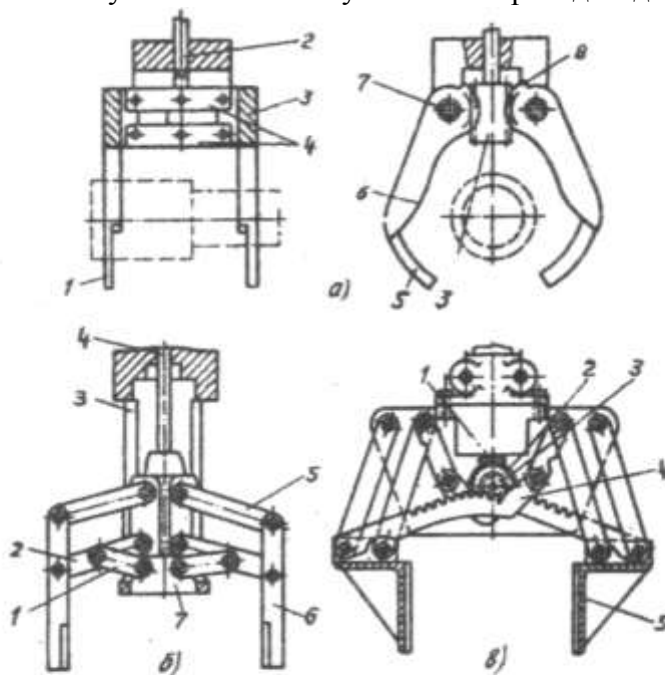


Рис.3. Центрирующие широкодиапазонные захватные устройства: а — с двумя поворотными губками; б и в — с параллельным перемещением губок

Конструкции реечных широкодиапазонных захватных устройств *клещевого типа* показаны на **рис. 3**. Центрирующее широкодиапазонное захватное устройство (**рис. 3, а**) имеет две пары поворотных губок 1, установленных на осях 7. Профиль губок допускает центрирование валов в широком диапазоне размеров. Рейки 3 соединены рычагами 4, образующими с ними шарнирный параллелограмм. При перемещении реек 3 вверх посредством тяги 2 привода зубчатые секторы 8 рычагов, закрепляющихся с рейками 3, поворачиваются попарно, что создает возможность захватывания ступенчатых валов. Части 5 профиля губок 1 срезаны по толщине, а части 6 имеют полную ширину. Это обеспечивает захват и центрирование заготовок, расположенных в момент захватывания со смещением. Центрирующее широкодиапазонное захватное устройство, предназначенное для захватывания заготовок типа фланцев и колец, имеет одну пару губок, в остальном оно аналогично устройству, показанному на рис. 3, а.

Центрирующие широкодиапазонные захватные устройства (рис. 3, б) с параллельным движением губок исключают смещение оси заготовки при изменении ее диаметра в широком диапазоне размеров. В корпусе 3 устройства шарнирно закреплены рычаги 1. Тяга 4 привода, перемещающаяся в направляющих корпуса, соединена с втулкой 7, на которой закреплены оси рычагов 2 и 5. К средним точкам рычагов 2 шарнирно присоединены концы рычагов 1. Рычаги 2 длиннее рычагов 1 в 2 раза и шарнирные треугольники, образованные этими рычагами равнобедренные. Поэтому нижние концы рычагов 2 и 1 будут располагаться на одной прямой при любых углах между ними, что обеспечивает прямолинейность перемещения губок. Захватные губки 6, шарнирно закрепленные на концах рычагов, составляющие с ними и тягой 4 шарнирные параллелограммы, обеспечивают параллельность губок.

Центрирующее широкодиапазонное захватное устройство с параллельным перемещением губок показано на **рис. 3, в**. Привод захватного устройства через

центральный валик 1 передает вращение через установленное на нем центральное зубчатое колесо планетарной передачи водилу, а от него через конические шестерни 2 — двум зубчатым колесам 3, зацепляющимся с зубчатыми секторами 4, нарезанными на криволинейной поверхности планок, замыкающих шарнирные четырехзвенники. К планкам прикреплены захватные губки 5.

Центрирующие захватные устройства с тремя губками (рис. 4,б) сохраняют положение оси или наружных базирующих поверхностей в широком диапазоне диаметров заготовок. Устройства имеют подвижную вдоль оси симметрии захватного устройства опору, перемещаемую в направлении заготовки. Торец опоры контактирует с заготовкой. Две поворотные зажимные губки кинематически связаны с опорой посредством кулачкового механизма, позволяющего перемещать зажимные губки по заданному закону, обусловленному формой заготовки и особенностями ее базирования

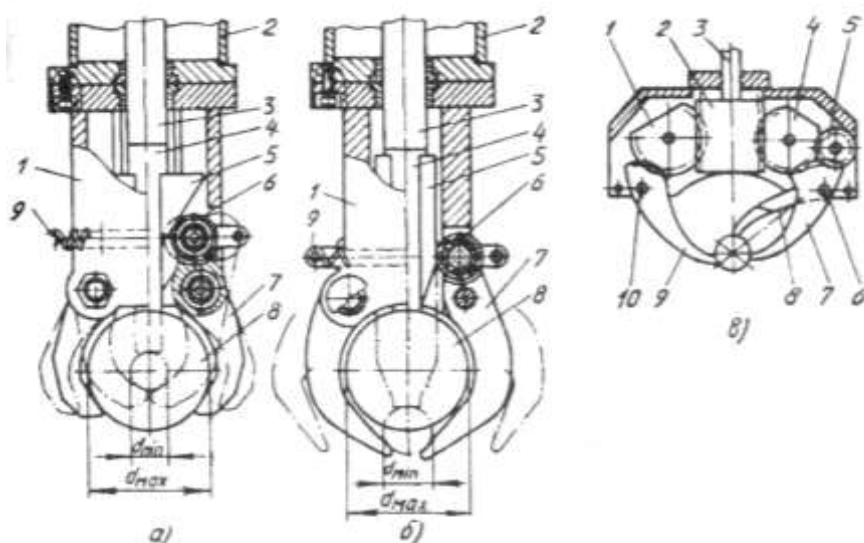


Рис. 4. Центрирующее захватное устройство с тремя губками: а — для установки заготовок в центрах; б — для установки заготовок в призму; в — с губками специального профиля

Устройство, показанное на **рис. 4 а**, предназначено для установки заготовок в центрах, а на **рис. 4 б** — в призму. Корпус 1 захватного устройства прикреплен винтами к рабочему органу 2 робота, в котором установлен пневмо- или гидроцилиндр со штоком 3. Последний жестко соединен с подвижной опорой 4, на которой установлен кулачок 5. Захватные губки 7 имеют на концах ролики 6, контактирующие с кулачками 5. Пружина растяжения 9 создает силовое замыкание кулачкового механизма. Заготовка 8 контактирует с рабочими поверхностями подвижной опоры 4 и захватных губок 7. Для захвата заготовки рука робота с захватным устройством перемещается сверху вниз в положение, соответствующее оси заготовки (независимо от ее диаметра). При этом заготовка находится между разведенными губками. После этого привод перемещает опору 4 и кулачок 5 вниз, в результате чего губки 7 одновременно с опорой перемещаются к заготовке. Профилирование кулачков позволяет независимо от размера диаметра заготовки обеспечить синхронное касание трех контактирующих элементов с заготовкой, обеспечивая ее центрирование.

В захватном устройстве (см. рис. 4, б) для захвата заготовок, устанавливаемых в призму, перемещение рабочего органа заканчивается тогда, когда захватное устройство займет положение, при котором рабочие поверхности губок 7 будут представлять собой

продолжение рабочих поверхностей призмы, в которую устанавливается заготовка, а затем обеспечивается поджим заготовки к губкам подвижной опорой 4.

Широкодиапазонное центрирующее захватное устройство с тремя губками (рис. 4, в) обеспечивает сохранение оси заготовок независимо от их диаметров. Устройство имеет три губки специального профиля, на которых выполнены зубчатые секторы. Две губки 7 и 8 свободно установлены на общей оси 6, а губка 9 на оси 10, зубчатые секторы губок 7 и 9 закрепляются с одинаковыми зубчатыми колесами 1 и 4, зацепляющимися одновременно с рейкой 2, соединенной с тягой 3 привода. Зубчатый сектор губки 8 зацепляется с зубчатым колесом 4 через промежуточное зубчатое колесо 5. При перемещении рейки 2 зубчатые колеса 4 и 1 поворачивают губки 7 и 9 на одинаковый угол. При этом колесо 4 через промежуточное зубчатое колесо 5 поворачивает губку 8 на тот же угол навстречу губке 7. Губки сходятся к центру заготовки таким образом, что углы между каждой из губок и направлениями от их осей на ось заготовки остаются одинаковыми при любом раскрытии губок, что обеспечивает центрирование заготовки. Такое устройство обеспечивает больший, чем приведенные выше конструкции, диапазон захвата заготовок при тех же габаритах устройства, но конструкция его сложнее.

Несменяемые захватные устройства со сменными губками

применяют для захвата различных заготовок при загрузке-разгрузке их в приспособлениях станков. Сменные губки к пневматическому рычажному захватному устройству крепятся винтами (рис. 5, а).

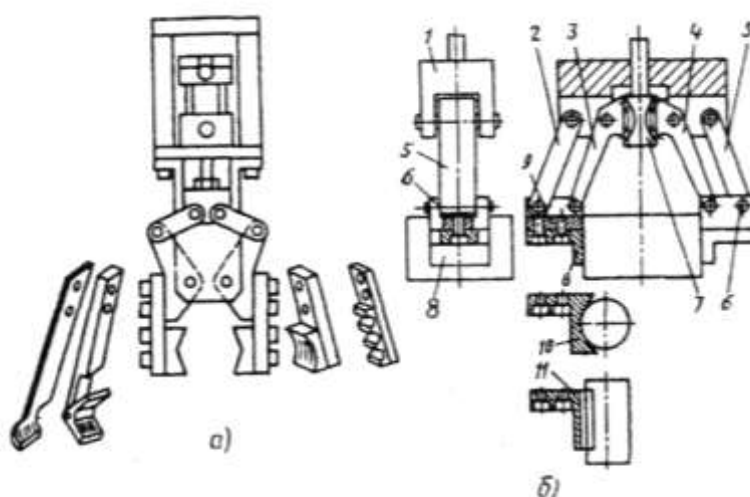
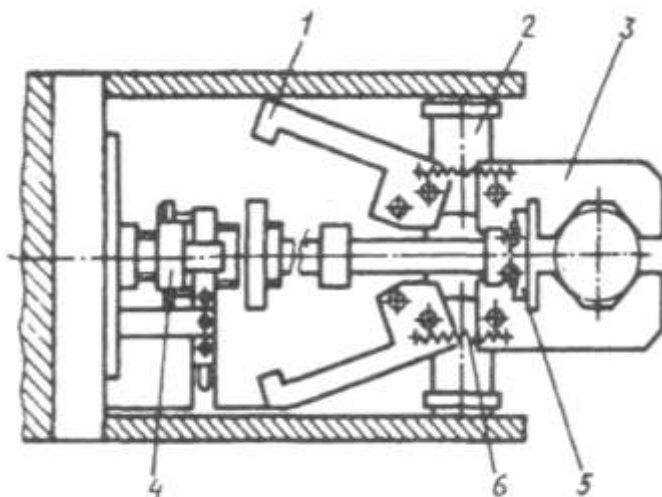


Рис. 5. Захватные устройства со сменными губками: а — с шарнирно-рычажным механизмом; б — с зубчатым и рычажным механизмами

Захватное устройство с зубчатым механизмом со сменными захватами показано на рис. 5, б. В корпусе 1 на осях свободно установлены две пары рычагов 2 и 3, 4 и 5, зубчатые секторы рычагов 3 и 4 зацепляются с рейкой 7, соединенной с тягой привода зажимного устройства. Рычаги попарно соединены с кронштейнами 6 и 9, к которым крепятся сменные губки 8, 10 и 11. Рычаги, кронштейны с губками и корпус образуют два шарнирных механизма, которые обеспечивают центрирование захватываемых заготовок плоских деталей (с губками 8) или цилиндрических (с губками 10 и 11).



Захватное устройство (рис. 6) с электроприводом 4 и с двумя парами быстросменных губок 3 и 1 предназначено для захвата заготовок различных диаметров. Быстрая смена губок осуществляется поворотом всего узла относительно оси 2. При этом муфта привода размыкается. Раскрытие губок осуществляется пружинами 6. После захвата заготовки губки жестко фиксируются тягой 5.

Рис. 6. Захватные устройства с рычажными механизмами

Сменные захватные устройства

применяют в серийном производстве при обработке заготовок большими партиями. Наибольшее распространение получило **фланцевое крепление** сменных захватных устройств (рис. 7) к роботу. На ПР выполняется фланец с центральным центрирующим отверстием и резьбовыми отверстиями, расположенными по окружности. Такая конструкция позволяет размещать часть элементов захватных устройств (например, привод рабочего органа) внутри робота. **Предусмотрено два исполнения фланцев:** круглой и квадратной формы (с одинаковыми для обоих исполнений координатами крепежных отверстий, что обеспечивает их взаимозаменяемость). На круглых фланцах больших размеров выполняют четыре дополнительных крепежных отверстия, обеспечивающих большую грузоподъемность захватов.

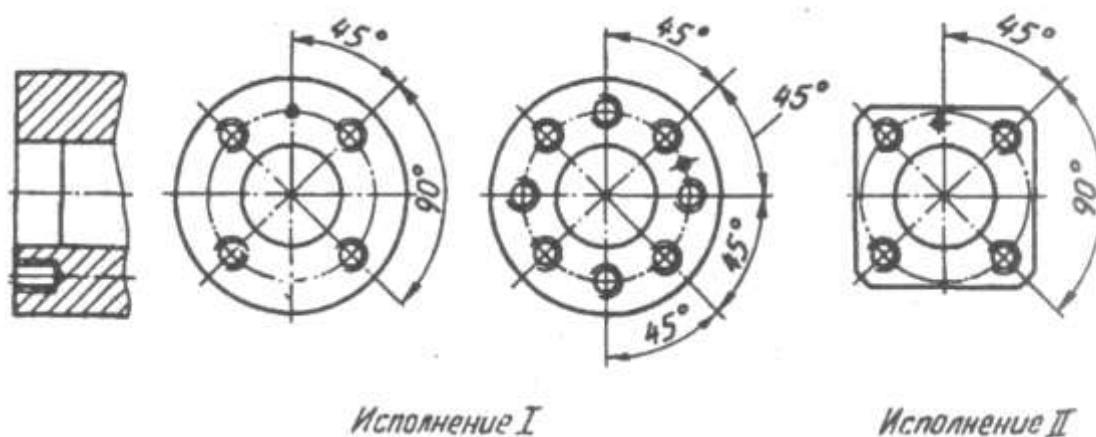


Рис. 7. Сменные захватные устройства: исполнение I с круглым фланцем; исполнение II с квадратным фланцем

Быстросменные захватные устройства (рис. 8)

применяют в серийном и мелкосерийном производстве при обработке заготовок небольшими партиями. При установке в жестко закрепленный на рабочем органе 13 робота корпус 2 сменного захватного устройства 12 оправка 9 смещает клапан 5 влево, сжимая пружину 3 до западания шариков 7 в кольцевую проточку оправки (рис. 8, а). При этом пружина 4 перемещает гильзу 6 вправо до упора в неподвижное кольцо 10, прижимая шарики 7, фиксирующие захват в осевом направлении. Торцовое шпоночное соединение 11 фиксирует захват от поворота. Для смены захватного устройства гильзу 6 перемещают влево вручную, сжимая пружину 4. Шарики под действием пружины 3, перемещающей клапан 5 вправо, смещаются в кольцевую проточку 8 гильзы. При этом клапан 5 перекрывает канал 1 для подвода рабочей среды пневмо- или гидропривода, а оправка 9 смещается вправо. После этого наладчик снимает захватное устройство и заменяет его другим. **Время установки и фиксации захватного устройства** — не более 0,1 мин. Конструктивным исполнением мест крепления быстросменных захватных устройств может иметь **байонетное крепление**. Такое крепление может быть использовано как для быстрой ручной, так и для автоматической смены захватных устройств. Конструкция мест крепления быстросменных захватных устройств к рабочему органу робота показана на рис. 8, б. В рабочем органе 1 робота выполняется гнездо для установки хвостовика

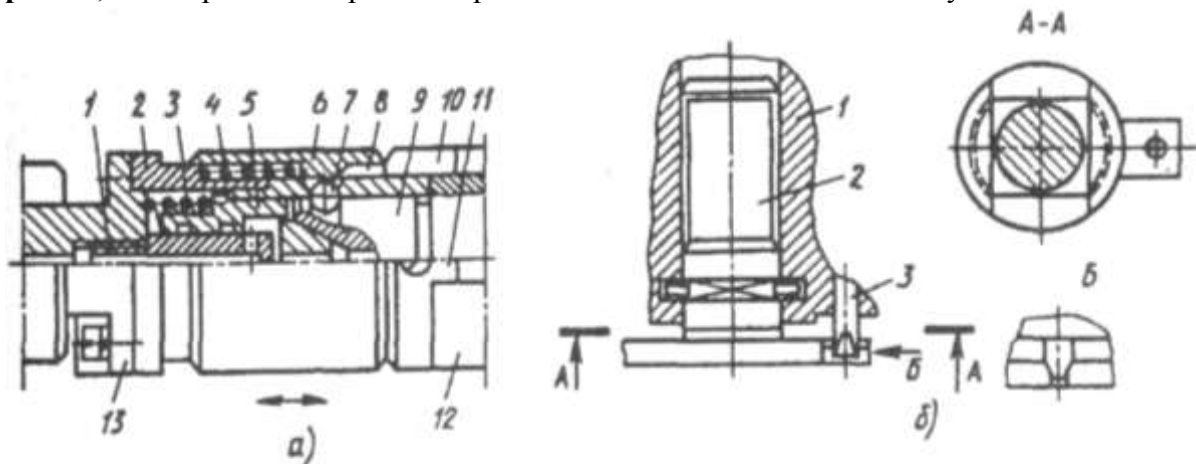


Рис. 8. Быстросменные захватные устройства

быстросменного захватного устройства и палец-фиксатор 3. Для замены захватного устройства необходимо повернуть его на 90° (см. вид А-А) и вынуть из гнезда, предварительно вынув фиксатор.

Захватные устройства, вакуумные и с эластичными камерами, магнитные и электромагнитные.

Захватные устройства могут быть с **постоянными магнитами и электромагнитные**. Такие устройства пригодны для захвата только деталей из магнитных материалов преимущественно с плоскими поверхностями. **Электромагнитные захваты** имеют простую конструкцию — катушку и сердечник (рис. 9, а). Электромагнитные захваты часто komponуются на базе небольших электромагнитов, установленных на общей раме (рис. 9, б). Такие захваты часто применяют для переноски фасонных, круглых и решетчатых поверхностей, захватить которые вакуумными захватами невозможно. Захватные устройства с постоянными магнитами более сложны и не нашли широкого применения, так как их необходимо оснащать специальными устройствами для операции высвобождения детали.

Вакуумные захватные устройства могут быть с простыми присосками и с принудительным поддержанием вакуума (всасывающие чаши). Такие устройства пригодны для захвата заготовок, имеющих плоские ровные поверхности. Основными элементами вакуумных захватов являются присоски и устройства для создания вакуума. Присоски изготавливают из резины или пластических материалов. Обычно для захвата детали используют несколько присосок.

Распространенным устройством для создания вакуума являются **инжекторы**. В этом случае разрежение получается без специальной насосной установки за счет энергии сжатого воздуха, получаемого из заводской сети. Основой инжектора является тройник, в который вклеивают или впаивают пробки с отверстиями малого диаметра.

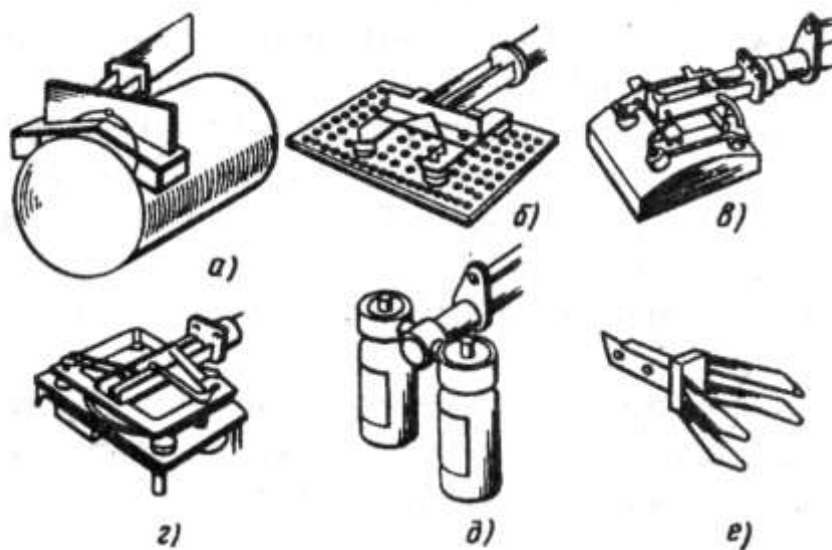


Рис. 9. Захватные устройства: а и б — электромагнитные; в и г — вакуумные; д и е — с эластичными камерами

В вакуумном захватном устройстве (рис. 9, в) с четырьмя присосками вакуум создается инжектором, общим для всех присосок и расположенным на раме захвата. В конструкциях захватов, показанных на рис. 9, г, инжекторы установлены в каждой присоске, причем они выполняют также и роль присоединительной арматуры воздухопровода.

Захватные устройства с эластичными камерами (рис. 9, д) применяют для захвата хрупких изделий. Их действие основано на деформации эластичной камеры под действием давления воздуха или жидкости. **Захватное устройство с эластичными камерами — пальцами** (рис. 9, е) применяют для удерживания деталей как за наружную, так и за внутреннюю поверхность. Обращенные внутрь поверхности пальцев менее эластичны, чем их тыльные стороны, поэтому при подаче давления они изгибаются и прилегают к детали, повторяя ее конфигурацию.

Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков

На токарных и круглошлифовальных станках обрабатываемые детали в зависимости от формы и размеров, устанавливают в центрах или в патроне. Один центр расположен в шпинделе передней бабки, а второй в шпинделе задней бабки токарного или шлифовального станка. Патрон устанавливают и закрепляют на конце шпинделя передней бабки станка.

Центры подразделяют на следующие типы:

1. Неподвижные нормальные и специальные;
2. Вращающиеся нормальные и специальные;
3. Плавающие специальные;
4. Рифленные специальные;
5. Срезанные.

Конусная поверхность центра предназначена для установки детали и имеет угол при вершине 60° , 90° , 120° ; хвостовик центра изготавливают с конусом Морзе определенного номера (№ 2, 3, 4, 5, 6).

Не вращающиеся центры станков от трения сильно нагреваются и изнашиваются. Для уменьшения износа и увеличения срока их службы применяют вращающиеся задние центры, менее точные, чем не вращающиеся. Задний центр (**рис. 1**) применяют для

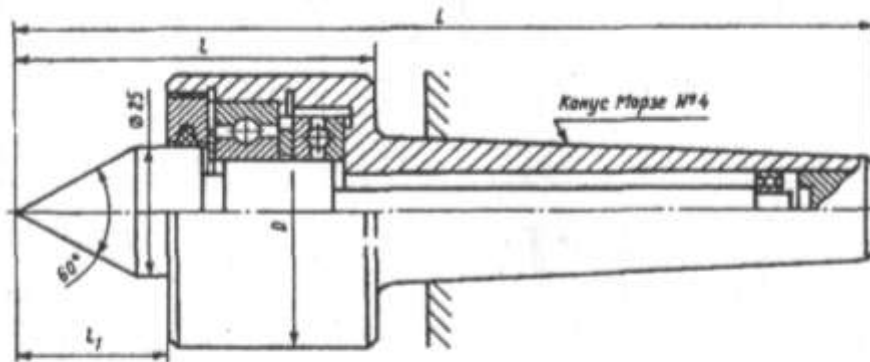


Рис. 1 Вращающийся задний центр

установки заготовок с центровыми отверстиями, а задний центр, показанный на **рис. 2** для обработки заготовок полых деталей.

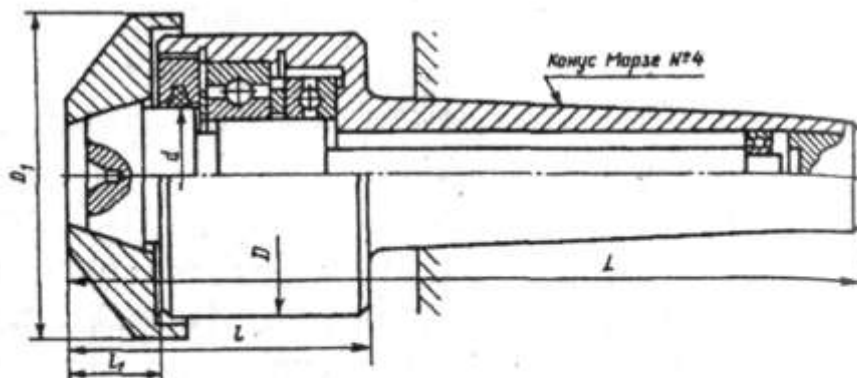
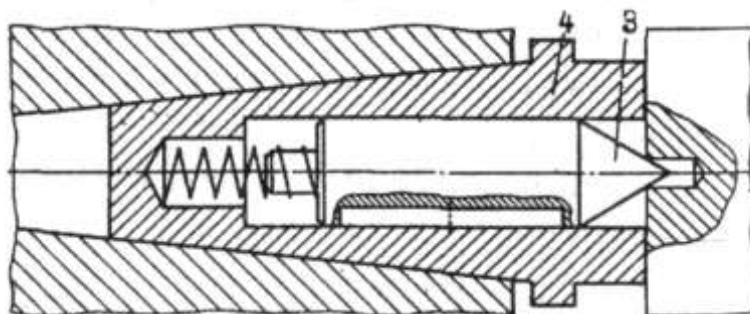


Рис. 2 Задний вращающийся центр для обработки заготовок полых деталей

Основные размеры вращающихся центров нормализованы.

При обработке ступенчатых валов на многорезцовых станках для получения заданных линейных размеров заготовку вала устанавливают на **плавающий** (подпружиненный) передний центр.



На **рис.3** показана конструкция такого подпружиненного центра. Такие центры применяют также при обработке на станках с ЧПУ.

Рис. 3 Подпружиненный центр для токарных станков с ЧПУ

Обработка валика в центрах токарного станка с поводковым устройством для вращения заготовки представлена на **рис. 4**.

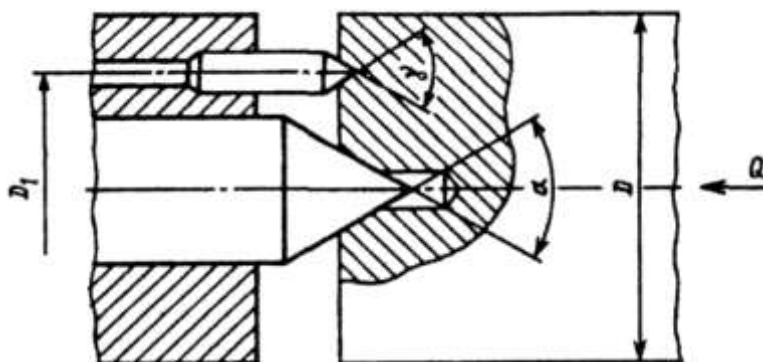


Рис. 4. Поводковое устройство для вращения заготовки

Сила для вдавливания поводков в торец обрабатываемой заготовки:

$$Q \geq \pi \cdot P_z \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \cdot \frac{D}{D_1}; \quad Q \geq 1,8 \cdot P_z \cdot \frac{D}{D_1} \quad \text{при} \quad \gamma = 60^\circ$$

При обработке заготовки в **центрах с рифленным центром** (**рис. 5**), представляющим собой поводок, вращающий деталь при обработке, сила, требуемая для вдавливания рифленного поводкового центра в заготовку:

$$Q \geq \frac{2 \cdot P_z \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \frac{D}{D_1}; \quad Q \geq 4 \cdot P_z \cdot \frac{D}{D_1} \quad \text{при} \quad \gamma = 90^\circ, \alpha = 60^\circ$$

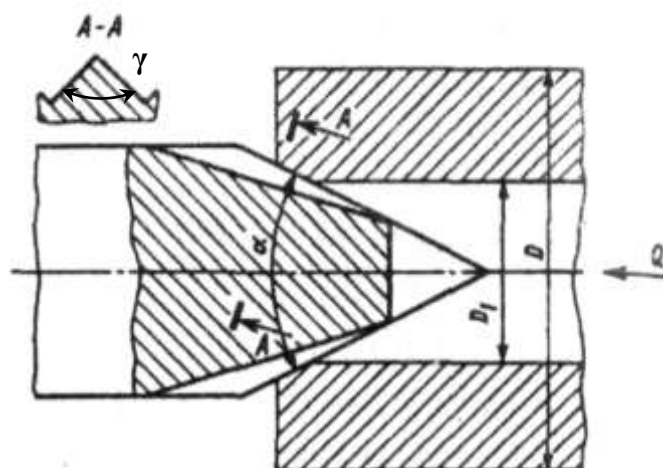


Рис. 5. Рифленый поводковый центр

Срезанные центры (рис. 6) позволяют обрабатывать торец заготовки, закрепленной в центрах.

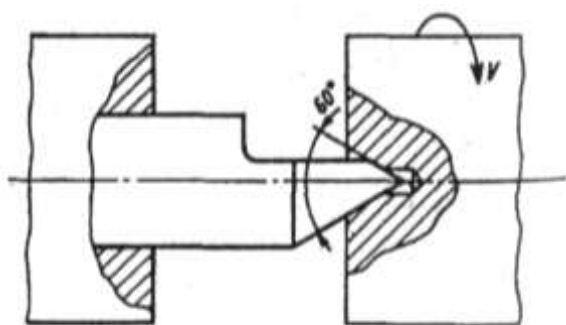


Рис. 6. Срезанный центр для обработки торцов заготовки

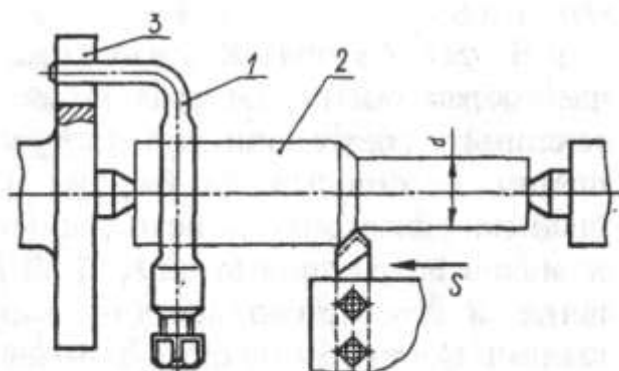


Рис. 7. Схема поводкового приспособления для вращения детали при обработке на токарном станке

Поводковые приспособления применяют для передачи вращательного движения (крутящего момента) от шпинделя станка к обрабатываемой заготовке 2, установленной в центрах, на оправке или в патроне. К поводковым приспособлениям относятся хомутики 1, поводковые планшайбы 3. Схема поводкового патрона представлена на рис. 7.

Хомутик 1 с ручным зажимом надевают на заготовку 2, крепят винтом и затем заготовку с хомутиком устанавливают в центрах станка. При включении станка обрабатываемая заготовка через поводковую планшайбу и хомутик вращается от шпинделя станка.



Рис. 8. Не вращающийся центр

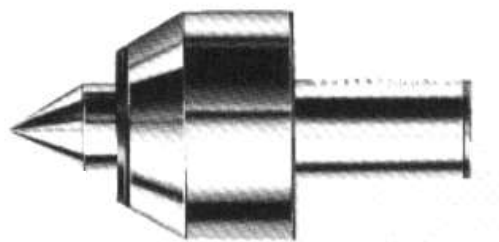


Рис. 9. Вращающийся центр

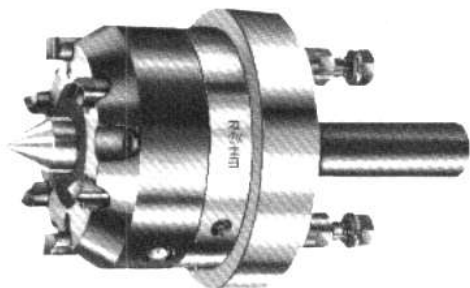


Рис. 10. Поводковый патрон

Самозажимные поводковые патроны изготовляют с двумя или тремя эксцентриковыми кулачками с насечкой, которые в начале обработки под действием сил резания зажимают заготовку, установленную в центрах станка и передают ей крутящий момент от шпинделя станка.

При увеличении крутящего момента резания автоматически увеличивается и крутящий момент от шпинделя, передаваемый кулачками патрона на заготовку.

Для удобной установки заготовки в центры применяют поводковые патроны с автоматическими раскрывающимися кулачками. Равномерный зажим заготовки всеми кулачками обеспечивается тем, что применяют плавающие кулачки или кулачки с независимым перемещением. **Самозажимные поводковые патроны** позволяют устанавливать кулачки на различный диаметр обрабатываемых заготовок в определенном диапазоне. Эти патроны применяют при центровой обработке на многолезцовых станках или станках с ЧПУ для передачи заготовке от шпинделя станка больших крутящих моментов.

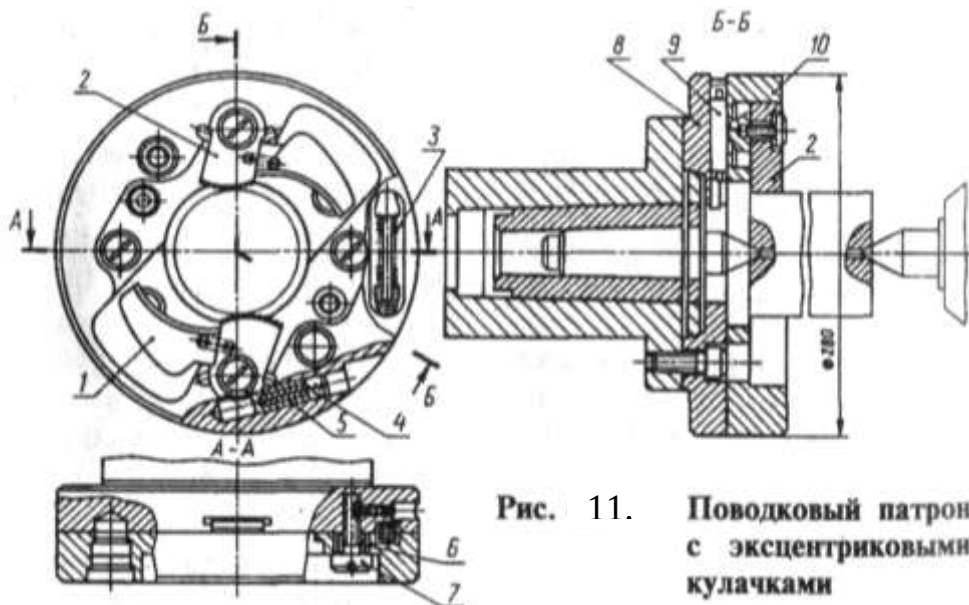


Рис. 11. Поводковый патрон с эксцентриковыми кулачками

На **рис. 11** показан поводковый патрон с двумя эксцентриковыми сменными кулачками. Фланец 8 патрона устанавливают коническим отверстием на шпиндель и крепят винтами к его фланцу. Корпус 10 патрона соединяется с фланцем 8 винтами 7, проходящими через распорные втулки 6, он имеет ведущие пальцы 9, на которых установлены кулачки 2. Для одновременного зажима заготовки двумя кулачками корпус 10 может перемещаться относительно фланца в направлении его пазов и пружиной 3 поворачиваться в начальное положение.

В момент включения станка шпиндель с патроном начинает вращаться и кулачки 2 под действием центробежных сил от грузов 1, мгновенно поворачиваясь на пальцах, предварительно зажимают заготовку, предупреждая ее провертывание в начале резания, **окончательный зажим заготовки** производится в начальный момент резания от составляющей силы резания P . После обработки станок выключается, шпиндель не вращается, кулачки 2 толкателями 5 под действием пружин 4 поворачиваются на пальцах 9 в исходное положение и деталь разжимается.

Меня кулачки патрона, обеспечивают изготовление деталей диаметром 30-150 мм.

Центробежную силу определяют через массу груза и угловую скорость вращения его центра тяжести:

$$P_{ц} = m\omega^2 R,$$

Суммарная сила зажима кулачками патрона:

$$W_{з\cdot сум} = P_{ц} Z \cos 30^\circ,$$

где Z — число кулачков патрона.

Двухкулачковые поводковые патроны нормализованы, они могут иметь плавающий (подпружиненный) центр.

Универсальные кулачковые патроны

применяют для установки и зажима заготовок различных деталей, обрабатываемых на токарных и шлифовальных станках. В зависимости от количества кулачков патроны разделяются на двух-, трех- и четырехкулачковые. Патроны двух- и трех- кулачковые являются **самоцентрирующимися**; четырехкулачковые патроны изготовляют в основном с независимым перемещением кулачков, но бывают и самоцентрирующие.



Наибольшее применение имеют универсальные трехкулачковые спирально-реечные патроны. На **рис. 12** показан **трехкулачковый спирально-реечный самоцентрирующий патрон**, устанавливаемый на резьбовом конце шпинделя токарного станка. В корпусе 1 патрона расположен диск 2, имеющий на одном торце коническое зубчатое колесо, а на другом — спиральные реечные пазы, находящиеся в зацеплении с рейками 3. В крестообразном пазу реек 3 устанавливают и закрепляют винтами 4 прямые или обратные накладные кулачки 5. При вращении торцовым ключом одного из трех конических колес 6, находящихся в зацеплении с коническим колесом диска 2, последний поворачивается и перемещает рейки 3 с кулачками 5 к оси патрона при зажиме заготовки и от оси — при разжиме.

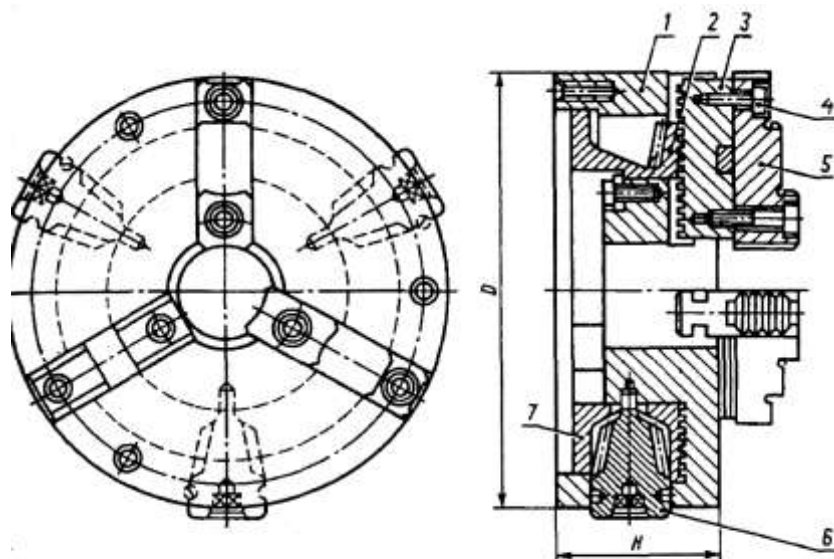


Рис.12. Трехкулачковый спирально-реечный самоцентрирующий патрон

Крышка 7 удерживает диск 2 в корпусе патрона от продольного смещения и препятствует попаданию в патрон стружки и грязи.

Некоторые патроны изготавливаются с цельными прямыми или обратными кулачками с нарезанными на их торцах рейками для непосредственного сопряжения со спиральными пазами диска 2. Недостаток этих патронов состоит в том, что радиусы кривизны на различных участках спирали диска 2 различны, а радиус реек 3 кулачков одинаков, поэтому соприкосновение реек 3 с витками спирали диска 2 происходит не по всей поверхности, а по небольшим узким участкам.

При неполном зацеплении витков спирали диска с рейками кулачков возникают высокие удельные давления в сопряжении и происходит значительный износ центрирующего механизма и потеря точности патрона. Для повышения износостойкости применяют закалку, и шлифование витков спирали диска и реек кулачков патрона.

Универсальные четырехкулачковые патроны применяют для установки и зажима заготовок некруглой формы, обрабатываемых на токарных, револьверных, сверлильных станках в единичном и серийном производствах. На **рис. 13** показан универсальный четырехкулачковый патрон с механизированным приводом для перемещения кулачков к оси и от оси патрона.

Каждый кулачок независимо от других можно устанавливать на требуемое расстояние от оси патрона в соответствии с формой и размерами обрабатываемых заготовок. Предварительный зажим заготовки производится одной парой кулачков и затем - второй, окончательный, всеми четырьмя кулачками одновременно. При перемещении поршня со

штоком в пневмоцилиндре влево шток через тягу и винт 1 передвигает втулки 2 и 7, последняя установлена на резьбе втулки 2. При перемещении влево втулка 7 через плавающие шарики 8 передвигает втулки 3 и 4. Эти втулки имеют по два диаметрально расположенных паза, в которых установлены попарно длинными плечами рычаги 6 и 10. Каждая втулка 3 и 4 поворачивает только одну пару рычагов 10 и 6. Втулки 3 и 4 под действием плавающих шариков 8, перемещаясь влево, поворачивают рычаги 10 на осях 11 и рычаги 6 на осях 5, а короткими плечами каждая пара рычагов 10 и 6 сдвигает кулачки 9 к центру патрона, и деталь зажимается.

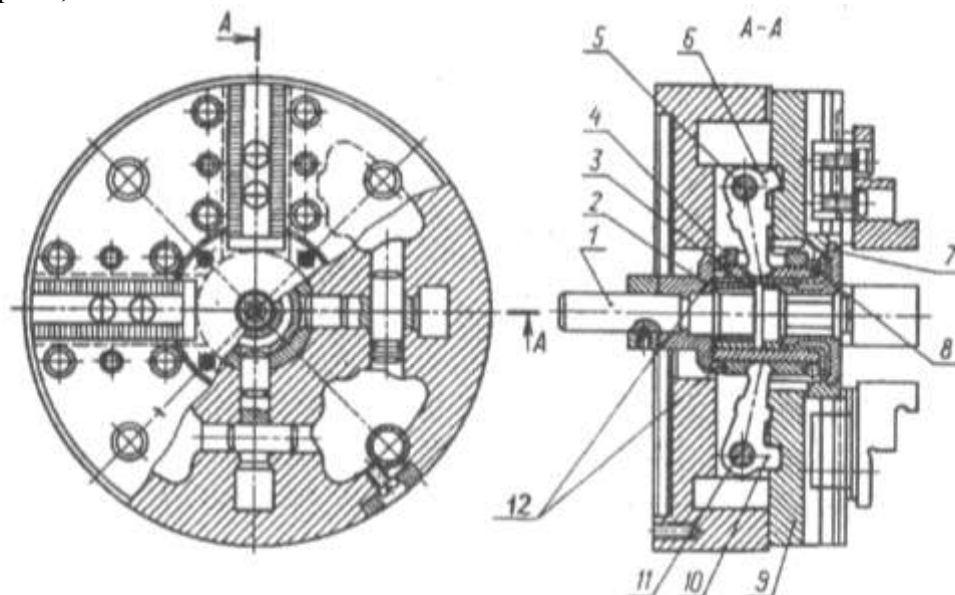


Рис. 13. Универсальный четырехкулачковый патрон с механизированным приводом

При перемещении поршня со штоком в пневмоцилиндре вправо шток через тягу и винт 1 передвигает втулки 2 и 7 и втулка 2 через плавающие шарики 8 смещает втулки 3 и 4 вправо. Тогда и втулки поворачивают длинные плечи каждой пары рычагов 10 и 6 вправо, а короткие плечи рычагов разводят кулачки 9, деталь разжимается.

Зажим и разжим каждой парой кулачков производится последовательно с помощью плавающих секторов 8 и 12, перемещающихся перпендикулярно относительно оси патрона.

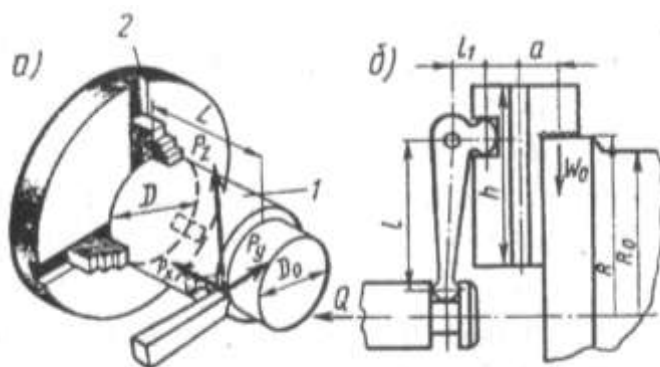


Рис. 14. Силы резания, действующие на обрабатываемую заготовку, закрепленную в патроне (а), и силы на штоке механизированного привода с рычажным перемещением кулачков (б)

Сила зажима заготовки одним кулачком патрона:

$$W_o = \frac{W_{\text{сум}}}{n} = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{f \cdot R \cdot n}$$

$K=1,3 \dots 1,6$ – коэффициент запаса;

R – радиус зажатой кулачками части заготовки;

R_o – радиус обрабатываемой части детали;

f – коэффициент трения между заготовкой и кулачками.

Мембранные патроны

Патроны для закрепления цилиндрических и конических зубчатых колес при шлифовании отверстий используются после закалки профиля зубьев. Эта операция обычно является последней и обеспечивает concentricность оси начальной окружности колеса с осью центрального отверстия. Центрирование и закрепление зубчатого колеса в патронах при шлифовании центрального отверстия производится по боковым профилям зубьев. Для этого во впадины прямозубого цилиндрического колеса устанавливают ролики, во впадины косозубого цилиндрического колеса - шарики или витые упругие ролики, во впадины конического колеса — шарики.

Патроны для центрирования и закрепления зубчатых колес при шлифовании отверстия подразделяют на четыре группы:

1. Для одновенцовых цилиндрических колес;
2. Для двух- и многовенцовых цилиндрических колес;
3. Для цилиндрических колес с внутренним зацеплением;
4. Для конических зубчатых колес.

Патроны подразделяют на специальные и универсальные. **Специальные патроны** применяют для шлифования отверстия зубчатых колес одного типоразмера, **универсальные** - для нескольких типоразмеров. При проектировании таких патронов необходимо рассчитывать диаметр роликов (шариков), устанавливаемых во впадинах зубчатого колеса, и расстояние между осью роликов и осью патрона.

На **рис. 15** показан **мембранный патрон** с пятью кулачками для шлифования отверстия в цилиндрических зубчатых колесах. Эти патроны обеспечивают высокую точность центрирования колес, надежны в эксплуатации и просты в изготовлении. В патроне можно закреплять цилиндрические колеса с прямыми зубьями с наибольшим наружным диаметром 175 мм и числом зубьев, кратным пяти.

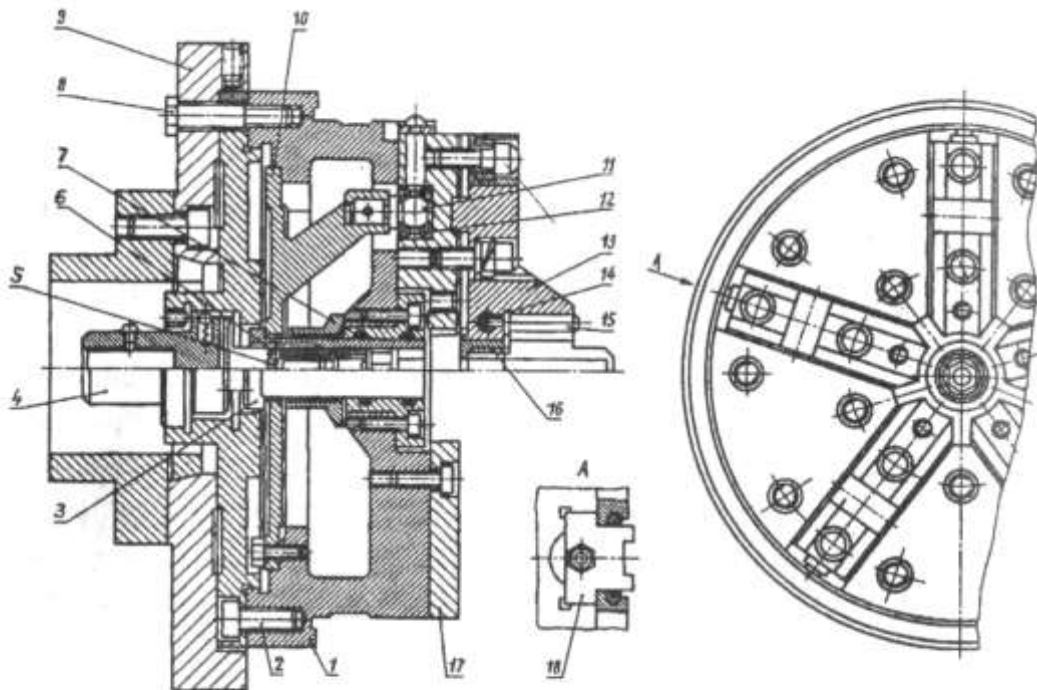


Рис. 15. Мембранный патрон для шлифования центрального отверстия в прямозубых зубчатых колесах

Корпус патрона 1 крепится к планшайбе 9 винтами 8. Патрон с планшайбой устанавливают внутри шлифовального станка.

В патроне имеется мембрана (диск) 10, изготовленная заодно с пятью рождками (кулачками), равномерно расположенными по окружности мембраны. В отверстиях рождков мембраны закреплены сферические опоры 11. Мембрана 10 крепится к корпусу 1 десятью винтами. На передней части корпуса имеются пять радиальных прямоугольных пазов, в которых установлены направляющие колодки 18, закрываемые секторами 17, закрепленными на корпусе. Колодки 18 имеют на торце крестообразные пазы для установки сменных кулачков 13, закрепляемых на колодках винтами. В отверстие вставлены резиновые стержни 14, в которые ввинчены ролики 15.

Центрирование обрабатываемого зубчатого колеса производится роликами 15, которые свободно расположены во впадине между зубьями колеса. Торцом зубчатое колесо упирается в торцы сменных кулачков 13. При подаче сжатого воздуха *в левую полость пневмоцилиндра* поршень со штоком и тягой движется вправо и шток через тягу и втулку 4 перемещает втулку 3, которая головкой нажимает на мембрану 10 и выгибает ее, а рождки с кулачками 13 разводятся и зубчатое колесо устанавливается в патрон.

Во время подачи сжатого воздуха *в правую полость пневмоцилиндра* поршень со штоком и тягой перемещается влево и шток через тягу и втулку 4 отводит втулку 3 от мембраны 10. Мембрана 10 за счет упругих сил выпрямляется, и рождки и опоры 11 через сферические шайбы 12 перемещают колодки 18 с кулачками 13 к центру. Кулачки 13, нажимая на ролики 15, центрируют и зажимают зубчатое колесо.

При смене кулачков 13 рабочая поверхность установочных кулачков и их опорные торцы шлифуются на станке. При шлифовании кулачки находятся в сведенном положении и между ними по поверхностям "А" закрепляется кольцо 16.

Втулка 7 предохраняет мембрану 10 от излишнего прогиба. Перемещение кулачков 13 регулируется продольным перемещением втулки 3, которая крепится шариком 6 и винтом 5.

Магнитные и электромагнитные патроны

различают двух видов: круглые патроны с постоянными магнитами и круглые электромагнитные патроны.

Круглые патроны с постоянными магнитами применяют для установки и закрепления заготовок на токарных и шлифовальных станках. Закрепление заготовок на таких патронах происходит быстро. Базовые поверхности заготовок — колец, дисков — должны представлять собой плоскость с шероховатостью $Ra=2,5...1,25$ мкм. С увеличением шероховатости на базовой поверхности заготовок сила ее крепления на патроне значительно снижается, так как увеличивается воздушный зазор, который создает большое сопротивление прохождению магнитного потока.

Сила закрепления при установке на патрон закаленных заготовок больше, чем при установке незакаленных деталей.

Магнитные патроны применяют при чистовом протачивании поверхностей небольших деталей на токарных станках и при шлифовании наружных и внутренних поверхностей на шлифовальных станках.

На **рис.16** показан **патрон с постоянным магнитом** с наружным диаметром 265 мм. Патрон имеет корпус 8 из силумина, верхнюю 11 и нижнюю 14 плиты. В корпусе размещается магнитный блок, состоящий из цилиндрических постоянных магнитов 6 и пластин 7 из железа Армко, залитых эпоксидным клеем. Магнитный блок смонтирован на промежуточной плите 16, на которой закреплены крайние пластины 5 и 12 магнитного блока. В пластине 5 закреплена гайка 4 с внутренней трапецеидальной резьбой, а с гайкой

связан винт 2, вращающийся в двух бронзовых втулках 3, установленных в корпусе патрона. Винт 2 имеет цилиндрический буртик, который не дает ему перемещаться в осевом направлении. При вращении торцовым ключом 1 гайка 4 с пластиной 5 и магнитным блоком перемещаются, а винт 2 не смещается в осевом направлении.

На **рис. 16** показано включенное положение магнитного патрона; при этом пластины 7 магнитного блока совпадают со вставками 9 из железа Армко верхней плиты 11. В этом положении патрона магнитный поток должен пройти через обрабатываемую заготовку. Магнитный блок во включенном положении патрона фиксируется упором 17, в который после перемещения магнитного блока упирается пластина 5.

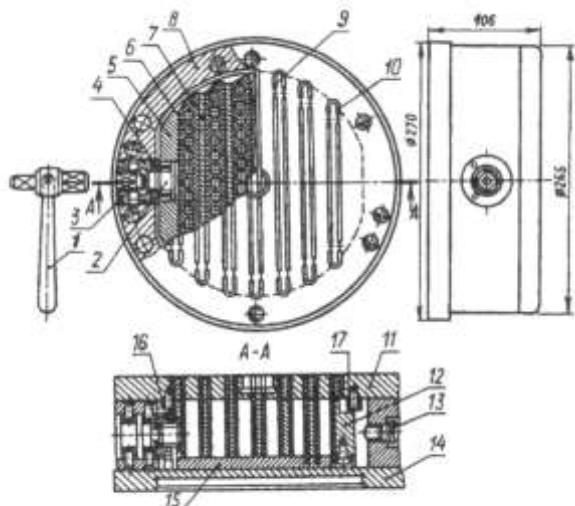


Рис. 16. Патрон с постоянным магнитом

оси патрона, требуется сила 80 кгс, т.е. в пять раз меньше. Поэтому для предупреждения сдвига заготовки в радиальном направлении следует применять упоры.

Круглые электромагнитные патроны применяют для установки и закрепления заготовок тонких плоских деталей и деталей другой формы, обрабатываемых на токарных и шлифовальных станках.

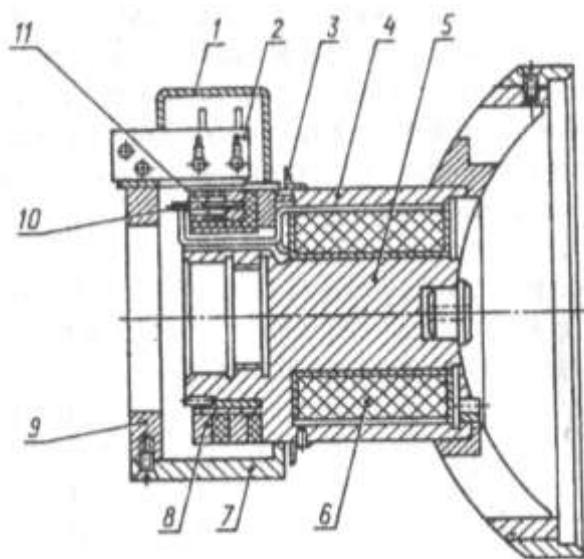


Рис. 17. Круглый электромагнитный патрон для закрепления заготовок тонких плоских деталей

Для выключения патрона ключом 1 вращают гайку 4 и перемещают магнитный блок на 4,25 мм, при этом крайняя пластина 12 блока прижимается к упору.

Внутри патрона через резьбовое отверстие с пробкой 13 заливают минеральное масло.

Фактическая сила притяжения патрона зависит от многих причин: размеров детали, ее материала, состояния базовой поверхности и т.д. Например, стальная заготовка, закрепленная на поверхности магнитного патрона, требует силу 400 кгс для отрыва ее в направлении оси патрона, а для сдвига этой заготовки по плоскости патрона в направлении, перпендикулярном

На **рис. 17** показана конструкция круглого электромагнитного патрона к токарному станку для закрепления заготовок тонких плоских деталей. Электромагнитный патрон состоит из корпуса 4, в выточке которого установлен каркас с намотанной на него катушкой 6. Концы катушки выведены через отверстие в корпусе 4 и соединены с двумя контактными кольцами 8 с помощью двух шпилек 11. Контактные кольца 8 электрически изолированы между собой и корпусом 4. Каркас с катушкой 6 неподвижно установлен в корпусе 4 и предохраняется от попадания пыли и грязи гайкой 5. Контактное устройство электромагнитного патрона состоит из хомута 9 с текстолитовым щитом 2,

щеткодержателями и щетками 12, скользящими по цилиндрической поверхности контактных колец 8. Щеткодержатели со щетками 12 закрыты металлическим кожухом 1. Контактное устройство крепят на неподвижной гайке 7 передней бабки станка. Для предохранения от абразивной пыли контактного устройства на корпус патрона установлено лабиринтное кольцо 3.

При включении катушки 7 в цепь постоянного тока создается магнитное поле, которое притягивает обрабатываемую заготовку к катушке и она закрепляется в патроне.

Магнитные силовые линии пройдут через стальной корпус 4 через заготовку, затем вернутся в корпус и в нем завернутся. Электромагнитный патрон резьбовым отверстием 10 устанавливается на шпиндель станка.

Необходимо отметить, что магнитные и электромагнитные зажимные приспособления имеют **недостаток**, заключающийся в намагничивании обрабатываемых заготовок вследствие чего, после обработки требуется демагнитизация деталей, которая производится в специальных устройствах — демагнитизаторах.

Люнеты

применяют как дополнительные опоры для уменьшения прогиба заготовок длинных деталей при $l > 12d$, обрабатываемых и шлифовальных станках (l — длина детали; d — наибольший диаметр детали).

По конструкции **люнеты** разделяются на универсальные и специальные, по способу установки на станке — на неподвижные и подвижные.

Универсальные люнеты с раздвижными кулачками применяются при изготовлении деталей с разными диаметрами. **Специальные люнеты** применяются для обработки партии деталей одного размера или для поддержания приспособления, установленного на шпинделе станка с большим вылетом.

Универсальные люнеты устанавливают на станке (неподвижные), или на каретке станка, с которой они перемещаются (подвижные). На **рис. 18** показан неподвижный универсальный люнет. В корпус 4 люнета вместо кулачков установлены два шарикоподшипника 5. В отверстие крышки 6 вставлен валик 9 с пружиной, на конце которого подвижно закреплена серьга 11 с двумя шарикоподшипниками 5. При закреплении обрабатываемого вала 7 опускают крышку 6 люнета и верхней гайкой 8 регулируют положение валика 9. Затем рукояткой 1 поворачивают эксцентрик 2, в спиральный паз которого входит штифт 3, установленный в крышке 6, и крышка перемещается к центру люнета. При этом пружина 10 прижмет серьгу 11 с верхними подшипниками 5 к валу 7, и он зажимается между верхними и нижними подшипниками люнета.

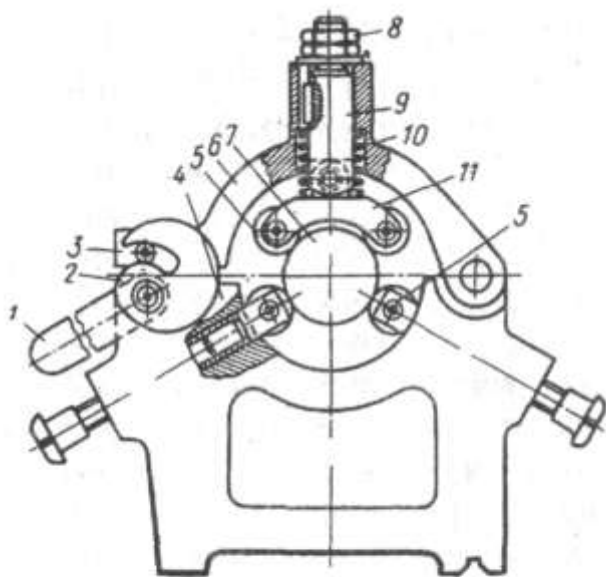


Рис. 18. Неподвижный универсальный люнет



Неподвижный люнет, все пиноли могут регулироваться спереди станка. Это снижает возможность травматизма и облегчает работу на станке



Неподвижный самоцентрирующийся люнет с приводом от гидравлики



Подвижный самоцентрирующийся люнет с приводом от гидравлики

ЛЕКЦИЯ № 9

Приспособления для сверлильных станков

Приспособления для сверлильных станков занимают большой удельный вес в технологическом оснащении. Современные требования к качеству машин не позволяют вести сверление отверстий по разметке, поэтому сверлильные приспособления широко применяются не только в массовом, но и в мелкосерийном и даже индивидуальном производстве.

Наряду с кондукторами при обработке отверстий широко применяются и зажимные приспособления без кондукторных плит и втулок при выполнении таких операций, как снятие фасок, цекование, зенкерование, нарезание резьбы и т.п.

Обработка отверстий при современных режимах резания вызвала необходимость надежного крепления обрабатываемых заготовок с минимальными затратами вспомогательного времени.

В связи с этим, получили широкое распространение кондукторы и зажимные приспособления с механизированным приводом.

Приспособления для сверлильных станков имеют большое разнообразие конструкций по устройству кондукторных плит, по методу базирования и крепления обрабатываемых заготовок и по другим признакам.

Сверлильные приспособления различаются также положением, которое занимает заготовка в процессе обработки. По этому признаку приспособления разделяются на стационарные, поворотные, передвижные и опрокидываемые. Наибольшее применение имеют стационарные и поворотные приспособления.

Стационарным приспособлением называется такое, в котором обрабатываемая заготовка в процессе всей обработки на данном станке остается неподвижной.

Поворотные приспособления применяются для обработки отверстий, расположенных с разных сторон детали или по ее окружности, и при многопозиционной обработке с применением многошпиндельных головок. Они могут иметь горизонтальную, вертикальную или наклонную ось вращения. Наибольшее применение имеют поворотные приспособления с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Такие приспособления обычно состоят из неподвижного корпуса (стойки) и поворотной части, несущей технологические наладки с закрепленной одной или несколькими обрабатываемыми заготовками.

Современные поворотные приспособления большей частью приводятся в действие от механизированного или автоматизированного привода.

Стационарные приспособления

разделяют на специальные и универсальные. **Специальные стационарные** приспособления применяют для обработки отверстий в заготовках деталей одного или нескольких типов, схожих по форме и размерам, в крупносерийном и массовом производствах.

Универсальные стационарные приспособления применяют при групповой обработке деталей, закрепленных за определенным станком, в среднесерийном и мелкосерийном производствах. Число различных типоразмеров деталей, обрабатываемых в универсальных стационарных приспособлениях, можно значительно увеличить применением сменных наладок.

Широкое применение таких приспособлений, их механизация и автоматизация значительно повышают производительность труда и сокращают время и средства на подготовку производства к запуску нового изделия.

К стационарным приспособлениям можно отнести кондукторные плиты, скальчатые кондукторы, различные патроны с автоматизированным приводом.

Приспособления, служащие для обработки заготовок на сверлильных станках, и имеющие кондукторные втулки для направления режущего инструмента, называют кондукторами. Иногда при обработке отверстий, расположенных на различных поверхностях заготовок, требуется изменять ее положение на станке относительно режущего инструмента. Для этого применяют кондукторы различных видов: накладные, стационарные, передвижные, поворотные.

Накладные кондукторы устанавливают непосредственно на обрабатываемую заготовку и после обработки отверстий снимают с детали.

Скальчатые кондукторы консольного или portalного типа имеют широкое применение для обработки заготовок различных деталей на сверлильных станках. **Скальчатый кондуктор** состоит из постоянных нормализованных и сменных узлов (наладок) и деталей. Постоянными узлами и деталями скальчатого кондуктора является корпус, две или три скалки, установленные в корпусе для закрепления кондукторной плиты, постоянная кондукторная плита и механизм для перемещения скалок с постоянной кондукторной плитой вниз при зажиме и вверх при разжиме обрабатываемой детали.

К сменным узлам и деталям скальчатого кондуктора относятся сменные наладки для установки обрабатываемых заготовок и сменные кондукторные плиты, в которых смонтированы кондукторные втулки. Сменные наладки устанавливают, фиксируют и закрепляют на столе корпуса кондуктора, а сменную кондукторную плиту — на нижней плоскости постоянной кондукторной плиты.

Различные типоразмеры скальчатых кондукторов применяют для обработки отверстий — различных по форме и габаритным размерам деталей. В зависимости от вида механизма для подъема и опускания направляющих скалок с кондукторной плитой скальчатые кондукторы подразделяются на следующие типы:

1. С реечным механизмом и приставным роликовым или эксцентриковым замком;
2. С реечным механизмом и торсионно-роликовым замком;
3. С реечно-конусным (клиновым) механизмом;
4. С реечно-пружинным механизмом;
5. С пружинно-кривошипным или пружинно-кулачковым механизмом;
6. С пневматическим приводом.

Наибольшее практическое применение получили кондукторы с реечно-конусным

механизмом и с пневматическим приводом. На **рис. 1** показан нормализованный **скальчатый кондуктор** консольного типа с встроенным пневматическим приводом. Кондуктор служит для обработки отверстий в заготовках деталей средних размеров. Нижняя часть корпуса 9 кондуктора является пневмоцилиндром, в котором перемещается поршень 12 со штоком 3. Постоянная кондукторная плита 5 установлена на направляющих скалках 2, 4 и на штоке 3.

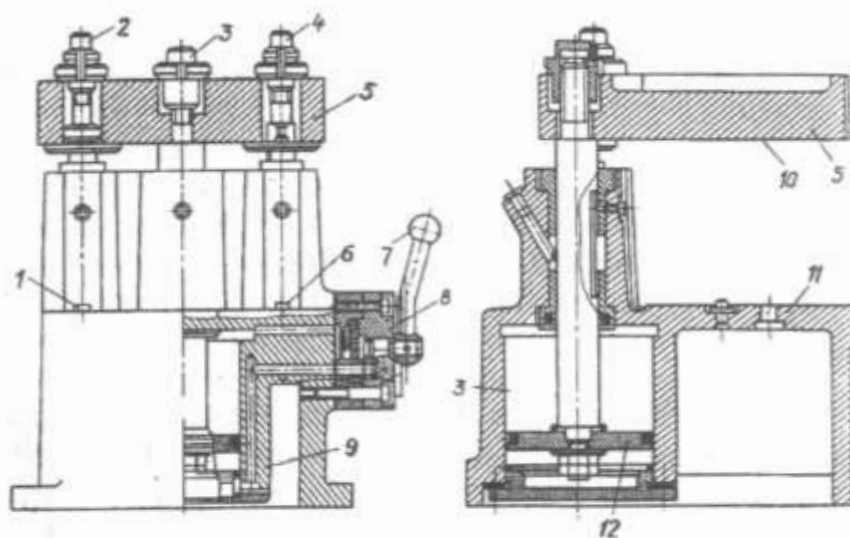


Рис. 1. Нормализованный скальчатый кондуктор консольного типа с встроенным пневматическим приводом

На нижней плоскости 10 кондукторной плиты 5 установлена и закреплена сменная кондукторная плита с кондукторными втулками. Сменная наладка для установки и закрепления заготовок помещается на плоскости 11 стола корпуса приспособления. На столе имеется два фиксирующих пальца 1 и 6 и четыре отверстия диаметром 13 мм, которые служат для фиксации и закрепления сменных наладок.

Поворотные приспособления

применяют, как было сказано выше, для обработки отверстий, расположенных на разных поверхностях детали или по окружности, а так же при обработке отверстий на нескольких позициях стола станка многошпиндельными головками с различным режущим инструментом.

При последовательной обработке отверстий в заготовках установленных в поворотных приспособлениях, приспособления с заготовками периодически поворачиваются около своих осей.

Поворотные приспособления применяют с вертикальной, горизонтальной или наклонной осями вращения. Поворотные приспособления с вертикальной осью вращения называют столами (**рис.3**), а с горизонтальной осью — стойками (**рис.2**).

Стойки бывают одно- и двухопорные. Поворотные столы и стойки состоят из корпуса (неподвижная часть) и планшайбы (поворотная часть).

На поворотной части стола или стойки крепят сменные наладки с кондукторными втулками и с установочно-зажимными элементами, в которых устанавливают и зажимают заготовки. Углы поворота подвижных частей столов и стоек на одно деление отсчитывают по круговой шкале с конусом или фиксатором. Столы и стойки поворачивают вручную или механизированным приводом.

Поворотные столы и стойки нормализованы, их применяют в единичном, мелкосерийном и среднесерийном производствах и частично в крупносерийном и массовом производствах.



Рис.2. Поворотные стойки

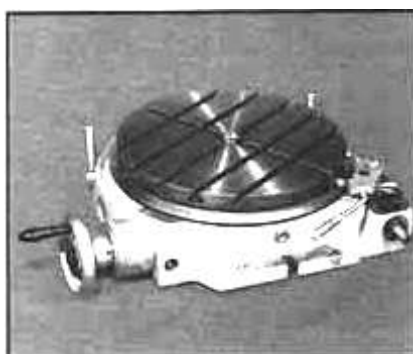


Рис.3. Поворотный стол

Многошпиндельные и револьверные сверлильные головки

Многошпиндельные сверлильные головки подразделяются на специальные и универсальные. **Специальные головки** применяют при обработке отверстий в заготовках деталей одного типоразмера, поэтому расстояние между осями шпинделей, в таких головках постоянно. **Универсальные головки** применяют для обработки отверстий в заготовках деталей, различных по форме и размерам; расстояние между осями шпинделей в этих головках можно изменять в соответствии с расположением отверстий в деталях.

Универсальные и специальные многошпиндельные головки могут иметь шестеренчатый или кривошипно-шатунный привод. Многошпиндельные головки применяют **в крупносерийном и массовом производствах**, а универсальные головки - в **среднесерийном** производстве. Для обработки отверстий различными режущими инструментами в **серийном** производстве следует применять насадные **револьверные головки**.

Головки с шестеренчатым приводом состоят из следующих элементов: корпуса; центрального вала с ведущей шестерней; промежуточных валиков с паразитными шестернями, рабочих шпинделей с ведомыми шестернями и державками для закрепления режущих инструментов.

Многошпиндельную сверлильную головку центрируют по буртику фланца гильзы шпинделя вертикально-сверлильного или агрегатного станка и закрепляют на фланце шпильками и гайками.

Ведущий валик многошпиндельной головки соединяют с шпинделем станка, от которого он вращается. В зависимости от расстояний между осями обрабатываемых отверстий головки изготовляют с одно- или двухъярусным расположением паразитных зубчатых колес. Эти колеса передают вращение с ведущего на ведомые зубчатые колеса, установленные на рабочих шпинделях, и обеспечивают их вращение по часовой стрелке.

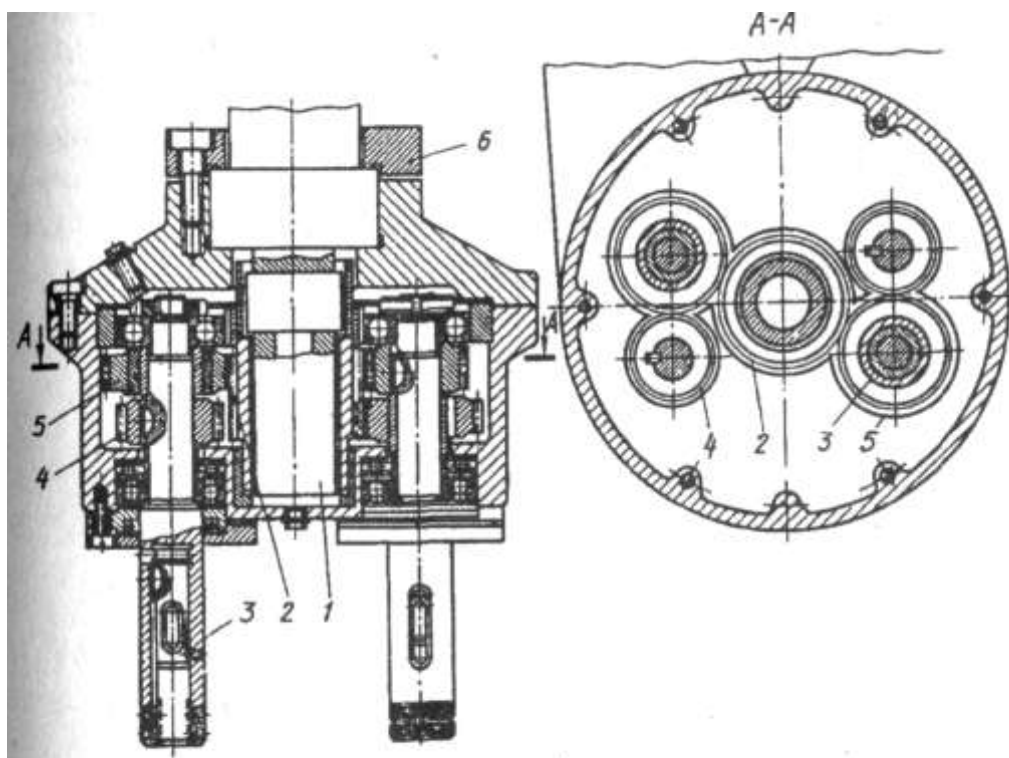


Рис. 4. Специальная сверлильная четырехшпиндельная головка

На **рис. 4** показана **специальная сверлильная четырехшпиндельная головка** для сверления четырех отверстий, расположенных по окружности небольшого диаметра. Поэтому выбирают головку с двухъярусным расположением шестерен для одновременной обработки четырех отверстий. В головке установлены четыре паразитных зубчатых колеса 5 на четырех рабочих шпинделях 3 в два ряда: два в верхнем и два в нижнем.

На центральном ведущем валу 1 сидит длинное ведущее зубчатое колесо 2, которое находится в зацеплении с четырьмя паразитными зубчатыми колесами 5 и вращает их. В свою очередь паразитные зубчатые колеса 5 через зубчатые колеса 4 передают вращение четырем рабочим шпинделям 3 сверлильной головки.

Кондукторную плиту можно изготовить заодно с корпусом приспособления или отдельно от него, т.е. подвесной. На **рис. 5** показана подвесная кондукторная плита 8, изготовленная отдельно от корпуса 1 приспособления (для упрощения чертежа показана обработка только одного отверстия). Многошпиндельная головка 7 связана с кондукторной плитой 8 двумя скалками 5. Скалки нижними концами жестко закреплены в кондукторной плите гайками 2, а верхними концами они свободно перемещаются в отверстиях 6

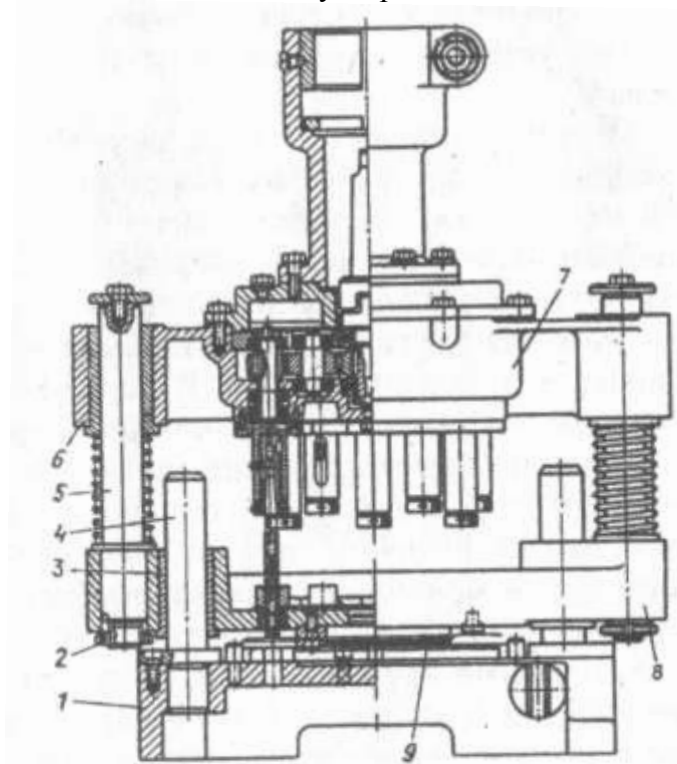


Рис. 5. Многошпиндельная сверлильная головка с подвесной кондукторной плитой.

втулок, запрессованных в корпусе 7 многошпиндельной головки. С корпусом 1 станочного приспособления многошпиндельная головка 7 и кондукторная плита 8 связана двумя направляющими пальцами 4, которые нижними концами жестко закреплены в корпусе приспособления. Пальцы 4 входят в направляющие втулки 3 подвесной плиты 8 и обеспечивают связь и правильное направление осей кондукторных втулок подвесной плиты относительно осей отверстий детали 9, установленной в приспособлении. Пружины на направляющих скалках 5 при соприкосновении кондукторной подвесной плиты с обрабатываемой заготовкой начинают сжиматься и при дальнейшем опускании головки прижимают плиту к заготовке, и она зажимается.

В станочных приспособлениях с подвесными плитами удобно устанавливать заготовки и снимать обработанные детали.

В универсальных и револьверных многошпиндельных головках положение рабочих шпинделей относительно оси головки можно изменять, поэтому одной головкой можно обрабатывать различное число отверстий, расположенных на разных диаметрах окружностей деталей.

Имеется **два типа универсальных сверлильных головок** с приводом от зубчатых колес. К первому типу относятся **головки колокольного типа**, в которых держатели шпинделей и шарнирно-телескопические приводные валики могут перемещаться по окружности головки и сдвигаться или раздвигаться по радиусам относительно оси головки в зависи-

мости от расположения обрабатываемых отверстий на деталях. Ко **второму типу** относятся **головки с поворотно-передвижными кронштейнами**, в которых размещены рабочие шпиндели головки. Конструкция головок второго типа более совершенна и поэтому они применяются больше, чем головки первого типа.

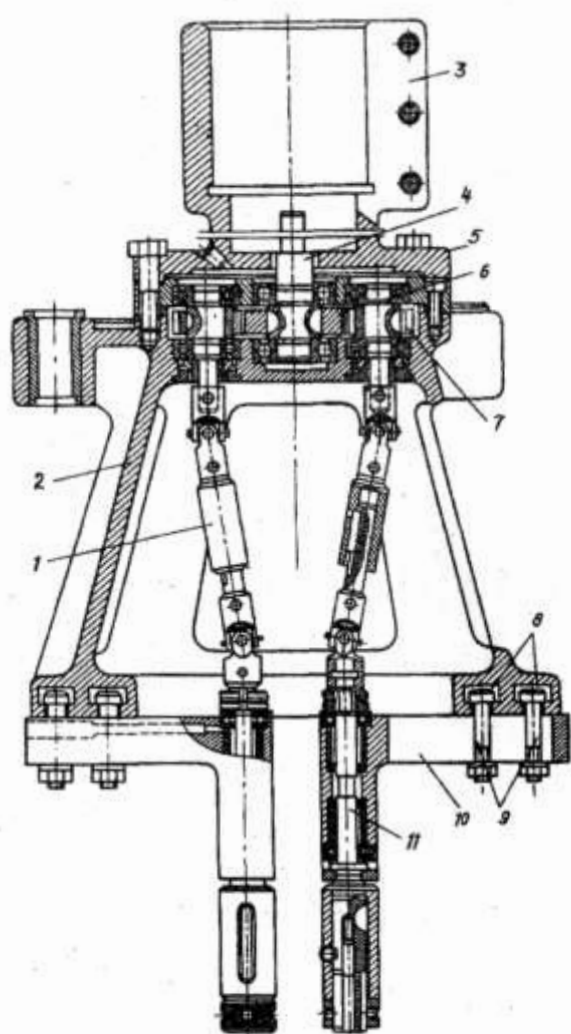


Рис. 6. Универсальная восьмишпиндельная сверлильная головка

На **рис. 6** показана универсальная восьмишпиндельная сверлильная головка **колокольного типа**, которую устанавливают и закрепляют на фланце 5 хомута 3. Хомут со сверлильной головкой закрепляют на гильзе шпинделя станка. На нижнем торце колокола 2 головки имеется два кольцевых паза 6, в которых установлены болты 9 для крепления кронштейнов 10, несущие рабочие шпиндели 11. Шпиндель станка вращает центральный валик 4 с ведущим зубчатым колесом 6. Ведущее колесо через зубчатые колеса 7 и шарнирно-телескопические валики 1 передает вращение держателям шпинделей 11. Рабочие шпиндели устанавливают в требуемое положение для обработки отверстий в различных деталях путем перемещения кронштейнов с их держателями, как в радиальном направлении, так и по окружности пазов 8 колокола 2 до момента ввода режущих инструментов, установленных в шпинделях 11, в кондукторные втулки плиты приспособления. В требуемом положении рабочие шпиндели с кронштейнами закрепляются в пазах 8 болтами 9 с гайками.

Сверление отверстий в заготовках различных деталей производится в кондукторах, закрепленных на столе

вертикально-сверлильного станка. Диаметр окружности, по которой могут быть размещены отверстия, 60-180 мм; максимальный диаметр сверления 12 мм.

Для обработки отверстий в заготовках различных деталей на вертикально-сверлильных станках применяют четырех- и шестишпиндельные **головки с поворотно-передвижным кронштейном**. На **рис. 7** показана типовая универсальная четырехшпиндельная сверлильная головка с поворотно-передвижными кронштейнами. Сверлильную головку центральным базовым отверстием в силуминовом корпусе 12 устанавливают на гильзу шпинделя станка и закрепляют двумя винтами 13. Шпиндель станка вращает установленное на шпонке на его конце ведущее зубчатое колесо 11, которое через промежуточные зубчатые колеса 8 и 5 передает вращение четырем рабочим колесам 15, сидящим на рабочих шпинделях 1. В цилиндрическом пазу корпуса 12 установлены четыре сектора 9 с отверстиями, в которых расположены шарикоподшипники, сидящие на верхних концах пустотелых валиков 7.

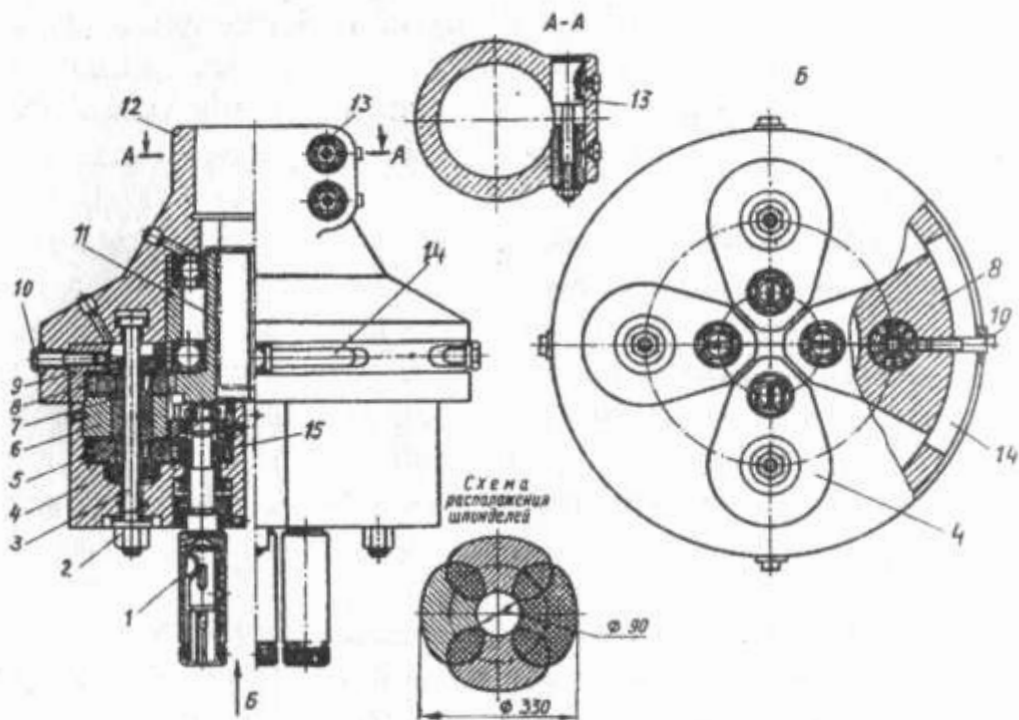


Рис. 7. Универсальная четырехшпиндельная сверлильная головка со схемой расположения шпинделей по заданным координатам

В четырех поворотных кронштейнах 4 находятся шарикоподшипники для нижних концов пустотелых валиков 6, промежуточная втулка и рабочий шпindel 1 головки. Ослабив гайку 2 на валике 7, кронштейн 4 с рабочим шпинделем 1 можно повернуть вокруг оси болта 3 на 360° . В требуемом положении каждый рабочий шпindel крепится болтом 3 при закручивании гайки 2 и винта 10. Болт 3 с гайкой 2 прижимает кронштейн 4 и сектор 9 к горизонтальной плоскости корпуса 12, а винт 10 — сектор 9 к цилиндрической поверхности корпуса. При ослаблении винта 10 сектор 9 с кронштейном 4 и рабочим шпинделем 1 можно повернуть на определенный угол относительно оси головки. При повороте сектора 9 винт 10 перемещается в пазах 14 корпуса головки.

На **рис. 7** внизу дана схема для проверки расположения шпинделей по заданным координатам, состоящая из четырех заштрихованных участков. Каждый шпindel 1 может занимать любое положение в пределах своего заштрихованного участка. Данная головка применяется для сверления отверстий, расположенных в детали по окружности или по диагонали на вертикально-сверлильном станке; максимальный диаметр обрабатываемых отверстий 18 мм.

На **рис.8**, а приведена конструкция шестишпиндельной **револьверной головки** для последовательной обработки отверстия различными режущими инструментами. В головке устанавливают сменные шпиндели, приводы которых имеют различные передаточные числа. Такая конструкция головки позволяет без остановки и переналадки вертикально-сверлильного станка при последовательном повороте шпинделей выполнить различные виды обработки отверстия: сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и цекование торцов.

Каждый шпindel головки поворачивается в вертикальное положение для последующей обработки отверстия соответствующим режущим инструментом автоматически без остановки станка и переключения скорости.

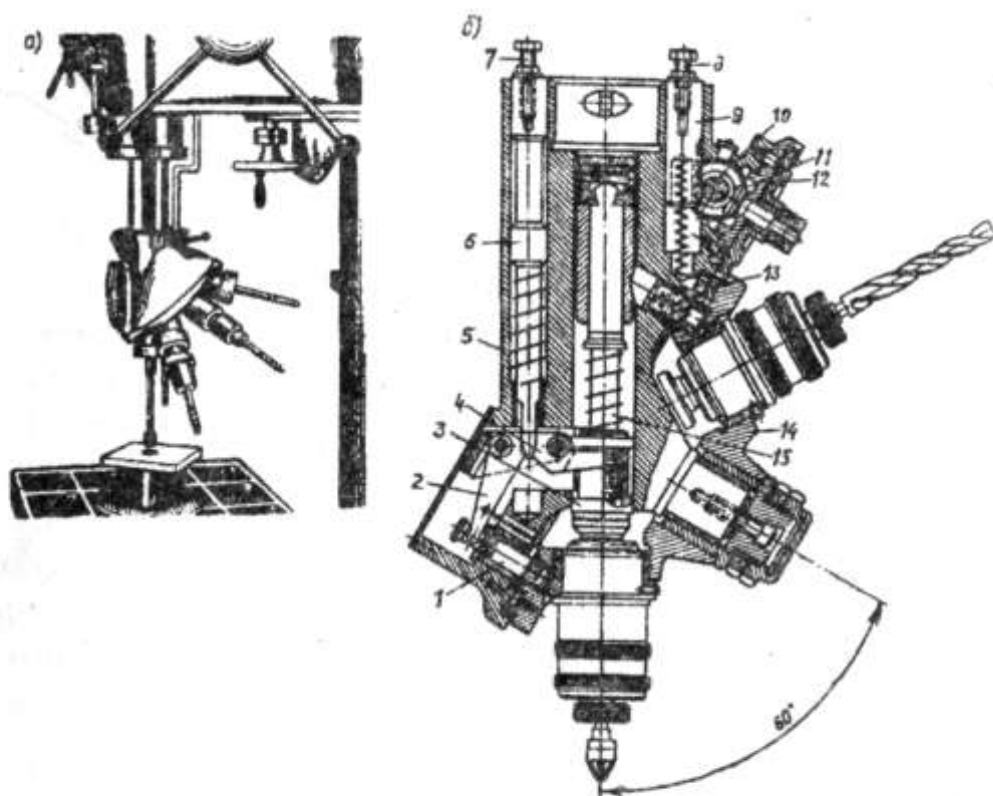


Рис. 8. Шестишпиндельная револьверная головка: а — общий вид; б — разрез

Для включения в работу очередного шпинделя с инструментом револьверная головка, закрепленная на пиноли станка, поднимается, регулировочный винт 7 упирается в торец шпиндельной бабки и при дальнейшем подъеме головки он перемещает вниз стержень 6, которой нажимает на рычаг 4. Рычаг, поднимая муфту 3 и соответствующий рабочий шпиндель, перестает вращаться. Затем стержень 6 нажимает на рычаг 2 и поворачивает его на оси. При повороте рычаг 2 выводит фиксатор 1 из втулки. Во время дальнейшего подъема головки регулируемый болт 8 упирается в торец шпиндельной бабки и перемещает вниз стержень 9 с зубчатой рейкой. При этом рейка на стержне 9 вращает зубчатое колесо 10, которое через пару конических зубчатых колес 11 и храповой механизм в свою очередь вращает зубчатое колесо 12 и находящееся с ним в зацеплении зубчатое колесо 13, которое поворачивает, корпус 14 с соответствующим шпинделем в вертикальное рабочее положение.

Шариковый фиксатор (на рис. 7, б) предварительно фиксирует поворот головки. При перемещении вниз револьверная головка работает в обратной последовательности и фиксатор 1 под действием пружины фиксирует точное положение очередного шпинделя при повороте головки. Корпус головки не может повернуться в обратную сторону потому, что храповой механизм проскакивает вхолостую. Пружина, установленная на шпинделе 15, включает зубчатую муфту 3, и шпиндель с режущим инструментом начинает вращаться и производит соответствующую обработку отверстия. Максимальный диаметр сверла, устанавливаемого в сменном шпинделе головки, 15 мм. Сменные шпиндели расположены под углом 30° к плоскости разъема корпусов 5 и 14 и под углом 60° к оси вращения поворотного корпуса 14.

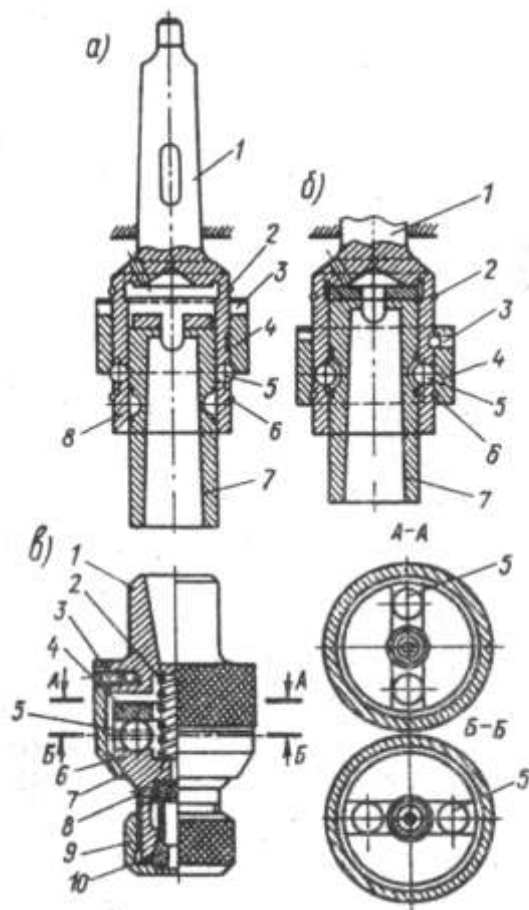


Рис. 4.54 Быстросменный патрон для сверлильного станка с незажатой (а) и зажатой переходной втулкой (б); в — плавающий самоцентрирующий патрон для крепления метчиков

Вспомогательные инструменты для сверлильных станков включают:

1. Переходные втулки для закрепления режущих инструментов;
2. Быстросменные патроны шариковые, кулачковые для закрепления режущих инструментов;
3. Самоустанавливающиеся и предохранительные патроны для закрепления метчиков;
4. Самоустанавливающиеся патроны для закрепления метчиков и разверток.

К приспособлениям для сверлильных станков также относятся различные конструкции тисков и патронов (в том числе и трехкулачковых и т.п.)

Фрезерные приспособления и приспособления для станков с ЧПУ

Приспособления для фрезерных станков по виду подачи стола разделяют на приспособления к станкам с *прямолинейной, круговой и сложной копирной подачей*. По степени совмещения вспомогательного времени с основным эти приспособления подразделяют на *две группы*:

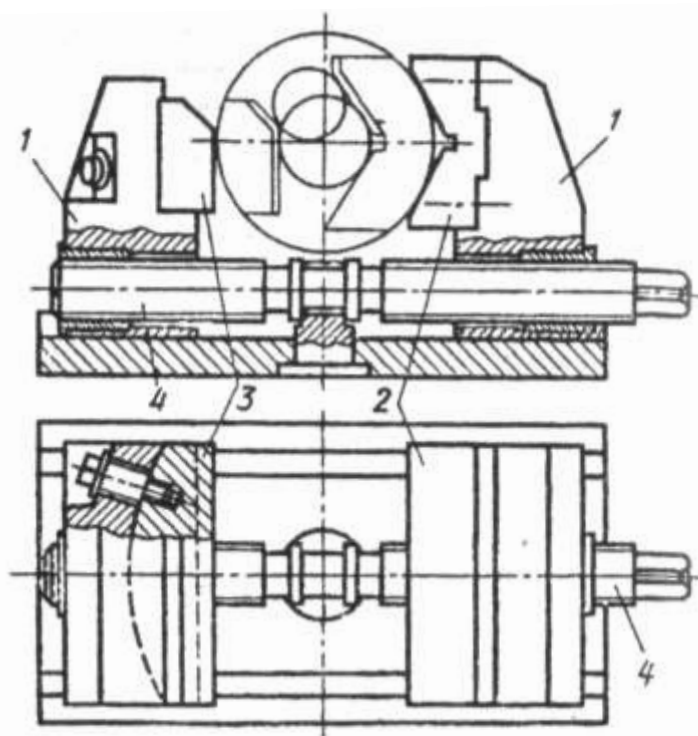
1. Приспособления, в которых при обработке вспомогательное время совмещается с основным;
2. Приспособления, у которых при обработке это время не совмещается.

Приспособления для фрезерных станков бывают *универсальными, универсально-сборными, универсально-наладочными, групповыми и специальными*.

Основное время, затрачиваемое при обработке на фрезерных станках, в различных типах производства составляет 50-80% штучного времени. Большие резервы для повышения производительности труда на фрезерных станках появляются при замене старых конструкций приспособлений с ручным зажимом новыми приспособлениями с механизированным приводом для зажима и разжима деталей.

Машинные тиски являются универсальным приспособлением, их применяют для обработки заготовок различных по форме и размерам деталей. Тиски имеют постоянные детали - корпус, салазки и механизм зажима — и сменные: губки, которые используют при обработке различных типоразмеров деталей. Тиски бывают с одной или с двумя подвижными губками, с плавающими губками. В тисках применяют ручные зажимы: винтовые, эксцентриковые, механизированные, пневматические, гидравлические, пневмогидравлические.

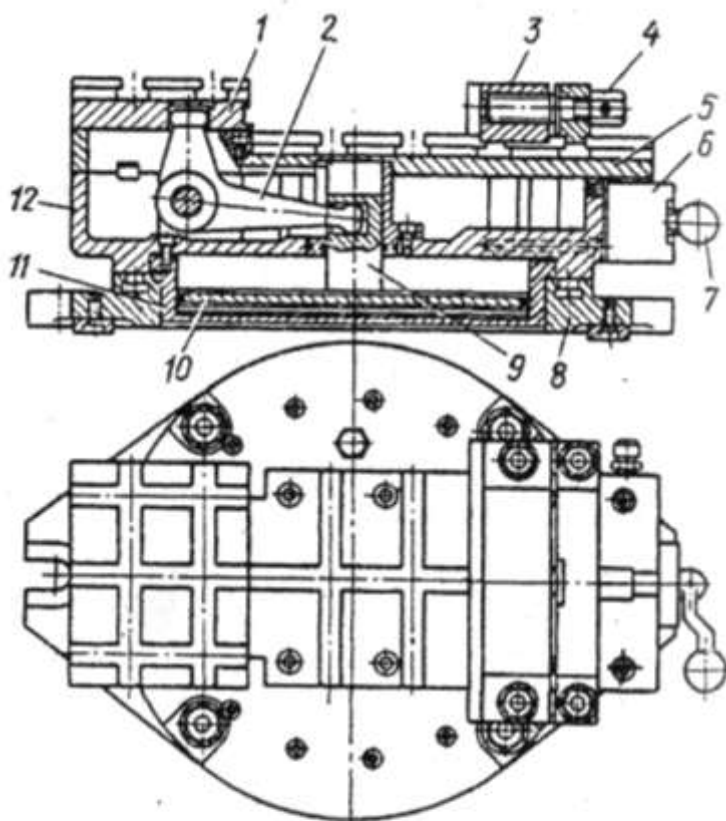
В зависимости от направления силы зажима, действующей на подвижную губку, тиски бывают с тянущей или толкающей силой зажима.



На **рис. 1** показаны универсальные самоцентрирующие тиски с двумя постоянными подвижными губками 1 и сменными губками 2 и 3. При вращении винта 4 с правой резьбой на одном конце и левой на другом, губки 1 тисков сдвигаются (при зажиме заготовки) или раздвигаются (при разжиме детали). В тисках левая призматическая губка для уменьшения перемещения губок при установке и снятии деталей заменена плоской.

Рис. 1. Универсальные самоцентрирующие тиски с двумя постоянными подвижными губками

На **рис. 2.** показаны универсальные поворотные **тиски** с встроенным **пневмоприводом** двустороннего действия. В отверстии неподвижного основания 8 тисков встроен пневмоцилиндр 11, с которым винтами соединен полый поворотный корпус 12. К корпусу прикреплен распределительный кран 6 с рукояткой 7 для переключения золотника при поочередном впуске сжатого воздуха в верхнюю или нижнюю полость пневмоцилиндра 11 и выпуска воздуха в атмосферу. На верхней части поворотного корпуса 12 тисков закреплена стальная плита 5. В плите и подвижной губке 1 имеются Т-образные пазы под головки болтов для крепления к тискам специальных сменных наладок. На верхней части плиты 5 закреплена регулируемая губка 3, которую в зависимости от размеров обрабатываемых деталей можно перемещать винтом 4 или переставлять в пазах плиты 5.



При обработке заготовок крупногабаритных деталей губку 3 снимают. Во время зажима заготовки в сменной наладке тисков сжатый воздух поступает в верхнюю полость пневмоцилиндра 11 и перемещает поршень 10 со штоком 9 вниз. При этом длинное плечо рычага 2, находящееся в пазу штока 9, опускается, а короткое плечо перемещает подвижную губку, и заготовка зажимается губками 1 и 3. Во время поворота рукоятки 7 золотник крана 6 пропускает сжатый воздух в нижнюю полость пневмоцилиндра 11. Сжатый воздух, нажимая на поршень 10, перемещает его со штоком 9 вверх. При этом длинное плечо рычага 2 поднимается вверх, а короткое плечо отводит губку 1 от центра — деталь разжимается.

Сила зажима в тисках такой конструкции 39200 Н (4000 кгс) при давлении сжатого воздуха в пневмоциindre 0,39 МПа (4 кгс/см²). Верхняя часть тисков

Рис. 2. Универсальные поворотные тиски с встроенным пневмоприводом двустороннего действия

поворачивается на основании 8 в горизонтальной плоскости на 360°.

Машинные **тиски с винтовым зажимом** (**рис. 3**) получили широкое распространение при обработке заготовок на фрезерных станках. Тиски устроены следующим образом. По направляющим корпуса 1 перемещается прижатая к ним планками 10 подвижная губка 5 с гайкой 7, через которую проходит винт 8. В шпоночном пазу на неподвижной губке корпуса закреплена шпонка 11, предназначенная для фиксации наладочных сменных губок. В подвижной губке 5 выполнен сегментный паз, в котором может быть установлена губка для закрепления заготовок с непараллельными поверхностями. К обеим губкам прикреплены винтами закаленные рифленые накладки 2 и 4. Тиски установлены на градуированной подставке 6, центрируются на ней пальцем 3 и закрепляются болтами 9.

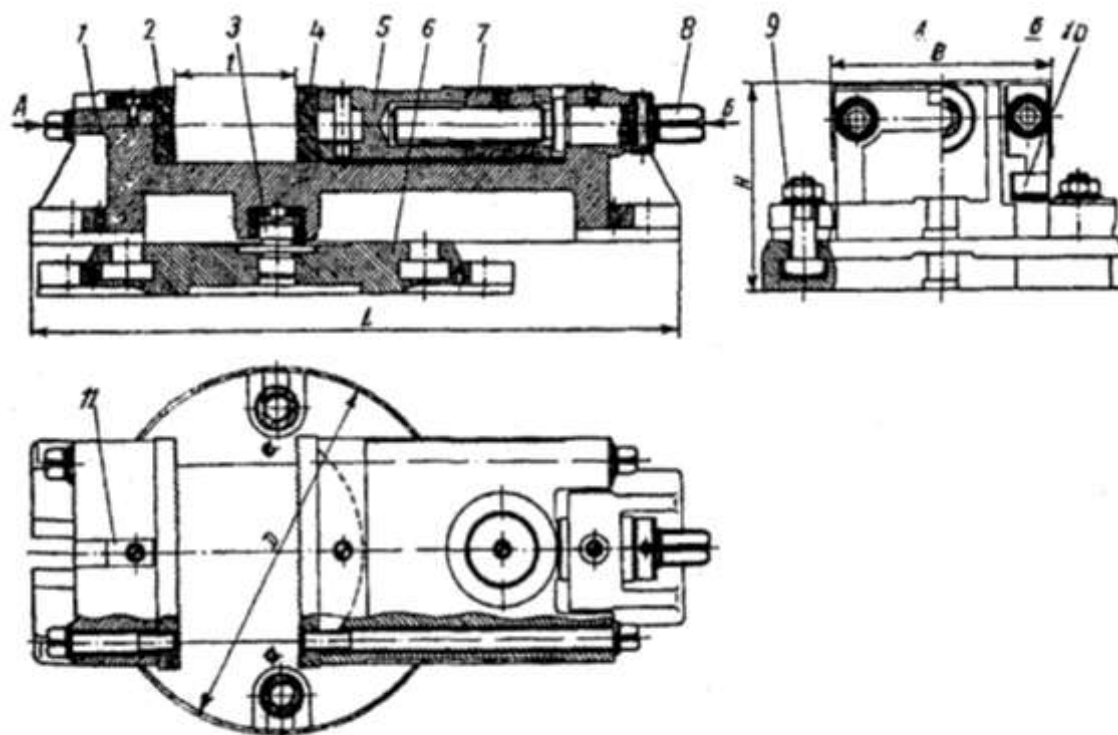
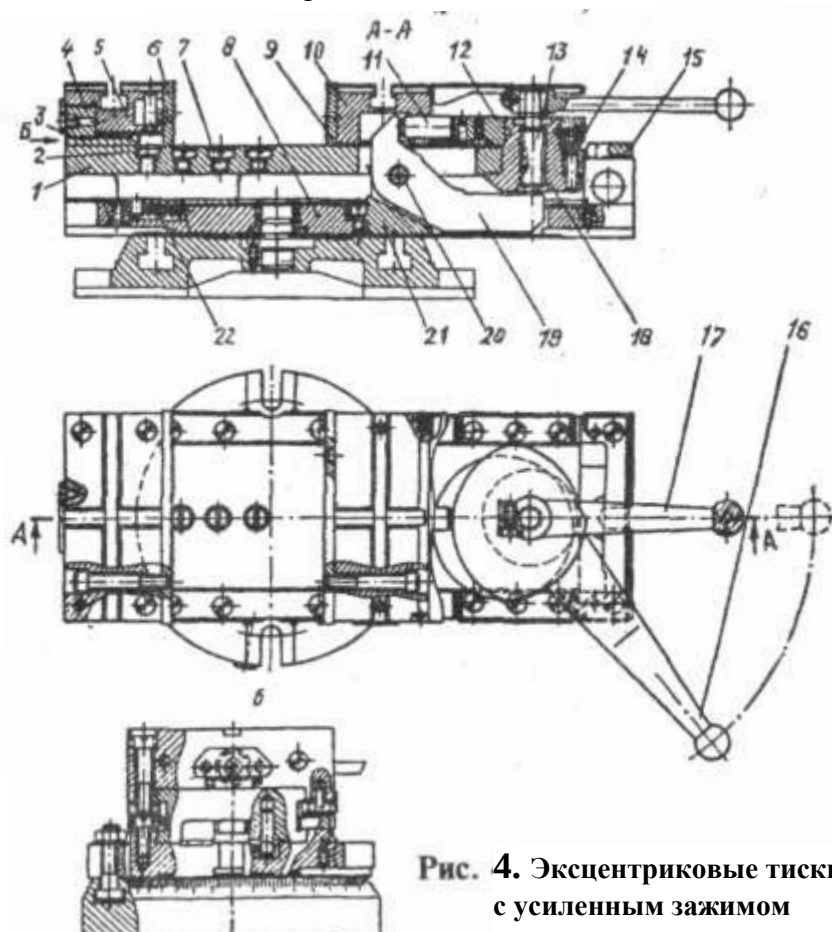


Рис. 3. Машинные тиски с ручным винтовым приводом

Большое распространение получили **эксцентрикковые тиски** с силой зажима до 35 кН, что в семь-восемь раз больше, чем у обычных тисков и в два-три раза больше, чем у винтовых тисков; при этом на закрепление затрачивается значительно меньше времени. Механизм зажима тисков обеспечивает быстрое передвижение губки на 25 мм и движение с небольшой скоростью на длине 2 мм для окончательного закрепления детали (рис. 4).



К корпусу 8 тисков прикреплен упор 10 с неподвижной губкой 9. Второй упор 5 с губкой 6, закрепленный на ползуне 1, можно устанавливать на ползуне в различных положениях. Для этой, цели предусмотрен вкладыш 3 с пальцем 2, который вставляется в отверстия ползуна. Упор соединяется с вкладышем при помощи винта 4, служащего для точной установки упора. Закрепление упора производится пальцем 2 и винтом 4. Для предохранения отверстий (под палец 2 в ползуне) от засорения служат пробки 7.

Механизм для передвижения ползуна и закрепления

Рис. 4. Эксцентрикковые тиски с усиленным зажимом

заготовки состоит из двух эксцентриков и винторычажного узла. Рычаг 19 поворачивается на оси 20, закрепленной во вкладыше 21, который неподвижно соединен с корпусом. Эксцентрики 12, 14 и винт 13 помещены на втулке 18, которая, в свою очередь, закреплена в ползуне 1. При вращении рукоятки 16 против часовой стрелки эксцентрик 14, упираясь в планку 15, передвигает ползун 1 влево, отводя губку от заготовки. При вращении рукоятки по часовой стрелке эксцентрик 12, отталкиваясь от штифта 11, который через рычаг 19 упирается в винт 13, передвигает ползун вправо, подводя губку к заготовке. Таким образом, при закреплении эксцентриком упором для ползуна с подвижной губкой служит винт 13. Окончательное закрепление заготовки осуществляют поворотом винта 13 посредством рукоятки 17. Винт, поворачивая разноплечий рычаг 19 через штифт 11, отталкивает эксцентрик, передвигая, таким образом, ползун. При вращении винта 13 против часовой стрелки пружины 22 отводят ползун с губкой от изделия.

Эксцентриковые тиски с усиленным зажимом выполняются с шириной губок 180 и 200 мм при наибольшем раскрытии губок 125 и 180 мм.

Универсальные делительные переналаживаемые столы

применяются для позиционной обработки одной или нескольких заготовок комплектом фрез на фрезерных станках. Заготовки устанавливаются и закрепляются в сменных наладках, которые размещаются на верхней поворотной части стола.

В основном **делительные столы** имеют **ручной привод**, но имеются делительные столы и с механизированным приводом для поворота, фиксации и закрепления подвижной части стола и дня зажима и разжима обрабатываемых деталей.

На **рис. 5** показан общий вид универсального делительного стола УПГ-4, а на **рис. 6** — его разрез. Заготовку 3 (**рис. 5**) устанавливают и закрепляют на верхнем поворотном столе 1 или в специальных сменных наладках 2, расположенных на поворотном столе. На столе 1 устанавливают заготовки, требующие в процессе их обработки поворота стола. Поворот по окружности может быть разделен на 2, 3, 4, 6, 8 или 12 равных частей. При обработке заготовок на данном универсальном поворотном столе различные цикловые приемы выполняют вручную.

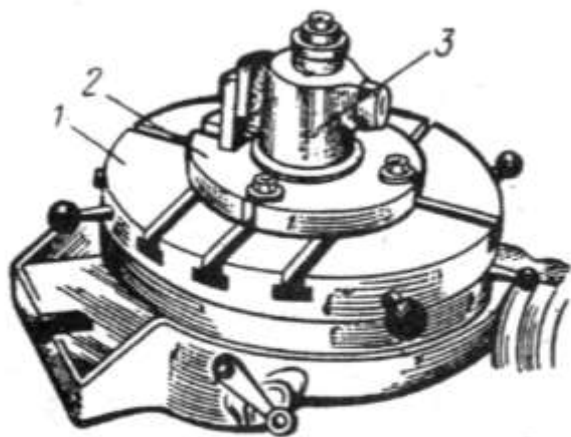


Рис. 5. **Общий вид универсально-го стола УПГ-4**

На неподвижном корпусе 1 (**рис. 6**) стола установлена поворотная опора 2, жестко связанная с верхним поворотным столом 4. Внутри поворотного стола и его опоры 2 имеются выемки, образующие пневмокамеру. Диафрагма 7 пневмокамеры зажата по наружным плоскостям между поворотным столом 4 и опорой 2; внутренние плоскости диафрагмы жестко закреплены между двумя стальными дисками 6, установленными на штоке 5.

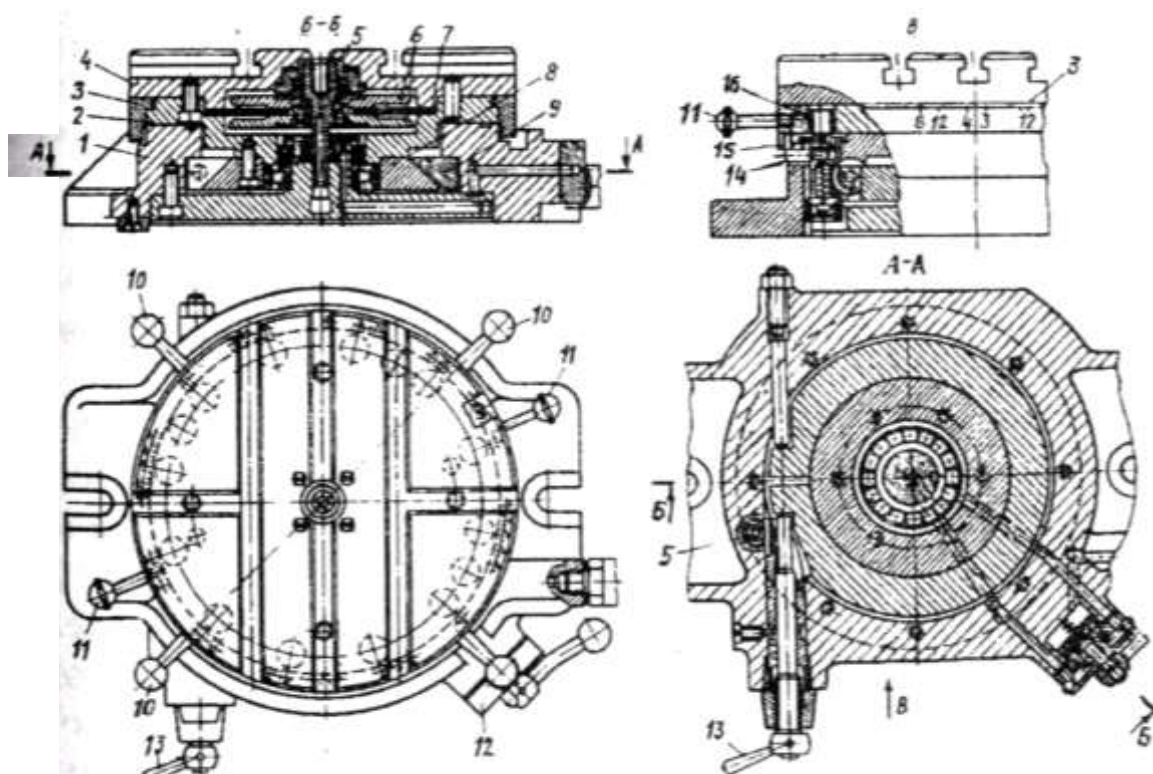


Рис. 6. Универсальный делительный стол УПИГ-4

Поворачивая рукоятку распределительного крана 12 в соответствующую сторону, производят поочередную подачу сжатого воздуха в верхнюю или нижнюю полость пневмокамеры. При этом диафрагма 7 прогибается вниз или вверх и перемещает в соответствующих направлениях шток 5, который через промежуточные звенья в сменных наладках передвигает зажимные устройства к оси стола при зажиме детали и от оси при разжиме ее. Когда сжатый воздух выпускается из любой полости пневмокамеры через распределительный кран в атмосферу, то диафрагма 7 под действием упругих сил выпрямляется и возвращает шток 5 в исходное положение.

Чтобы повернуть стол на нужный угол, перемещают рукоятку 15 фиксатора в соответствующую сторону. При повороте рукоятки по часовой стрелке фиксатор 15 под действием пружины входит в расположенную в делительном кольце втулку 16 и фиксирует поворот стола 4.

Одновременно с вводом фиксатора 15 во втулку или выводом его из втулки поворотом рукоятки 13 стягивают или освобождают разрезной хомут 9. При стягивании хомут внутренней конической поверхностью нажимая на кольцо 8, соединенное с поворотной опорой 2, прижимает опору с поворотным столом 4 к неподвижному корпусу 1. Во время поворота рукоятки 13 в другую сторону хомут 9 разжимается, фиксатор 15 выводится из втулки 16 и сжимает пружину, а стол 4 освобождается и поворачивается на требуемое деление. Стол с делительным кольцом поворачивают вручную рукояткой 10.

Заданное число делений окружности устанавливают по кольцу 3, поворачиваемому относительно оси стола 4 и закрепляемому на поворотной опоре 2 рукояткой 11 в таком положении, при котором цифра на кольце 3, соответствующая заданному числу делений, совмещается с риской на делительном столе 4. На внутренней поверхности кольца 3 имеются пазы, в которые входит штифт 14, запрессованный в фиксатор 15.

Фиксатор может войти в фиксирующую втулку поворотной опоры 2 только в том случае, если паз на кольце 3 под штифт 14 совпадает с втулкой, соответствующей заданному числу делений. В другие втулки фиксатор не войдет.

Приспособления для фасонного фрезерования

используют для обработки **фасонных поверхностей** деталей на **универсально-фрезерных** или на **специальных копировальных станках**. Заготовки устанавливают и закрепляют в специальном приспособлении с копиром, который обеспечивает требуемое движение стола с заготовкой относительно фрезы. Подача производится с помощью следящих (электрических, гидравлических) или механических следящих копировальных устройств. В электрических, гидравлических следящих копировальных устройствах копиры работают без нагрузки, а в механических — под значительной нагрузкой от сил резания. Поэтому копиры механических копировальных устройств должны быть износостойчивыми и жесткими, а копиры следящих систем не требуют особой прочности.

При фасонном копировальном фрезеровании **продольное перемещение** обрабатываемой заготовки производится вместе со столом фрезерного станка, а **поперечное ее перемещение** — специальным суппортом, передвигающимся поперек стола станка реечным устройством с подвешенным грузом. Груз прижимает ролик или копирный палец к копиру, сообщая поперечное движение суппорту.

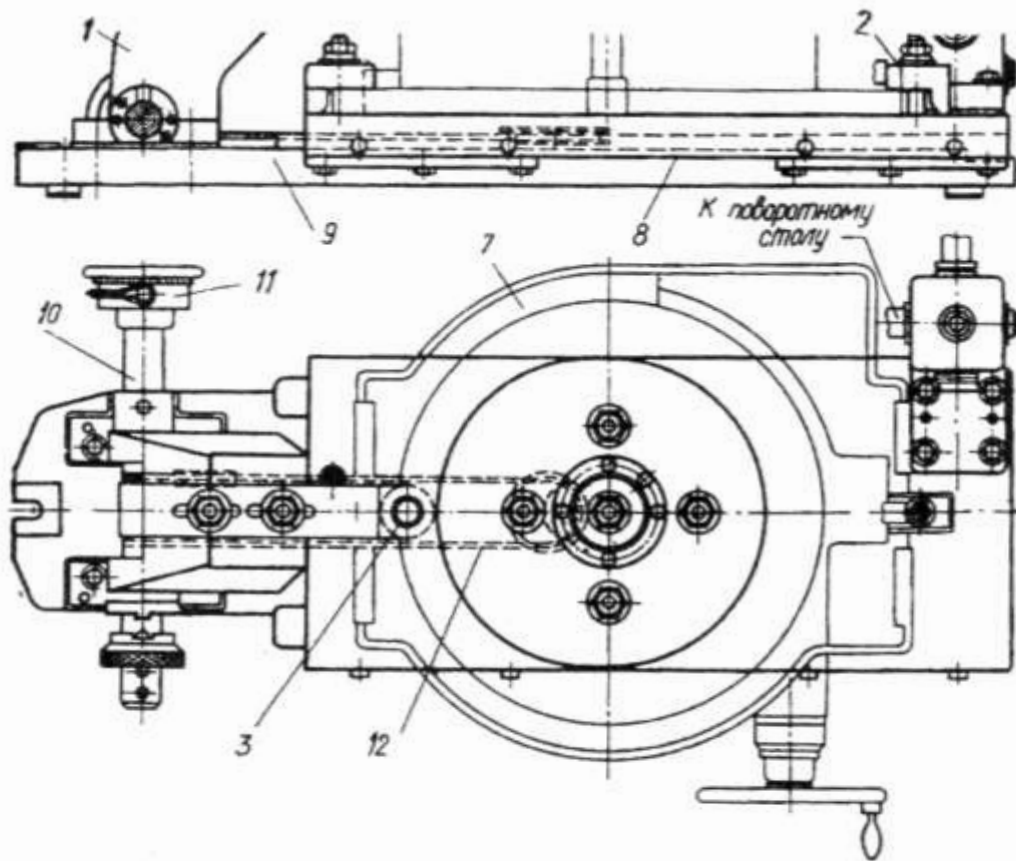


Рис. 7. Приспособление для фрезерования профиля деталей по копиру

Приспособления для многоцелевых станков с ЧПУ

На многоцелевых фрезерно-сверлильно-расточных станках с ЧПУ приспособления устанавливаются на плитах-спутниках, автоматически закрепляемых на поворотном столе станка. Особенностью этих приспособлений является их высокая жесткость. Заготовка может обрабатываться с четырех-пяти сторон.

Модульные приспособления

состоят из модулей: базовых плит и угольников, на которые komponуются модульные установочные и зажимные элементы.

Комплекты используют для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования по обработанным плоскостям и двум отверстиям заготовок корпусных деталей при обработке их на станках с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы и многоцелевых станках с ЧПУ.

Приспособления устанавливают на стол станка.

Габаритные размеры плит: 700х1120х100; 700х800х100; 1120х1250х150.

Габаритные размеры угольников: 230х600х300; 600х1000х700; 600х1000х800

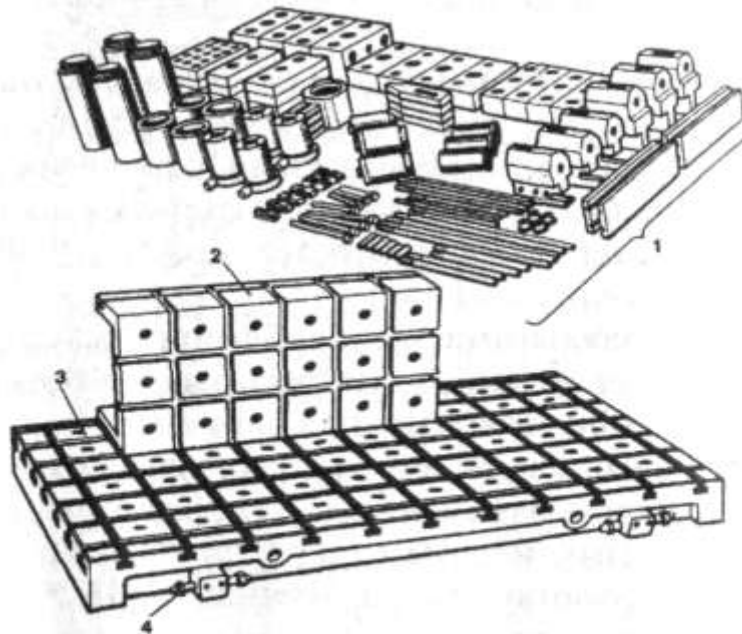
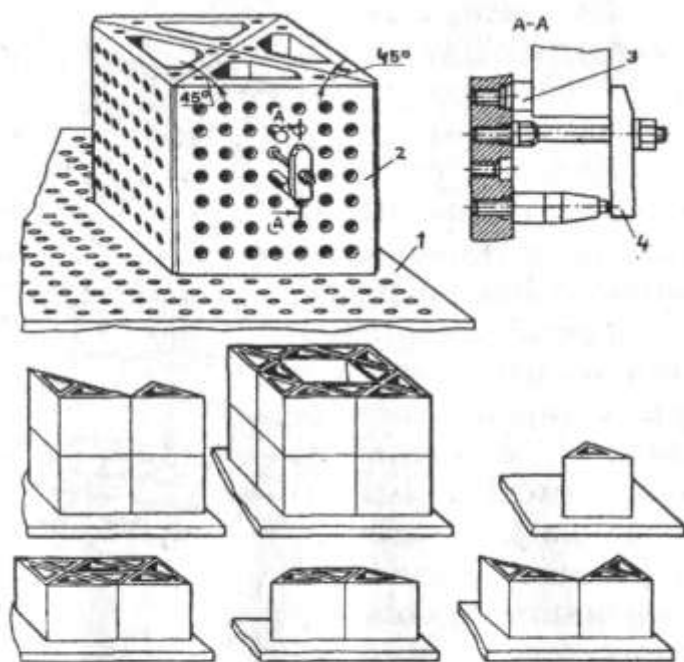


Рис. 8. Комплект элементов. 1 — комплект установочно-зажимных элементов, 2 — угольник, 3 — плита, 4 — штуцеры

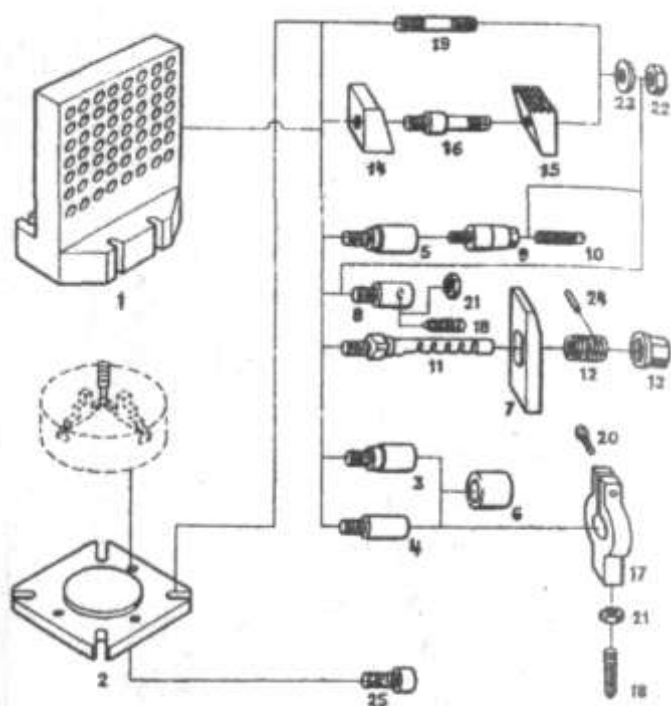
Комплект 1 сменных установочных и зажимных элементов komponуется на базовых плитах 3 и угольниках 2 (рис. 8). Элементы базируют по координатно-фиксирующим отверстиям диаметром 12, 16 и 20 мм и закрепляют болтами, установленными в Т-образных пазах шириной 11, 18 или 22 мм плиты или угольника. Точное расположение заготовок относительно начала отсчета координат станка достигается наличием сетки координатно-фиксирующих отверстий. При использовании гидравлических зажимных устройств шланги от источника давления присоединяют к штуцерам 4.

Приведенный на **рис. 9** комплект предназначен для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей в точно фиксированном положении относительно системы координат при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ, ГПС и ГПМ.



В комплект входят унифицированные универсальные столы-спутники 1 и универсальные угольники 2, имеющие сетку ступенчатых (гладких и резьбовых) координатно-фиксирующих отверстий. Наличие комплекта различных установочных 3 и зажимных 4 элементов обеспечивает большое количество разнообразных компоновок приспособлений для обработки заготовок большой номенклатуры деталей на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях *единичного и мелкосерийного производства*.

Рис. 9. Комплект элементов: 1 — плита, 2 — угольник универсальный, 3 — элемент установочный, 4 — элемент зажимной



Комплект элементов, приведенный на **рис. 10** используется для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования и закрепления широкой номенклатуры заготовок корпусных деталей при обработке их на многоцелевых станках с ЧПУ, ГПС и ГПМ.

Приспособления могут быть установлены как на столе станка, так и на спутниках. Комплект состоит из призмы 1, плиты 2 и сменных установочных зажимных элементов (3-25). Габаритные размеры призмы 160x320x270 мм. Наличие на призмах сетки точно расположенных комбинированных (цилиндрических и резьбовых) отверстий обеспечивает точное базирование заготовок относительно точки отсчета (начала

Рис. 10. Комплект элементов "Система-320"

координат). Буквенно-цифровая индикация координатно-фиксирующих отверстий обеспечивает быструю компоновку приспособлений по составленной технологической карте наладки. Переналадка приспособлений осуществляется перекомпоновкой сменных элементов на базовых элементах или их регулированием.

Для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования и закрепления широкой номенклатуры заготовок корпусных деталей при обработке их на многоцелевых

станках с ЧПУ, ГПС и ГПМ используется комплект элементов, приведенный на рис. 11. Приспособления могут быть установлены как на столе станка, так и на спутниках. Комплект состоит из призм (1-3) и сменных установочных и зажимных устройств (4-25).

Габаритные размеры призм: 300x300x150 мм; 300x300x500 мм; 460x500x600 мм.

Наличие на призмах сетки точно расположенных комбинированных (цилиндрических и резьбовых) отверстий обеспечивает точное базирование заготовок относительно точки отсчета (начала координат). Буквенно-цифровая индикация координатно-фиксирующих отверстий обеспечивает быструю компоновку приспособлений по составленной технологической карте наладки. Переналадка приспособлений осуществляется перекомпоновкой

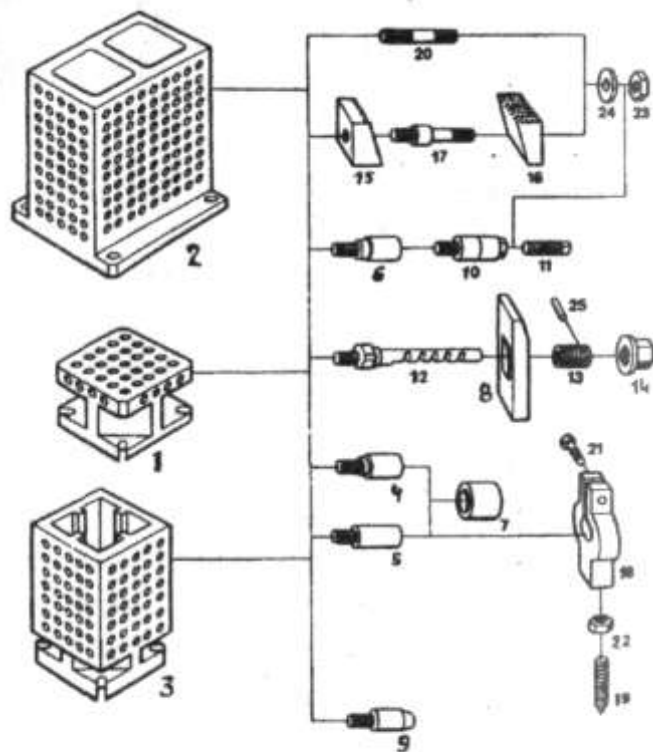


Рис. 11. Комплект элементов "Система-500"

сменных элементов на базовых элементах или их регулированием.

Конструкции модульных приспособлений предназначены для базирования и закрепления заготовок корпусных и плоскостных деталей при их обработке на многоцелевых станках.

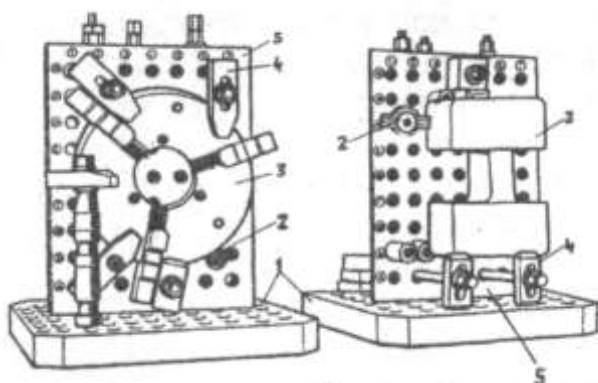


Рис. 12. Приспособление для установки корпусной детали

На рис. 12. Представлены приспособления для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ.

Заготовку 3 устанавливают на угольники 5, закрепленные на плите 1. Заготовки базируют по установочным элементам 2 (штырям) и закрепляют зажимным элементом 4 (прихватом).

Сборно-разборные приспособления

состоят из базовых плит и базовых секционных угольников, на которые крепят как модульные, так и специальные зажимы, и крепежные элементы.

Комплект элементов, представленный на **рис. 13** состоит из базовых плит и угольников, установочных, зажимных и крепежных элементов.

Из комплекта komponуют **сборно-разборные приспособления**, предназначенные для базирования и закрепления заготовок корпусных и плоскостных деталей при их обработке на многоцелевых фрезерно-сверлильно-расточных станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

Комплект состоит из: 1 - плиты опорные, 2 — секции угольника, 3 — распорки регулируемые, 4 — плиты базовые, 5 — опоры регулируемые универсальные, 6 — плиты квадратные, 7 — домкраты, 8 — опоры, 9 — подпорки винтовые, 10 — прижимы клиновые, 11 — прижимы секционные гидравлические, 12 — планки опорные трехпазовые.

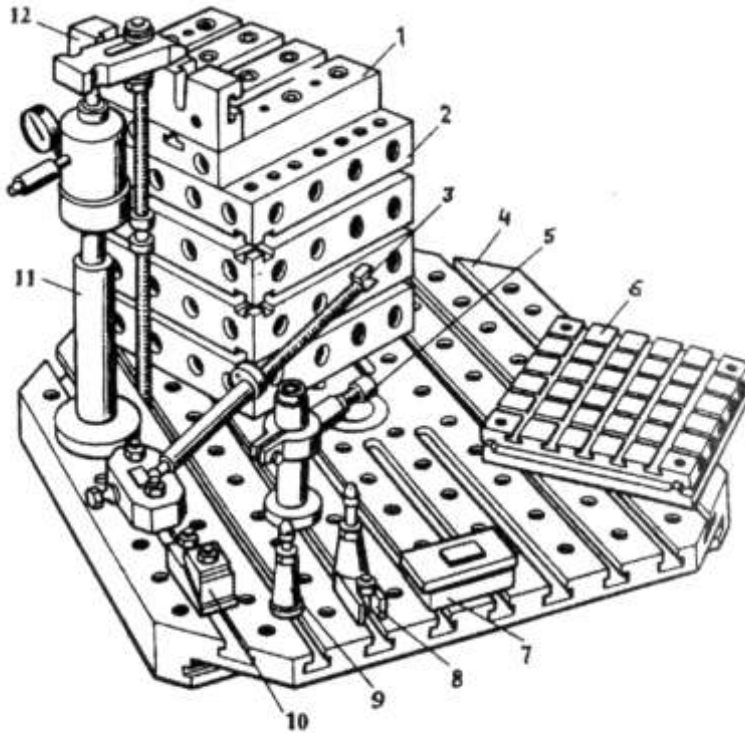


Рис. 13. Комплект элементов СРП

опорные трехпазовые.

К **базовым элементам СРП** относится квадратная плита с габаритными размерами 1000x1000x100 мм с Т-образными крепежными пазами "а" шириной 22 мм и сеткой координатно-фиксирующих отверстий "б" диаметром 20 мм, предназначенных для фиксации сменных наладок (**рис. 14**).

Шаг между пазами и отверстиями 100 мм.

Для предохранения отверстий от грязи и от стружки они закрыты подпружиненными пробками. Центральное отверстие предназначено для фиксации плиты относительно центрального отверстия стола станка. На нижней поверхности плиты имеются два отверстия для крепления и фиксации по центральному пазу стола станка с помощью шпонок. Для крепления плиты к столу станка выполнены два П-образных паза "в". К боковым плоскостям могут быть

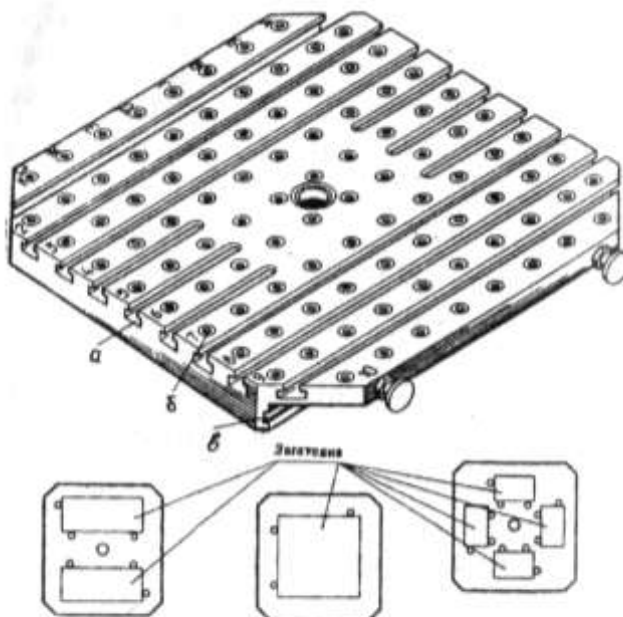


Рис. 14. Базовая плита

прикреплены опорные планки с Т-образными пазами. Координатно-фиксирующие отверстия имеют буквенно-цифровую индикацию. На плите может быть установлена одна, две или четыре заготовки.

К базовым сборочным единицам относится секционный угольник. Секция угольника представляет собой куб (рис. 15) с габаритными размерами 400х400х400 мм, на двух

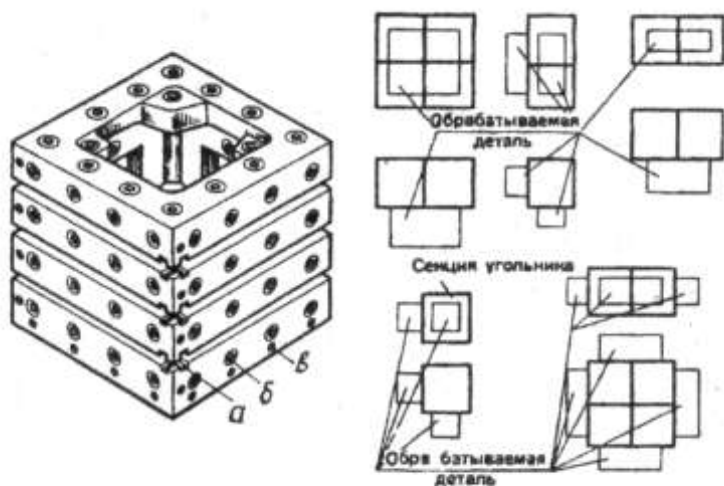


Рис. 15. Базовый секционный угольник

взаимно перпендикулярных плоскостях, которого размещены Т-образные пазы "а" и сетка координатно-фиксирующих отверстий "б". Сетка отверстий "в" имеет буквенно-цифровую индикацию. На основании угольника имеются два отверстия для фиксации угольника на плите или столе станка, а в центре основания выполнено отверстие для фиксации угольника по центральному пазу плиты. Схемы вариантов сборки угольников могут быть различными. Для установки

заготовок на пяти плоскостях угольника предусмотрена верхняя плита с Т-образными пазами и сеткой координатно-фиксирующих отверстий. Максимальные размеры рабочей поверхности сборного угольника 800х800 мм.

Универсальная сборная переналаживаемая оснастка (УСПО)

состоит из комплектов элементов и сборочных единиц различных конструкций, имеющих конкретное функциональное назначение, из которых методом агрегатирования можно компоновать без пригонки приспособление для выполнения любых операций. В отличие от систем УСП вместо шпоночного соединения элементов приняты беззазорные способы базирования элементов. УСПО устанавливаются на плитах-спутниках, применяемых при работе на многоцелевых станках с ЧПУ.

Комплект элементов УСПО предназначен для компоновки приспособлений для базирования и закрепления заготовок при обработке их на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГПМ и ГПС в условиях серийного производства.

Комплект УСПО содержит **три серии элементов**: серия 8 (диаметр крепежа 8 мм, шаг 20 мм), серия 12 (диаметр крепежа 12 мм, шаг 30 мм), серия 16 (диаметр крепежа 16 мм, шаг 40 мм).

Комплект включает различные по функциональному назначению элементы (рис. 16, а, б) (детали и сборочные единицы):

- базовые плиты и угольники, служащие основанием приспособления;
- корпусные (опоры, подкладки, прокладки, планки для сбора корпуса приспособления);
- направляющие (призмы, установочные планки, пальцы, установочные втулки для создания баз и направления режущего инструмента);
- зажимные (прихваты, тисочные губки, прижимы для закрепления заготовок);
- крепежные (винты, шпильки, гайки, предназначенные для сборки приспособлений и закрепления заготовки);
- средства механизации (гидроцилиндры, рукава, арматура, гидроаккумуляторы, разъемные соединения).

Элементы УСПО соединяются между собой с помощью **конических штифтов и разжимных втулок**, обеспечивающих безззорное соединение в сочленении "штифт-отверстие".

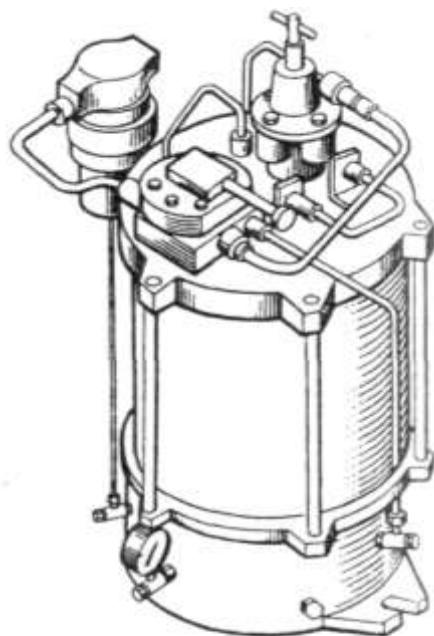


Рис 16, а Комплект элементов УСПО серии 8 — пневмогидропреобразователь

По **функциональному назначению** элементы комплекса УСПО подразделяют на **следующие группы**: базовые, корпусные, установочные, направляющие, зажимные, крепежные, средства механизации зажима заготовок, разные.

К **группе базовых деталей** относятся квадратные, прямоугольные и круглые плиты, угольники и тумбы; к группе корпусных — элементы комплекта, предназначенные для создания корпусов приспособлений. В этой группе имеются опоры квадратного и прямоугольного сечения, приставки, установочные угольники, соединительные планки, опоры различных форм с отверстиями и т.д. Все корпусные детали почти на всех своих плоскостях имеют установочные и крепежные отверстия, расположенные в соответствии со схемой, характерной для каждой серии элементов. Основой построения конструкций всех элементов группы корпусных деталей является **модуль** т.е. квадрат, размер которого зависит от номера серии. Для серии 8, 12 и 16 сторона квадрата соответственно равна 30, 45 и 60 мм. В углах квадратов соответственно расположены четыре отверстия диаметром соответственно 8, 10 и 12 мм с межцентровым расстоянием 20, 30 и 40 мм и центральным отверстием с зенковкой 10/16; 14/23; 18/28.

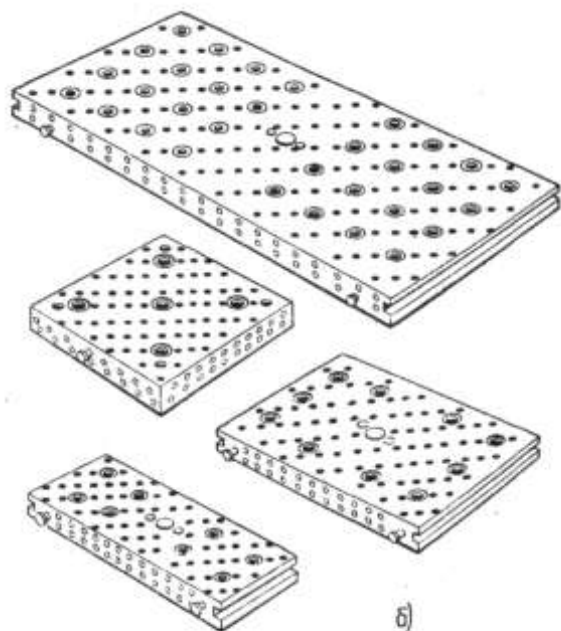


Рис 16, б Комплект элементов УСПО серии 8 — гидроплиты

Установочные детали (колпачковые опоры, диски, пальцы, упоры, штыри и т.д.) используются в компоновках приспособлений в качестве баз. Конструкция элементов этой группы аналогична конструкции таких же элементов системы УСП.

К **направляющим деталям** относятся шпонки, штифты, втулки, валики, колонки и другие детали, используемые при компоновке приспособления для взаимной ориентации относительно друг друга, а также для ориентации инструмента относительно базовых элементов приспособлений.

К **зажимным крепежным деталям** относятся прихваты различных конструкций, прижимы, зажимы, планки, качалки, быстросъемные шайбы, предназначенные для закрепления обрабатываемых заготовок.

Базовые механизированные сборочные единицы используют при сборке механизированных приспособлений для станков с ЧПУ в условиях мелкосерийного и серийного производства. К ним относятся базисные агрегаты, например, самоцентрирующие агрегаты тисочного типа, а также базовые механизированные сборочные единицы, предназначенные для сборки базисных агрегатов, например, тисочные подвижные губки с одним или двумя боковыми прижимами.

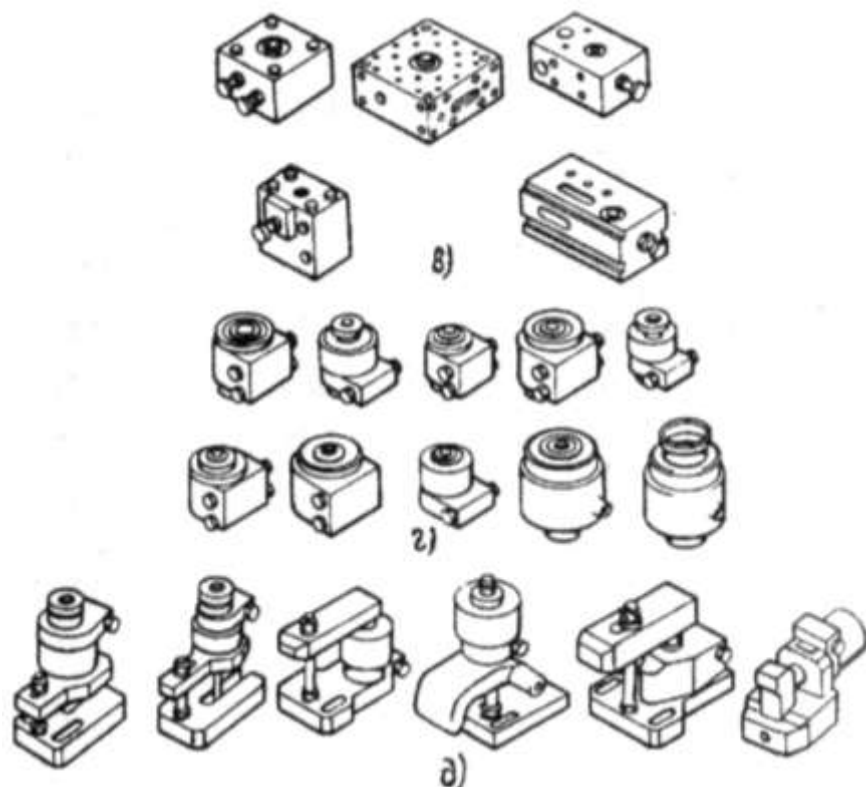


Рис 16, в-д Комплект элементов УСПО серии 8: в — гидроблоки; г — гидроцилиндры одностороннего и двустороннего действия; д — гидравлическое зажимное устройство

Для **компоновки** механизированных приспособлений может использоваться гидроплита, на верхней плоскости которой выполнена сетка координатно-фиксирующих и резьбовых отверстий, предназначенных для установки и закрепления сменных наладок для установочных и зажимных единиц комплекта УСПО. В центре плиты имеется отверстие, с которым связана сетка координатно-фиксирующих отверстий. В корпус плиты встроены гидроцилиндры. По конструкции и назначению гидроплиты УСПО близки к гидроплитам СРП. Отличием является отсутствие Т-образных пазов, функцию которых выполняет сетка резьбовых отверстий.

К **средствам механизации** относятся пневмогидропреобразователь, (рис. 16, а), гидроплиты (рис. 16, б); гидроблоки (рис.16, в), гидроцилиндры одностороннего и двустороннего действия (рис.16, г), гидравлические зажимные устройства (рис. 16, д), а также трубопроводы, цилиндры со встроенными аккумуляторами. Отличие средств механизации УСПО от средств механизации УСПМ-ЧПУ состоит в том, что все гидравлические устройства рассчитаны на большее давление, а вместо Т- и П-образных пазов на гидроблоках нанесена базирующая сетка крепежных отверстий.

На рис. 17 показана базовая гидрофицированная плита 1, имеющая сетку координатно-фиксирующих отверстий и сетку резьбовых отверстий. В плите выполнены также резьбовые отверстия, в которые ввинчены штуцеры гидроцилиндров 2. Эти отверстия соединены с выполненными в плите каналами для масла, которые соединены с быстроразъемным соединением.

Гидроцилиндры одностороннего действия с вертикальными и горизонтальными штоками для зажима заготовки сверху или сбоку ввинчивают в отверстия плиты, предварительно вывинтив резьбовую пробку.

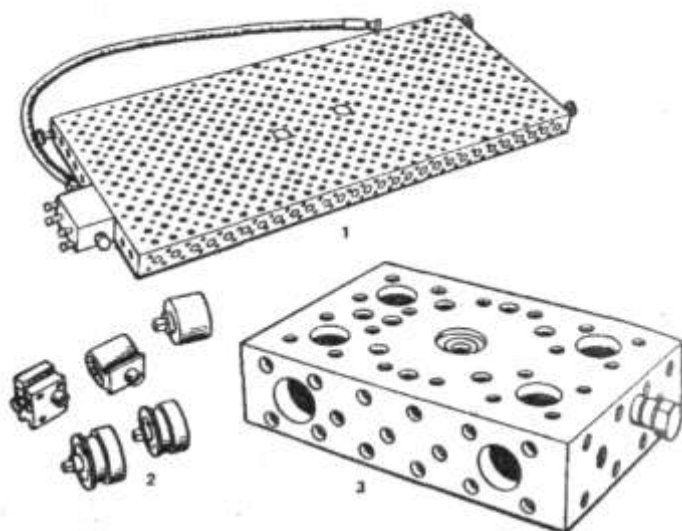


Рис. 17. Базовые плиты и гидроцилиндры: 1 — плита базовая, 2 — гидроцилиндры, 3 — блок гидравлический

Блок гидравлический 3 применяется в качестве базового и зажимного элемента приспособлений, собираемых из элементов УСПО. **Гидроблок** представляет собой гидроцилиндр одностороннего действия, встроенный в прямоугольный корпус, что позволяет присоединять его к базовым плитам УСПО, собирая из гидроблоков каркасные основания при обработке заготовок больших габаритов.

Конструкции универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО)

предназначены для базирования и закрепления заготовок при их обработке на фрезерных, сверлильных и многоцелевых станках с ЧПУ.

На рис. 18 приведено двухместное гидравлическое приспособление для установки корпусной детали. Приспособление предназначено для базирования и закрепления двух заготовок корпусных деталей при обработке на многоцелевых станках с ЧПУ.

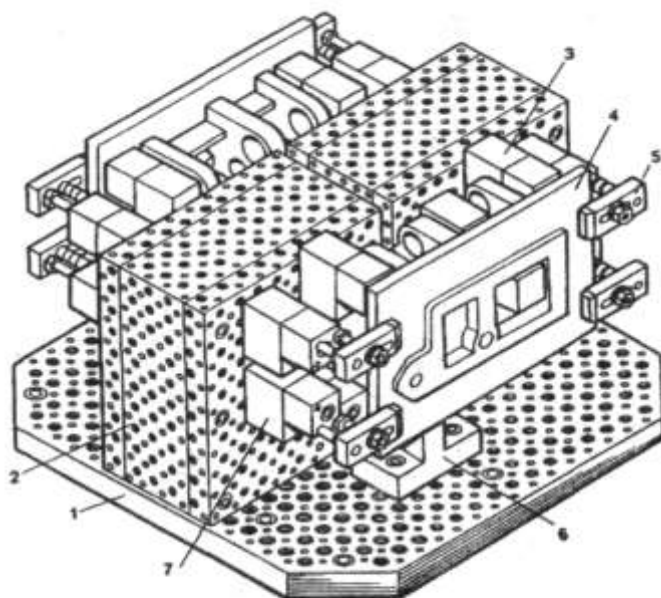


Рис. 18. Двухместное гидравлическое приспособление для установки корпусной детали

Заготовки 4 базируют по плоскостям на опорах 3 и 6 и закрепляют четырьмя прихватами 5, взаимодействующие с гидроцилиндрами 7, расположенными на угольниках 2. Угольники 2 крепят к плите 1. Зажим заготовок осуществляется в горизонтальной плоскости.

Девятиместное гидравлическое приспособление для установки фланца приведено на рис. 19. Приспособление предназначено для базирования и закрепления заготовок деталей типа "фланец" при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

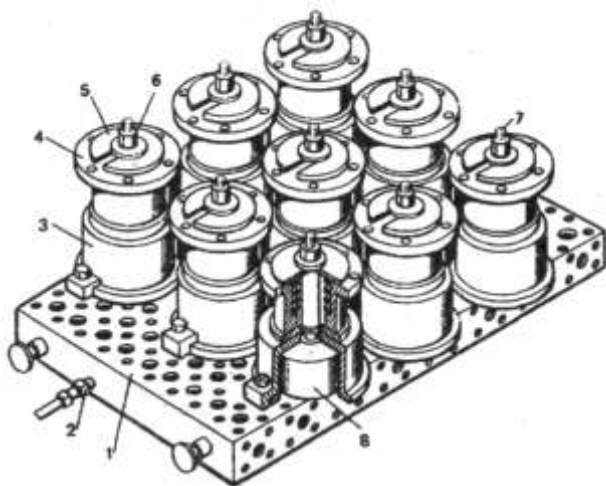


Рис. 19. Девятиместное гидравлическое приспособление для установки фланца

Заготовки 4 базируют по торцу и внутренней цилиндрической поверхности, устанавливают на стаканы 3 и закрепляют быстросъемными шайбами 5 с помощью гаек 6 и шпилек 7, ввинченных в штоки поршней гидроцилиндров 8. Стаканы 3 базируют и закрепляют на плите 1. Гидроцилиндры 8 ввинчены в отверстия плиты. Быстроразъемные соединения 2 предназначены для соединения каналов плиты с источником давления масла.

Приспособления для гибких производственных систем (ГПС)

В ГПС на базе многоцелевых станков с ЧПУ широко применяются приспособления, устанавливаемые или компонуемые на *спутниках*. При этом независимо от конфигурации и базовых поверхностей заготовки базирующие элементы спутников и базирующие элементы станков будут одинаковыми при установке различных заготовок в приспособлениях, устанавливаемых или компонуемых на спутниках. Это позволяет выполнить автоматическую смену различных приспособлений (без участия человека). Заготовки на станциях загрузки-разгрузки закрепляются в приспособлениях, установленных на спутниках, и поступают для хранения на склад, либо, исходя из требований сборки,

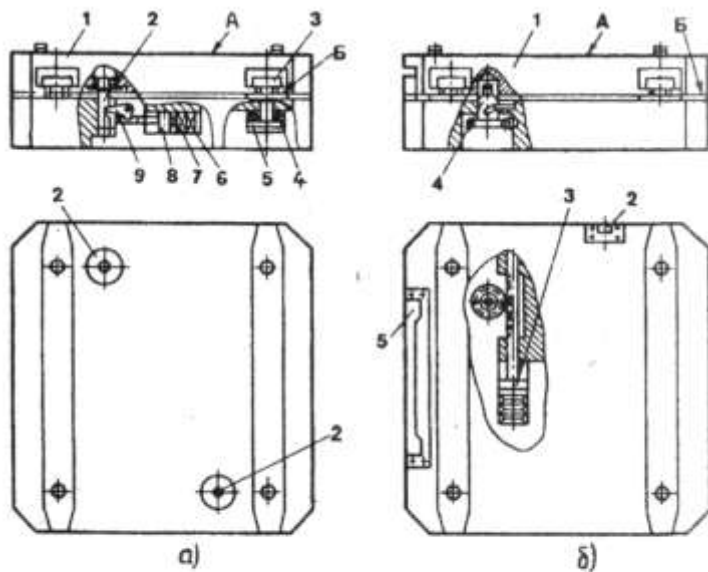


Рис. 20. Устройство базирования и закрепления спутников

автоматически поступают на станки в требуемой последовательности.

На многоцелевых станках ГПС и гибких производственных модулях применяют модульные приспособления системы УЧПО и системы УСПО-С. Приспособления устанавливают на плиты-спутники или компонуют установочные и зажимные приспособления на плитах-спутниках, выполняющих функции базовых элементов приспособлений.

На рис. 20 приведено устройство для базирования и закрепления спутников на столах

Спутник 1 (рис.20, а)

базируют по плоскости и двум отверстиям на поверхность Б устройства и два цилиндра фиксатора 2. Две зажимные планки 3 входят в Т-образные пазы спутника при его подаче на стол станка. Поршень 8 гидроцилиндров 6, перемещаясь под действием тарельчатых пружин 7, выдвигает рычагами 9 фиксаторы 2, которые входят в отверстия спутника 1. Спутник зажимается двумя планками 3 под действием пружин 4, установленных в четырех гидроцилиндрах 5. *Для зажима и фиксации спутника* масло поступает в гидроцилиндры 5 и 6. *Базирование спутника 1 (рис.20, б) по двум плоскостям (в координатный угол)* осуществляется планками 2 и 5. Устройство автоматической смены спутников подает спутник на базовую поверхность Б. Затем рабочая полость гидроцилиндра 3 сообщается со сливом и поршень, перемещаясь под действием тарельчатых пружин, обеспечивает с помощью байонетного устройства и зубчатоременной передачи выдвигание и разворот эксцентрикового кольца 4, который прижимает спутник 1 к базовым поверхностям планок 2 и 5. *Зажим и разжим спутника* выполняется, так же как и в предыдущей конструкции.

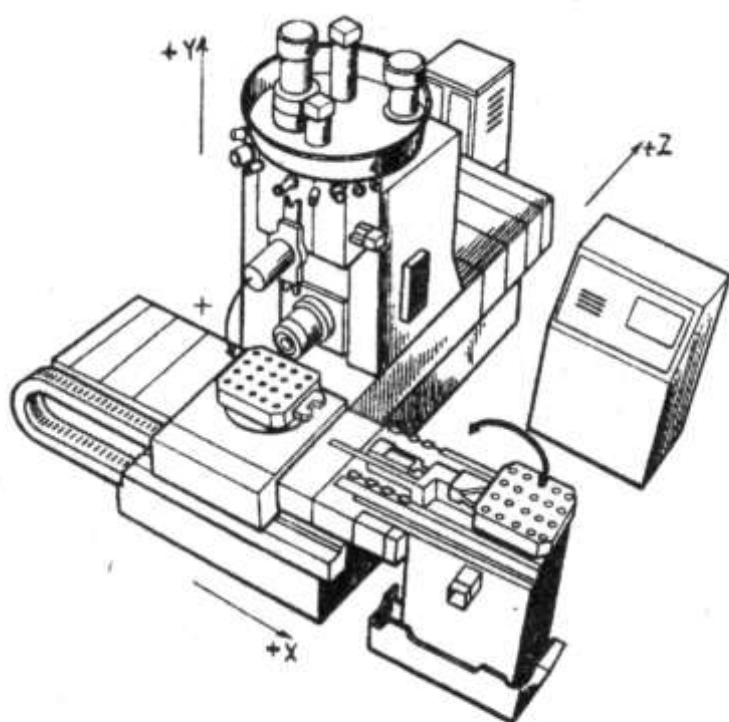


Рис. 21. Станок с вспомогательным поворотным столом

Многоцелевой фрезерно-сверлильный станок мод **ИР500МФ4**, оснащенный устройством автоматической смены спутников, состоящим из двухпозиционного вспомогательного поворотного стола приведен на **рис. 21**. По окончании обработки заготовки спутник с обработанной заготовкой автоматически смещается со стола станка на свободную позицию вспомогательного поворотного стола. На второй позиции стола установлен спутник с очередной заготовкой. Стол поворачивается на 180° и спутник с очередной заготовкой смещается на стол станка.

Устройство автоматической смены спутников многоцелевого станка показано на **рис.22, а, б**. На поворотном столе станка и расположенном слева от него вспомогательном столе в позиции А находятся плиты-спутники 4 и 5 с планками 2 и 3. Справа от стола станка позиция Б для второго вспомогательного стола. В процессе обработки заготовки, находящейся на спутнике 5, установленном на столе 10 станка, вторая заготовка находится на спутнике 4, установленном в позиции А ожидания обработки.

По окончании обработки заготовки спутник 5 автоматически перемещается в позицию Б, а спутник 4 — с позиции А на стол станка. Для перемещения спутников с позиций А и Б на стол станка на вспомогательных столах имеются поддерживающие 13 и направляющие 1 ролики. Транспортирующим органом служит гидроцилиндр 6, шток 12 которого связан с

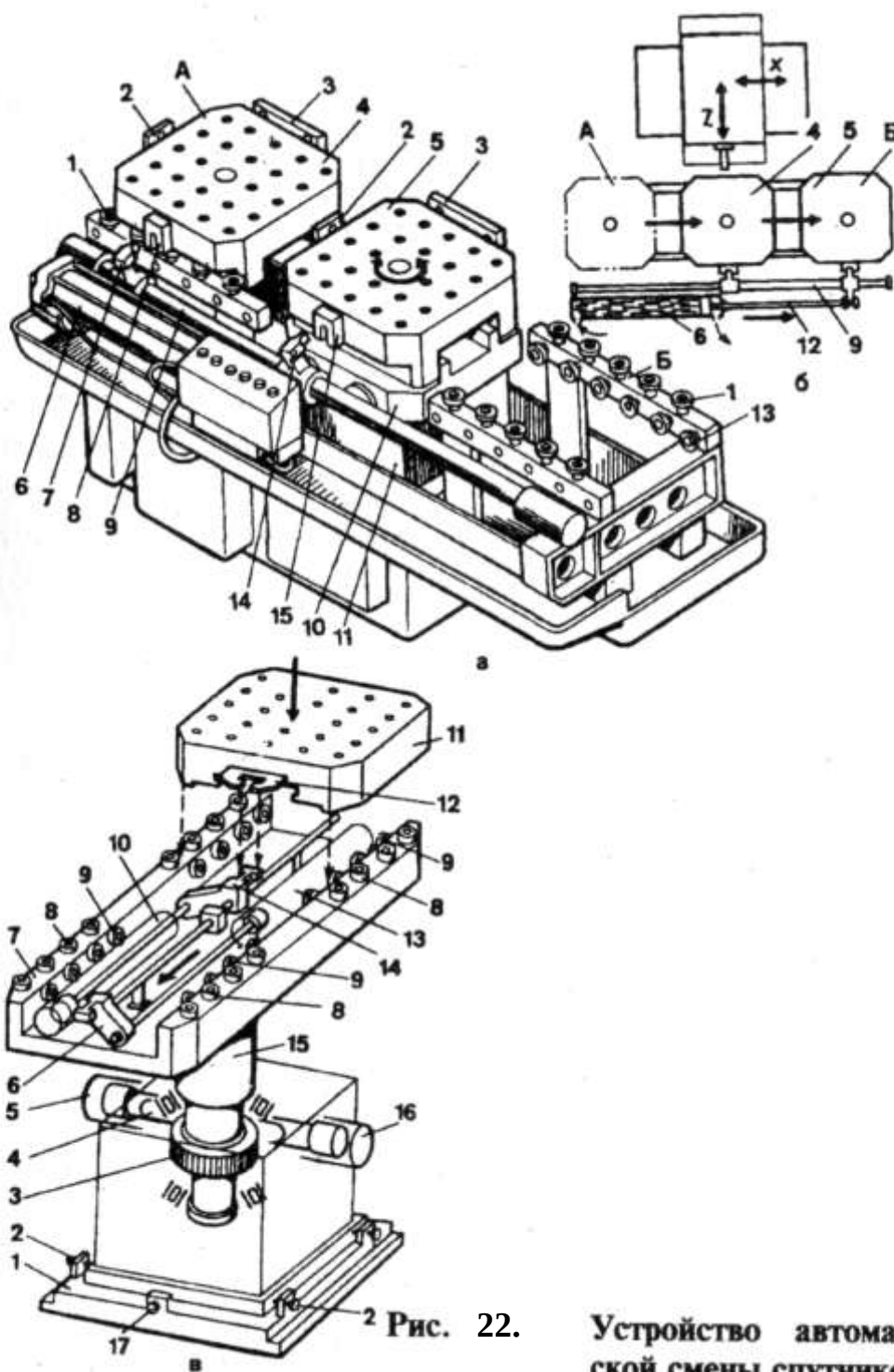


Рис. 22.

Устройство автоматической смены спутников

кадеткой 9. На концах каретки имеются захваты 7 и 14, которые могут входить в зацепление с замками 8 и 15 спутников. Для этого каретка поворачивается относительно горизонтальной оси с помощью механизма (на рисунке не показан). Отвод захватов от спутников необходим для поворота спутника, находящегося в рабочей позиции. Стол 10 станка установлен на жесткой станине 11. Стол не имеет линейных перемещений, которые выполняет стойка станка со шпиндельной бабкой. При этом пристаночные накопители (магазины) спутников должны находиться с двух сторон станка.

В гибких производственных модулях (ГПМ) стремятся создавать такие компоновки, где установка спутников, поступающих из магазина в пристаночный накопитель и обратно, выполняется в одном месте. На рис. 22, в показано устройство автоматической смены

спутников в ГПМ на базе многоцелевого станка мод. ИР500МФ4. Устройство выполнено в виде двухпозиционного вспомогательного стола 7, установленного рядом со станком. В выемке стола размещены навстречу друг другу одинаковые гидроцилиндры 10 и 13, на концах которых имеются Т-образные захваты 14 и 6, предназначенные для сцепления со спутником 11. При установке спутника на стол (перемещение по стрелке Б) он своим фигурным вырезом 12 входит в зацепление с захватами 14 штока гидроцилиндра. На столе спутник базируется своими нижними направляющими на ролик 9 и центрируется по боковым сторонам ролика 8. Это исходное положение спутника в позиции Ожидания. Если шток гидроцилиндра 10 начнет перемещаться, вместе с ним покатится по роликам спутник. На рисунке показано выдвинутое положение штока второго гидроцилиндра 13. Захват 6 переместится по направляющей штанге и заставит спутник прокатиться по роликам 9 и 8 в направлении стрелки А на поворотный стол станка. На поворотном столе спутник автоматически опустится на фиксаторы и захват 6 штока гидроцилиндра 13 сцепляется со спутником. По окончании обработки заготовки стол станка переместится к устройству для смены спутников и остановится в положении, когда фигурный паз спутника окажется под захватом Б. Гидроцилиндр стола станка поднимает спутник над фиксаторами и произойдет сцепление спутника с захватом 6. Затем масло под давлением поступает в штоковую полость гидроцилиндра 13, шток которого сместится в крайнее положение, увлекая за собой спутник с заготовкой. Затем меняются местами спутник с обработанной заготовкой и спутник с заготовкой, подлежащей обработке. Для чего стол поворачивается на стойке 15 зубчатым колесом 3, сцепленным с рейкой 4. Рейку перемещают гидроцилиндры 5 и 16. После поворота стола на 180° спутник 11 с заготовкой устанавливается гидроцилиндром 10 на поворотный стол станка. Подвод масла к гидроцилиндрам 10 и 13 осуществляется через вертикальные каналы, имеющиеся в стойке, и муфту (на рисунке не показана). Стойка 15 закреплена на плите 1 с помощью болтов 2 и 17.

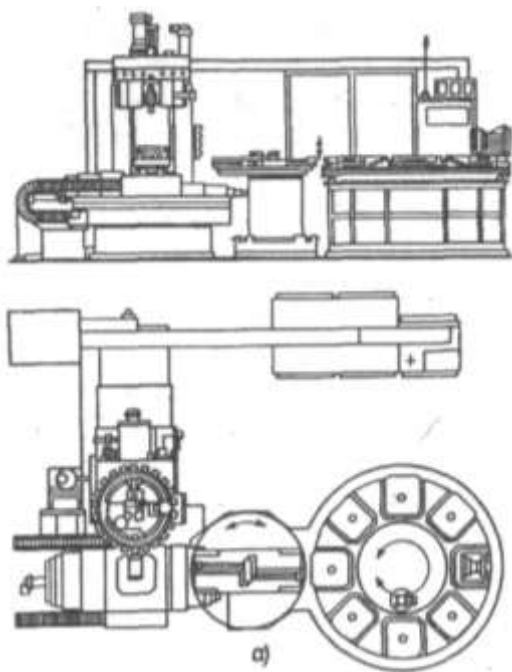


Рис. 23. Пристаночные накопители приспособлений спутников: а — поворотный магазин; б — неподвижные линейные магазины

В гибких производственных модулях для хранения приспособлений-спутников с заготовками широко применяют **круглые или кольцевые магазины**, обеспечивающие автоматическую подачу спутников с заготовками на стол станка и спутников с обработанными заготовками в магазин (рис.23). При этом спутники подаются в любой последовательности.

Для **тяжелых заготовок** применяют неподвижные линейные магазины и двухпозиционные тележки-автооператоры. По окончании обработки заготовки спутник с заготовкой автоматически перемещается в свободную позицию тележки-оператора, а со второй позиции (ожидание) тележки-оператора спутник с заготовкой, подлежащей обработке, перемещается на стол станка. Затем спутник с заготовкой из магазина устанавливается на свободную позицию тележки, а спутник с обработанной заготовкой перемещается из тележки в магазин спутников.

ЛЕКЦИЯ №11

Обоснование экономической эффективности применения приспособлений

Экономический эффект от применения приспособлений определяют путем сопоставления годовых затрат и годовой экономии для сравниваемых вариантов изготовления деталей. **Годовые затраты** состоят из амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию приспособления. **Годовая экономия** получается за счет снижения трудоемкости изготовления деталей, т.е. за счет сохранения затрат на заработную плату рабочих станочников и уменьшения цеховых накладных расходов.

Применение приспособлений экономически выгодно в том случае, если годовая экономия от его применения, больше годовых затрат, связанных с его эксплуатацией. Экономическая эффективность любого приспособления определяется также величиной **срока окупаемости**, т.е. срока, в течение которого затраты на приспособление будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости обрабатываемых деталей.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях с целью достижения высокой точности обработки применяют приспособления, независимо от их экономической эффективности.

При технико-экономических расчетах, производимых при выборе соответствующей конструкции приспособления, **необходимо сопоставлять экономичность** различных конструктивных вариантов приспособлений для конкретной операции. Считая, что расход на режущий инструмент, амортизацию станка и электроэнергию для этих вариантов одинаковы, определяют и сравнивают лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления. Следовательно, элементы себестоимости обработки, зависящие только от конструкции приспособления, для сравниваемых вариантов "а" и "б" при использовании нового (модернизированного) (себестоимость C_a) и старого (себестоимость $C_б$) приспособлений определяют по формулам:

$$C_a = Z_a \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S_a}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right),$$

$$C_б = Z_б \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S_б}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right),$$

где S_a — затраты на изготовление приспособления по варианту "а", руб.; $S_б$ — затраты на изготовление приспособления по варианту "б", руб.; Z_a — штучная заработная плата станочника при использовании при обработке деталей приспособления по варианту "а", руб.; $Z_б$ — штучная заработная плата станочника при использовании для обработки деталей приспособления по варианту "б", руб.; H — цеховые накладные расходы в процентах к заработной плате рабочих; Π — годовая программа выпуска деталей, шт; A — срок амортизации приспособления, годы; q — расходы, связанные с эксплуатацией приспособлений (ремонт, содержание, регулирование), в процентах от их стоимости.

На **рис. 1** приведен график изменения величин себестоимости C_a и $C_б$ в зависимости от годового выпуска Π_k деталей. Точка пересечения k обеих кривых соответствует той программе выпуска Π деталей, при которой оба сопоставляемых варианта в экономическом отношении равноценны. Величину этой программы, а, следовательно, и точку пересечения кривых находим, решая совместно уравнения для C_a и $C_б$ относительно Π_k :

$$\Pi_k = \frac{(S_a - S_б) \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right)}{(Z_б - Z_a) \left(1 + \frac{H}{100} \right)}$$

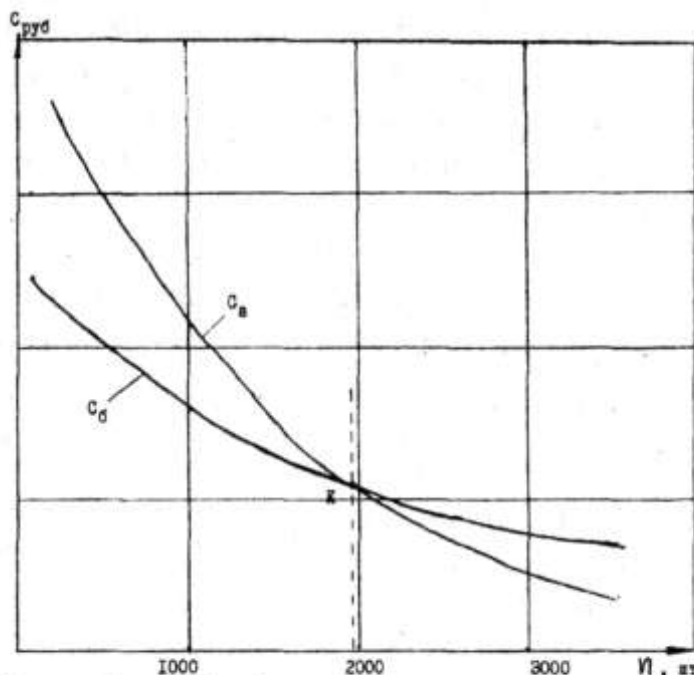


Рис. 1. График изменения величин себестоимости C_a и C_b в зависимости от годового выпуска

Из графика следует, что если заданная годовая программа $\Pi > \Pi_k$, то выгоднее применять более сложное приспособление (вариант "а") и, наоборот, при $\Pi < \Pi_k$ экономичнее применять приспособления по варианту "б".

Для конкретного расчета Π_k нужно знать величины S_a и S_b . Однако их точные значения можно определить лишь на основе калькуляции, после изготовления рабочих чертежей и разработки технологических процессов изготовления приспособлений. Но такой способ весьма сложен и трудоемок. Поэтому применяют более простые, приближенные способы определения затрат на

изготовление приспособлений по формуле:

$$S = CN,$$

где S — затраты на изготовление приспособлений, руб.; N — количество деталей в приспособлении, шт; C — постоянная, зависящая от сложности приспособления и его габаритных размеров.

Для простых приспособлений, берут $C=15$; для приспособлений средней сложности $C=30$ и для сложных приспособлений $C=40$. Срок "А" амортизации приспособления, в течение которого его используют для выпуска заданных деталей, равен 1, 2-3 и 4-5 годам соответственно для простых, средней сложности и сложных приспособлений. Годовые расходы q , связанные с эксплуатацией приспособления, берут равным 20% от затрат S на его изготовление.

Для определения заработной платы Z рабочего станочника необходимо знать штучное время $t_{шт}$ обработки на данной операции и минутную ставку $Z_{мин}$ рабочего-станочника по действующей тарифной сетке:

$$Z = t_{шт} \cdot Z_{мин}$$

При использовании более совершенного (более дорогостоящего) приспособления время $t_{шт}$, а, следовательно, и штучная заработная плата снижаются.

Величину Π_k следует определять при условии, что $S_a > S_b$ и $Z_b > Z_a$ или $S_b > S_a$ и $Z_a > Z_b$.

При технико-экономических расчетах приходится определять **величину снижения трудоемкости** изготовления одной детали по всем технологическим операциям механической обработки, отнесенной к одному приспособлению:

$$e = \frac{\sum t_1 - \sum t_2}{n}$$

где Σt_1 — суммарная трудоемкость изготовления детали до применения приспособления;
 Σt_2 — суммарная трудоемкость изготовления детали после применения приспособления;
 t_1 и t_2 — штучное время обработки детали на станке до и после применения приспособления;
 n — количество приспособлений, применяемых на всех технологических операциях при изготовлении детали на станках, шт.

Экономия на прямой заработной плате в результате применения одного приспособления:

$$e' = \frac{\sum t_1 C_1 - \sum t_2 C_2}{n}$$

где C_1 и C_2 — тарифные ставки на одинаковых операциях до и после применения приспособления.

Экономический эффект $\mathcal{E}$ от применения одного приспособления при изготовлении детали определяют с учетом цеховых накладных расходов H . Величину H берут в процентах от прямой заработной платы рабочего-станочника. Экономический эффект:

$$\mathcal{E} = (1 + 0,01H)e' = (1 + 0,01H) \frac{\sum t_1 C_1 - \sum t_2 C_2}{n}$$