

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ  
по дисциплине  
“Технологическая оснастка”  
(для студентов специальности  
7.090202 «Технология машиностроения»  
всех форм обучения)

Донецк – 2006 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

по дисциплине

“Технологическая оснастка”

(для студентов специальности

7.090202 «Технология машиностроения»

всех форм обучения)

Рассмотрено на заседании кафедры  
«Технология машиностроения»  
Протокол № 2 от 26.09.2006 г

Утверждено издательским  
Советом ДонНТУ  
протокол № 4 от 6 декабря 2006г.

Донецк - 2006 г.

УДК 621.75.008.001.2

Конспект лекций предназначен для самостоятельного изучения студентами теоретической части курса “Технологическая оснастка” (для студентов специальности 7.090202 «Технология машиностроения» всех форм обучения) /Сост. Н.В. Голубов – Донецк; ДонНТУ, 2006.

Проведены цели и задачи дисциплины, тематическое содержание дисциплины и конспект лекций дисциплины «Технологическая оснастка».

Составитель: Н.В.Голубов, ст. препод.

Ответственный за выпуск А.Н. Михайлов

Донецкий национальный  
технический университет

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа дисциплины “Технологическая оснастка” разработана на основании:

- типовой программы дисциплины “Технологическая оснастка” для высших учебных заведений по специальности 7.090202 “Технология машиностроения”, утвержденная научно-методическим Советом Минобразования Украины 25 сентября 1996 года;
- учебного рабочего плана подготовки специалистов по направлению 7.090202 - “Инженерная механика” по специальности 7.090202 “Технология машиностроения” набора 2006 года.

## 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** дисциплины “Технологическая оснастка” является формирование у будущего специалиста системы знаний и практических навыков по выбору, конструированию, расчету и технико-экономическому обоснованию применения технологической оснастки для конкретных условий машиностроительного производства.

**Задачи** дисциплины: ознакомление студентов с существующей классификацией приспособлений, общими требованиями к ним; принципами установки и закрепления заготовок во время механической обработки для обеспечения необходимого качества обработки (сборки, контроля); ознакомление с основными элементами приспособлений, требованиями к ним; ознакомление с конструкцией приспособлений для разных групп станков; ознакомления с основными положениями выбора, конструирования, расчетов и технико-экономического обоснования применения приспособлений разных систем и вариантов.

В результате изучения дисциплины студент должен

**ЗНАТЬ :**

- проблемы развития машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности;
- роль технологического оснащения в достижении необходимого качества продукции, повышения производительности труда и снижению себестоимости обработки деталей;
- назначения, классификацию и общие требования к приспособлениям;
- принципы установки и закрепления заготовок во время обработки (сборки, контроля);
- основные элементы приспособлений и требования к ним;
- вспомогательный рабочий инструмент;
- структуры приспособлений для разных видов обработки, сборки и контроля;

- основные положения по выбору, конструированию и расчету приспособления;

**УМЕТЬ:**

- анализировать технологические операции, для которых проектируется (выбирается) приспособление;

- проводить оценку и выбор оптимальных систем технологической оснастки;

- разрабатывать принципиальную схему и компоновку приспособления;

- определять способы отладки устройств и вспомогательного инструмента;

- проводить расчеты устройств;

- проектировать специальное станочное приспособление;

- выполнять экономическую оценку применения приспособлений разных систем и вариантов;

- пользоваться специальной литературой, государственными стандартами и стандартами ИСО.

### 3. ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Содержание лекционного курса

##### **Вступительная лекция. Содержание и задача курса.**

Определения - технологическая оснастка, приспособления станочные, сборочные и контрольные, рабочий и вспомогательный инструмент. Содержание и назначения курса “Технологическая оснастка”. Необходимая предшествующая подготовка для изучения курса.

##### **Установка заготовок в приспособлениях.**

Основное назначение приспособлений, их влияние на ход производственного процесса и его результата. Классификация приспособлений по разным признакам. Общие требования к приспособлениям. Необходимость и сущность нормализации и стандартизации конструкции приспособлений.

##### **Структура приспособлений.**

Классификация элементов входящих в состав приспособления, установочные элементы приспособлений: опоры, опорные пластины, пальцы, призмы. Материал, технические требования. Зажимные элементы. Приводы. Вспомогательные элементы. Детали приспособления для направления рабочего инструмента. Детали приспособления для настройки технологической системы на размер. Поворотные и делительные устройства приспособлений. Корпуса приспособлений. Требования к корпусам, материалы и технические требования на изготовление корпусов.

##### **Основные этапы проектирования приспособлений.**

Этапы проектирования специальной технологической оснастки: анализ исходных данных; формулирование служебного назначения приспособления; разработка принципиальной схемы приспособления; составление расчетной

схемы для определения усилия закрепления; силовой расчет приспособления (определения силы закрепления и силы на поводе ); разработка чертежа общего вида и чертежей оригинальных деталей приспособления; описание конструкции приспособления; расчет его элементов на прочность; расчет погрешности установки заготовки в приспособлении.

#### **Зажимные элементы.**

Назначения, требования и классификация зажимных механизмов приспособлений. Элементарные зажимные приспособления: винтовые, клиновые, клиноплунжерные, эксцентриковые, рычажные, цанговые. Схемы, конструкции, преимущества и недостатки, расчет зажимных усилий.

Комбинированные зажимные приспособления: схемы, конструкции, преимущества и недостатки, определения передаточных отношений и усилий.

#### **Приводы приспособлений.**

Силовые приводы приспособлений: пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, вакуумные, электрические, электромагнитные и магнитные, инерционные - назначение, схемы, принцип действия, структура, область применения, преимущества и недостатки, расчет начального усилия.

#### **Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков.**

Типы приспособления для обработки на токарных кругло- и внутришлифовальных станках. Центры, центровые оправки, простейшие поводковые приспособления, люнеты; патроны двух-, трех- и четырёхкулачковые; специальные устройства и планшайбы; вспомогательный инструмент. Расчет суммарной силы зажима в кулачковых патронах и осевой силы на штоке механизированного привода. Расчет оправок для обработки деталей с базированием по отверстию. Центра, оправки, конструкция, область применения.

#### **Приспособления для сверлильных станков.**

Характерные конструктивные особенности сверлильных приспособлений. Типы приспособлений. Кондукторы и их элементы. Скальчатые кондукторы. Быстросменные патроны. Патроны для нарезания резьбы. Стационарные приспособления, особенности конструкции. Поворотные устройства для позиционной обработки отверстий в заготовках. Вспомогательный инструмент для сверлильных станков.

#### **Приспособления для фрезерных станков.**

Особенности фрезерных приспособлений. Приспособления типа машинных тисков. Универсальные переналаживаемые столы. Примеры сменных отладок. Делительные головки. Устройства для непрерывного фрезерования заготовок. Специальные фрезерные устройства, устройства для фасонного фрезерования. Комплексная механизация фрезерных устройств.

#### **Приспособления для зубофрезерных станков.**

Классификация приспособлений для фрезерных станков. Область применения. Типовые конструкции. Особенности конструкции.

### **Технико-экономические расчеты при проектировании приспособлений.**

Основные предпосылки эффективности и принципы определения экономичности применения приспособлений. Определения годовых затрат. Определение годовой экономии. Технико-экономическое обоснование выбранного варианта приспособления.

## **3.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Составление расчетных схем для определения усилий закрепления.
2. Расчет усилия закрепления.
3. Расчет рычажных зажимных устройств.
4. Расчет клиновых зажимных устройств.
5. Расчет параметров пневмоцилиндров.
6. Расчет параметров гидроцилиндров.
7. Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении.

## **3.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Конструкция немеханизированных приспособлений для токарных станков.
2. Конструкция механизированных приспособлений для токарных станков.
3. Конструкция приспособлений для фрезерных станков.
4. Конструкция приспособлений для сверлильных станков.
5. Конструкция приспособлений для шлифовальных станков.
6. Конструкция электромеханического привода.

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА**

### **4.1 Вступительная лекция. Содержание и задача курса.**

Информация, изучаемая в этом разделе, изложена в [1-6].

Под **технологической оснасткой** (ГОСТ 3.1109—82) понимают средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование, для выполнения определенной части технологического процесса. Примерами технологической оснастки являются режущий инструмент, штампы, приспособления, мерительные инструменты пресс-формы, модели, литейные формы и т. д.

Приспособление - это составная часть технологической оснастки, которая может быть самостоятельным элементом в контрольно-измерительных и некоторых сборочных операциях.

Если приспособление входит в состав обрабатывающей технологической системы, его называют станочным приспособлением, если оно входит в состав сборочной технологической системы, то его принято

называть сборочным приспособлением.

Приспособления предназначены, главным образом, для установки объекта, в качестве которого выступает заготовка, деталь или сборочная единица. Установка включает в себя базирование объекта и его закрепление. Поэтому основными частями приспособления являются корпус, базирующие (установочные) и зажимные элементы.

Дополнительно приспособления могут выполнять следующие функции:

- обеспечивать направление режущего инструмента;
- служить базой для установки контрольно-измерительных приборов;
- осуществлять механический или автоматический зажим объекта в приспособлении;
- увеличивать жесткость при установке базируемого объекта;
- изменять положение детали вместе с приспособлением.

Использование приспособлений способствует повышению точности и производительности обработки, контролю деталей и сборки изделий, обеспечивает механизацию и автоматизацию технологических процессов, снижение квалификации работ, расширение технологических возможностей оборудования и повышение безопасности работ. Современное механосборочное производство располагает большим парком приспособлений, значительную часть которых составляют станочные приспособления.

Станочные приспособления применяют для установки заготовок и инструмента на металлорежущие станки. Приспособления, связывающие со станком обрабатываемую заготовку, относят к приспособлениям для изготовления детали, а приспособления, связывающие со станком режущий инструмент, — к приспособлениям для инструмента.

Приспособления являются наиболее сложной и трудоемкой в изготовлении частью технологической оснастки.

В повышении качества изготовления деталей машин, их сборки и контроля важное значение имеет совершенствование технологической оснастки: создание высокопроизводительных конструкций станочных приспособлений, сокращение сроков их проектирования и изготовления, повышение качества и надежности, снижение трудоемкости изготовления, сокращение количества и снижение необходимой квалификации рабочих, расширение технологических возможностей оборудования, облегчение условий работы, повышение безопасности работы и др.

Решение этих задач должно быть направлено на повышение производительности труда станочников, слесарей-сборщиков, наладчиков и контролеров. Применение приспособлений снижает трудоемкость  $T$  и себестоимость  $S$  изготовления сборки деталей (рис.4.1).

На рис. 4.1, а показана зависимость трудоемкости  $T$  от коэффициента оснащённости  $K$ , под которым понимается отношение числа приспособлений к Числу операций обработки данной детали, а на рис. 18.1, б - зависимость себестоимости обработки  $S$  от качества  $IT$  на изготовление. Кривые 1 характеризуют одноместные приспособления ручного типа, а 2 — механизированные и многоместные приспособления.

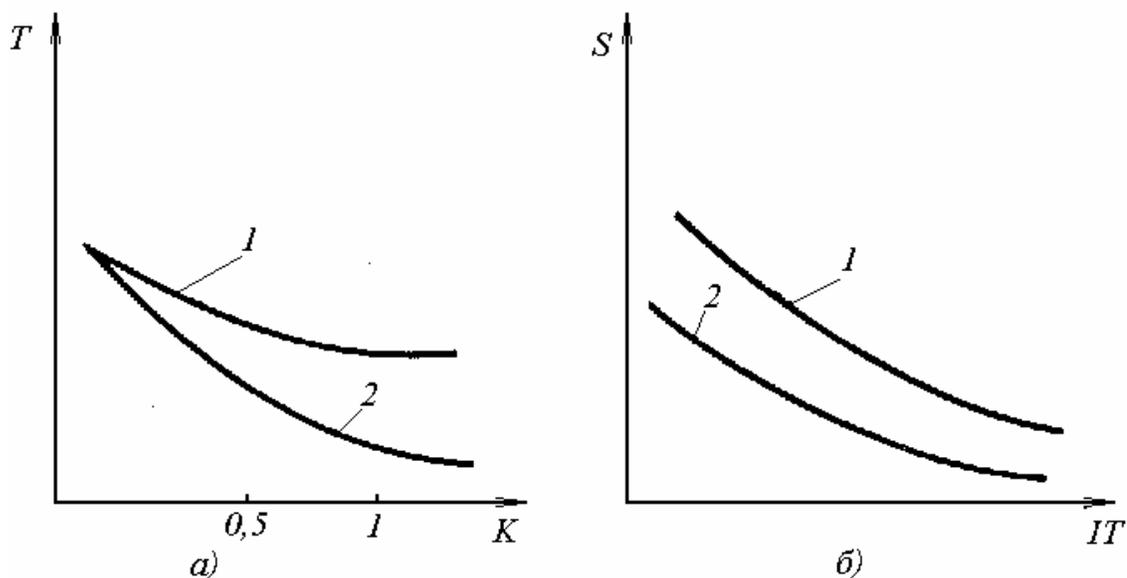


Рисунок 4.1 – Зависимость трудоемкости  $T$  от коэффициента оснащённости  $K$ (а) и себестоимости обработки  $S$  от точности изготовления  $IT$ (б)

Применение приспособлений расширяет технологические возможности металлорежущего оборудования. Так, универсальные станки, снабженные специальными приспособлениями, могут заменить специализированные станки, позволяют применить групповые методы обработки деталей, могут встраиваться в гибкие производственные системы (ГПС).

Важное значение приспособления приобретают в гибких производственных системах (ГПС). В ГПС серийного производства деталей широко применяют приспособления, быстро переналаживаемые вручную, поскольку переналадка производится не чаще одного раза в смену. В ГПС мелкосерийного и единичного производства, когда обрабатывают заготовки малыми партиями и даже поштучно, применять быстропереналаживаемые вручную приспособления невыгодно. Здесь целесообразна автоматическая переналадка приспособлений с помощью ЧПУ без участия оператора. Это предъявляет к станочному приспособлению дополнительные требования. Такие приспособления должны, прежде всего, отличаться повышенной надежностью, обеспечивать необходимое базирование заготовок и заданное положение системы координат станка, автоматический зажим-разжим заготовок по команде ЧПУ, надежный зажим заготовок в случае аварийного падения воздуха или масла в системе и обесточивания, возможность

обработки заготовки с четырех-пяти сторон с одной установки.

Применение быстродействующих и автоматизированных приспособлений совместно с транспортирующими устройствами является одним из эффективных направлений современного машиностроения в поточном, поточно-автоматизированном и автоматизированном производстве. Их использование особенно эффективно при разработке автоматических линий механической обработки и сборки, а также при создании гибких производственных модулей, участков и цехов, управляемых от ЭВМ.

Станочные приспособления классифицируют по различным признакам.

По целевому назначению приспособления делят на пять групп.

1. Станочные приспособления для установки и закрепления обрабатываемых заготовок (в зависимости от вида механической обработки подразделяют на приспособления для токарных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных, многоцелевых и других станков). Эти приспособления осуществляют связь заготовки со станком.

2. Станочные приспособления для установки и закрепления рабочего инструмента (их называют также вспомогательным инструментом) осуществляют связь между инструментом и станком. К ним относятся патроны для сверл, разверток, метчиков; многошпиндельные сверлильные, фрезерные, револьверные головки; инструментальные державки, блоки и т. п.

С помощью приспособлений указанных выше групп осуществляют наладку системы станок - заготовка - инструмент.

3. Сборочные приспособления используемые для соединения сопрягаемых деталей изделия, применяют для, крепления базовых деталей, обеспечения правильной установки соединяемых элементов изделия, предварительной сборки упругих элементов (пружин, разрезных колец) и др.

4. Контрольные приспособления применяют для проверки отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, сопряжении сборочных единиц и изделий, а также для контроля конструктивных параметров, получающихся в процессе сборки.

5. Приспособления для захвата, перемещения и переворота тяжелых, а в автоматизированном производстве и ГПС и легких обрабатываемых заготовок и собираемых изделий. Приспособления являются рабочими органами промышленных роботов, встраиваемых в автоматизированных производствах и в ГПС.

К захватным приспособлениям предъявляют ряд требований: надежность захвата и удержание заготовки; стабильность базирования; универсальность; высокая гибкость (легкая и быстрая переналадка); малые габаритные размеры и масса. В большинстве случаев применяют механические захватные устройства. Широкое применение также находят захватные приспособления магнитные, вакуумные и с эластичными камерами.

Все описанные группы приспособлений в зависимости от типа производства могут быть ручными, механическими, полуавтоматическими и

автоматическими, а в зависимости от степени специализации - универсальными, специализированными и специальными.

В зависимости от степени унификации и стандартизации в машиностроении и приборостроении в соответствии с требованиями Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), утверждено семь стандартных систем станочных приспособлений.

Ниже приведены их краткие характеристики.

**Универсально-безналадочные приспособления (УБП)** предназначены для установки различных заготовок на постоянные, регулируемые, несъемные установочные элементы. К ним относятся: различные центры (жесткие, рифленые, вращающиеся), поводковые устройства, зажимы, патроны различных типов, оправки, магнитные и электромагнитные плиты. Конструкция этих приспособлений определяется ГОСТами.

**Универсально-наладочные приспособления (УНП)** состоят из универсального базового агрегата и сменных наладочных элементов. Базовыми агрегатами служат стандартизованные на различных уровнях (ГОСТ, стандарт отрасли, стандарт предприятия) машинные тиски, скальчатые кондукторы, самоцентрирующиеся патроны с различными приводами, планшайбы со сменными элементами и другие приспособления. Базовая часть этих приспособлений представляет собой сборочную единицу долговременного действия в различных компоновках.

Наладку приспособления для различных деталей осуществляют путем смены установочных и зажимных элементов, монтируемых на базовом агрегате. УНП нашли широкое применение в мелкосерийном и среднесерийном производстве, а также при групповом методе изготовления деталей.

**Специализированные наладочные приспособления (СНП)** аналогичны УНП, но базовый агрегат у них не универсальный, а специализированный. СНП применяют для установки заготовок различных размеров (в заданном диапазоне), близких по конфигурации, с идентичными схемами базирования.

Для повышения производительности применяют многоместные приспособления, позволяющие сменять заготовки вне рабочей зоны станка. СНП характерны для среднесерийного производства.

**Универсально-сборные приспособления (УСП)** komponуют на стандартизованных плитах различных размеров. В элементах УСП предусмотрены взаимно перпендикулярные Т-образные пазы. Фиксация элементов и узлов, изготовленных с высокой степенью точности, осуществляется с помощью шпонки, входящей в шпоночный паз. Возможность быстро, без дополнительной подгонки собирать приспособления для оснащения различных операций делает УСП весьма выгодными. При использовании конкретной компоновки их разбирают и используют для других компоновок в различных сочетаниях. УСП целесообразно применять в опытном, мелкосерийном, а при постановке на производство новой продукции и в среднесерийном производстве.

С помощью УСП многократно сокращают время изготовления приспособлений, т. е. время технологической подготовки производства (ТПП), а применение нормализованных гидравлических, пневматических, магнитных и других устройств позволяет применять УСП в крупносерийном производстве. Время сборки одного приспособления 2 - 4 ч.

**Универсально-сборные механизированные.** Также как и комплекты УСП, универсально-сборные механизированные приспособления представляют собой набор унифицированных элементов. Отличие заключается в использовании при сопряжении деталей комплектов беззазорных соединений. Для крепления деталей используются резьбовые соединения. В состав комплектов включены механизированные сборочные единицы. Вместо сетки пазов на поверхностях деталей выполнена сетка отверстий.

**Сборно-разборные приспособления (СРП).** Оснащение операций сборно-разборными приспособлениями состоит из проектирования и изготовления сменных специальных наладок. Компоновки (аналогично УСП) собирают из стандартных деталей и сборочных единиц, как специальные приспособления долгосрочного применения.

Эти приспособления находят широкое применение на различных токарных, фрезерных станках, в том числе и с ЧПУ, в среднесерийном и крупносерийном производстве.

Целесообразность применения конкретной компоновки приспособления следует экономически обосновывать. СРП являются разновидностью УСП.

**Неразборные специальные приспособления (НСП)** служат для оснащения конкретных операций индивидуального и группового технологических процессов. Они обеспечивают установку и закрепление однотипных по форме и конфигурации заготовок с идентичными схемами базирования.

НСП применяют для обработки штучных заготовок, а также при параллельных, последовательных и параллельно-последовательных схемах обработки. Такие приспособления применяют в крупносерийном и массовом производстве.

Цели и задачи курса изложены в п. 2.

Изучение дисциплины основывается на знаниях полученных при изучении следующих курсов:

- теоретическая механика;
- теория резания;
- режущий инструмент;
- оборудование и транспорт механообрабатывающих производств;
- гидравлика, гидро- и пневмоприводы;
- детали машин;
- взаимозаменяемость и стандартизация;
- технологические основы машиностроения;

- теоретические основы изготовления деталей и сборки машин;
- и д.р.

#### 4.2 Структура приспособлений

Информация, изучаемая в этом разделе, изложена в [1,2,6,7].

Основными элементами приспособлений являются установочные, зажимные, направляющие, делительные (поворотные), крепежные детали, корпуса и механизированные приводы. Они имеют следующее назначение:

- установочные элементы - для определения положения обрабатываемой заготовки относительно приспособления и положения обрабатываемой поверхности относительно режущего инструмента;
- зажимные элементы - для закрепления обрабатываемой заготовки;
- направляющие элементы - для осуществления требуемого направления движения инструмента;
- вспомогательные элементы - служат для расширения технологических возможностей, повышения быстродействия приспособлений, удобства управления ими и их обслуживания.;
- крепежные элементы - для соединения отдельных элементов между собой;
- корпуса приспособлений (как базовых деталей) - для размещения на них всех элементов приспособлений;
- механизированные приводы - для автоматического закрепления обрабатываемой заготовки.

К элементам приспособлений относятся также захватные механизмы различных устройств (роботов, транспортных устройств ГПС) для захвата, зажима (разжима) и перемещения обрабатываемых заготовок или собираемых сборочных единиц.

Установка заготовок в приспособлениях или на станках, а также сборка деталей включает в себя их базирование и закрепление.

При базировании заготовок технологическими базами являются:

- необработанные ("черные") поверхности заготовки;
- предварительно обработанные поверхности заготовки;
- окончательно сформированные на заготовке поверхности детали;
- плоскости, оси и центры симметрии поверхностей заготовки.

Необходимость закрепления (силового замыкания) при обработке заготовки в приспособлениях очевидна. Для точной обработки заготовок необходимо:

- осуществлять ее правильное расположение по отношению к устройствам оборудования, определяющим траектории движения инструмента или самой заготовки;
- обеспечивать постоянство контакта баз с опорными точками и полную неподвижность заготовки относительно приспособления в процессе ее обработки.

Для полной ориентации во всех случаях при закреплении заготовка должна быть лишена всех шести степеней свободы (правило шести точек в

теории базирования); в некоторых случаях возможно отступление от этого правила. Схема базирования разрабатывается технологом при проектировании технологического процесса. Для ее реализации в конструкции приспособления предусматривается наличие опорных элементов.

Опоры могут быть неподвижными, подвижными, плавающими и регулируемыми. Неподвижные опоры жестко соединяются с корпусом приспособления, могут перемещаться по базе в процессе обработки или при установке ее приспособления. В качестве подвижных опор могут служить опоры подвижного люнета токарного станка, плавающих—подвижный (утопающий) палец или центр. Регулируемые (подводимые и самоустанавливающиеся) элементы играют роль дополнительные опор для повышения жесткости обрабатываемых в приспособлениях нежестких заготовок.

Примеры стандартизованных основных и вспомогательных опор приведены на рис.4.2.

Для установки заготовки в приспособлении плоской поверхностью применяют стандартизованные основные опоры в виде штырей со сферической, насеченной и плоской головками, шайб, опорных пластин. Если невозможно установить заготовку только на основные опоры, применяют вспомогательные опоры. В качестве последних могут быть использованы стандартизованные регулируемые опоры в виде винтов со сферической опорной поверхностью и самоустанавливающиеся опоры.

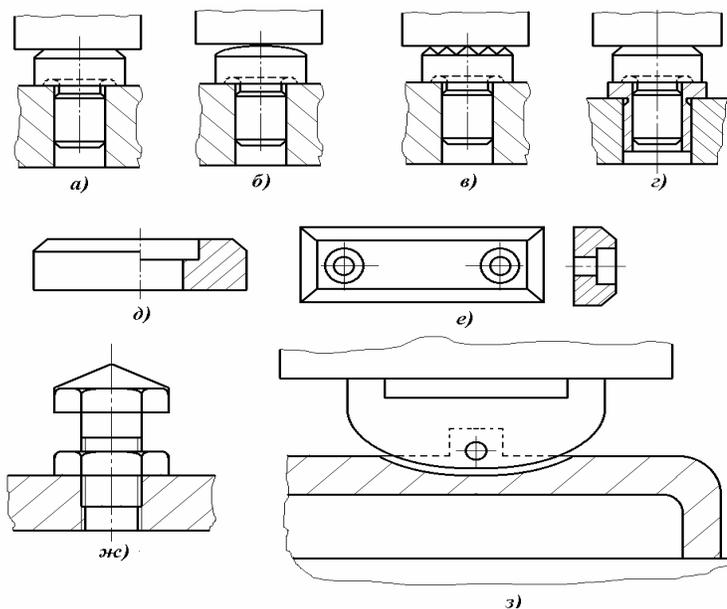


Рисунок 4.2 – Стандартизованные опоры ( а)– постоянная опора с плоской поверхностью, б) постоянная опора со сферической поверхностью, в) постоянная опора с рифленой поверхностью, г)- постоянная опора с плоской поверхностью с установкой в переходную втулку, д)- опорная шайба, е)- опорная пластина, ж)- регулируемая опора, з)- самоустанавливающаяся опора.)

Выбор постоянных точечных опор осуществляют по ГОСТ 13440—68... ГОСТ 13442—68, регулируемых по ГОСТ 4084—68... ГОСТ 4085—68, самоустанавливающихся по ГОСТ 13159—67. Опорные пластины выбирают по ГОСТ 4743—68.

Сопряжения опор со сферической, насеченной и плоской головками с корпусом приспособления выполняют по посадке  $H7/p6$  или  $H7/h7$ . Применяют установку таких опор и через промежуточные втулки, которые сопрягаются с отверстиями корпуса по посадке  $H7/h7$ . Конструкция опор приведена на рис 4.3.

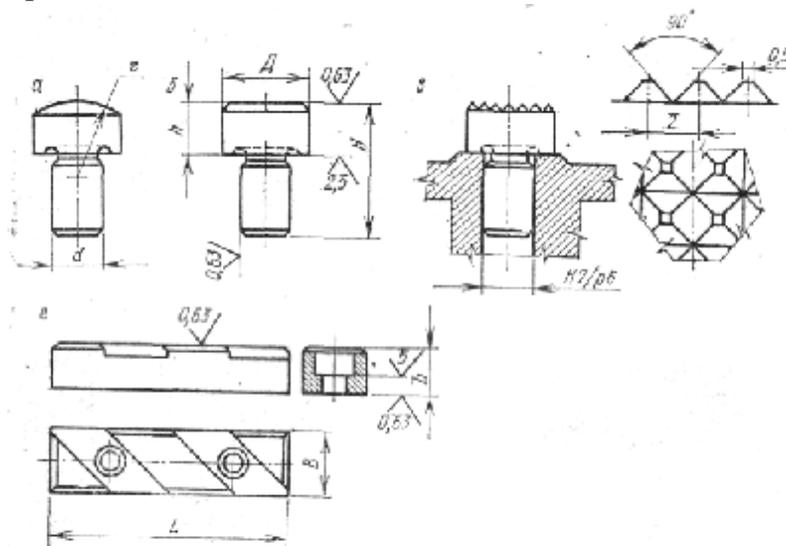


Рисунок 4.3 – Конструкция точечных опор и опорных пластин

По внешним цилиндрическим поверхностям заготовки устанавливают в призмы (ГОСТ 12195—66... ГОСТ 12197—66), втулки и полувтулки, цанги, кулачки самоцентрирующих патронов (ГОСТ 2675—80, ГОСТ 3890—82 и др.) и подобные установочные и установочно-зажимные элементы; по внутренним—на рабочую поверхность различных оправок (ГОСТ 16211—70 и др.), на пальцы (ГОСТ 12209—66... ГОСТ 12212—66), сухари, кулачки разжимных устройств и другие установочные элементы (рис 4.4).

Исполнительные поверхности всех установочных элементов приспособлений должны обладать большой износостойкостью и высокой твердостью. Поэтому их изготавливают из конструкционных и легированных сталей 20, 45, 20Х, 12ХНЗА с последующей цементацией и закалкой до 55-60 HRC<sub>3</sub>, (опоры, призмы, установочные пальцы, центры) и инструментальных сталей У7 и У8А с закалкой до 50-55 HRC<sub>3</sub>, (опоры с диаметром меньше 12 мм; установочные пальцы с диаметром менее 16 мм).

**Зажимные элементы и устройства** приспособлений предназначены для обеспечения надежного контакта базовых поверхностей заготовок с установочными элементами приспособлений и предупреждения смещения заготовки при обработке. В ряде случаев зажимные элементы одновременно выполняют функции установочных (кулачки, призмы и лепестки цанг в самоцентрирующих кулачковых, призматических и цанговых патронах,

губки в тисках и т. п.).

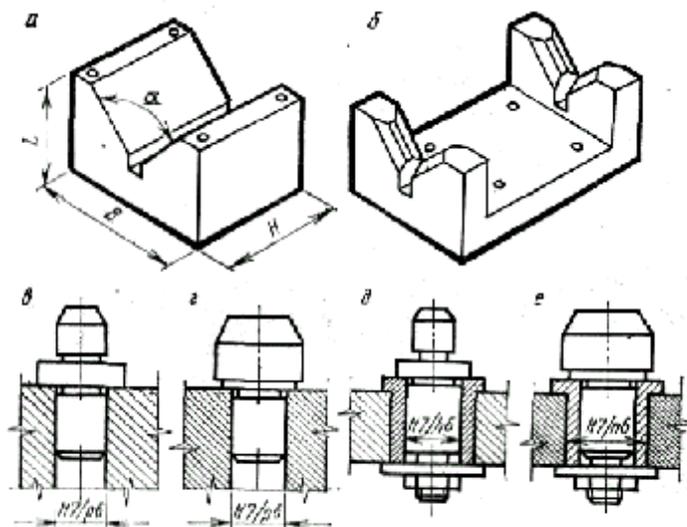


Рисунок 4.4 – Элементы для установки заготовок по наружным и внутренним цилиндрическим поверхностям (а,б – призмы широкие и узкая сдвоенная: в, г, д, е – пальцы постоянные соответственно с буртом, без бурта, и сменные с буртом, без бурта)

Зажимные элементы и устройства приспособлений должны: быть просты по конструкции; надежны в работе и удобны в обслуживании; обеспечивать равномерность распределения сил зажима (особенно при закреплении нескольких заготовок в многоместных приспособлениях); быть сменными и износостойкими, обладать достаточным ходом, обеспечивающим удобную установку заготовок; не должны вызывать деформации закрепляемых заготовок, смещения и порчи их поверхностей; не должны самопроизвольно отключаться. Закрепление и открепление заготовок в приспособлении должно производиться с минимальными затратами сил и времени рабочего. Например, необходимое усилие на рукоятку (штурвал, маховик) для обеспечения ручного привода зажимного устройства не должно превышать 150 Н.

Наиболее распространены элементарные зажимные устройства — винтовые, клиновые, рычажные, эксцентриковые и цанговые. Чаще в приспособлениях используются сложные (комбинированные) устройства, состоящие из двух или нескольких элементарных.

**Силовые приводы** приспособлений обеспечивают воздействие зажимных элементов на закрепляемую заготовку с заданной силой и в определенном направлении. Наиболее распространены пневматические (поршневые, диафрагменные, пластинчатые и сильфонные) приводы с повышенным быстродействием, позволяющие регулировать и легко контролировать создаваемые ими силы закрепления и обеспечивающие их стабильность. Они просты в изготовлении и обслуживании, их работоспособность не зависит от температуры окружающей среды. Давление воздуха в пневмосистеме — 0,4...0,6 МПа.

Существуют также вакуумные приводы, однако их использование

сдерживается необходимостью применения вакуумных одно- и двухступенчатых поршневых или струйных насосов (эжекторов), работающих с использованием сжатого воздуха.

Для обеспечения необходимых сил зажима малогабаритными устройствами применяют гидравлические, пневмо- и механогидравлические приводы. Силы зажима создаются при малых размерах гидроприводов за счет высокого давления жидкости в их гидросистеме (10 МПа и более).

Обеспечение надежных уплотнений подвижных соединений в таких приводах затруднено из-за большого давления жидкости. Гидравлические приводы целесообразно использовать на гидрофицированных станках.

Кроме того используются электромагнитные, магнитные (с постоянными магнитами), мектромеханические, центробежно-инерционные приводы и приводы от движущихся элементов станков и сил, возникающих при обработке, а также ручные приводы зажимных устройств.

**Элементы для определения положения и направления инструментов** служат для определения положения режущего инструмента относительно заготовки (высотные и угловые установки); направления сверл, зенкеров, разверток, дорнов, расточных борштанг и другого инструмента (кондукторные втулки); обеспечения заданной кинематики перемещения инструмента (копиры). Указанные элементы должны иметь повышенную точность и качество отделки, высокую износостойкость.

Кондукторные втулки служат для направления режущего инструмента при обработке отверстий на станках. сверлильной группы. Они позволяют повысить точность обрабатываемых отверстий по параметрам отклонений диаметральных размеров, формы, расположения осей отверстий на входе и выходе за счет ограничения прогибов инструмента. Их подразделяют на неподвижные и вращающиеся. Неподвижные стандартные кондукторные втулки бывают постоянные по ГОСТ 18429—73\* и постоянные с буртиком по ГОСТ 18430— 73\*, которые применяют в условиях мелкосерийного производства при обработке неточных отверстий одним инструментом (сверлом, зенкером); сменные по ГОСТ 18431-73\*, которые применяют в условиях крупносерийного и массового производства при обработке одного отверстия одним инструментом (сверлом, зенкером, разверткой) и которые быстро заменяют при изнашивании; быстросменные по ГОСТ 18432—73\* применяют при обработке одного отверстия последовательно несколькими инструментами (сверлом, зенкером, разверткой); промежуточные по ГОСТ 18433—73 \* и промежуточные с буртиком по ГОСТ 18434—73 , которые служат для установки сменных и быстросменных кондукторных втулок для уменьшения износа плиты. Конструкция втулок приведена на рис. 4.6

Сменные втулки 1 устанавливают в постоянные втулки 2 по посадкам либо Н7/г6 либо Н6/г5. В корпус постоянные втулки устанавливают по посадке Н7/п6. Ориентировочный срок службы кондукторных втулок  $(1 \dots 1,5)10^4$  сверлений при  $l < d$ . Высота  $H = (1,5 \dots 2) d$ .

Для уменьшения износа и увода инструмента зазор между

поверхностью заготовки и нижним торцом втулки принимают равным:  $(0,3—0,5) d$  при сверлении по чугуну, бронзе и другим хрупким материалам;  $(0,5—1) d$  при сверлении по стали и другим вязким материалам;  $\leq 0,3 d$  при зенкеровании ( $d$  - диаметр направляющего отверстия кондукторной втулки).

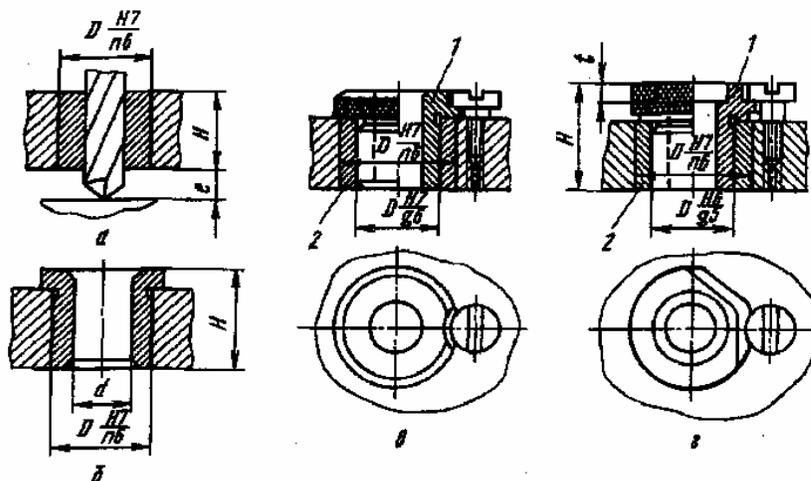


Рисунок 4.6 – Постоянные (а, б) и сменные (в, г) кондукторные втулки

Специальные кондукторные втулки (рис. 4.7) имеют конструкции, отвечающие особенностям детали и операции. Так, на рис. 4.7а представлена втулка для обработки отверстия в криволинейной поверхности. Удлиненная быстросменная втулка (рис. 4.7б) служит для направления оси отверстия, расположенного в углублении. При малом расстоянии между осями применяют конструкции, представленные на рис. 4.7в, нестандартная сменная втулка для последовательного сверления трех отверстий показана на рис.4.7г.

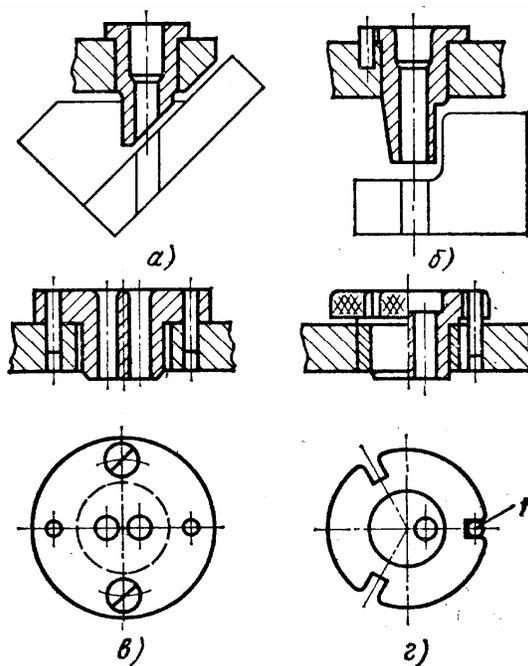


Рисунок 4.7 – Нестандартные кондукторные втулки



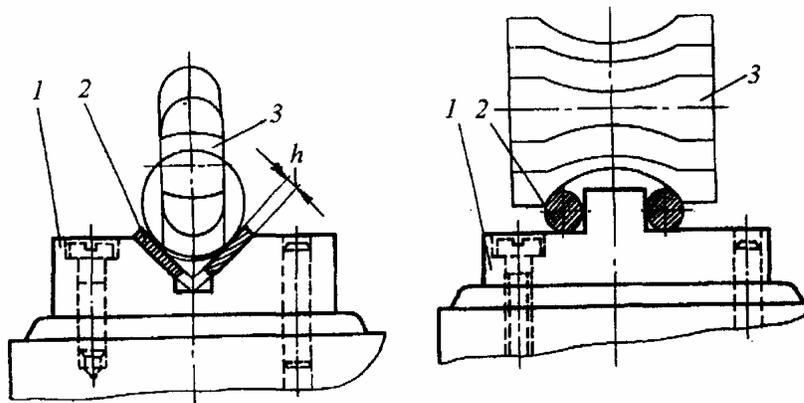


Рисунок 4.9 – Специальные установы (1- установ; 2- щупы для настройки инструмента; 3- фреза)

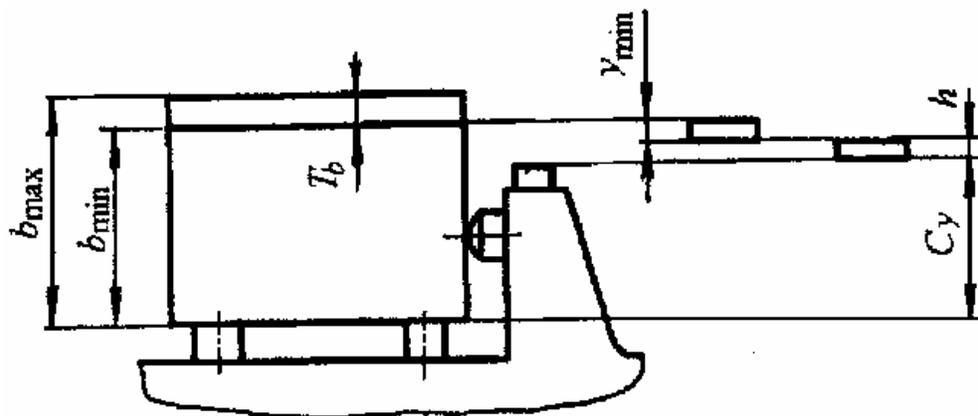


Рисунок 4.10 – Расчетная схема для определения размера установа

**Корпусы** - базовые наиболее ответственные элементы приспособлений, с помощью которых все детали и устройства приспособлений объединяются в единое целое. Корпусы обеспечивают заданное относительное расположение всех элементов и устройств приспособления, воспринимают силы обработки и зажима заготовок.

Требования, предъявляемые к корпусам приспособлений:

- корпус должен быть жестким и прочным при минимальной массе;
- удобным для очистки от стружки и отвода СОЖ;
- обеспечивать быструю и удобную установку и съем заготовок;
- обеспечивать установку и закрепление приспособления на станке без выверки (для этого предусматривают направляющие элементы - пазовые шпонки и центрирующие бурты);
- прост в изготовлении, обеспечивать безопасность работы (недопустимы острые углы, малые просветы между рукоятками и корпусом);

- корпуса передвижных или кантуемых приспособлений для сверления должны быть устойчивыми при разных положениях на столе станка, также корпуса выполняют с литыми или вставными ножками, ограничивающими контакт со столом станка.

Корпус на столе станка крепят с помощью болтов, заводимых в T-образные пазы стола, или при помощи прихватов.

Корпуса изготавливают из серого чугуна (СЧ10, СЧШ и др.), который обладает хорошими демпфирующими свойствами; конструкционных и легированных сталей (Ст3, Ст5, сталь 35Л, сталь 45 и др.); алюминиевых (АЛ6, АЛ9 и др.) и других легких сплавов; пластмасс и композитов на базе эпоксидных смол и других конструкционных материалов. В зависимости от материала используют методы изготовления корпусов: литье (чугун, сталь, алюминиевые сплавы, эпоксидные смолы), ковка и штамповки (сталь, алюминиевые сплавы), вырезка из сортового материала (стальной и алюминиевый прокат, пластмассы), сварка (сталь, алюминиевые сплавы), сборка из отдельных элементов. С учетом большого разнообразия изготавливаемых деталей, методов обработки и типов станков конфигурация корпусов приспособлений может быть самой разнообразной (в виде плит угольников, сложной коробчатой формы и др.). Конфигурации заготовок сборного и кованого корпусов наиболее просты.

Значительное удешевление приспособлений и сокращение сроков их изготовления обеспечиваются за счет стандартизации корпусов и их заготовок. При наличии запаса стандартных заготовок (ГОСТ 1412—79) различных типоразмеров можно быстро получить желаемую конструкцию корпуса путем их соответствующей доработки.

**Вспомогательные устройства** и элементы служат для расширения технологических возможностей, повышения быстродействия приспособлений, удобства управления ими и их обслуживания. К вспомогательным относятся поворотные и делительные устройства с дисками и фиксаторами; различные выталкивающие устройства (выталкиватели); быстродействующие защелки и откидные винты для крепления откидных элементов приспособлений (например, шарнирно установленных кондукторных плит); подъемные механизмы станочных приспособлений, обеспечивающие выполнение специальных приемов; тормозные и прижимные устройства; рукоятки; сухари; шпильки; маховички; крепежные и другие детали.

С помощью поворотных, делительных и подъемных устройств, применяемых в многопозиционных приспособлениях, обрабатываемой заготовке придаются различные положения относительно станка. Делительные устройства состоят из дисков, закрепляемых на поворотных частях приспособлений, и фиксаторов (рис. 4.11).

Наиболее просты в изготовлении, но наименее точны в работе шариковые фиксаторы. Однако недостатком этих фиксаторов является то, что они малоустойчивы к воздействию внешней нагрузки. Фиксаторы кнопочного типа с цилиндрическими пальцами (выполняются по ГОСТ

13160-67) могут воспринимать усилия от сил резания. Наиболее точными являются фиксаторы с коническими пальцами реечного типа (регламентируются ГОСТ 13162—67). Для повышения износостойкости стальные пальцы и втулки (ГОСТ 12214-66, ГОСТ 12215—66) фиксаторов выполняют с закалкой или цементацией и закалкой до твердости HRC 56...61.

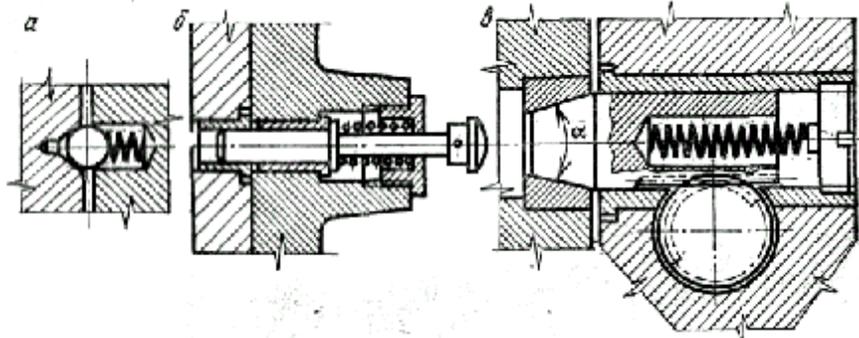


Рисунок 4.11 – Фиксаторы (а – шариковый; б) цилиндрический; в) конический реечного типа)

На рис. 4.12 показана специализированная наладочная делительная головка.

Головка обеспечивает поворот шпинделя 6 и имеет делительное устройство, состоящее из диска 8, подпружиненного фиксатора 5 в виде защелки и эксцентрикового устройства 4 вывода фиксатора из паза делительного диска. Поворот шпинделя 6 во втулке 7 контролируется по лимбу 1. Кроме того, для разгрузки делительного механизма от крутящего момента и исключения вибрации при обработке заготовок предусмотрено прижимное устройство в виде гайки 3 с рукоятками 2 и резьбового пояса шпинделя 6. После поворота на необходимый угол и фиксации шпинделя вращением гайки 3 торцы делительного диска 8, закрепленного на фланце шпинделя, и лимба 1 плотно прижимаются к поверхностям корпуса 9.

Приспособление используют для фрезерования деталей типа втулок и круглых гаек на горизонтально-фрезерном станке. Оправки с заготовками устанавливают одним концом в конусное гнездо шпинделя делительной головки и поджимают подвижными центрами задней бабки. Заготовки обрабатывают набором фрез. Сменные делительные диски обеспечивают деление окружности на заданное число частей в зависимости от количества шлицев (пазов, лысок) на деталях. Оправки поворачивают рукояткой, вставляемой в радиальные отверстия фланца шпинделя 6, при отжатой гайке 3 и выведенном из паза делительного диска фиксаторе 5.

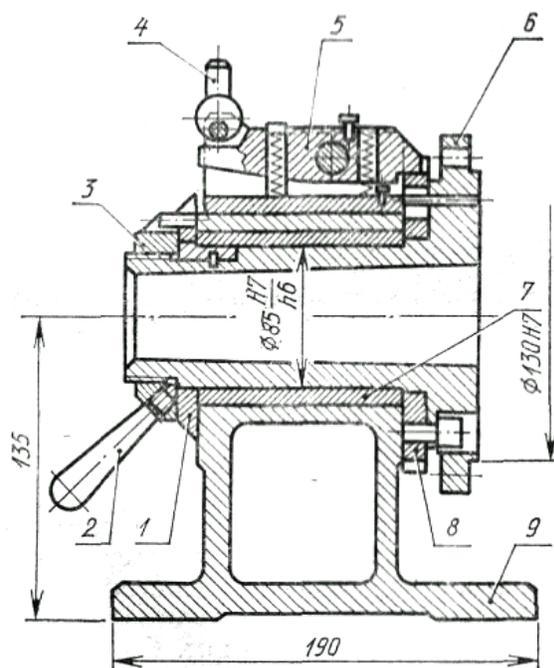


Рисунок 4.12 – Специализированная делительная головка

Выталкиватели (рис. 4.13) используют для ускорения снятия небольших деталей с приспособления.

Примером подъемных механизмов может служить подъемное устройство расточных приспособлений. В случае, когда нужно одновременно расточить в заготовке несколько последовательно расположенных отверстий одинакового диаметра одной борштангой, предусматривается подъемное устройство, на котором устанавливается обрабатываемая заготовка. В результате подъема и, следовательно, смещения оси необработанных отверстий заготовки относительно оси борштанги обеспечивается проход расточной скалки в кондуктор и заготовку с установкой резцов в исходное положение перед растачиваемыми на данной операции отверстиями. После этого подъемная часть с заготовкой опускается и крепится к неподвижному основанию приспособления.

### 4.3 Основные этапы проектирования приспособлений

Материал, изучаемый в этом разделе, изложен в [6-8].

К основным этапам проектирования приспособлений относятся:

- анализ исходных данных;
- формулирование служебного назначения приспособления;
- разработка принципиальной схемы приспособления;
- конструирование и расчет приспособления;
- определение технических требований на приспособление.

Рассмотрим каждый из перечисленных этапов.

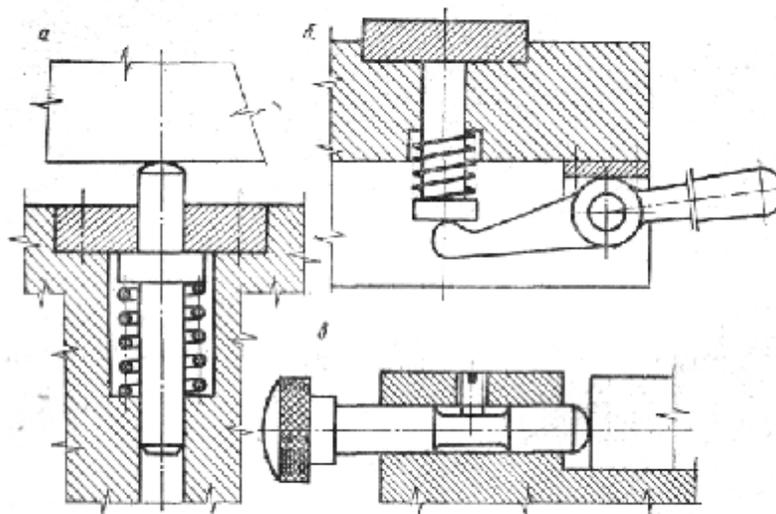


Рисунок 4.13 – Выталкиватели ( а – пружинный; б – рычажный; в- кнопочный)

**Анализ исходных данных.** Исходные данные включают чертеж объекта, устанавливаемого в приспособление, технические требования приемки объекта, операционные карты технологического процесса изготовления объекта на ту операцию, для осуществления которой проектируется приспособление.

В процессе анализа исходных данных определяются

- схема базирования объекта;
- размеры, допуски, шероховатость его поверхностей;
- материал и его характеристики,
- характеристики технологического оборудования;
- комплект технологических или измерительных баз объекта;
- структура операции;
- точность обработки на данной операции;
- режимы процесса;
- затраты штучного времени на операцию;
- тип производства, программа выпуска.

Размеры и форма объекта, приведенные в операционном **чертеже детали**, определяют габаритные размеры приспособления, его массу, материал, тип конструкции корпуса приспособления. Допуски на размеры и шероховатость поверхностей объекта влияют на выбор установочных элементов, зажимных элементов и их расположение. Заданная точность изготовления объекта на данной операции ограничивает допустимую погрешность установки объекта в приспособление, которая должна быть в несколько раз меньше погрешности изготовления объекта.

Перед проектированием приспособления конструктору следует ознакомиться с технологическим оборудованием, для которого оно проектируется. Тип технологического оборудования предопределяет комплект основных баз приспособления, которые используются при его

установке на станке, допустимые габаритные размеры корпуса приспособления, размеру присоединительных поверхностей

Комплект технологических баз объекта предопределяет комплект вспомогательных баз приспособления. Например, если комплект технологических баз заготовки на данную операцию представляет собой сочетание плоскости и двух цилиндрических отверстий, то у приспособления под заготовку должен быть комплект вспомогательных баз, образованный плоскостью и двумя цилиндрическими штырями, один из которых будет срезанным.

Структура операции, режимы процесса позволяют определить действующие нагрузки, которые будет воспринимать объект, а следовательно, и приспособление во время операции. Это позволит рассчитать требуемый уровень сил зажима объекта и самого приспособления на столе технологической системы, а также сформулировать требования к прочности, жесткости, виброустойчивости приспособления.

Затраты времени на операцию определяют уровень быстродействия приспособления при установке и снятии объекта, а это в свою очередь оказывает влияние на кинематику приспособления и выбор типа привода.

Тип производства и программа выпуска во многом определяют уровень автоматизации приспособления, требования к износостойкости элементов, целесообразность использования в приспособлении унифицированных элементов, надежность и долговечность.

**Формулирование служебного назначения приспособления.** Правильно сформулированное служебное назначение приспособления во многом определяет его качество. Формулирование служебного назначения приспособления основывается на качественном и количественном анализе исходной информации об операции технологического процесса и условий, в которых будет эксплуатироваться приспособление.

Формулировка служебного назначения приспособления должна включать: для какой операции проектируется приспособление; число объектов, устанавливаемых в приспособление; габаритные размеры объекта; достигаемая точность обрабатываемой поверхности; комплект баз, по которым базируется объект; технологические размеры выполняемые при обработке; условия, в которых приспособление эксплуатируется, и в первую очередь, особые условия: наличие высоких или низких температур, агрессивной среды и т.п.

Пример формулировки служебного назначения. Специальное приспособление предназначено для выполнения горизонтально-расточной операции; для установки двух заготовок корпуса редуктора с габаритными размерами 420x380x270 мм, при растачивании отверстия  $\varnothing 150H7$ , заготовка базируется на плоскость и два цилиндрических отверстия  $\varnothing 16$  мм, При обработке выдерживаются разметы  $140_{-0,120}$  и  $160^{+0,1}$ .

**Разработка принципиальной схемы приспособления.** Принципиальная схема приспособления включает схему расположения установочных элементов, схему сил зажима объекта, кинематику передачи

усилия от привода к зажимным элементам.

Схема расположения установочных элементов определяется схемой базирования объекта и типом установочных элементов. В соответствии со схемой базирования объекта и картой эскизов определяется число и тип установочных элементов, которые должны реализовать схему базирования.

При разработке принципиальной схемы определяют наилучшее расположение установочных элементов. Выбирают такую схему их расположения, при которой были бы обеспечены наивысшая точность установки и наибольшая устойчивость базируемого объекта.

Схема установки должна обеспечивать устойчивое положение детали и без приложения усилия закрепления.

При закреплении заготовки в приспособлении должны соблюдаться следующие основные правила:

- не должно нарушаться положение заготовки достигнутое при ее базировании;
- закрепление должно быть надежным, чтобы во время обработки положение заготовки сохранялось неизменным;
- возникающие при закреплении смятие поверхностей заготовки, а также ее деформация должны быть минимальными и находиться в допустимых пределах;
- для обеспечения контакта заготовки с опорным элементом и устранения возможного его сдвига при закреплении зажимное усилие следует направлять перпендикулярно к поверхности опорного элемента. В отдельных случаях зажимное усилие можно направлять так, чтобы заготовка одновременно прижималась к поверхностям двух опорных элементов;
- в целях устранения деформации заготовки при закреплении точку приложения зажимного усилия надо выбирать так, чтобы линия его действия пересекала опорную поверхность опорного элемента. При закреплении особо жестких заготовок можно допускать, чтобы линия действия зажимного усилия проходила между опорными элементами;
- погрешность закрепления должна быть минимальной;

При выборе схемы сил зажима объекта в первую очередь решают, на какие координатные плоскости, построенные на установочных элементах приспособления, должно быть направлено силовое замыкание. Теоретически, с точки зрения надежного закрепления, определенности базирования объекта, рекомендуется силовое замыкание направлять на каждую из шести опор. Оценивая схему сил и моментов, действующих на объект во время осуществления процесса, исходя из выбранной схемы расположения установочных элементов, сначала решают, на какие базы из комплекта баз направить силовое замыкание и будет ли на базу действовать одна сила зажима или несколько (т.е. на каждый установочный элемент). Для упрощения приспособления желательно прикладывать силы зажима на одну координатную плоскость, построенную на установочной базе. Например, на установочную базу может быть направлена одна сила или три силы, т.е. на

каждый установочный элемент. В тех случаях, когда прикладывается одна сила, точка ее приложения должна совпадать с точкой, равноудаленной от каждого из трех установочных элементов.

На этом же этапе определяют необходимость в дополнительных опорах.

После определения схем расположения установочных элементов и сил зажима определяют кинематическую схему передачи усилия от силового привода к зажимным элементам. Кинематическая схема должна давать представление о типе используемых зажимных элементов, их взаимосвязи между собой и приводом приспособления.

В итоге получают принципиальную схему приспособления.

На рис. 4.14 показаны принципиальные схемы различных приспособлений.

**Конструирование и расчет приспособления.** Основными расчетами приспособления являются: расчет сил зажима, определение параметров силового привода, расчеты точности, прочности и экономической эффективности приспособления.

Силы  $Q$ , необходимые для закрепления заготовки, должны предотвратить возможный отрыв заготовки от установочных элементов приспособления, сдвиг или поворот ее под действием сил резания и обеспечить надежное закрепление в процессе обработки.

Исходной информацией для расчета сил зажима и параметров силового привода являются:

- значение силы и моменты, действующие на объект во время технологического процесса;
- схемы расположения установочных и зажимных элементов;
- точка приложения и направление усилий закрепления.

Для выполнения расчетов усилия закрепления составляется расчетная схема. На ней показывается:

- контур детали;
- расположение опор;
- точка приложения и направление действия усилий резания ( при этом выбирается наиболее неблагоприятный вариант);
- точка приложения и направление действия усилий закрепления;
- направление реакций в опорах;
- направление сил трения в точках приложения усилий закрепления и в опорах;
- геометрические параметры необходимые для расчета.

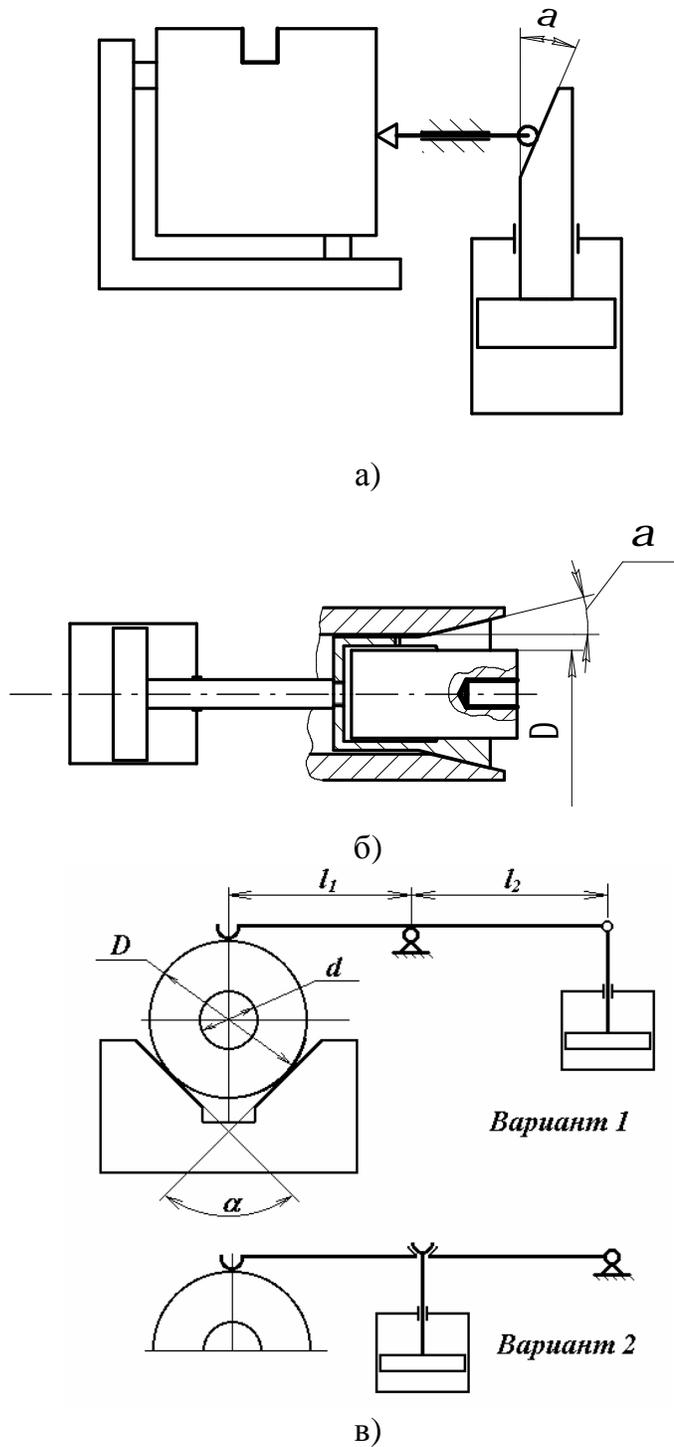


Рисунок 4.14 – Принципиальные схемы приспособлений (а- для фрезерования паза; б – для сверления на токарном станке; в- для сверления отверстия на валу.)

После составления расчетной схемы выполняется описание действия сил на заготовку.

Расчет усилия закрепления выполняется на основе составления уравнений равновесия заготовки. Число уравнений зависит от числа составляющих силы резания. Для каждой составляющей силы резания

рассчитывается своя составляющая усилия закрепления.

Так как в производственных условиях могут иметь место отступления от тех условий, применительно к которым рассчитывались по нормативам силы и моменты резания, возможное увеличение их следует учесть путем введения коэффициента надежности (запаса) закрепления  $K$  и умножения на него сил и моментов, входящих в составленные уравнения статики.

Значение коэффициента надежности  $K$  следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Его величину можно представить как произведение частных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

где  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса надежности закрепления,  $K_0 = 1,5$ ;  $K_1$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на заготовках,  $K_1 = 1,2$  – для черновой обработки,  $K_1 = 1,0$  – для чистовой обработки;  $K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания вследствие затупления инструмента;  $K_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании,  $K_3 = 1,2$ ;  $K_4$  – учитывает непостоянство зажимного усилия,  $K_4 = 1,3$  – для ручных зажимов,  $K_4 = 1,2$  – для мембранных пневмокамер,  $K_4 = 1,0$  – для пневматических и гидравлических зажимов;  $K_5$  – учитывает степень удобства расположения рукояток в ручных зажимах,  $K_5 = 1,2$  – при диапазоне угла отклонения рукоятки  $90^\circ$ ,  $K_5 = 1,0$  – при удобном расположении и малой длине рукоятки;  $K_6$  – учитывает неопределенность из-за неровностей места контакта заготовки с опорными элементами, имеющими большую опорную поверхность (учитывается только при наличии крутящего момента, стремящегося повернуть заготовку),  $K_6 = 1,0$  – для опорного элемента, имеющего ограниченную поверхность контакта с заготовкой.  $K_6 = 1,5$  – для опорного элемента с большой площадью контакта.

Величина  $K$  может колебаться в пределах  $1,5 \dots 8,0$ . Если  $K < 2,5$ , то при расчете надежности закрепления ее следует принять равной  $K = 2,5$  (согласно ГОСТ 12.2.029-77).

После расчета усилия закрепления выполняется расчет исходного усилия на приводе  $W$

При расчетах используется уравнение

$$i = Q/W,$$

где  $i$  – коэффициент усиления, величина которого определяется кинематической схемой приспособления.

По известной величине  $W$  определяются параметры привода.

Разработку общего вида приспособления начинают с вычерчивания контура заготовки. Далее последовательно наносят отдельные элементы

приспособления в соответствии с его принципиальной схемой. Сначала вычерчивают детали, выполняющие роль установочных элементов, затем детали зажимных элементов, подводимых опор, детали для направления и настройки инструмента, кинематические звенья, привод приспособления. Затем вычерчивают корпус приспособления, который объединяет все перечисленные элементы. Приспособление показывают с закрепленной деталью. Как правило, общий вид приспособления вычерчивают в масштабе 1:1 с указанием габаритных размеров, посадок и присоединительных размеров.

После выполнения сборочного чертежа выполняется расчет точности обработки.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки  $d_s$ , которая не должна превышать допуск  $a$  выполняемого размера при обработке заготовки:

$$d_s \leq a$$

Для выражения допуска  $a$ , выполняемого при обработке размера, следует пользоваться формулой:

$$a = \sqrt{d_o^2 + d_c^2 + e^2 + 3d_{uz}^2 + 3d_T^2} + \sum d_\phi,$$

где  $d_o$  – погрешность вследствие упругих отжатию технологической системы под влиянием сил резания (погрешность деформации);

$d_c$  – погрешность настройки станка в ненагруженном состоянии;

$e$  – погрешность установки заготовки в приспособлении;

$d_{uz}$  – погрешность от размерного изнашивания инструмента;

$d_T$  – погрешность обработки, вызываемая тепловыми деформациями технологической системы;

$\sum d_\phi$  – суммарная погрешность формы обрабатываемой поверхности, обусловленная геометрическими погрешностями станка и деформацией заготовки при обработке и входящая в допуск  $a$ , так как погрешность формы поверхности является частью поля ее размера.

Погрешность установки  $e$ :

$$e = \sqrt{e_o^2 + e_3^2 + d_{nz}^2} \quad \text{мкм},$$

где  $e_o$  – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$e_3$  – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима;

$d_{nz}$  – погрешность положения заготовки, зависящая от приспособления;

$$d_{nz} = e_{np} + e_{pn} + e_u.$$

где  $e_{np}$  – погрешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешностей изготовления и сборки установочных и других элементов приспособления;

$e_{pn}$  – погрешность расположения приспособления на станке;

$e_u$  – погрешность расположения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления;

Величина  $d_{nz}$  изменяется в зависимости от условий и типа производства, а также от особенностей конструкции приспособления.

Для мелкосерийного и серийного производства:

$$d_{nz} = e_{np} + \sqrt{e_{pn}^2 + 3e_u^2}, \text{ мкм.}$$

Для массового и крупносерийного:

а) для одноместных приспособлений

$$d_{nz} = e_u, \text{ мкм,}$$

б) для многоместных приспособлений

$$d_{nz} = \sqrt{e_{np}^2 + 3e_u^2}, \text{ мкм,}$$

в) для приспособлений-спутников

$$d_{nz} = +\sqrt{e_{np}^2 + e_{pn}^2 + 3e_u^2}, \text{ мкм.}$$

В общем случае:

$$a = \sqrt{d_0^2 + d_c^2 + e_0^2 + e_s^2 + d_{nz}^2 + 3e_u^2 + e_{pn}^2 + e_n^2 + 3d_{uz}^2 + 3d_T^2} + \sum d_\phi, \text{ мкм,}$$

где  $e_n$  – погрешность от перекоса инструмента.

Отсюда погрешность изготовления приспособления:

$$e_{np} = \sqrt{\left(a - \sum d_\phi\right)^2 + d_0^2 + d_c^2 + e_0^2 + e_s^2 + 3e_u^2 + e_{pn}^2 + e_n^2 + 3d_{uz}^2 + 3d_T^2}, \text{ мкм.}$$

В связи со сложностью нахождения значений ряда величин точность изготовления приспособления можно определить по формуле:

$$e_{np} \leq a - \kappa_T \sqrt{(\kappa_{T1} - e_0)^2 + e_s^2 + e_u^2 + e_{pn}^2 + e_n^2 + (\kappa_{T2} \cdot w)^2}, \text{ мкм,}$$

где  $\kappa_T = 1 \dots 1,2$  (в зависимости от количества слагаемых: чем их больше, тем ближе к единице следует принимать значение  $\kappa_T$ );

$\kappa_{T1}$  – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках:  $\kappa_{T1} = 0,8 \dots 0,85$ ;

$\kappa_{T2}$  – учитывает долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления,  $\kappa_{T2} = 0,6 \dots 0,8$ ;

$w$  – экономическая точность обработки.

При расчете приспособления на прочность определяют слабое звено приспособления и в соответствии с характером нагрузки на это звено рассчитывают его по соответствующим формулам.

С помощью расчета деталей (элементов) приспособлений на прочность можно решать две задачи: а) проверку на прочность уже существующих деталей с определенными размерами сечений путем сравнения фактических напряжений (моментов, сил) с допускаемыми — проверочный расчет; б) определение размеров сечений деталей — предварительный проектный расчет.

При экономическом расчете определяют целесообразность принятых в приспособлении уровней механизации, автоматизации, унификации, выбранного привода, принимая во внимание программу выпуска объекта установки, величину серии, технологию изготовления приспособления,

материал его деталей. Эффективности применения технологической оснастки может оцениваться двумя методами:

1. путем сопоставления фактических затрат (по результатам внедрения) с плановыми;
2. путем сопоставления экономии от применения приспособления с затратами на его изготовление и эксплуатацию.

#### **4.4 Зажимные элементы приспособлений**

Информация, изучаемая в этом разделе, изложена в [1,2,6,7].

Зажимные устройства приспособлений разделяются на простые (элементарные) и сложные (комбинированные), состоящие из нескольких простых. Простые зажимные устройства представляют собой элементарные механизмы (винтовые, клиновые, рычажные, эксцентриковые и т. п.), сложные состоят из комбинации простых, соединенных в определенном порядке. Любое зажимное устройство приспособления включает в себя ведущее звено, на которое действует исходная (приводная) сила, и ведомые звенья (зажимные элементы) в виде кулачков, прихватов, непосредственно зажимающие заготовки. В зависимости от числа ведомых звеньев зажимные устройства подразделяются на одно- и многозвенные. Многозвенные устройства закрепляют одновременно одну заготовку в нескольких местах или несколько заготовок в многоместном приспособлении.

В зависимости от источника привода зажимные устройства подразделяются на ручные, механизированные и автоматизированные. Ручные устройства приводятся в действие рабочим, механизированные работают от пневматических, гидравлических и других приводов, но управляются рабочим, автоматизированные приводятся в действие и управляются без участия рабочего.

При проектировании приспособлений необходимо по найденной зажимной силе  $Q$  определить основные размеры зажимного устройства и исходную силу (момент) для приведения устройства в действие. Эти задачи решаются с помощью расчетов элементарных зажимных устройств.

Винтовые зажимные устройства (рис. 4.15) применяются в приспособлениях с ручным закреплением заготовок, в механизированных приспособлениях и на автоматических линиях в приспособлениях-спутниках. Они просты и надежны в работе.

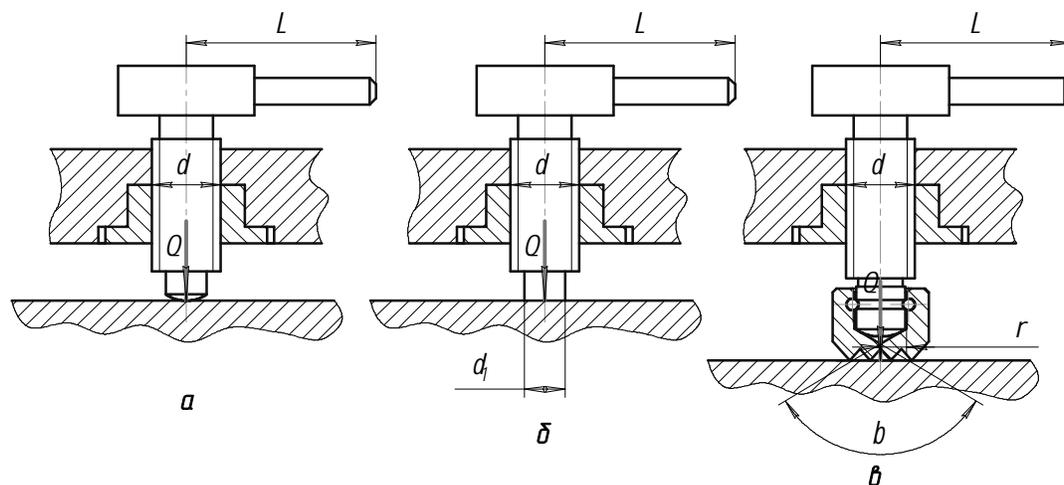


Рисунок 4.15 Винтовые зажимы: а – со сферическим торцем; б – с плоским торцем; в – с башмаком.

Расчет винтовых зажимных устройств проводится в следующей последовательности.

Определяется номинальный (наружный) диаметр резьбы винта  $d$  (см. рис. 4.15) по формуле

$$d = C \sqrt{\frac{Q}{[\sigma]}},$$

где  $C$  - коэффициент, для основной метрической резьбы  $C = 1,4$ ;  $Q$  - потребная сила зажима, Н;  $[\sigma]$  - допускаемое напряжение растяжения (сжатия), для винтов из стали 45, с учетом износа резьбы можно принимать  $[\sigma] = 80 \dots 100$  МПа.

Полученное значение  $d$  округляется до ближайшего большего стандартного значения. Обычно в приспособлениях применяются резьбы от М6 до М48.

Далее определяется момент  $M$ , который нужно развить на винте (гайке) для обеспечения заданной зажимной силы  $Q$ :

$$M = r_{cp} Q \operatorname{tg}(\alpha + j) + M_{тр},$$

где  $r_{cp}$  - средний радиус резьбы (можно принимать  $r_{cp} = 0,45d$ );  $\alpha$  - угол подъема резьбы (для резьб от М8 до М52,  $\alpha$  изменяется от  $3^\circ 10'$  до  $1^\circ 51'$ );  $j$  - угол трения в резьбе;  $M_{тр}$  — момент трения на опорном торце гайки.

$$M_{тр} = Q f r_{пр},$$

$r_{пр}$  - приведенный радиус кольцевого торца, для гаек  $r_{пр} = [(D^3 - d^3)/(D^2 - d^2)]/3$   $D$  - наружный диаметр кольцевого торца гайки.

При средних значениях  $\alpha = 2^\circ 30'$ ;  $j = 10^\circ 30'$ ;  $D = 1,7d$ ;  $f = 0,15$  можно пользоваться приближенным расчетом  $M$  для гаек по формуле  $M = 0,2d Q$ .

Момент открепления винтового зажимного устройства при ( $\varphi' > \alpha$ )

$$M' = r_{cp} Q \operatorname{tg}(j' - \alpha) + M_{mp}.$$

С учетом того что при откреплении преодолевается трение покоя,  $j'$  и  $f_i$  (коэффициент трения в резьбе) следует брать на 30.,50 % большими, чем в случае закрепления заготовки. С учетом указанного обстоятельства и после всех преобразований можно получить приближенную формулу для момента открепления,

$$M \approx 0,2d Q.$$

При расчете винтовых устройств с использованием нажимных винтов можно использовать приведенные ниже приближенные формулы расчета момента закрепления.

Для нажимных винтов, показанных на рис. 4.15а:

$$M \approx 0,1D Q.$$

Для нажимных винтов с плоским торцом (рис. 4.15б):

$$M = 0,1d Q + f Q d/3.$$

Для нажимных винтов с башмаком (рис. 4.15в):

$$M = 0,1d Q + rf \operatorname{ctg}(b/2) Q$$

или (при  $b=118^\circ$  и  $j=0,16$ )

$$M = 0,1 Q (d+r).$$

Затем выявляется длина рукоятки (ключа) по заданной силе воздействия (при ручном зажиме  $P_{np}=150\text{Н}$ ) из условия равновесия гайки (винта):

$$P_{np}l = M\zeta$$

Отсюда  $l = M\zeta/P_{np}$ .

Если длина рукоятки известна, из условия равновесия находится  $P_{np}$ , т.е.  $P_{np} = M/I$ , и сравнивается с силой, прикладываемой рабочим или развиваемой механическим приводом.

Рычажные зажимные устройства (рис. 4.6) чаще всего применяются в сложных зажимных системах. С помощью рычагов можно изменять значение и направление действия сил, а также закреплять заготовки в двух местах.

Расчет рычажных устройств сводится к выявлению соотношения сил зажима  $Q$  и привода  $W$ . Для двухплечевого рычага его можно найти из условия (уравнения) равновесия - равенства нулю суммы моментов относительно оси вращения (рис. 4.16):

для схемы приведенной на рис. 4.16а это соотношение будет:

$$W=Q l_1/l_2 ;$$

для схемы приведенной на рис. 4.16б:

$$W=Q( l_1+ l_2)/l_2 ;$$

для схемы приведенной на рис. 4.16в:

$$W=Q l_1/(l_2 \cos b) .$$

Клиновые зажимные устройства используются для непосредственного зажима заготовок (реже) и в сложных зажимных системах (чаще). Эти устройства просты в изготовлении, компактны, позволяют изменять значение и направление зажимных сил, могут обладать свойством самоторможения

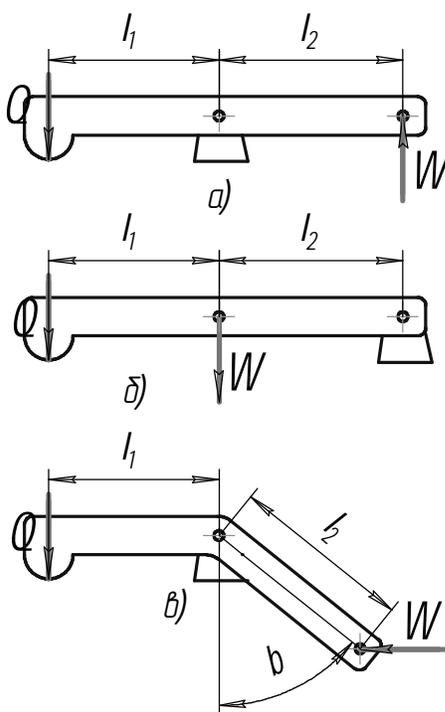


Рисунок 4.16 – Рычажные зажимные устройства

Расчет клиновых устройств сводится к определению соотношения сил привода  $W$  и зажима  $Q$ . При известном значении  $W$  обеспечиваемая клиновым механизмом сила зажима (на плунжере)  $W$  может определяться графически, аналитически и расчетом по коэффициенту усиления.

На рис. 4.17 изображен безроликовый клиноплунжерный механизм с односкосным клином  $1$ , имеющим рабочую поверхность (скос) под углом  $\alpha$  и опирающимся на цилиндрическую поверхность корпуса  $2$ , и одноопорным

плунжером 3.

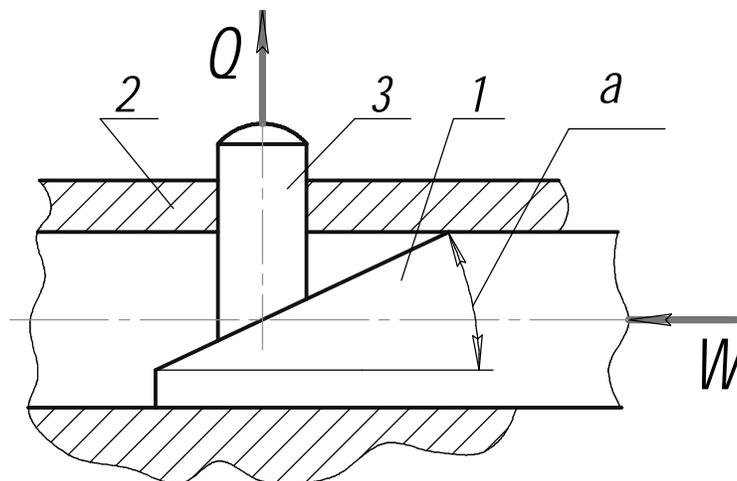


Рисунок 4.17 – Безроликовый клиноплунжерный механизм с односкосным клином

Аналитическая зависимость имеет вид:

$$W=Q \operatorname{tg}(a+2j),$$

где  $j$  - угол трения клина и плунжера в направляющих.

Самоторможение клина будет обеспечиваться при условии  $a < 2j$ .

При известном коэффициенте усиления  $k_y$  можно сразу находить значения  $W=Qk_y$  или  $Q=W/k_y$ . Значения  $k_y$  и КПД клиноплунжерных механизмов справочные величины и составляют в зависимости от конструкции механизма  $k_y=7,26 \dots 0,66$ , КПД  $0,15 \dots 0,77$ .

**Эксцентрикые зажимы.** Эти зажимы являются

быстродействующими, 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 эксцентрикые зажимы. Круглый эксцентрикый зажим представляет собой диск или валик (рис. 4.18), поворачиваемый вокруг оси, смещенной относительно геометрической оси эксцентрика на некоторую величину "e", называемую эксцентриситетом. Для

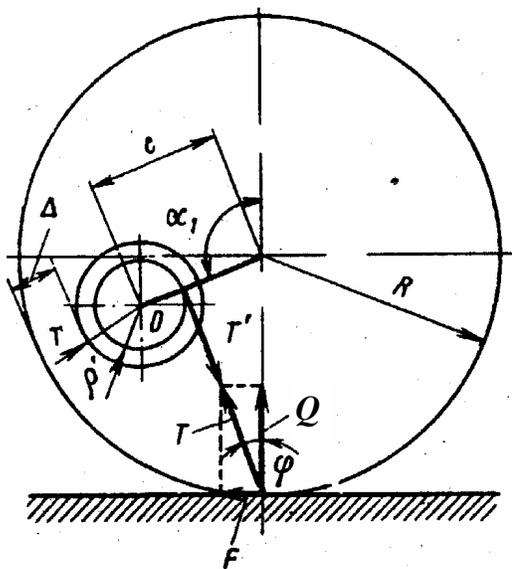


Рисунок 4.18 – Круглый эксцентрик и силы действующие на него

надежного закрепления заготовок эксцентрики 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. Из теоретической механики известно, что условие самоторможения двух трущихся тел определяется: ( $j \geq a$ ), где  $j$  - угол трения;  $a$  - угол подъема, под которым происходит трение. Следовательно, если угол подъема эксцентрика  $a$  в определенном его положении не больше угла трения  $j$ , то эксцентрик является самотормозящимся. Самотормозящиеся эксцентрики после зажима заготовки не изменяют своего положения. Самоторможение эксцентрикых зажимов обеспечивается при определенном отношении его наружного диаметра  $D$  к эксцентриситету " $e$ ".

Для расчета основных размеров круглого эксцентрика необходимо иметь следующие данные:  $d$  - допуск на размер обрабатываемой детали от ее установочной базы до места приложения силы зажима детали;  $a'_1$  — угол поворота рукоятки эксцентрика от ее начального положения до момента зажима детали, град;  $Q$  — силу зажима заготовки, Н.

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

$$2e = s_1 + d + s_2 + Q/j_1.$$

где  $s_1$  — зазор, обеспечивающий свободную установку заготовки под эксцентрик (обычно принимается  $s_1 = 0,2 \dots 0,4$ ), мм;  $s_2$  — запас хода, учитывающий неточность изготовления и износ эксцентрика и предотвращающий переход его через мертвую точку (обычно  $s_2 = 0,4 \dots 0,6$ ), мм;  $d$  — допуск размера заготовки, мм;  $Q/j_1$  — запас хода эксцентрика для компенсации упругих отжатий зажимного устройства, мм;  $Q$  — сила зажима, Н;  $j_1$  — жесткость системы зажима заготовки в приспособлении (обычно  $j_1 = 12000 \dots 13000$ ), Н/мм.

С учетом средних значений  $s_1$  и  $s_2$  выражение принимает вид,

$$e = d/2 + Q/2j_1 + (0,3 \dots 0,5) \text{ мм.}$$

При ограничении угла поворота  $\alpha'_1$  эксцентрика эксцентриситет ( $a'_1$  значительно меньше  $180^\circ$ ):

$$e = \frac{s_1 + d + Q/j_1}{1 + \cos \alpha'_1}$$

Радиус  $R$  наружной поверхности эксцентрика определяют из условия его самоторможения.

Рассмотрев силы, действующие на круглый эксцентрик (рис. 4.18), найдем, что равнодействующая сила  $T$  от сил зажима (реакции)  $Q$  и силы трения  $F$  должна быть равна и направлена обратно силе реакции  $T'$  со стороны цапфы эксцентрика. Сила реакции  $T'$  находится по касательной к кругу трения радиуса  $r'$ . Из рисунка получим:

$$\frac{e - r'}{R} = \sin j ,$$

где  $r = 6-8^\circ$  - угол трения покоя, а  $R$  определяют из равенства  $R = (e - r')/\sin j$ , мм.

При  $e \neq r'$

$$R_{min} = e + r + \Delta,$$

где  $r$  — радиус цапфы эксцентрика, мм;  $\Delta$  — толщина перемычки, мм;  
 $r'$  — радиус круга трения, мм.

Величины  $r'$  и  $r$  определяют из равенства:

$$r' = f' r,$$

где  $f' = 0,12-0,15$  — коэффициент трения покоя в цапфе эксцентрика.

Радиус цапфы эксцентрика можно определить, задаваясь ее шириной  $b$ :

$$r = Q / (2b \sigma_{cm}).$$

При  $b = 2r$  радиус цапфы эксцентрика:

$$r = \sqrt{\frac{Q}{4\sigma_{cm}}}$$

где  $b$  - ширина эксцентрика в месте сопряжения с цапфой (осью), которую выбирают из конструктивных соображений;  $\sigma_{cm}$  - допустимое напряжение смятия:

$$\sigma_{cm} = 0,415 \sqrt{\frac{Q \cdot E}{R \cdot B}}.$$

Для полусухих поверхностей  $j = 6-8^\circ$ ;  $f' = 0,18-0,2$ . Угол поворота эксцентрика, соответствующий наименее выгодному для самоторможения эксцентрика положению,

$$a'_{\tau} = 90^\circ + j.$$

Ширина рабочей части эксцентрика:

$$B = \frac{0,0175 Q \cdot E}{R \cdot \sigma_{cm}^2},$$

где  $E$  - модуль упругости материала эксцентрика, Мн/м<sup>2</sup>;  $R$  — радиус наружной поверхности эксцентрика, мм;  $\sigma_{cm}$  - допустимое напряжение смятия, МН/м<sup>2</sup>.

Условие самоторможения эксцентрикового зажима получается при  $D/e > 14$ . Отношение  $D/e$  называют характеристикой эксцентрика.

Размеры дискового эксцентрика  $e$ ,  $r$ ,  $R$  и  $B$  необходимо принимать с учетом стандарта.

Стандартные круглые эксцентрики имеют размеры  $D = 32-70$  мм и  $e = 1,7-3,5$  мм. Следовательно, круглые эксцентрики имеют небольшой линейный ход и их не следует применять для зажима заготовок деталей, имеющих большой допуск на размер детали в направлении ее зажима.

Достоинство круглых эксцентриков — простота их изготовления; недостатки - изменение угла подъема  $\alpha$  и силы зажима  $Q$  при закреплении

заготовок с большими колебаниями размеров в направлении зажима.

На рис 4.19 показан нормализованный эксцентриковый прихват.

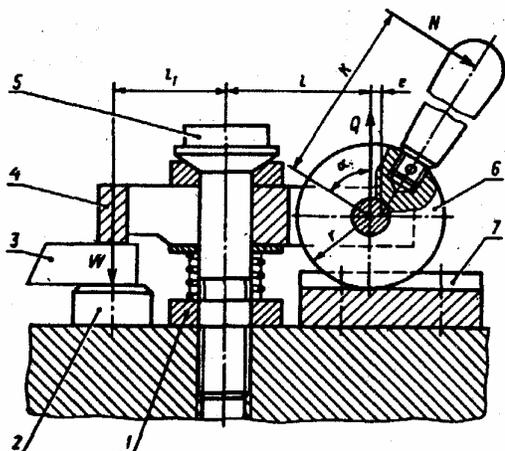


Рисунок 4.19 – Нормализованный эксцентриковый прихват

Заготовка 3 установлена на неподвижные опоры 2 и зажата планкой 4 эксцентрикового прихвата. Эксцентрик 6 с планкой 4 после разжима изготовленной детали 3 перемещается по опоре 7 вправо.

Для закрепления заготовок применяются и криволинейные эксцентрики. Криволинейные эксцентрики по сравнению с круглыми имеют следующие преимущества:

1. Большой угол поворота эксцентрика (100-150°).
2. Более постоянную силу

зажима обрабатываемых деталей.

Сила зажима эксцентриковым прихватом в 4-5 раза меньше, чем резьбовым при одинаковых длине рукоятки и исходной силе.

**Цанговые зажимы.** Центрирующие установочно-зажимные устройства выполняют одновременно функции установочных и зажимных элементов. Поэтому установочные элементы таких механизмов должны быть подвижными в направлении зажима, а для сохранения установочных свойств закон их относительного перемещения должен быть задан и реализован в конструкции приспособления с достаточной точностью.

Цангами называются разрезные пружинящие втулки, которые могут центрировать заготовки по внешним и внутренним цилиндрическим поверхностям. На рис. 4.20 приведены конструкции цанговых механизмов для центрирования заготовок по наружной поверхности. Продольные прорезы превращают каждый лепесток цанги в консольно закрепленную балку, которая получает радиальные упругие перемещения при продольном движении за счет взаимодействия конусов цанги и корпуса. Так как радиальные перемещения всех лепестков цанги происходят одновременно и с одинаковой скоростью, то механизм приобретает свойство самоцентрирования. Число лепестков цанги зависит от ее рабочего диаметра  $d$  и профиля заготовок (рис. 4.20 в). При  $d \leq 30$  мм цанга имеет три лепестка, при  $30 < d < 80$  мм — четыре, при  $d \geq 80$  мм — шесть лепестков. Для сохранения работоспособности цанги деформация ее лепестков не должна выходить за пределы упругой зоны. Это определяет повышенные требования к точности выполнения диаметра базовой поверхности заготовки, который должен быть выполнен не грубее 9-го качества точности.

Каждый лепесток цанги представляет собой односкосный клин (рис. 4.20а, б, г). Поэтому для приближенного расчета силы тяги (привода)  $W$  цанги можно пользоваться формулами для расчета клина. Но рассчитанная

таким образом сила тяги не будет полностью соответствовать фактически потребной силе  $W$ , так как она должна затрачиваться и на деформацию лепестков цанги на величину  $y$ , равную половине зазора между цангой и заготовкой.

Силу тяги (привода) цанги  $W$  при работе без упора можно определять по формуле

$$W = (Q + Q') [tg(a + j_1)],$$

где  $Q$  — потребная сила зажима заготовки, Н;  $Q'$  — сила сжатия лепестков цанги необходимая для выбора зазора между ее губками и заготовкой, Н;  $a$  — половина угла конуса цанги, град;  $j_1$  — угол трения в стыке конических поверхностей цанги и корпуса, град.

Силу  $Q'$  можно найти из рассмотрения зависимости прогиба консольно закрепленной балки (лепестка) с вылетом  $l$  (рис. 4.8г):

$$y = Q' l^3 / (3EI).$$

Тогда для всех лепестков

$$Q' = n(3EIy/l^3),$$

где  $E$  — модуль упругости материала цанги (можно принимать для стальных цанг  $E = 2 \cdot 10^5 \dots 2,2 \cdot 10^5$  МПа);  $I$  — момент инерции сектора сечения (тонкого кольца) цанги в месте заделки лепестки, мм<sup>4</sup>;  $y$  — стрела прогиба лепестка, мм;  $y = s/2$  (здесь  $s$  — радиальный зазор между цангой и заготовкой);  $n$  — число лепестков цанги;  $l$  — длина (вылет) лепестка цанги от места заделки до середины конуса, мм.

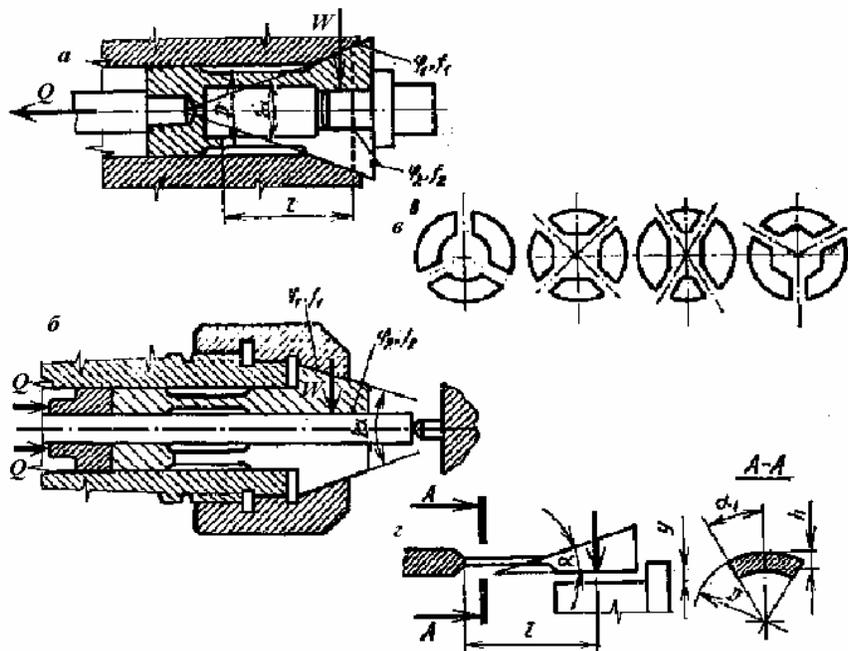


Рисунок 4.20 – Цанговые механизмы ( а - с цангой работающей при зажиме на растяжение; б- с цангой работающей на сжатие; в- разновидности цанг в зависимости от профиля зажимаемой заготовки; г- расчетная схема )

Момент инерции сектора сечения лепестка цанги (рис. 4.8г) определяется по формуле

$$I = \frac{D^3 h}{8} \left( a_1 + \sin a_1 \cdot \cos a_1 - \frac{2 \sin^2 a_1}{a_1} \right),$$

где  $D$ — наружный диаметр поверхности лепестка в месте сечения, мм;  $h$ — толщина стенки лепестка, мм;  $a_1$ —половина угла сектора лепестка цанги, рад.

Если принять  $E=2,2 \cdot 10^5$  МПа и  $y=s/2$ , то расчет  $Q\zeta$  можно вести по формулам:

для трехлепестковой цанги

$$Q\zeta = 600(sD^3 h/l^3);$$

для четырехлепестковой цанги

$$Q\zeta = 200(sD^3 h/l^3).$$

При наличии осевого упора сила тяги (привода)

$$W = (Q + Q') [tg(a + j_1) + tgj_2],$$

где  $\varphi_2$  — угол трения в контакте между цангой и заготовкой.

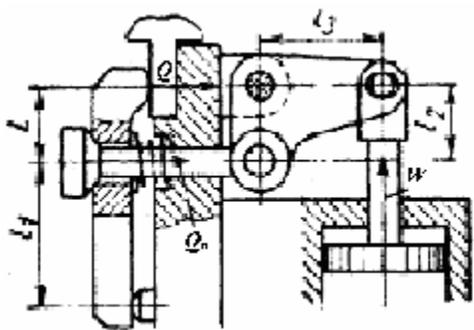
Рассчитывать  $W$  можно по коэффициенту усиления, т. е.

$$W = (Q + Q_0) k_y,$$

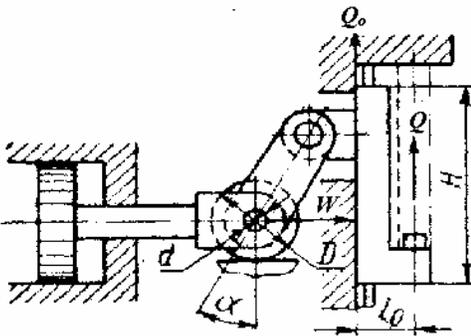
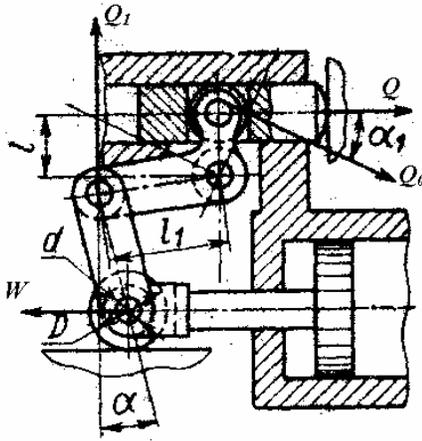
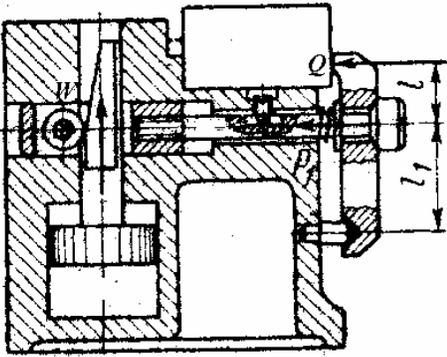
где  $k_y$  - коэффициент усиления (передаточное отношение сил).

Примеры комбинированных зажимных механизмов приведены и формулы для расчета усилия на приводе в табл. 4.1.

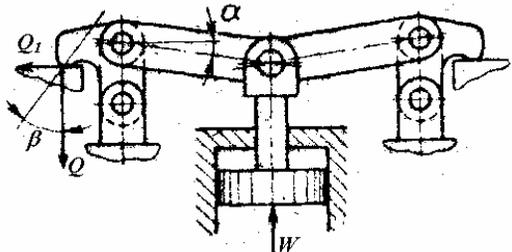
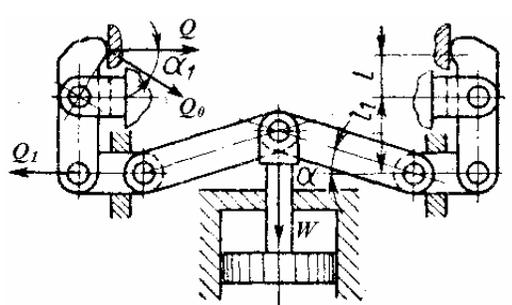
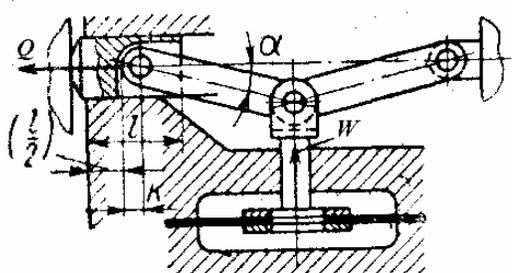
Таблица 4.1 - Комбинированные зажимные механизмы

Схема механизма	Формула
1	2
	$W = \left( Q \frac{l+l_1}{l_1} + q \right) \frac{l_2}{l_3} \cdot \frac{1}{h}$ <p>или</p> $W = Q_0 \frac{l_2}{l_3} \cdot \frac{1}{h},$ <p>где</p> $Q_0 = Q \frac{l+l_1}{l_1} + q.$

Продолжение табл. 4.1

1	2
	$W = Q_0 \left[ \operatorname{tg}(a + b) + \frac{d}{D} \operatorname{tg} j \right],$ <p>где</p> $Q_0 = Q \frac{1}{1 - \frac{3l_0}{H} f_2},$ <p>где <math>b</math> - дополнительный угол, учитывающий потери от трения в осях;  <math>j</math> - угол трения на опорной поверхности ролика;  <math>f_2</math> - коэффициент трения на направляющей поверхности ползуна</p>
	$W = Q \left[ \operatorname{tg}(a + b) + \frac{d}{D} \operatorname{tg} j \right] \frac{l}{l_1} \cdot \frac{1}{h}$ <p>или</p> $W = Q_1 \left[ \operatorname{tg}(a + b) + \frac{d}{D} \operatorname{tg} j \right],$ <p>где</p> $Q_1 = Q \frac{l_2}{l_3} \cdot \frac{1}{h}.$ <p>При заданном усилии <math>Q_0</math></p> $W = Q_0 \left[ \operatorname{tg}(a + b) + \frac{d}{D} \operatorname{tg} j \right] \frac{l}{l_1} \cdot \frac{\cos a}{h}.$
	$W = \left( Q \frac{l}{l_1 h} + q \right) \left[ \operatorname{tg}(a + j_{1np}) + \operatorname{tg} j_2 \right] \frac{1}{h}$ <p>или</p> $W = P_1 \left[ \operatorname{tg}(a + j_{1np}) + \operatorname{tg} j_2 \right] \frac{1}{h},$ <p>где</p> $P_1 = Q \frac{l}{l_1 h} + q,$ <p>где <math>j_{1np}, j_{2np}</math> - углы трения, соответственно в направляющей толкателя и в направляющей клина.</p>

Продолжение табл.4.1.

1	2
	$W = 2Q \cdot \operatorname{tg}(a + b) \operatorname{tga}_1$ <p>или</p> $W = 2Q_1 \cdot \operatorname{tg}(a + b),$ $Q_1 = \operatorname{tga}_1$ <p>где <math>b</math> - дополнительный угол трения, учитывающий потери от трения в осях.</p>
	$W = 2Q \frac{l}{l_1} \operatorname{tg}(a + b) \frac{1}{h}$ <p>или</p> $W = 2Q_1 \operatorname{tg}(a + b),$ <p>где</p> $Q_1 = Q \frac{l}{l_1} \cdot \frac{1}{h}.$ <p>При заданном усилии <math>Q_0</math></p> $W = 2Q_0 \frac{l}{l_1} \cos a_1 \cdot \operatorname{tg}(a + b) \frac{1}{h}.$
	$W = \frac{2Q}{\operatorname{ctg}(a + b) - \operatorname{tg}j_3 \frac{2k}{l}},$ <p>где <math>k</math> - расстояние от оси шарнира ползуна до середины направляющей поверхности ползуна;</p> <p><math>j_3</math> - угол трения на направляющей поверхности ползуна.</p>

Примечания:  $q$ - усилие сжатия пружины;  $\eta$ - коэффициент полезного действия механизма.

#### 4.5 Приводы приспособлений

Материал, изучаемый в этом разделе, изложен в [6-8].

Основным назначением силового привода в приспособлении является создание исходной силы тяги  $W$ , необходимой для зажима заготовки силой  $Q$ . В приспособлениях используют следующие приводы: пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электрические, электромагнитные, магнитные, вакуумные, центробежно-инерционные, от сил резания (энергия привода главного движения станка), от движущихся частей станка.

**Пневматические приводы.** Силовые пневматические приводы состоят из пневмодвигателей, пневматической аппаратуры и воздухопроводов.

Пневматические силовые приводы разделяют по виду пневмодвигателя на пневматические цилиндры с поршнем и пневматические камеры с диафрагмами.

По способу компоновки с приспособлениями поршневые и

диафрагменные пневмоприводы разделяют на встроенные, прикрепляемые и универсальные. Встроенные пневмоприводы размещают в корпусе приспособления и составляют с ним одно целое. Прикрепляемые пневмоприводы устанавливают на корпусе приспособления, соединяют с зажимными устройствами, их можно отсоединять от него и применять на других приспособлениях. Универсальный (приставной) пневмопривод — это специальный пневмоагрегат, применяемый для перемещения зажимных устройств в различных станочных приспособлениях.

Пневматические поршневые и диафрагменные пневмодвигатели бывают одно- и двустороннего действия. Пневмоприводы по виду установки делятся на невращающиеся и вращающиеся.

Замена в станочных приспособлениях ручных зажимов механизированными (пневматическими) дает большие преимущества:

1. Значительное сокращение времени на зажим и разжим (в 4-8 раз) вследствие быстроты действия (0,5-1,2 с) пневмопривода.
2. Постоянство силы зажима заготовки в приспособлении.
3. Возможность регулирования силы зажима детали.
4. Простота управления зажимными устройствами приспособлений.
5. Бесперебойность работы пневмопривода при изменениях температуры воздуха в окружающей среде.

Недостатки пневматического привода:

1. Недостаточная плавность перемещения рабочих элементов, особенно .при переменной нагрузке;
2. Небольшое давление сжатого воздуха в полостях пневмоцилиндра и пневмокамеры (0,4-0,5 МПа);
3. Относительно большие размеры пневмоприводов для получения значительных сил на штоке пневмопривода.

Источником энергии, приводящей в действие пневматические приводы, является сжатый воздух.

**Пневматические поршневые приводы.** При расчете пневмоприводов определяют осевую силу на штоке поршня, зависящую от диаметра пневмоцилиндра и давления сжатого воздуха в его полостях. Можно по заданной силе на штоке поршня и давлению сжатого воздуха определить диаметр пневмоцилиндра. В приспособлениях с пневмоприводом следует определять время его срабатывания. Расчет осевой силы  $W$  на штоке поршневого одностороннего привода производится по следующей формуле:

$$W = \frac{p \cdot D^2 \cdot p \cdot h}{4} - cx .$$

Для пневмоцилиндров двустороннего действия при давлении сжатого воздуха на поршень в бесштоковой полости:

$$W = \frac{p \cdot D^2 \cdot p \cdot h}{4} ,$$

и штоковой полости:

$$W = \frac{p \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot h}{4}$$

где  $D$  – диаметр пневмоцилиндра (поршня);  $d$  – диаметр штока поршня;  $p$  – давление сжатого воздуха;  $h$  – к.п.д., учитывающий потери в пневмоцилиндре,  $\eta=0,85-0,9$ ;  $cx$  – сила сопротивления возвратной пружины в конце рабочего хода поршня.

Возвратная пружина на штоке при ее определенном сжатии (в конце рабочего хода поршня) должна оказывать сопротивление от 5% при больших до 20% при малых диаметрах пневмоцилиндра от силы  $W$  на штоке пневмоцилиндра в момент зажима детали в приспособлении.

Практически применяют следующие размеры диаметров  $D$  рабочих полостей цилиндров: 80, 100, 125, 200, 250, 320, 400 мм.

Определим диаметр пневмоцилиндра двустороннего действия по заданной силе  $W$  и давлению сжатого воздуха  $p$  при подаче воздуха в поршневую полость:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p \cdot \eta}}$$

При подаче в штоковую полость

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot W}{p \cdot \eta} + d^2}$$

Для пневмоцилиндров одностороннего действия при подаче воздуха в поршневую полость

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{(W + cx)}{p \cdot h}}$$

Найденный размер диаметра пневмоцилиндра округляют по нормали и по принятому диаметру определяют диаметр штока  $d_{шт}$  (при выполнении расчетов принимают  $d_{шт} = 0,25 D$ ), действительную осевую силу  $W$  на штоке.

Параметры стационарных пневмоцилиндров оговариваются ГОСТ15608-81.

**Стационарные пневмоцилиндры.** Стационарными называют пневмоцилиндры, корпус которых жестко закреплен на приспособлении. Они предназначены для механизации и автоматизации станочных приспособлений. Стационарные пневмоцилиндры двустороннего действия стандартизованы ГОСТ15608-70.

По способу крепления к приспособлениям пневмоцилиндры подразделяют на четыре типа (рис 4.21).

- с удлиненными стяжками;
- с фланцевым креплением;
- с лапками;

– с шарнирным креплением.

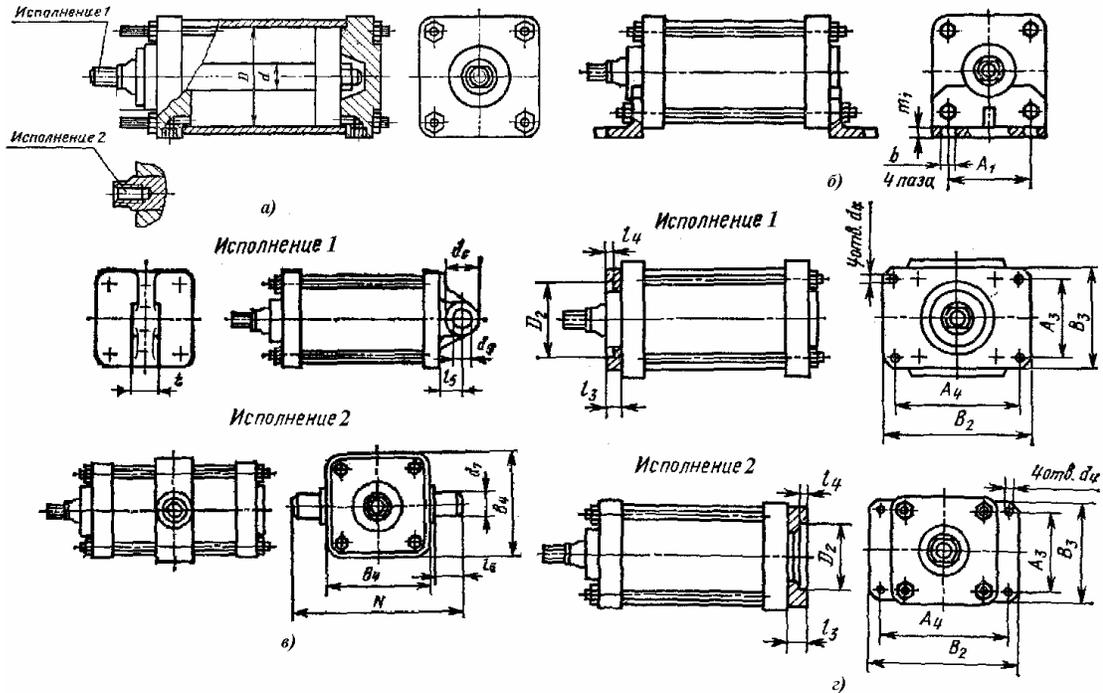


Рисунок 4.21 – Стационарные пневмоцилиндры (а- с удлиненными стяжками; б – с лапками; в - с шарнирным креплением; г - с шарнирным креплением)

На рис. 4.22 показан стационарный пневмоцилиндр, который крепится к корпусу приспособления удлиненными стяжками. Уплотнения применяют в месте сопряжения поршня с корпусом цилиндра и на штоке; они осуществляются резиновыми уплотнениями V-образного сечения, кольцами круглого сечения и угловыми воротниковыми манжетами.

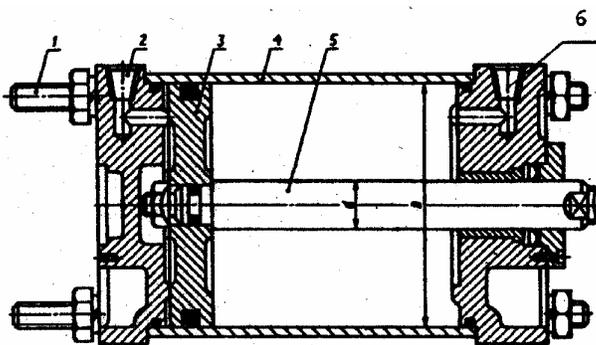


Рисунок 4.22 – Стационарный пневмоцилиндр (1 – стяжки; 2 – задняя крышка; 3 – поршень; 4 – гильза; 5 – шток; 6 – передняя крышка)

Сжатый воздух подается в полости цилиндра через штуцеры, которые завинчены в резьбовые конические отверстия в крышках 2 и 6.

**Пневмоцилиндры вращающиеся.**

На вращающиеся пневмоцилиндры двустороннего действия имеются нормали, в которых дается два типа цилиндров: одинарные и сдвоенные.

Пневмоцилиндры с помощью воздухоподводящих муфт соединяются с сетью подачи сжатого воздуха.

На рис. 4.23 а, б показаны вращающийся нормализованный пневмоцилиндр и воздухоподводящая муфта. Поршень и шток пневмоцилиндра через промежуточные звенья перемещают кулачки патрона

токарного станка при зажиме и разжиме. Пневмоцилиндр установлен на заднем конце шпинделя станка и вращается вместе с ним. На корпусе 5 пневмоцилиндра винтами закреплена крышка 6. Внутри корпуса 5 размещен поршень 4 со штоком 3. В корпусе установлен валик 2, закрепленный гайкой 1, на котором смонтирована воздухоподводящая муфта М на шарикоподшипнике 9 с манжетой 11. Манжеты фиксируются упорными шайбами 8 и кольцами 10 с отверстиями для прохода сжатого воздуха.

В отверстие валика 2 запрессован пустотелый стержень 12, по которому проходит воздух в пневмоцилиндр. Корпус 7 воздухопроводящей муфты М прикреплен к крышке и установлен на шарикоподшипнике 9. В резьбовые отверстия завинчиваются штуцеры для присоединения резиноканевых шлангов, подводящих сжатый воздух. Сжатый воздух, подводимый к левому отверстию муфты М, проходит по каналам а, б, в, г, поступает в правую полость пневмоцилиндра и, нажимая на поршень 4, перемещает его со штоком 3 влево. Сжатый воздух, подводимый к правому отверстию муфты М, проходит по каналам д, е, ж, поступает в правую полость пневмоцилиндра и перемещает поршень со штоком вправо. Чтобы не было просачивания сжатого воздуха из одной полости цилиндра в другую, на поршне устанавливаются уплотнения из маслостойкой резины.

Утечке сжатого воздуха из пневмоцилиндра в атмосферу препятствуют установленные в корпусе 5 и крышке 6 резиновые уплотнения и прокладки между корпусом и крышкой, а утечке воздуха из воздухоприемной муфты М — уплотняющие манжеты 11.

При движении поршня со штоком влево шток через тягу и промежуточные звенья патрона перемещает кулачки к центру и заготовка зажимается. Во время движения поршня со штоком вправо, шток через тягу и промежуточные звенья патрона разводит кулачки и деталь освобождается.

**Уплотнения пневмоцилиндров.** Основным условием работы пневмоцилиндра является его полная герметичность. Пневмоцилиндр герметичен, если сжатый воздух, поступающий в его полости, не утекает в атмосферу и не просачивается из одной полости в другую. Для герметизации пневмоцилиндров применяют уплотнения кольцевых зазоров в сопряжениях поршней с цилиндрами, штоков с отверстиями.

В пневмоцилиндрах применяют три типа уплотнителей:

- манжеты V-образного сечения из маслостойкой резины для уплотнения поршней и штоков пневмоцилиндров;
- кольца круглого сечения из маслостойкой резины для уплотнения поршней и штоков пневмоцилиндров;
- уголково-воротниковые манжеты из маслостойкой резины соответствующих размеров.

К пневматическим цилиндрам предъявляют следующие технические требования, они должны быть:

- герметичны и не допускать утечки сжатого воздуха при давлении воздуха  $p=0,63$  МПа;
- проверены на прочность при давлении сжатого воздуха  $p=1$  МПа;

- проверены на работоспособность; перемещение поршня со штоком из одного крайнего положения в другое в диапазоне рабочих давлений должно происходить плавно, без рывков;
- обеспечивать осевую силу, развиваемую поршнем со штоком цилиндра при его перемещении с давлением сжатого воздуха  $p=0,63$  МПа, не менее 85% от расчетной силы  $W$ ;
- обеспечивать герметичность:
  - для цилиндров с уплотнением поршня манжетами не менее 400000 двойных ходов при длине хода, равной двум диаметрам цилиндра;
  - для цилиндров с уплотнением поршня кольцами круглого сечения не менее 150000 двойных ходов.

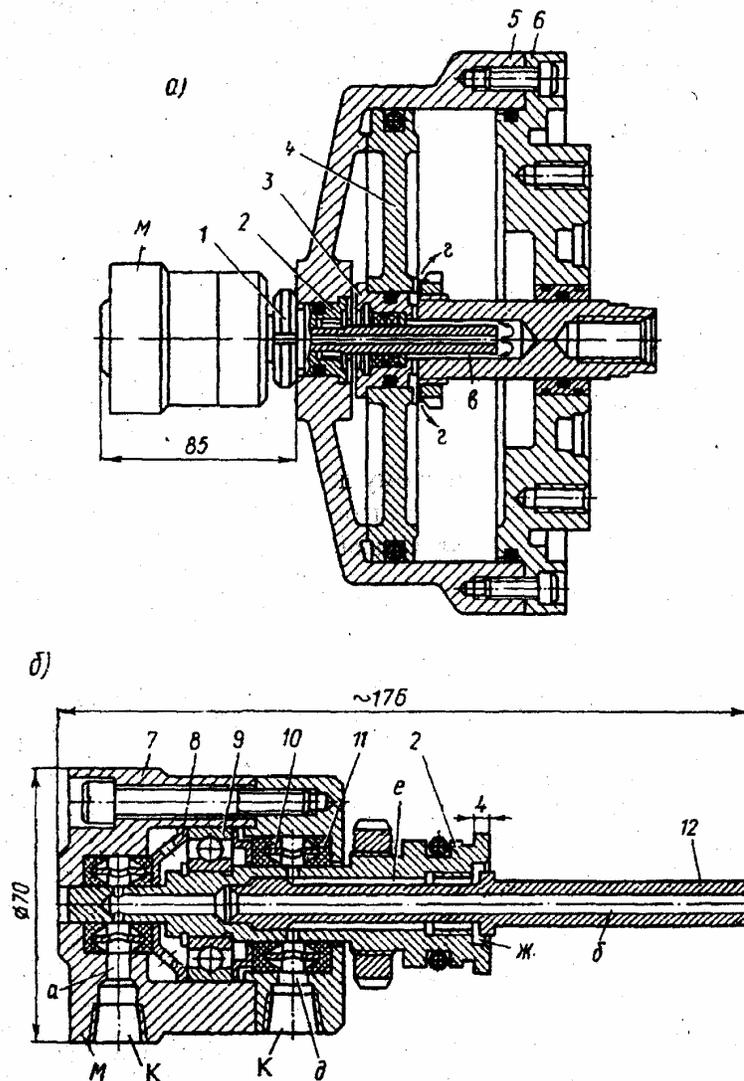


Рисунок 4.23 – Вращающийся пневмоцилиндр (а) и муфта для подвода воздуха

При применении V-образных манжет сопряжение поршня с цилиндром производится с посадкой  $H11/d11$ , с шероховатостью поверхности цилиндра

$Ra=1,25$  мкм. В случае использования колец круглого сечения осуществляют посад  $H7/f7$ , с шероховатостью цилиндра  $Ra=0,32$  мкм.

**Диафрагменные пневмоприводы (пневмокамеры).** Пневмокамеры с упругими диафрагмами бывают одно и двустороннего действия.

В зависимости от способа компоновки с приспособлениями пневмокамеры подразделяют на универсальные, встраиваемые и прикрепляемые. На рис. 4.24 показана нормализованная пневмокамера одностороннего действия с тарельчатой (выпуклой) диафрагмой, служащая для перемещения зажимных устройств при закреплении и раскреплении в стационарных приспособлениях. Пневмокамера

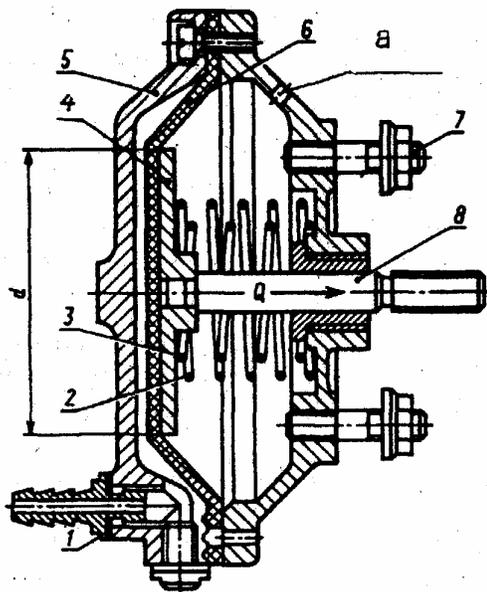


Рисунок 4.24 – Пневмокамера одно-стороннего действия

состоит из корпуса 5 и крышки; между ними винтами зажата тарельчатая резиноканевая диафрагма 6, жестко прикрепленная к стальному диску 4, установленному на штоке 8. От распределительного крана сжатый воздух через штуцер 1 поступает в поршневую полость пневмокамеры и перемещает диафрагму 6 с диском и штоком вправо. При этом шток через тягу и промежуточные звенья перемещает зажимные устройства

приспособления и заготовка закрепляется. Во время перемещения диафрагмы вправо воздух из штоковой полости через отверстие "а" уходит в атмосферу.

После обработки сжатый воздух из бесштоковой полости через распределительный кран выпускается в атмосферу. Пружины 2 и 3 отводят диафрагму с диском и штоком влево, зажимные устройства расходятся, и заготовка раскрепляется. Пневмокамера крепится к корпусу приспособления шпильками 7.

На рис 4.25 приведена нормализованная пневмокамера двустороннего действия, применяемая для перемещения зажимных элементов приспособления в стационарных условиях.

Корпус пневмокамеры состоит из двух крышек 1, между которыми винтами зажата тарельчатая резиноканевая диафрагма 2, жестко закрепленная кольцом с заклепками на стальном диске 3, который сидит на шейке штока и закреплен корончатой гайкой. Сжатый воздух через штуцер в отверстия "а" подается в бесштоковую полость пневмокамеры и перемещает диафрагму 2 с диском 3 и штоком 4 вправо. При этом шток через промежуточные звенья перемещает зажимные устройства приспособления и заготовка зажимается.

После обработки сжатый воздух через штуцер в отверстии "б" поступает в штоковую полость пневмокамеры и перемещает диафрагму 2 со штоком 4 в исходное положение. При этом шток через промежуточные звенья раздвигает зажимные элементы приспособления и деталь освобождается. В это время воздух из бесштоковой полости через штуцер в отверстии "а" поступает в распределительный кран и уходит в атмосферу. Пневмокамера крепится к корпусу приспособления шпильками 5.

Корпус и крышку камеры одностороннего действия изготавливают из серого чугуна, алюминиевого сплава или штампуют из стали.

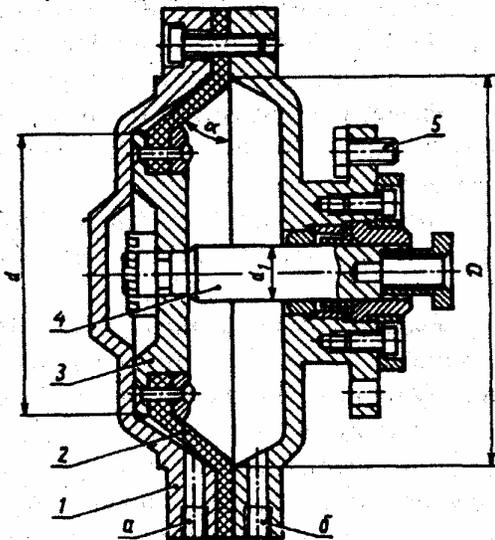


Рисунок 4.25 – Пневмокамера двухстороннего действия

Тарельчатые диафрагмы изготавливают в пресс-формах из четырехслойной ткани бельтинг, с обеих сторон покрытой маслостойкой резиной. Плоские диафрагмы изготавливают из листовой технической резины по ГОСТу.

Расчетные диаметры  $D$  диафрагм выбирают из ряда: 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм. Толщину диафрагмы  $h$  выбирают в зависимости от ее диаметра  $D$ :  $h=4-8$  мм.

Диаметр  $d$  опорных дисков принимают для резиноканевых диафрагм  $d=0,7D$  мм; для резиновых диафрагм  $d=D-2h-(2-4)$  мм.

#### Расчет диафрагменных пневмоприводов.

Основными величинами, определяющими работу

пневмокамеры, является сила  $W$  на штоке и длина рабочего хода штока.

В пневмокамерах усилие на штоке меняется при перемещении штока от исходного положения в конечное. Оптимальная длина хода штока пневмокамеры, при котором сила  $W$  изменяется незначительно, зависит от расчетного диаметра  $D$  диафрагмы, ее толщины  $h$ , материала, формы и диаметра  $d$  опорного диска диафрагмы.

Если перемещать шток пневмокамеры на всю длину рабочего хода, то в конце хода штока вся энергия сжатого воздуха будет расходоваться на упругую деформацию диафрагмы, и полезное усилие на штоке снизится до нуля. Поэтому используют не всю длину рабочего хода штока диафрагмы, а только ее часть, чтобы сила на штоке в конце хода составляла 80-85% силы при исходном положении штока.

На рис. 4.26, а, б, в представлены рациональные длины ходов штока от исходного до конечного положения. Приблизительно сила  $W$  на штоке пневмокамер одностороннего и двухстороннего действия для тарельчатых (выпуклых) и плоских диафрагм из прорезиненной ткани при подаче воздуха в поршневу полость:

в исходном положении штока

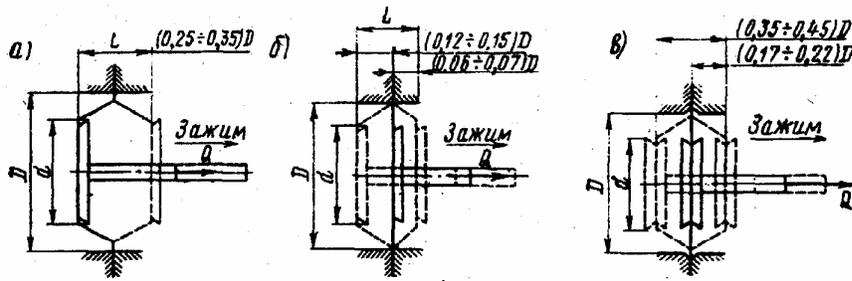


Рисунок 4. 26 – Оптимальные длины ходов штока от исходного до конечного положения ( а- тарельчатой резинотканевой диафрагмы из ткани «бельтинг»; б – плоской резинотканевой диафрагмы; в - плоской резиновой диафрагмы)

$$W = \frac{p \cdot (D + d)^2 \cdot p}{16} - W_1;$$

после перемещения штока на длину  $0,3D$  для тарельчатых и  $0,07D$  для плоских диафрагм:

$$W = \frac{0,75 \cdot p \cdot (D + d)^2 \cdot p}{16} - W_1.$$

Сила  $W$  на штоке пневмокамеры для плоских резиновых диафрагм при подаче сжатого воздуха в поршневую полость:

- в начальном положении штока

$$W = \frac{p \cdot d^2 \cdot p}{16} - W_1;$$

- в положении штока после перемещения на длину  $0,22D$  ;

$$W = \frac{0,9 \cdot p \cdot d^2 \cdot p}{16} - W_1.$$

Оптимальная длина хода штока пневмокамеры одностороннего действия от исходного до конечного положения штока:

- для тарельчатой резинотканевой диафрагмы  $L = (0,25 - 0,35)D$ ;

- для плоской резинотканевой диафрагмы  $L = (0,18 - 0,22)D$ .

Приблизительно сила  $W$  на штоке диафрагменной пневмокамеры двустороннего действия для тарельчатых (выпуклых) и плоских резинотканевых диафрагм при подаче сжатого воздуха в штоковую полость: в исходном положении штока

$$W = \frac{p \cdot [(D + d)^2 - d_1^2] \cdot p}{16};$$

- после перемещения штока на длину  $0,3D$  для тарельчатых и  $0,07D$  для плоских резиноканевых диафрагм;

$$W = \frac{0,75 \cdot p \cdot [(D+d)^2 - d_1^2] \cdot p}{16},$$

где  $D$  — диаметр диафрагмы внутри пневмокамеры;  $d$  — диаметр опорного диска диафрагмы;  $p$  - давление сжатого воздуха;  $W_1$  — сопротивление (сила) возвратной пружины при конечном рабочем положении штока;  $d_1$  — диаметр штока, см.

Пневмокамеры по сравнению с пневмоцилиндрами имеют ряд преимуществ:

1. Более просты по конструкции и стоят дешевле.
2. Требуют меньшей точности изготовления и чистоты обработанной поверхности.
3. При нормальных условиях эксплуатации диафрагменные пневмокамеры выдерживают до износа 500000 включений, а уплотнения деталей пневмоцилиндра - значительно меньше.
4. У пневмокамер одностороннего действия отсутствует утечка воздуха, а у пневмокамер двустороннего действия уплотнения применяют только на штоке.

Недостатками пневмокамер являются небольшая величина перемещения диафрагмы со штоком и уменьшение усилия на штоке пневмокамеры при его перемещении из исходного в конечное положение. Пневмокамеры применяют в тех случаях, когда требуется небольшой ход штока и меньшая осевая сила на штоке пневмокамеры.

**Гидроцилиндры** В станочных приспособлениях используются гидроцилиндры ОСТ 2 Г22-3-86 (рис. 4.27). Предусматривается крепление гидроцилиндров в корпусе приспособления или по наружной резьбе или по резьбовому отверстию в нижней крышке. Гидроцилиндры могут быть односторонними и двухсторонними, со сплошным и с полым штоком.

Цилиндры одностороннего действия изготавливают из стали 40Х, а цилиндры двустороннего действия — из холоднокатаных бесшовных труб. Поршень изготавливают заодно со штоком или отдельно из стали 40. Наружные поверхности поршня и штока изготавливаются по 7 качеству точности с посадкой с зазором и шероховатостью  $Ra=0,32$  мкм.

В качестве уплотнений в соединениях поршней с цилиндрами и штоков с крышками применяют кольца круглого сечения из маслостойкой резины.

Сила на штоке для гидроцилиндров одностороннего действия :  
толкающих

$$W = \frac{p \cdot D^2 \cdot p \cdot h}{4} - W_1;$$

тянущих

$$W = \frac{p \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot h}{4} - W_1.$$

Для гидроцилиндров двустороннего действия при подаче масла:

в поршневую полость

$$W = \frac{p \cdot D^2 \cdot p \cdot h}{4}$$

в штоковую полость

$$W = \frac{p \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot h}{4}$$

где  $D$  - диаметр поршня гидроцилиндра, см;  $p$  - давление масла на поршень,  $p = 4 \dots 6,3$  МПа;  $h$  - к.п.д. гидроцилиндра,  $\eta = 0,85 - 0,93$ ;  $W_1$  - сила сопротивления сжатой пружины при крайнем рабочем положении поршня;  $d$  - диаметр штока.

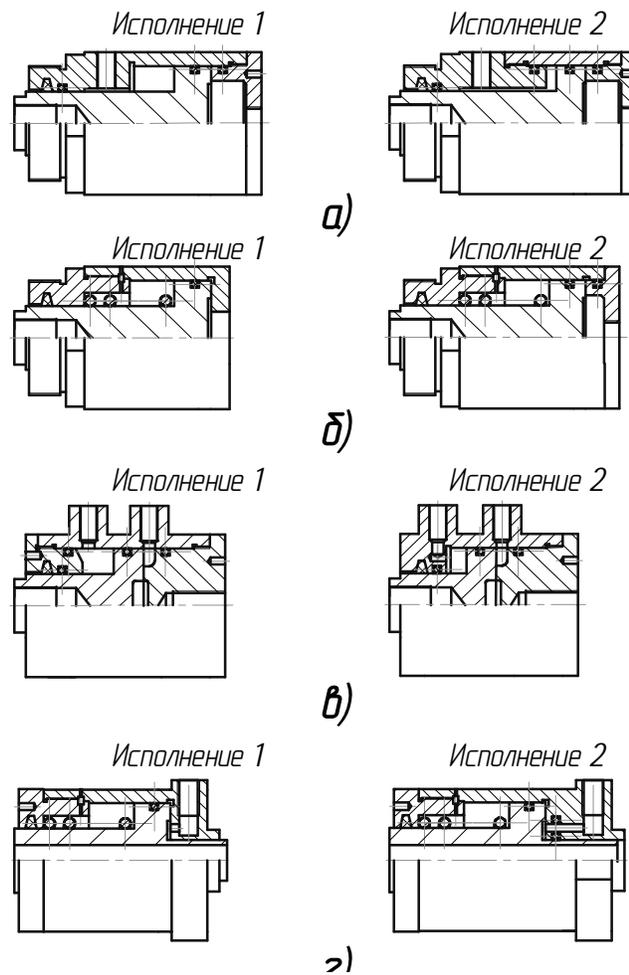


Рисунок 4.27 – Гидроцилиндры (а – двухсторонние, с креплением по наружной резьбе; б – односторонние, с креплением по наружной резьбе; в – двухсторонние, с креплением по резьбовому отверстию; г – односторонние, с полым штоком)

При выполнении расчетов принимают  $d = 0,5 D$ .

Зная силу и задаваясь давлением масла, определяют диаметр поршня: для цилиндра одностороннего действия при подаче масла в поршнеую полость:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W + W_1}{p \cdot h}},$$

в штоковую полость

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W + W_1}{p \cdot h} + d^2},$$

Для гидроцилиндров двустороннего действия при подаче масла:  
в поршневую полость

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p \cdot h}},$$

в штоковую полость

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p \cdot h} + d^2}.$$

По сравнению с пневматическими гидравлические приводы имеют ряд преимуществ:

1. Высокое давление масла на поршень гидроцилиндра создает большую осевую силу на штоке поршня.
2. Вследствие высокого давления масла в полостях гидроцилиндра можно уменьшить размеры и вес гидроцилиндров.
3. Возможность бесступенчатого регулирования сил зажима и скоростей движения поршня со штоком.

К недостаткам гидравлических приводов относятся:

1. Сложность гидроустановки и выделение площади для ее размещения;
2. Утечки масла, ухудшающие работу гидропривода.

**Механогидравлические приводы.** В приспособлениях, требующих больших сил зажима детали, применяют ручные Механогидравлические приводы, которые состоят из ручного винтового зажима и гидравлического цилиндра (рис. 4.28). Во время поворота рукоятки 1 винт 2 через плунжер 8 вытесняет масло из резервуара 3 в нижнюю полость цилиндра 4. При этом поршень 7 со штоком 5 перемещается вверх и шток через промежуточные звенья зажимает деталь. После обработки детали, вращая рукоятку 1, отводят винт 2 вправо. Возвратная пружина 6 перемещает шток с поршнем вниз, и деталь разжимается.

Сила на штоке гидроцилиндра механогидравлического привода

$$Q = \frac{PL}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \cdot \frac{D^2}{d^2} \eta - Q_1$$

где  $Q$ —сила на штоке;  $P$ —сила, прикладываемая рабочим к рукоятке винта;  $L$ —расстояние от точки приложения силы до оси винта;  $r_{cp}$  — средний радиус резьбы винта;  $D$ —диаметр поршня гидроцилиндра;  $d$ —диаметр штока-плунжера;  $a$ —угол подъема резьбы,  $a=2,5^\circ - 3,5^\circ$ ;  $j$ —угол трения в резьбовом соединении,  $j=6,5^\circ$ ;  $h=0,9$ —коэффициент, учитывающий трение в уплотнениях;  $Q_1$ —сила сопротивления возвратной пружины.

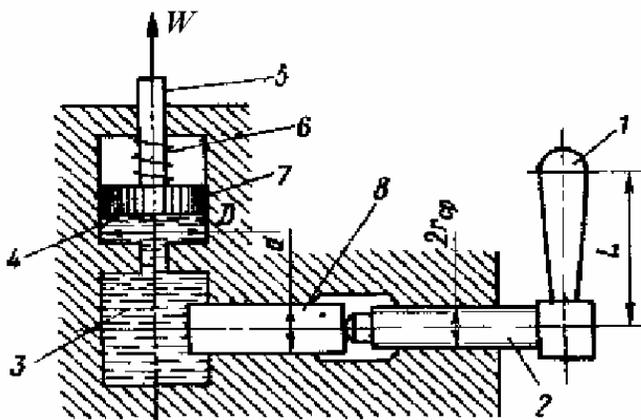


Рисунок 4.28 – Схема механогидравлического привода

**Электромеханический привод** применяют для перемещения зажимных устройств приспособления при зажиме и разжиме деталей, обрабатываемых на токарно-револьверных, фрезерных, агрегатных станках и автоматических линиях. Приспособления-спутники для установки деталей, обрабатываемых на автоматических линиях, имеют винтовые зажимы, вращаемые от электроключей.

Электромеханический привод состоит из электродвигателя, редуктора и винтовой пары. На рис. 4,29, а дана схема зажимного устройства с электромеханическим приводом для вращающегося приспособления. От мотора 1 вращение через редуктор 2 и муфту 3 с зубьями на торцах передается на винт 4, который перемещает вправо или влево гайку 5, связанную со штоком 6. Во время перемещения штока 6 влево втулка 7, жестко закрепленная на его конце, поворачивает на оси рычаг 8, горизонтальное плечо которого передвигает кулачки 9 патрона к центру, и деталь 10 зажимается. При реверсировании вращения ротора электродвигателя 1 шток 6 движется вправо, втулка 7 поворачивает рычаг 8 на оси, горизонтальное его плечо переместит кулачки 9 от центра и деталь 10 разожмется. Когда достигнута заданная сила зажима детали, правая часть муфты 3, установленная на штоке, преодолевает сопротивление пружины и отжимается вправо, но вследствие трапециевидной формы зубьев проскальзывает. Пружина служит для регулирования величины передаваемого муфтой 3 крутящего момента  $M_{кр}$ .

На рис. 4.29, б дана схема электромеханического привода без муфты для перемещения зажимных устройств в стационарном приспособлении. От электродвигателя 1 вращение через редуктор 2 передается зубчатому колесу 3, свободно сидящему на валу 4. Внутри зубчатого колеса 5 имеется выступ

10, который зацепляется с выступом 11 на валу 4. В зависимости от направления вращения вал 4 резьбовым концом перемещает гайку 5 со штоком 6 вправо при разжиме деталей 8 прихватом 9 и влево – при зажиме деталей. При зажиме деталей прихватом с требуемой силой момент на валу электродвигателя и сила тока значительно возрастают. В это время реле тока выключит электродвигатель.

При разжиме деталей 8 выключение электродвигателя производится путевым выключателем.

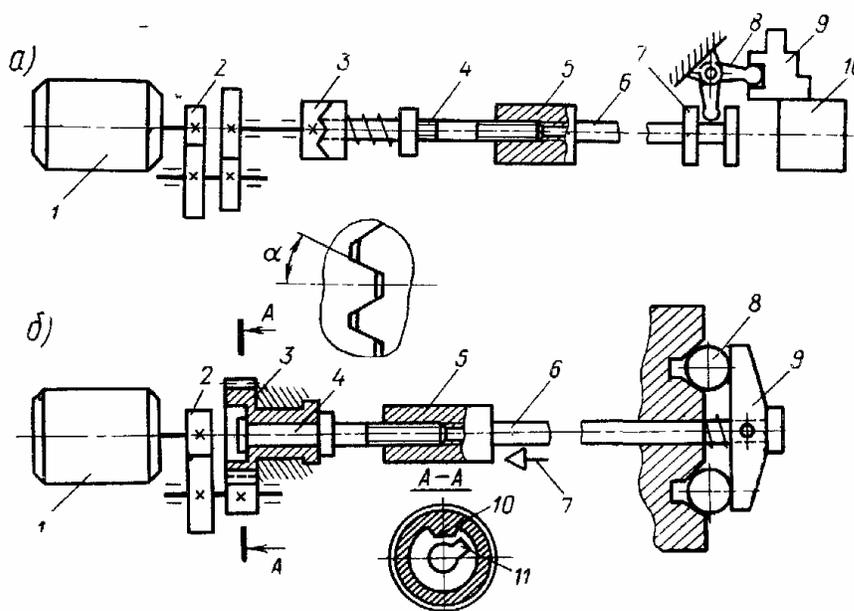


Рисунок 4.29 – Схема электромеханического привода (а – с предохранительной муфтой; б – без предохранительной муфты)

Тяговая осевая сила  $W$  электропривода, создаваемая крутящим моментом электродвигателя,

$$W = \frac{M_{кр} \cdot h \cdot i}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(a + j)} = 71620 \frac{N \cdot h \cdot i}{n \cdot r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(a + j)},$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент двигателя;  $N$  – мощность двигателя;  $n$  – число оборотов электродвигателя в минуту;  $r_{cp}$  – средний радиус резьбы винта;  $j$  – угол трения в резьбовом соединении;  $a$  – угол подъема резьбы винта;  $i$  – передаточное отношение редуктора;  $h$  – к.п.д. редуктора.

**Механические центробежные приводы.** В механических приводах для перемещения зажимных элементов приспособления исходной силой являются центробежная сила инерции вращающихся грузов, движение частей станка, упругие силы пружины и т. д.

Приспособления с механическим центробежным приводом обеспечивают быстрое перемещение зажимных устройств, автоматизацию зажима и разжима детали и не требуют специальных источников энергии для включения в работу таких приводов.

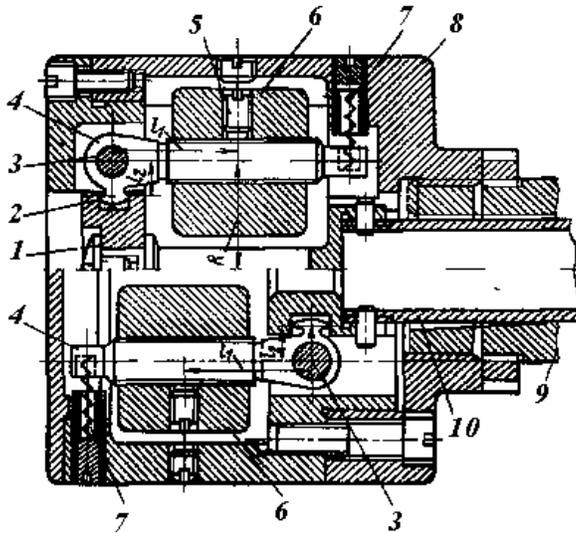


Рисунок 4.30 – Центробежный привод

действием центробежной силы перемещаются от оси к периферии. При этом грузы поворачивают рычаги около осей 3 и малые плечи рычагов через втулки 2 и 1 перемещают тягу 10 вправо. Тяга правым концом через промежуточные звенья перемещает зажимные элементы к оси приспособления, и деталь зажимается. При выключении станка шпиндель 9 не вращается и центробежные силы не действуют. Пружина 7 поворачивает

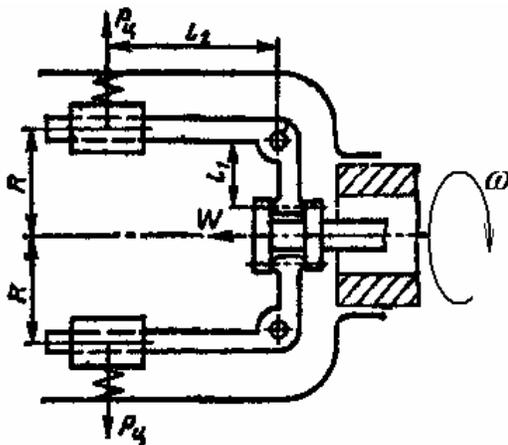


Рисунок 4.31 - Схема для определения усилия, создаваемого центробежным приводом

На рис. 4.30 приведены два варианта центробежно-инерционного привода, закрепленного на заднем конце шпинделя токарного станка: на верхней части – толкающего действия, а на нижней части – тянущего действия. В корпусе 8 центробежно-инерционного привода на оси 3 расположены двуплечие рычаги 4, на горизонтальные плечи которых на резьбе установлены грузы 6, закрепленные винтами 5. Во время вращения шпинделя 9 станка грузы 6 на рычагах 4 под

рычаги 4 с грузами на оси, и короткие плечи рычагов через втулки 2 и 1 перемещают тягу 10 влево. Тяга через промежуточные звенья разводит зажимные элементы приспособления и деталь разжимается. При изменении соотношения плеч  $l_1$  и  $l_2$  рычагов и веса грузов можно изменять силу зажима обрабатываемой детали в значительных пределах.

Схема для определения усилия, создаваемого центробежным приводом, приведена на рис 4.31. Усилие, создаваемое приводом определяется по формуле

$$W = \left( \frac{G \cdot R \cdot \omega^2}{g} - q \right) \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot h \cdot n,$$

где  $G$  - вес груза;  $\omega$  - угловая скорость вращения относительно оси шпинделя;  $g$  - ускорение силы тяжести;  $q$  — сила сопротивления пружины;  $n$  — число грузов.

## Центробежная сила

$$P_{ц} = GR (\omega^2/g) = 0,01 GR (n^2/g),$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения относительно оси;  $G$  – вес груза;  $R$  – расстояние от центра тяжести груза до оси привода;  $n$  – число оборотов шпинделя станка в минуту.

**Вакуумные приводы** приспособлений применяют для непосредственной передачи атмосферного давления на закрепляемую деталь. В приспособлениях с вакуумным зажимом между базовой поверхностью детали и полостью приспособления создается разрежение – вакуум и обрабатываемая деталь прижимается к опорным поверхностям приспособления избыточным атмосферным давлением. Приспособления с вакуумным зажимом применяют при чистовой обработке нежестких деталей, которые могут деформироваться при приложении сил зажима на небольших поверхностях детали.

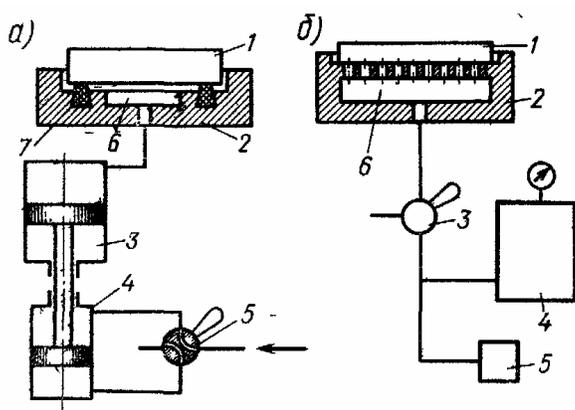


Рисунок 4.31 – Схемы приспособлений с вакуумным приводом (а – с применением пневмоцилиндра; б – применением вакуумного насоса)

На рис 4.32 (а, б), даны схемы вакуумных зажимных устройств. В конусе 2 приспособления (рис. 4.32, а) имеется центрирующая выточка, в которую плоской базовой поверхностью устанавливают обрабатываемую деталь 1. Между нижней поверхностью детали и корпусом 2 приспособления образуется изолированная от атмосферы полость 6, соединенная каналом с вакуумным цилиндром 3, работающим от пневмоцилиндра 4 с распределительным краном 5. При создании вакуума в полости 6 избыточное атмосферное давление равномерно прижимает обрабатываемую деталь к установочной поверхности корпуса, 2 приспособления. Герметичность полости 6 приспособления обеспечивает резиновый уплотнитель 7. После обработки детали полость 6 сообщается с атмосферой и обрабатываемая деталь 1 разжимается.

Сила прижима  $W$  обрабатываемой детали к приспособлению зависит от величины полезной площади вакуумной полости и избыточного давления:

$$W = F_n p_u k,$$

где  $F_n$  – полезная площадь полости приспособления, ограниченная резиновым уплотнителем 7 или плитой;  $p_u$  – избыточное давление, равное разности между атмосферным давлением и остаточным давлением в

вакуумной полости приспособления,  $p_{н}=1-p$ ;  $p=0,1-0,15$  – остаточное давление в вакуумной полости приспособления;  $k=0,8-0,85$  – коэффициент герметичности вакуумной системы.

В приспособлении с вакуумным приводом избыточное давление должно быть не меньше 0,6 МПа, так как меньшее не обеспечивает надежного закрепления детали.

Остаточное давление  $p=0,1-0,15$  МПа является оптимальным и применять более глубокий вакуум не следует, так как значительно возрастает стоимость привода, а сила прижима детали увеличивается незначительно. В приспособлении 2 (рис. 4.32, б) для равномерного прижима детали 1 к плите на ее установочной поверхности имеется большое количество мелких отверстий, сообщающихся с вакуумной полостью б при закреплении детали. Приспособление с вакуумным приводом включает распределительный кран 3, ресивер 4 для быстрого образования вакуума в полости б приспособления и вакуумный насос 5. Образование вакуума в индивидуальных и групповых устройствах создается центробежными многоступенчатыми насосами, поршневыми одно-и двухступенчатыми насосами и т. д.

Управление вакуумным приспособлением производится четырех или трехходовым краном, который подключает вакуумное приспособление к пневмоцилиндру или к насосу или соединяет вакуумную полость приспособления с атмосферой. Сила зажима детали в вакуумном приспособлении контролируется ртутным манометром.

Вакуумные приспособления применяют для крепления тонких пластинчатых деталей при чистовой обработке.

**Электромагнитные и магнитные приводы** применяют для установки и закрепления деталей, обрабатываемых шлифованием, чистовым фрезерованием, точением.

На рис. 4.33, а, б даны принципиальные схемы электромагнитного приспособления (а) и приспособления с постоянными магнитами (б). На схемах зажим обрабатываемой детали 1 на установочной поверхности приспособления производит рабочий поток  $\Phi_p$ , являющийся частью полного магнитного потока, образуемого электромагнитными катушками или постоянными магнитами. Рабочий поток  $\Phi_p$  подводится к рабочему зазору  $b$  по стальным магнитопроводам. Так как магнитный поток непрерывный, то, произведя работу, он должен снова вернуться к источнику энергии, следовательно, магнитная цепь, по которой проходит рабочий поток, должна быть замкнутой. В электромагнитном приспособлении (рис. 4.32, а) такая магнитная цепь состоит из электромагнитных катушек 5, которые являются источником энергии, магнитопровода 3, обрабатываемой детали 1 и второго магнитопровода 3. Основание 7 приспособления представляет собой часть сердечника электромагнитной катушки, которая в данном случае как бы разделена на две части. Чтобы магнитный поток прошел через рабочий зазор  $b$ , магнитопроводы 3 изолированы от корпуса адаптерной плиты 2 приспособления немагнитной прокладкой 4.

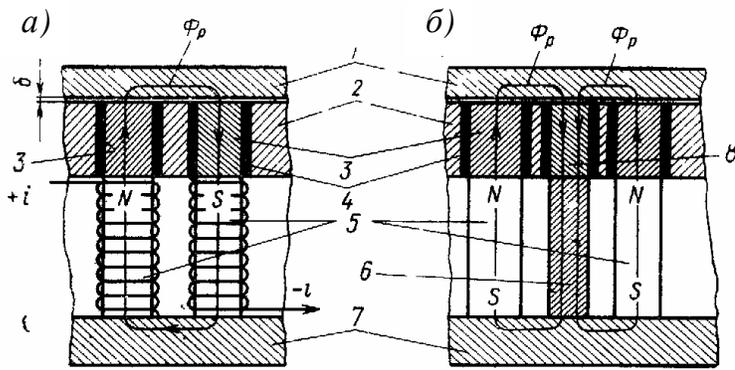


Рисунок 4.33 – Схема электромагнитного привода (а) и привода с постоянными магнитами (б)

В магнитном приспособлении (рис. 4.31, б) магнитная цепь, по которой проходит рабочий поток, состоит из постоянных магнитов 5, являющихся источником энергии, магнитопровода 3, обрабатываемой детали 1, магнитопроводов 8 и 6, основания 7. Магнитный поток снова возвращается в

постоянный магнит 5.

В станочных приспособлениях с электромагнитным и магнитным приводами рабочий магнитный поток, создаваемый электромагнитными катушками или постоянными магнитами, образует силу, которая производит крепление деталей на плоскости магнитных приспособлений.

В магнитных приспособлениях рабочий магнитный поток проходит через обрабатываемую деталь, которая является частью магнитопровода. Сопротивление магнитопровода в основном зависит от магнитной проницаемости материала участков магнитопровода, поэтому электромагнитные и магнитные приспособления применяют для установки и зажима деталей из материала с большой магнитной проницаемостью. Большую магнитную проницаемость имеют незакаленные стали, меньшую – чугуны, весьма небольшую – закаленные и легированные стали.

Электромагнитные приводы встраивают в плиты, патроны, на верхней плоскости которых обработанной поверхностью устанавливаются детали.

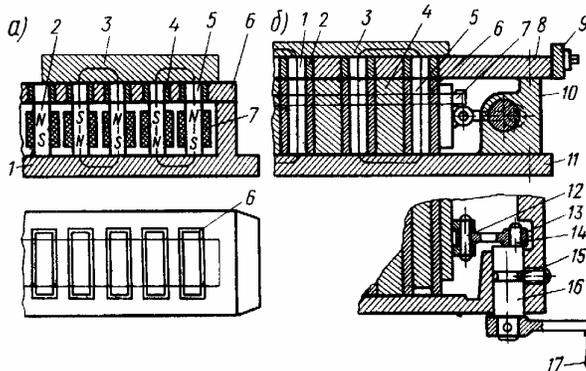


Рисунок 4.34 – Схема работы магнитной плиты

Питание электромагнитных плит производится постоянным током 110 или 220 в от моторгенераторов или селеновых выпрямителей.

На рис. 4.34а, дана схема электромагнитной плиты: в корпусе 1, изготовленном из силумина, установлены электромагниты 2, на которые надеты намагничивающие катушки 7. В фасонные отверстия

верхней плиты 6 впаены вставки 5 из железа Армко, ширина которых равна ширине сердечника электромагнитов 2. Магнитные силовые линии,

излучаемые полюсами вследствие наличия зоны припоя (изоляции), не рассеиваются в массе плиты, а проходят через обрабатываемую деталь. Обрабатываемую деталь 3 плоской базовой поверхностью устанавливают на верхнюю плиту 6. При зажиме детали на электромагнитной плите магнитные силовые линии, выходящие из электромагнитов 2, проходят через вставки 5 из железа Армко, закрепленные в верхней плите 6, через обрабатываемую деталь и замыкаются в нижней части корпуса 1 плиты.

Нормальное замыкание магнитных силовых линий происходит от электромагнита к электромагниту. На рис. 4.34а, тонкими сплошными замкнутыми линиями показано полное замыкание магнитного потока. При отсутствии тока в катушках прекращается и магнитное действие, и обрабатываемая деталь освобождается от зажима.

Катушки 7, установленные на электромагнитах 2, соединены между собой так, чтобы магнитные потоки смежных катушек суммировались, при этом знаки полюсов катушек чередуются.

Сила зажима обрабатываемой детали на электромагнитной плите зависит от удельного притяжения плиты, габаритных размеров детали и ее размещения на столе; она возрастает до определенной величины с увеличением толщины и площади поперечного сечения детали. С увеличением шероховатости базовой поверхности обрабатываемой детали сила зажима детали уменьшается. Для надежного закрепления обрабатываемая деталь на электромагнитной плите должна перекрыть два соседних участка, расположенных между двумя смежными вставками.

При проектировании электромагнитных плит (планшайб) исходными данными являются: форма; размеры обрабатываемой детали в плане; ее материал; сила резания; необходимая сила прижима, удерживающая деталь от сдвига.

Стандартные плиты на основе магнитотвердых ферритов выпускаются по ГОСТ 16528–81 классов точности Н, П, В и А.

Удельная сила притяжения  $p_y$  определяется путем отрыва от поверхности плиты специального образца, размеры которого зависят от размеров приспособления,

$$p_y = pf(2t+l)^2,$$

где  $p$  – усилие отрыва;  $t$  – межполюсное расстояние;  $l$  – ширина полюса.

Удельная сила притяжения  $p_y$  при включенной плите для плит класса точности Н и П не менее 30 Н/см<sup>2</sup>, для плит класса точности В и А не менее 16 Н/см<sup>2</sup>.

На крайних полюсах рабочей поверхности плиты допускается снижение удельной силы притяжения до 0,5  $p_y$ .

Паспортная силовая характеристика плит по ГОСТ 16528–81 не может быть непосредственно использована для решения технологических задач по определению условий равновесия деталей.

Усилие на рукоятке, необходимое для включения плиты: для плит класса точности Н и П – не более 80 Н, для плит класса точности В и А – не более 50 Н.

Плиты разной точности отличаются друг от друга основными конструктивно-технологическими характеристиками.

Параметр шероховатости  $Ra$  (мкм) рабочей поверхности по ГОСТ2789–73 должен быть не более для плит класса точности Н – 1,25; П – 0,63; В – 0,32; А – 0,16.

Параметр шероховатости  $Ra$  (мкм) поверхности основания плит должен быть не более: для плит класса точности Н – 2,5; П – 1,25; В – 0,63; А – 0,32.

Жесткость рабочей поверхности плит характеризуется смещением  $b$  образца под действием нагрузки  $Q$  (для Н и П от 160/4 до 630/16 (40Н/мкм), для А и В 100/1,6 до 400/6(62-67 Н/мкм) ).

Основная область применения стандартных магнитных плит – плоское шлифование, получистовое и чистовое фрезерование, строгание и другие операции механической обработки плоскостных деталей машин при сравнительно небольших внешних нагрузках, действующих на деталь.

Удельная сила притяжения  $p_y$  для электромагнитных плит определяется по формуле

$$p_y = \frac{4P}{\pi \cdot D^2} 10^6,$$

где  $P$  – усилие отрыва эталонного образца, Н;  $D$  – диаметр эталонного образца, мм.

При испытании зеркало плиты загружается эталонными деталями. Эталонный образец последовательно помещается в точки, расположенные на диагонали зеркала (прямоугольника) с шагом  $0,70D$ .

При этом каждый раз определяется усилие отрыва  $p_i$ . При испытании, по крайней мере 0,5 поверхности плиты в зоне перемещения эталонного образца (зона А) должна быть загружена эталонными деталями, прилегающими друг к другу.

Экспериментальные значения  $p_i$  определяются при диаметрах эталонного образца (и детали)  $D = 18, 25, 35, 50$  и  $70$  мм для специальных плит  $D > 18$  мм. Испытания заканчиваются на том образце, для которого

$$\frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{max}} 100 \leq 30\%$$

При этом для определения  $p_y$  берется  $Q_{min}$ .

Полученные значения  $p_y$  и  $Q$  являются основными силовыми характеристиками плиты при зазоре между деталью и приспособлением  $\delta \leq 0,05$  мм. Их можно использовать для решения технологических задач.

Например, если для данной электромагнитной плиты  $p_y = 350$  кПа при эталонном образце  $D = 50$  мм, это значит, что на плите можно закреплять детали с размером  $D \geq 50$  мм и гарантированной удельной силой притяжения 350 кПа. Вероятность надежного закрепления деталей размером меньше 50 мм (например, 35 мм) не гарантируется.

По ГОСТ 17519–81 удельная сила притяжения для электромагнитных плит должна быть не менее: 250 кПа для плит класса точности II и 160 кПа – для плит класса точности А.

По специальному заказу выпускаются электромагнитные плиты для силового шлифования, у которых  $p_y = 350 - 500$  кПа при  $D = 100$  мм.

На рис. 4.34б дана схема магнитной прямоугольной плиты с постоянными магнитами. Такая плита состоит из корпуса 10, верхней плиты 8, нижней плиты 11, магнитного блока, упорных планок 9 и устройства для перемещения блока в корпусе. Магнитный блок состоит из ряда постоянных магнитов 4, чередующихся с рядом пластин 5, и диамагнитных прокладок 6, скрепленных двумя шпильками 7. Диамагнитные прокладки 6 изготавливают из латуни, а пластины 5 – из железа Армко, имеющего большую магнитную проницаемость. В фасонные пазы верхней плиты, 8 впаиваются вставки 1 из железа Армко, изолированные немагнитными прокладками 2.

Перемещение магнитного блока в корпусе плиты (рис. 4.34б) производится при повороте рукоятки 17, закрепленной на эксцентриковом валике 16, который вращается в корпусе плиты. В выточку валика входит винт 15, удерживающий валик от осевого смещения. Конец валика 14, расположенный эксцентрично относительно его оси, входит в отверстие серьги 13, связанной с магнитным блоком штифтом 12. Корпус, верхняя и нижняя плиты скреплены между собой винтами с потайными головками и образуют закрытую часть приспособления, в котором помещается магнитный блок.

При установке обрабатываемой детали 3 на плите постоянные магниты блока располагают против участков верхней плиты между вставками из железа Армко, чтобы диамагнитные прокладки блока совпали с диамагнитными прокладками верхней плиты. В этом случае магнитные силовые линии пройдут через верхнюю плиту, обрабатываемую деталь 3, вставки из железа Армко в верхней плите, пластины 5 из железа Армко, блока и замкнутся через нижнюю плиту 11. Тонкими замкнутыми линиями показан путь магнитного потока, который, проходя через обрабатываемую деталь 3, прижимает ее к плите.

Для съема обрабатываемой детали магнитный блок сдвигается в корпусе плиты при помощи эксцентрикового механизма (см. рис. 4.32, б) вдоль плиты. Магнитный силовой поток, выходящий из постоянных магнитов, пройдет через верхнюю плиту и пластины блока из железа Армко, замкнется на нижней плите, минуя деталь 3, которая снимается с магнитной плиты.

Вес и высота магнитных плит меньше, чем электромагнитных. Преимущество магнитных плит по сравнению с электромагнитными

заключается в том, что их не нужно питать током, они безопасны в работе, требуют меньшие затраты на ремонт и имеют большой период эксплуатации.

Конструкция наладки для установки обрабатываемой детали должна обеспечить выполнение определенных технологических требований и гарантировать закрепление наладки с деталью на магнитной плите с требуемой силой.

Необходимо отметить, что с увеличением высоты шероховатостей на базовых поверхностях деталей, устанавливаемых на магнитных приспособлениях, сила прижима снижается, так как возникающий воздушный зазор создает большое сопротивление прохождению магнитного потока.

В настоящее время применяют плиты с постоянными магнитами, магнитные свойства которых возбуждаются подачей в катушки сильных импульсов постоянного тока. Эти плиты не имеют движущихся узлов, а ток питания при работе отключен. Размагничивание осуществляется за счет подачи в катушки убывающего до нуля переменного тока. Плиты с постоянными магнитами обеспечивают такую же удерживающую силу, как и электромагнитные приспособления.

Постоянные магниты изготавливают из ферромагнитных материалов. Лучшим материалом для постоянных магнитов является сталь с высоким содержанием углерода и специальных присадок вольфрама, кобальта, хрома. Магнитные свойства этих сталей постепенно уменьшаются, поэтому требуется повторное намагничивание (примерно через два года).

Постоянные магниты для плит изготавливают из сплавов ЮНД8, ЮНДК18, ЮНДК25А и других, верхнюю и нижнюю плиты – из отожженной стали 10, стальные пластины магнитного блока и вставки верхней плиты – из стали ЭАА, диамагнитные прокладки блока – из меди и латуни, а диамагнитную заливку вставок верхней плиты – из баббита и красной меди.

В приспособлениях с постоянными магнитами высоту постоянных магнитов принимают 48–50 мм, толщину стальных пластин – 10–12 мм, зазор между магнитным блоком и верхней плитой – минимальным (0,03 мм).

Преимущества приспособлений с магнитным приводом: они безопасны в работе, так как не связаны с каким-либо источником тока; не расходуют электроэнергию; весьма долговечны в работе.

Недостатки электромагнитных и магнитных приводов приспособлений: получение меньшей силы зажима детали по сравнению с механизированными приводами; на них нельзя крепить детали из немагнитных материалов.

#### **4.6 Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков**

Материал, изучаемый в этом разделе, изложен в [1-10].

Наиболее распространенными приспособлениями для установки заготовок на токарных и круглошлифовальных станках по центровым

отверстиям являются: центры упорные с конусом Морзе ГОСТ 13214-79, метрическим конусом ГОСТ 18259-72, вращающиеся 8742-75, полуцентры конусом Морзе ГОСТ 2576-79 (рис. 4.35). Для передачи на заготовку крутящего используются хомутики ГОСТ 16488-70, ГОСТ 2578-70 и поводковые патроны ГОСТ 2571-71 (рис. 4.35).

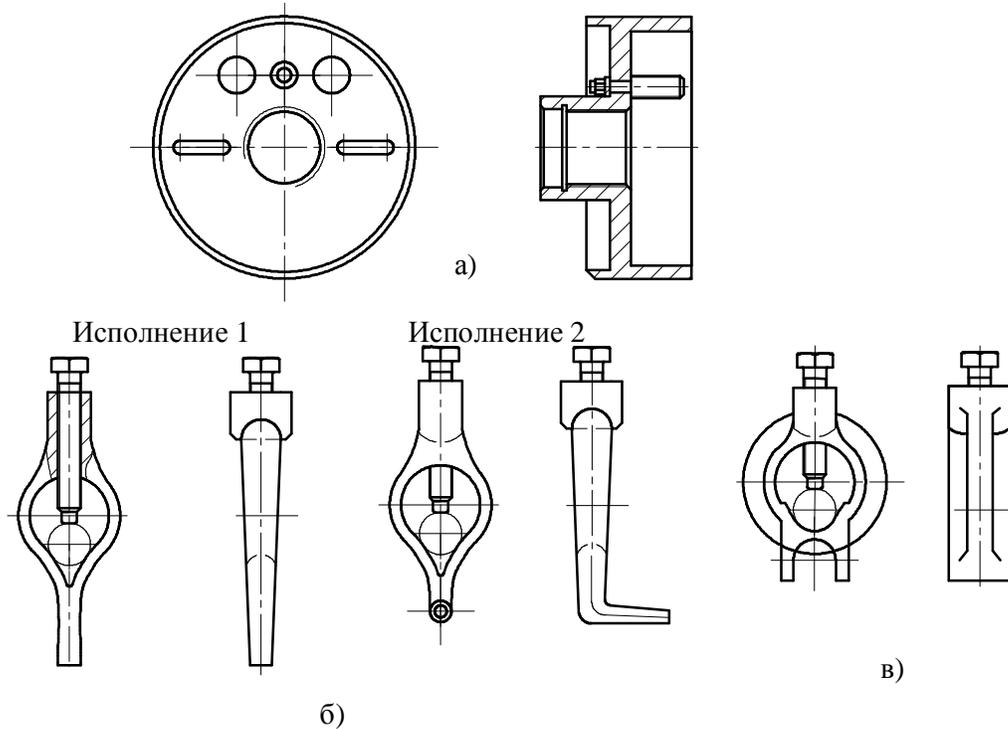


Рисунок 4.35 – Поводковый патрон (а) и хомутики для токарных и фрезерных работ( б- для токарных и круглошлифовальных станков; в – для фрезерных станков)

Наиболее универсальными приспособлениями для токарных станков являются: патроны трехкулачковые ГОСТ 2675-80 (рис. 4.36а), двухкулачковые ГОСТ 14903-69, двух- и трехкулачковые клиновые и рычажно-клиновые ГОСТ 2451-80, четырехкулачковые ГОСТ 3890-82 (рис. 4.36а).

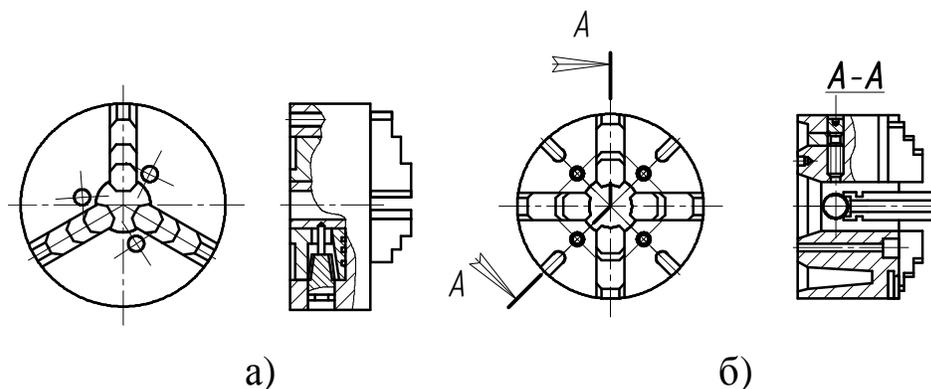


Рисунок 4.36 – Патрон трехкулачковый самоцентрирующий (а), четырехкулачковый несамоцентрирующий (б)

В трехкулачковых патронах (рис.4.36а) при закреплении осуществляется согласованное перемещение всех кулачков. Вращение ключом передаются через коническую передачу на диск со спиралью Архимеда, с которой связаны кулачки патрона. В четырехкулачковых патроне каждый кулачек имеет свой винтовой привод, поэтому при установке заготовки необходимо осуществлять ее выверку.

Принципиальная схема двухкулачкового самоцентрирующего патрона

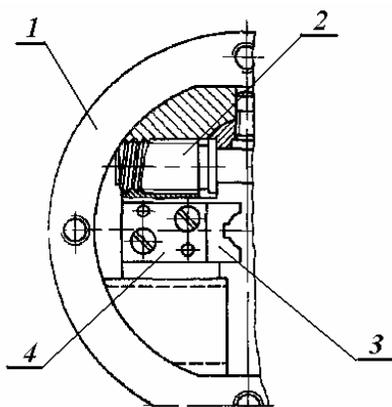


Рисунок 4. 37 - Схема конструкции двухкулачкового самоцентрирующего патрона

показана на рис. 4.37. В корпусе патрона 1 установлен винт 2 ,на одной ступени которого нарезана правая резьба, на другой – левая. С резьбой винта контактируют резьба на постоянных кулачках 4. Перенастройка патрона осуществляется заменой сменных кулачков 3, которые крепятся на постоянных кулачках 4.

**Самозажимные поводковые патроны** изготавливают 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 многорезцовых станках или станках с ЧПУ для передачи заготовке от шпинделя станка больших крутящих моментов.

На рис. 4.38 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.

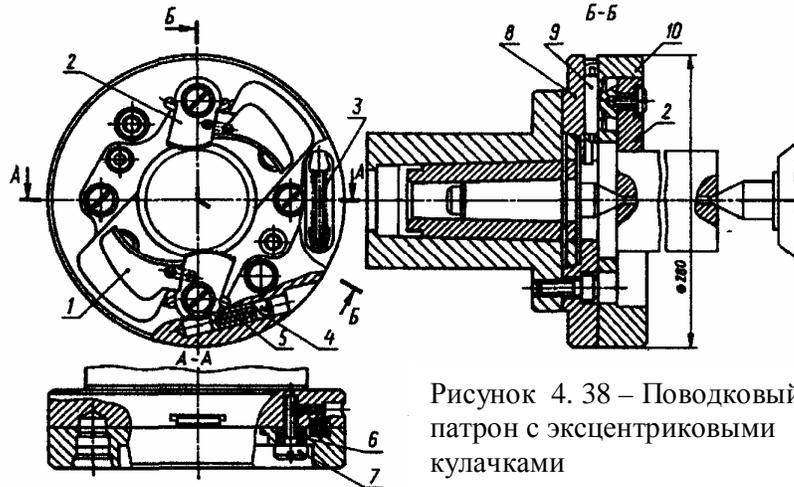


Рисунок 4.38 – Поводковый патрон с эксцентриковыми кулачками

Окончательный зажим заготовки производится в начальный момент резания от составляющей силы резания  $P_z$ . 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. Меняя кулачки патрона, обеспечивают изготовление деталей диаметром 30-150 мм.

**Мембранные механизмы** применяют для центрирования по наружной и внутренней поверхности заготовки. Основной деталью такого механизма является мембрана. На рис. 4.39 обрабатываемая заготовка 5 зажимается внутренними силами упругости мембраны 3 посредством ее кулачков 4. Сила тяги  $Q$  разводит кулачки при откреплении детали (рис. 4.39, б).

Силовой расчет такого механизма можно провести, рассматривая мембрану как круглую, заделанную по контуру пластинку, нагруженную равномерно распределенным по окружности расположением кулачков изгибающим моментом. Конструкции и основные параметры мембранных патронов стандартизованы.

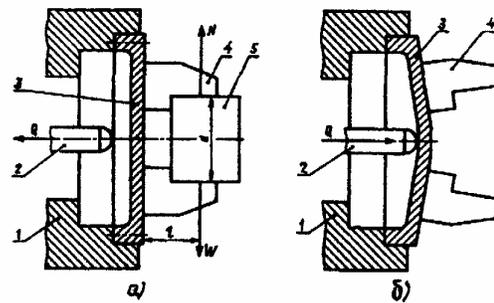


Рисунок 4.39 – Схеме мембранного патрона (а – в рабочем состоянии; б – при разведенных кулачках)

Для установки заготовок по отверстиям используются оправки: цилиндрические, шлицевые ГОСТ 18438-73 ... 18440-73, конические ГОСТ 16211-70 - 16213-70, кулачковые, цанговые, оправки с гофрированными втулками, тарельчатыми пружинами и др.

На рис. 4.40 показана **оправка 2 с разрезной втулкой 6**, на которой устанавливают и зажимают заготовку 3. Конической частью 1 оправку 2 вставляют в конус шпинделя станка. Зажим и разжим детали на оправке производится механизированным приводом. При подаче сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра поршень, шток и тяга 7 движутся влево и головка 5 тяги с шайбой 4 перемещает разрезную втулку 6 по конусу оправки, пока она не зажмет заготовку на оправке. Во время подачи сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра поршень, шток и тяга перемещаются вправо, головка 5 с шайбой 4 отходят от втулки 6 и деталь разжимается.

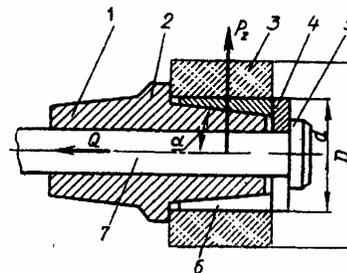


Рисунок 4. 40 – Оправка с разрезной втулкой

Крутящий момент от тангенциальной составляющей силы резания  $P_z$  должен быть меньше момента от сил трения на цилиндрической поверхности разрезной втулки 6 оправки. Осевая сила на штоке механизированного привода для оправки

$$Q = \left( \frac{K P_z D}{df} \right) [\operatorname{tg}(a + j) + f],$$

где  $a$  – половина угла конуса оправки, град;  $j$  – угол трения на поверхности контакта оправки с разрезной втулкой, град;  $f$  – коэффициент трения

**Оправки с тарельчатыми пружинами** обеспечивают прочное закрепление по внутренней или наружной цилиндрической поверхности и точное центрирование в пределах 0,01-0,02 мм. На рис. 4.41 показана консольная оправка для закрепления заготовки 2 по внутренней цилиндрической поверхности. Втулка 3, сидящая на штоке 4 механизированного привода, своим торцом сжимает набор тарельчатых пружин 1. Пружина представляет собой коническое кольцо сплошное или с двумя рядами прорезей для повышения эластичности. От осевой силы  $W$  пружины частично сплющиваются, и диаметр их наружной поверхности увеличивается на 0,1-0,4 мм в зависимости от их размеров. Пружины

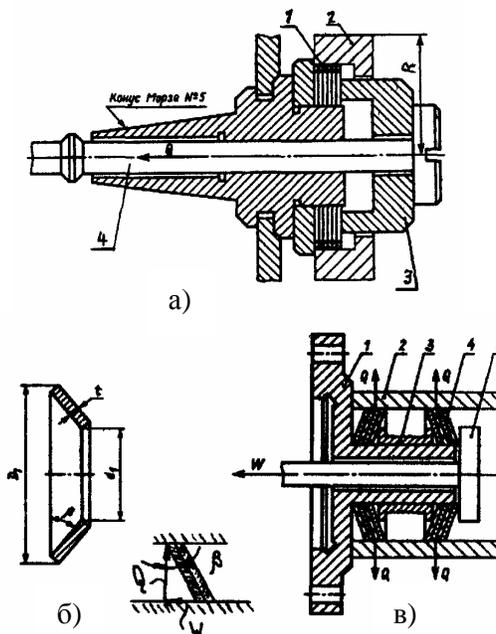


Рисунок 4. 41 – Оправки с тарельчатыми пружинами ( а- с одним пакетом пружин; б – конструкция тарельчатой пружины; в- оправка с двумя пакетами пружин)

выполняют (рис. 4.41б) изготавливаются из стали 60С2А и термически обрабатывают до твердости HRC 40-45. Толщина пластины берется 0,5-1,25 мм. При перемещении штока механизированного привода вправо пружины возвращаются в исходное положение и деталь легко снимается с оправки.

На рис. 4.41,в показана схема оправки с двумя пакетами тарельчатых пружин. На корпус 1 надеты два пакета тарельчатых пружин 4, между которыми расположена втулка 3. Если стержень 5 будет перемещаться влево, то пакеты сплющиваются, увеличиваются в диаметре и заготовка 2 центрируется и закрепляется. Базирующие поверхности заготовок могут быть 7-11 качества.

Для определения необходимой величины осевой силы  $W$  (см. рис. 4.41б) рассмотрим равновесие тарельчатой пружины в конечном положении. Наличие радиальных прорезей позволяют с достаточной точностью для Практических расчетов рассматривать пружину как наклонную распорку между корпусом 1 и заготовкой 2 (см. рис. 4.38, в). Из силового треугольника (рис. 4.41, б):

$$0,75W = Q / \operatorname{tg} b,$$

где  $b$  – угол наклона; 0,75 - коэффициент введен из расчета, что 25% силы тяги расходуется на деформацию пружины в пределах зазора между базовым отверстием заготовки и пружиной в недеформированном виде.

**Оправки кулачковые шпиндельные** (рис 4.42) предназначены для закрепления полых заготовок деталей типа тел вращения. При перемещении штока механизированного зажима перемещается и коническая деталь 1, которая раздвигает кулачки 2, в результате чего происходит зажим заготовки. Кулачковая шпиндельная оправка крепится на шпинделе 1, токарного или круглошлифовального станка (см. рис. 4.42а). Клиноплунжерные механизмы часто используют в патронах для токарной обработки для центрирования как по внутренней, так и наружной цилиндрической поверхностям. Схема механизма приведена на рис. 4.42б. Три плунжера 2, расположенные под углом  $120^\circ$  друг к другу, перемещаются в трех радиальных пазах корпуса 1. Перемещение плунжеров осуществляется клином 3, имеющим соответственно три клиновых скоса. Клин 3 соединен со штоком

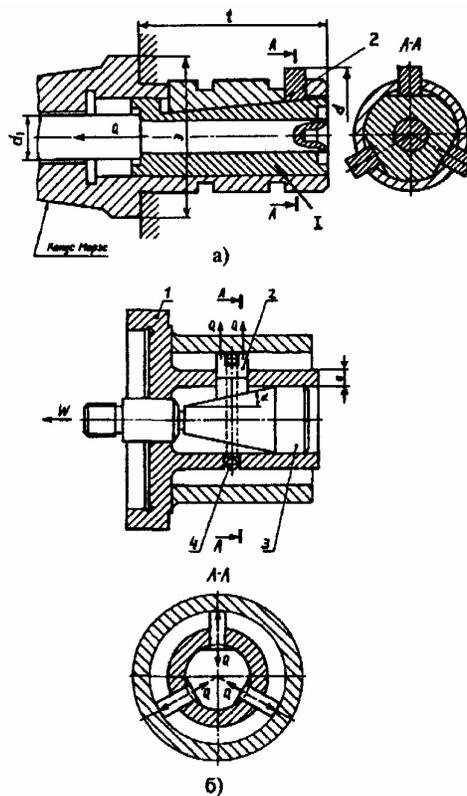


Рисунок 4. 42 Оправки кулачковые (а- оправка кулачковая шпиндельная; б - оправка кулачковая плунжерная)

силового привода. При движении клина 3 влево плунжеры

На рис. 4.43 показана консольная оправка с тонкостенной втулкой и гидропластмассой. Оправки с гидропластмассой предназначены для установки заготовок по точнообработанным внутренним цилиндрическим поверхностям. Обрабатываемую заготовку 4 с базовым отверстием устанавливают на наружную поверхность тонкостенной втулки 5. При подаче сжатого воздуха в полость пневмоцилиндра поршень со штоком перемещается в пневмоцилиндре влево и шток через тягу 6 и рычаг 1 передвигает плунжер 2, который нажимает на гидропластмассу 3. Гидропластмасса равномерно давит на внутреннюю поверхность втулки 5, втулка разжимается; наружный диаметр втулки увеличивается, и она центрирует и закрепляет заготовку 4.

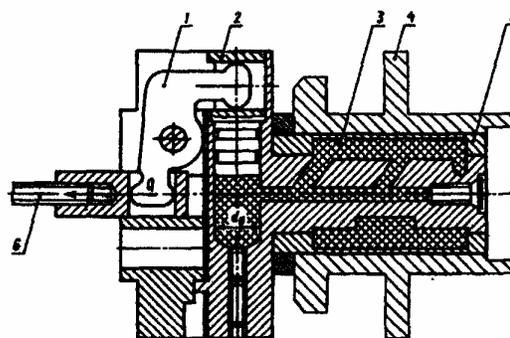


Рисунок 4.43 – Консольная оправка с гидропластмассой

Для установки полых заготовок могут использоваться цанговые оправки различных конструкций. Пример фланцевой цанговой механизированной оправки показан на рис.4.44. Оправка состоит из корпуса

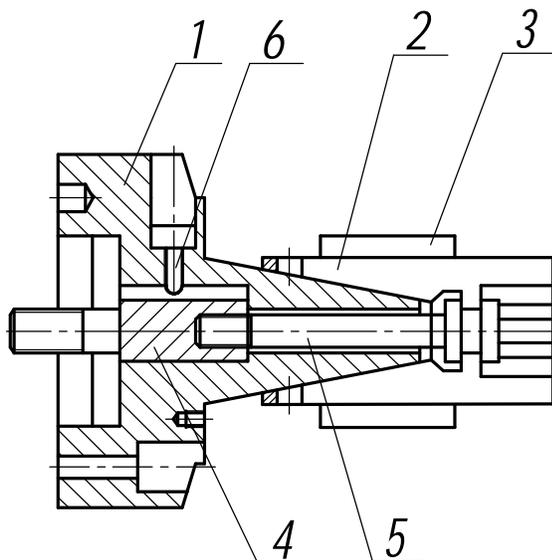


Рисунок 4.44 - Фланцевая цанговая механизированная оправка

1, на конической поверхности которого размещается цанга 2. В проточке цанги установлен винт 5, соединенный с тягой 4. Прямолинейность перемещения тяги 4 обеспечивается шпонкой 6, установленной в корпусе 1. Заготовка 3 устанавливается на цилиндрической поверхности цанги 2. Усилие со стороны привода перемещает тягу 4 с винтом 5 влево. Цанга 2 скользит, по конической поверхности, деформируясь, одновременно центрирует и закрепляет заготовку 3.

Цанговые оправки могут использоваться и при установке заготовок по внутренним коническим и цилиндрическим поверхностям. Примеры конструкций таких оправок показаны на рис. 4.45.

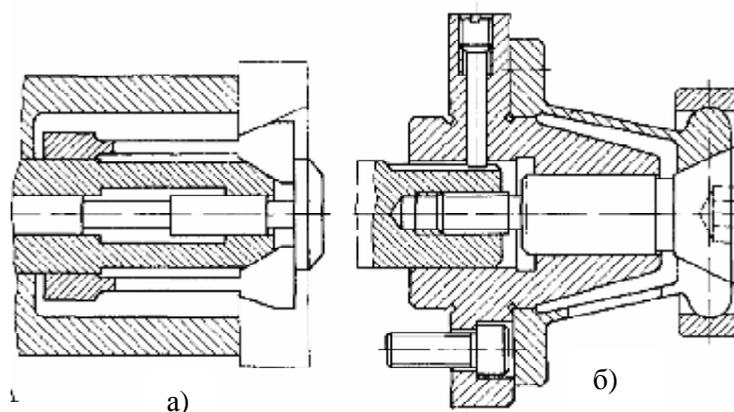


Рисунок 4.45 – Цанговые оправки для установки заготовки по конической поверхности (а) и по фасонной поверхности (б)

#### 4.7 Приспособления для сверлильных станков

Материал, изучаемый в этом разделе, изложен в [1-10].

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 за счет применения сменных наладок.

Широкое применение таких приспособлений, их механизация 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 изменить ее положение на станке относительно режущего инструмента. Для этого применяют кондукторы различных видов: накладные, стационарные, передвижные, поворотные.

Накладные кондукторы (рис 4.46) устанавливают непосредственно на обрабатываемую заготовку и после обработки отверстий снимают с детали.

Скальчатые кондукторы консольного или порталного типа имеют широкое применение для обработки 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.

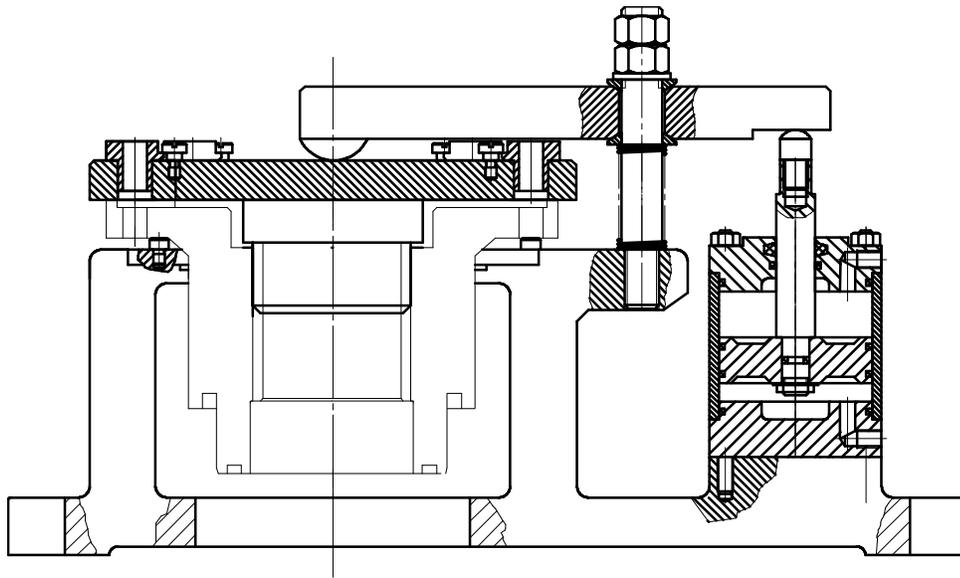


Рисунок 4.46 – Накладной кондуктор

К сменным узлам и деталям скальчатого кондуктора относятся сменные наладки для установки обрабатываемых заготовок и сменные кондукторные плиты, в которых установлены 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 в 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. 4.47 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.

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.

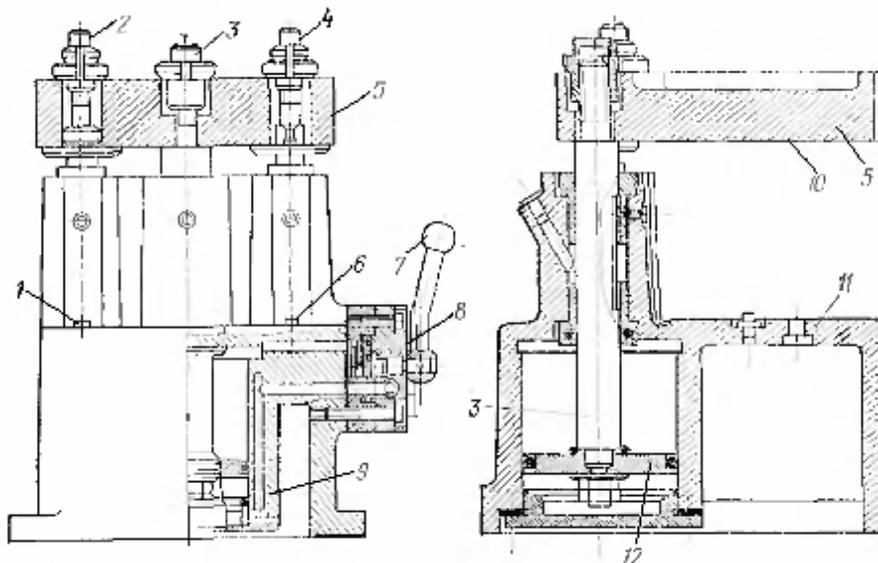


Рисунок 4.47 – Механизированный скальчатый кондуктор

При поступлении сжатого воздуха в верхнюю полость пневмоцилиндра 9 поршень 12 со штоком 3 перемещаются вниз. В этом случае шток 3 с направляющими скалками 2 и 4 с постоянной кондукторной плитой 5 и прикрепленной к ее плоскости 10 сменной плитой, опускаясь, зажмут заготовку, установленную в сменной наладке на столе 11.

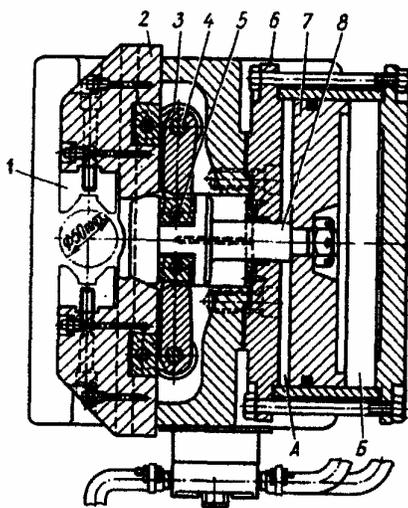


Рисунок 4.48 – Стационарные унифицированные пневматические тиски

Во время подачи сжатого воздуха в нижнюю полость пневмоцилиндра 9 поршень 12 со штоком 3, скалками 2 и 4, перемещаясь вверх, поднимает кондукторную плиту 5, постоянную и прикрепленную к ней сменную, и деталь разжимается. При повороте рукоятки 7 распределительного крана 8 в соответствующую сторону, сжатый воздух поочередно подается в верхнюю или нижнюю полость пневмоцилиндра 9.

На рис. 4.48 показано, стационарное универсальное приспособление – пневматические тиски, применяемые для центрирования и зажима заготовок

цилиндрических деталей, в которых сверлят или зенкеруют отверстия на вертикально-сверлильных станках.

С корпусом тисков соединен винтами пневмоцилиндр с крышками 6. Внутри пневмоцилиндра перемещается поршень 7 со штоком 8, который на левом конце имеет два паза.

В этих пазах установлены на пальцах 5 длинные плечи Г-образных рычагов 3. При подаче сжатого воздуха в полость "А" пневмоцилиндра поршень 7 со штоком 8 помещается вправо. В это время рычаги 3 поворачиваются на осях 4 и короткими плечами перемещают ползуны 2 со сменными губками 1 к центру, и заготовка зажимается.

При подаче сжатого воздуха в полость "Б" пневмоцилиндра поршень 7 со штоком 8 перемещается влево, рычаги 3, поворачиваясь, разводят губки 1, и деталь разжимается.

Стол-тумба с пневмоприводом (рис. 4.49) предназначен для установки и закрепления заготовок как непосредственно на столе, так и в сменных наладках или приспособлениях. Усилие зажима передается непосредственно от штока пневмоцилиндра или через систему рычагов двум вертикальным и одной горизонтальной тягам.

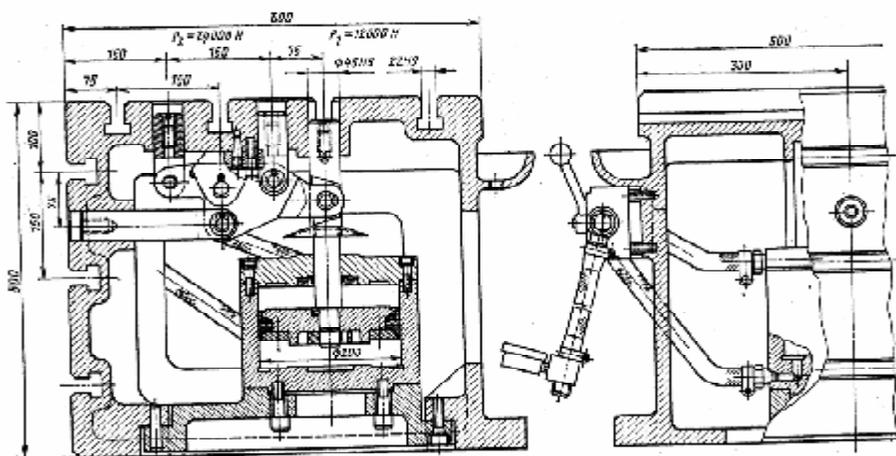


Рисунок 4. 49 – Стол - тумба неподвижный с пневмоприводом

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, а с горизонтальной осью – стойками.

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.

Для установки и закрепления на поворотных приспособлениях заготовок различных деталей требуется изготовить только сменные наладки в основном из установочно-зажимных элементов. Поворотные столы с

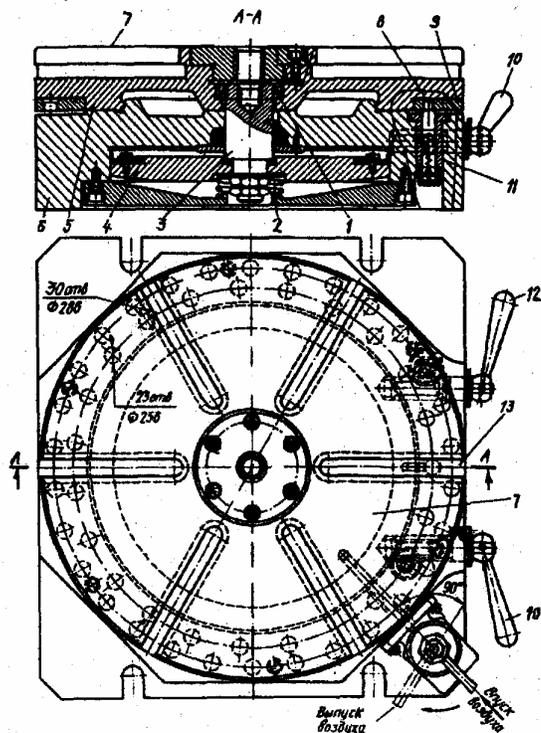


Рисунок 4.50 – Универсальный поворотный стол

вертикальной осью вращения устанавливают и закрепляют на рабочем столе вертикально- или радиально-сверлильного станка и применяют для обработки отверстий, расположенных по окружности.

На рис. 4.50 приведен универсальный поворотный стол, применяемый для последовательного сверления отверстий, расположенных по окружности. Стол состоит из корпуса 6 (неподвижная часть) и планшайбы 5 (поворотная часть).

На планшайбе 5 закреплено кольцо 9, в котором по окружности диаметром 265 мм расположены 23 отверстия, а по окружности диаметром 286 мм – 30 отверстий. Точная индексация поворота планшайбы на определенный угол

производится одним из реечных фиксаторов 8, последовательно входящих в отверстия соответствующего ряда в кольцо 9, под действием пружин, расположенных в двух втулках 11, запрессованных в корпус 6.

Управление каждым реечным фиксатором 8 производится рукоятками 10 и 12. Поворот планшайбы 5 стола на одно деление осуществляется вручную. Для большей жесткости приспособления при обработке отверстий планшайбу после ее поворота и фиксации, прижимают к корпусу 6 и отжимают от него перед последующим поворотом. Прижим планшайбы 5 к корпусу 6 производится пневмоприводом, встроенным в корпус, а отжим – пружиной 2.

В пневмоцилиндре размещается поршень 4 со штоком 3, на конце которого установлена втулка 1. При поступлении сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра, поршень со штоком и втулкой перемещается вниз, и втулка прижимает планшайбу к корпусу. Когда

выпускают сжатый воздух из штоковой полости через распределительный кран в атмосферу, поршень 4 со штоком 3 и втулкой 1 под действием пружины 2 перемещаются вверх и планшайба 5 отжимается от корпуса 6. Сменные наладки для установки и закрепления заготовок устанавливаются на верхней плоскости 7 планшайбы 5 и крепятся болтами, установленными в пазах 13 планшайбы.

Поворотные стойки с горизонтальной осью вращения одно- и двухопорные применяют при последовательной обработке отверстий, расположенных на различных плоскостях детали, а так же для сверления радиально расположенных отверстий. Одноопорные стойки применяют при обработке отверстий в заготовках с небольшим вылетом оси отверстия относительно корпуса стойки. Двухопорные стойки состоят из основной и вспомогательной стоек, установленных на одной плите, и применяются при обработке отверстий в заготовках крупных деталей, которые при консольном закреплении на одноопорной стойке имеют большой вылет и недостаточную жесткость. Поворотные стойки нормализованы, применяют их при изготовлении деталей, схожих по форме и размерам. К каждой поворотной стойке изготавливают несколько сменных наладок.

#### **4.8 Приспособления для фрезерных станков**

Материал, изучаемый в этом разделе, изложен в [1-10].

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: приспособления, в которых при обработке деталей вспомогательное время совмещается с основным, и приспособления, у которых при обработке деталей это время не совмещается.

Приспособления для фрезерных станков бывают универсальными, универсально-сборными, универсально-наладочными, групповыми и специальными.

Машинные тиски являются универсальным приспособлением, их применяют для обработки 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.

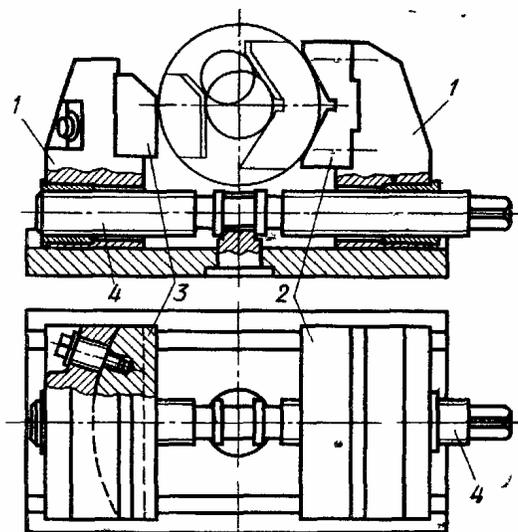


Рисунок 4.51- Универсальные самоцентрирующие тиска

На рис. 4.51 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 обрабатываемой детали) или раздвигаются (при разжиме ее).

На рис. 4.51 показаны наибольший и наименьший диаметры обрабатываемых деталей. В тисках левая призматическая губка для уменьшения перемещения губок при установке и снятии деталей заменена плоской.

На рис. 4.52 показаны универсальные переналаживаемые поворотные тиски УПГ-6 с встроенным

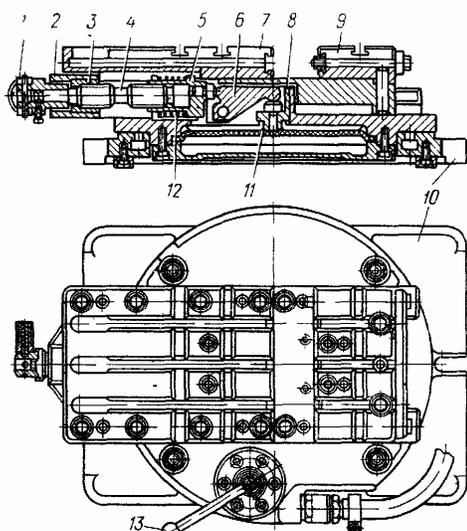


Рисунок 4.52 – Универсальные поворотные тиски УПГ-6

тиски УПГ-6 с встроенным диафрагменным пневмоприводом. На них можно устанавливать детали размером 200x250 мм. Сменные накладки, применяемые для установки различных обрабатываемых деталей, закрепляют на торцовых или верхних поверхностях неподвижной 7 и подвижной 9 губок тисков.

При поступлении сжатого воздуха в нижнюю полость пневмокамеры диафрагма 11 прогибается и перемещает шток 8 вверх Шток через рычаг 6, упор в гайке 5, винт 4 и втулку 3 перемещает влево рамку 2 с подвижной губкой 9, и обрабатываемая деталь зажимается губками 7 и 9. При разжиме

обрабатываемой детали, поворотом рукоятки 13 распределительного крана сжатый воздух выпускается из нижней полости пневмокамеры в атмосферу, диафрагма 11 выпрямляется, подвижная губка 9 перемещается вправо под воздействием пружины 12. Подвижная губка при зажиме детали перемещается пневмоприводом влево на 5– 6 мм. Подвод и отвод губки 9 на большее расстояние и предварительный зажим губками обрабатываемой детали производятся вручную винтом 4 с рукояткой 1. Предварительный ручной зажим обрабатываемых деталей необходим, потому что пневматический привод перемещает зажимные устройства приспособления недостаточно плавно. Поэтому обрабатываемые детали с неустойчивыми

базовыми поверхностями при зажиме их пневмоприводом могут сместиться и занять неправильное положение, если они не были предварительно зажаты вручную. Тиски поворачиваются на плите 10 в горизонтальной плоскости на 360°. Тиски устанавливают на столе фрезерного станка и закрепляют болтами, заведенными в пазы.

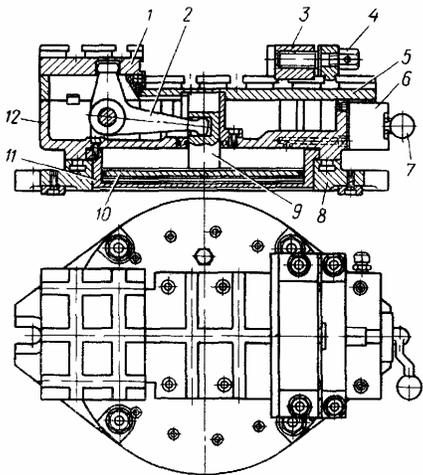


Рисунок 4.53 – Универсальные поворотные тиски с пневмоприводом

закреплена регулируемая губка 3, которую, в зависимости от размеров обрабатываемых деталей, можно перемещать винтом 4 или переставлять в пазах плиты 5.

При обработке крупногабаритных деталей губку 5 снимают. Во время зажима обрабатываемой детали 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 деталь 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, короткое плечо отводит губку от центра – деталь разжимается.

Рассмотренные конструкции переналаживаемых тисков с механизированным приводом применяют в серийном и мелкосерийном производствах для зажима деталей, обрабатываемых на фрезерных станках.

Применение сменных наладок в универсальных приспособлениях позволяет обрабатывать детали различных типоразмеров на фрезерных станках в мелкосерийном и серийном типах производства. Эти приспособления подразделяются на одно- и многоместные.

На рис. 4.54, а, б показаны соответственно универсальное многоместное приспособление с встроенным пневмоприводом и сменной наладкой (кассетой) к нему. На плите 13 смонтирован пневмоцилиндр 12 с

поршнем 11, установленным на штоке 10. В стойку (разрез Б–Б) запрессована ось 9, на которой установлен поворотный рычаг 8. Нижнее плечо этого рычага входит в паз штока 10, а верхнее плечо осью 7 связано с пальцем 6, перемещающимся во втулке 5.

Сменная наладка 3 имеет скалки 19, на которых закреплены неподвижно губки 1 и 20, перемещающиеся по скалкам сменные губки 18. При установке в приспособлении сменной наладки неподвижные губки 1 и 20 опираются на штыри, а губка 1 ориентируется также по прямоугольному выступу планки приспособления. Зажим наладки в приспособлении производится двумя прихватами 15, прижимающими ее к клиновидной направляющей 14.

Сжатый воздух из сети подается в распределительный кран 16, после поворота его рукоятки 17 поступает в верхнюю полость пневмоцилиндра 12 и перемещает поршень со штоком 10 вниз. Нижнее плечо рычага 8 штоком 10 опускается, а верхнее его плечо через палец 6 перемещает подвижные губки 18 по скалкам 19 до упора в губку 1. При этом обрабатываемые детали 2, установленные между губками 18, зажимаются.

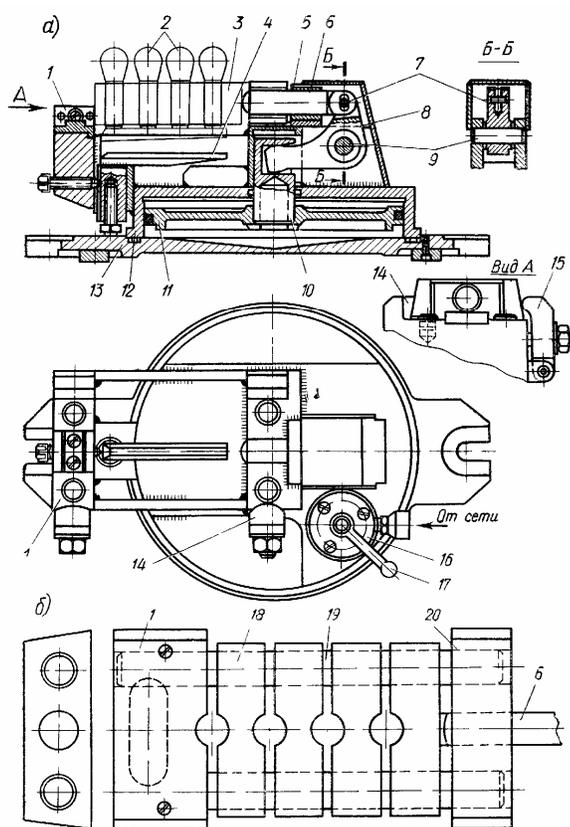


Рисунок 4.54 – Универсальное многоместное приспособление (а) и сменная наладка (б)

После обработки деталей рукоятка 17 распределительного крана 16 поворачивается в другую сторону, и сжатый воздух, подается в нижнюю полость пневмоцилиндра 12, перемещает поршень 11 со штоком 10 вверх.

При этом шток поворачивает рычаг 8 на оси и верхнее его плечо отводит палец 6 вправо, и обрабатываемые детали 2, установленные в подвижных губках 18, разжимаются и снимаются. Для правильной установки деталей по высоте применяется подвижный упор 4.

Поворотный стол, предназначенный для фрезерования по радиусу фасок, байонетных пазов и других, приведен на рис. 4.55. Заготовку устанавливают на оправку или непосредственно на поворотную часть 1. Вращение при обработке осуществляют маховичком 3 через червячную пару. Для установки на заданный угол поворота служат два подвижных упора 2, переставляемые по кольцевому пазу крышки стола.

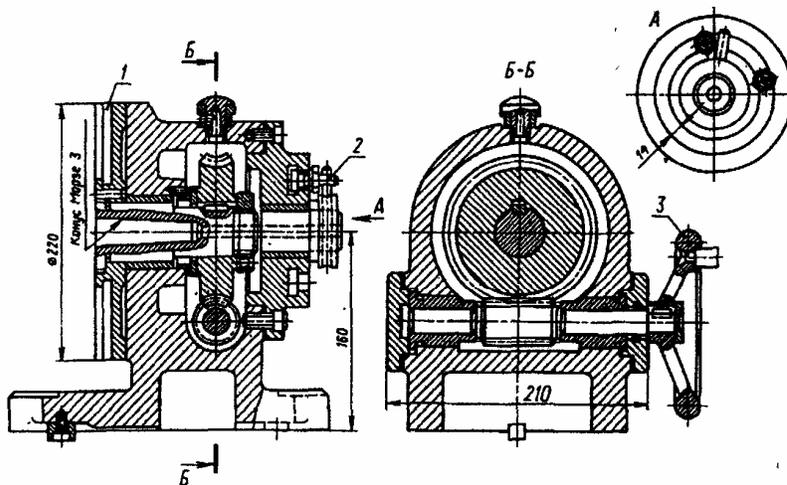


Рисунок 4.55 – Поворотный стол для фрезерования по радиусу

Приспособления для непрерывного фрезерования подразделяют на две разновидности: круглые поворотные столы с вертикальной или горизонтальной осью и поворотные многоместные приспособления для непрерывного фрезерования деталей.

Детали в наладках на поворотных столах можно закреплять вручную или от механизированного привода.

В массовом и крупносерийном производствах непрерывное фрезерование плоских поверхностей деталей различных типоразмеров производится на одно- и двухшпиндельных карусельно-фрезерных станках с круглым столом. На верхней поворотной части стола крепят сменные наладки или многоместные приспособления, в которых устанавливают и зажимают обрабатываемые детали. Непрерывное фрезерование плоскостей небольших деталей можно производить на универсально-фрезерных станках, оснащенных круглым вращающимся столом, на котором закреплены приспособления или сменные наладки.

В круглых столах поворот верхней части стола, а также зажим и разжим обрабатываемых деталей осуществляются пневматическими, гидравлическими или механическими приводами.

На рис. 5.56 приведено универсальное многоместное поворотное приспособление, которое применяют на карусельно-фрезерных станках для непрерывного фрезерования плоскостей на деталях типа колец, рычагов, небольших корпусов и т. д. Приспособление состоит из двух частей: нижней (неподвижной) и верхней (вращающейся). На вращающейся части поворотном столе 1 закреплен винтами 7 специальный узел, который состоит из круглых дисков 2 и 5, закрепленных винтами 9 на втулке 8. Для большей жесткости между дисками 2 и 5 установлены стойки 3 и 6.

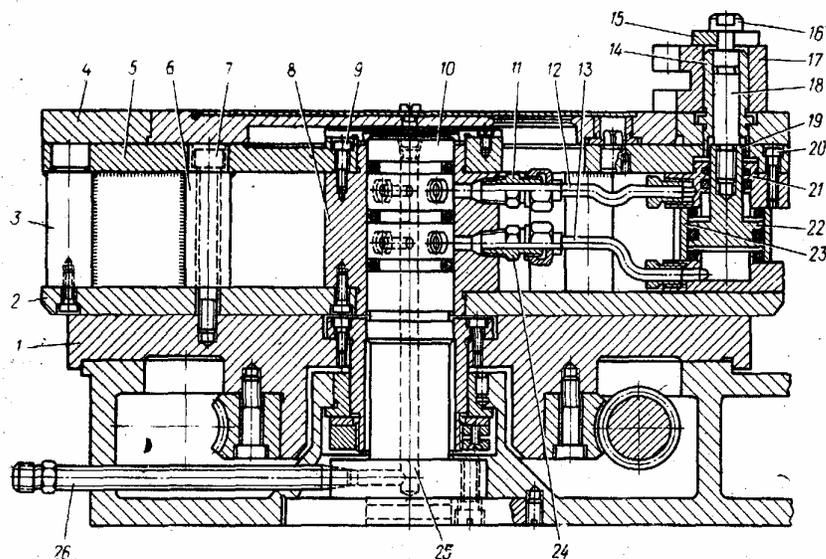


Рисунок 4.56 Многоместное приспособление с гидроприводом для фрезерных станков с вращающимся столом

Вращающуюся часть приспособления центрируют на неподвижной оси 10. На верхней плоскости диска 5 закреплен сменный диск 4 со сменными наладками втулками 14, на которых устанавливают и закрепляют обрабатываемые детали 17. В диске 5 имеется 12 отверстий, в которых установлены и закреплены винтами 20 фланцы 21 для крепления 12 гидроцилиндров 23. В неподвижной оси 10 имеется два вертикальных канала 25: один из них служит для подвода масла в полости гидроцилиндров, а другой – для отвода масла из полостей в гидроагрегат. Вертикальные каналы 25 в оси 10 через штуцеры 26 и резиновые шланги соединены с гидроагрегатом. Втулка 8 имеет два ряда радиально расположенных отверстий, в которые ввинчены штуцеры 11, 24 и трубопроводы 12 и 13 для подвода и отвода масла к полостям гидроцилиндров 23. Из гидроагрегата масло под давлением подается через штуцер 26 в один из вертикальных каналов 25 в оси 10. При вращении стола с обрабатываемыми деталями в направлении к фрезу верхнее горизонтальное отверстие в оси 10 соединяется с верхним отверстием во втулке 8, и масло через штуцер 11 по трубопроводу 12 поступает в верхнюю полость гидроцилиндра 23. Под давлением масла поршень 22 со штоком 19 и тягой 18 перемещается вниз и головкой 16 с быстросменной шайбой 15 зажимает обрабатываемую деталь 17.

Одновременно масло из нижней полости гидроцилиндра 23 вытесняется поршнем 22 и по трубопроводу 13, штуцеру 24 уходит в вертикальный канал 25 в оси 10. При непрерывном круговом вращении верхней части приспособления детали закреплены в сменных наладках. Пройдя зону обработки, они поступают в зону установки и снятия деталей. Во время прохождения каждой деталью этой зоны, нижнее, горизонтальное отверстие в оси 10 сопрягается с нижним отверстием во втулке 8 и масло через штуцер 24 и трубопровод 13 поступает в нижнюю полость гидроцилиндра 23. Масло поднимает поршень 22 со штоком 19 и тягой 18, и обрабатываемая деталь разжимается. Одновременно масло из верхней полости гидроцилиндра вытесняется и по каналу 12 и штуцеру 11 поступает во второй вертикальный канал 25 в оси 10. Следовательно, в данном приспособлении осуществляются автоматический зажим и разжим обрабатываемых деталей, устанавливаемых рабочим вручную в сменных наладках.

Приспособление можно применять на различных фрезерных станках, используя для непрерывного фрезерования деталей сменные наладки или приспособления, изготавливаемые в соответствии с формой и размерами обрабатываемых деталей.

На рис. 5.57 показано переналаживаемое приспособление с ручной установкой и съемом, автоматическим зажимом и разжимом обрабатываемых деталей. Его применяют для непрерывного фрезерования плоскостей различных деталей на карусельно-фрезерном двухшпиндельном станке. От редуктора передается вращение червячному валу 2, который вращает червячное колесо 5 вместе с закрепленным на нем столом 1. В корпус 4 нижним концом запрессован шлицевой вал 5, на верхнем конце которого закреплен плоский кулачок-копир 6.

При обработке деталей стол 1 вращается, роликовый подшипник 7 катится по профилю копира 6 и передвигает плунжер 10, который сжимает тарельчатые пружины 9, перемещает ползун 11 с кулачком 8 к обрабатываемой детали, и она прижимается к опоре 12. После обработки детали выходят из зоны фрезерования, роликовый подшипник 7 начинает сходить с копира 6. Пружины 9 расслабляются, а ползун 11 с кулачком 8 стержнем 13 под действием упора 14 перемещается к центру, и обрабатываемая деталь разжимается. Кулачок 8 можно переставлять на рифленой поверхности ползуна 11.

При замене кулачков 8 и стержней 13 можно устанавливать и зажимать детали различных типоразмеров. На рисунке внизу показаны секторы: I – установки и съема деталей ( $90^\circ$ ); II – зажима деталей ( $90^\circ$ ); III – обработки деталей ( $135^\circ$ ); IV – разжима деталей ( $45^\circ$ ). В соответствии с углом поворота этих секторов профилируется кулачок-копир 6.

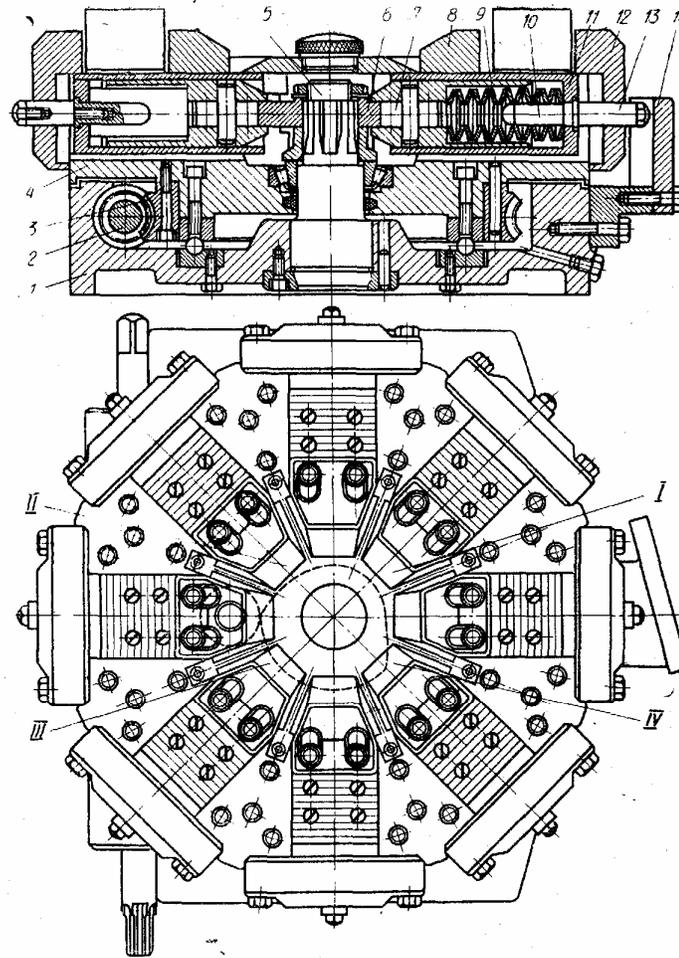


Рисунок 4.57 – Приспособление для непрерывного фрезерования

#### 4.9 Приспособления для зубофрезерных станков

Материал, изучаемый в этом разделе, изложен в [2-5].

На рис. 4.58 показано приспособление для обработки набора двухвенцовых шестерен, закрепляемое на горизонтальном столе станка болтами, расположенными в Т-образных пазах. Предварительно приспособление центрируется втулкой 8, которая выполнена на 0,2 мм меньше по диаметру, чем центрирующая выточка стола зубофрезерного станка, а окончательно выверяется по наружной поверхности втулки 1 с точностью 0,005 мм.

Зубчатые колеса центрируются втулкой 1 и прижимаются наружными венцами к опорному кольцу 7 гайкой 3 через прижимную шайбу 5 и промежуточную шайбу 6. Толщина последней выбрана с таким расчетом, чтобы обеспечивалось прилегание по торцам наружных венцов зубчатых колес. Внутренний венец одного зубчатого колеса при этом помещается в отверстие кольца 7, а второго - в выемке прижимной шайбы. Для быстроты перезарядки приспособления на прижимной шайбе 5 смонтирована откидная шайба 2, а для удобства и облегчения съема и надевания прижимной шайбы 5

к ней приварены две ручки 4. В промежуточной шайбе 6 имеются два пальца, которые благодаря наличию отверстий в венцах зубчатых колес ориентируют их в радиальном направлении.

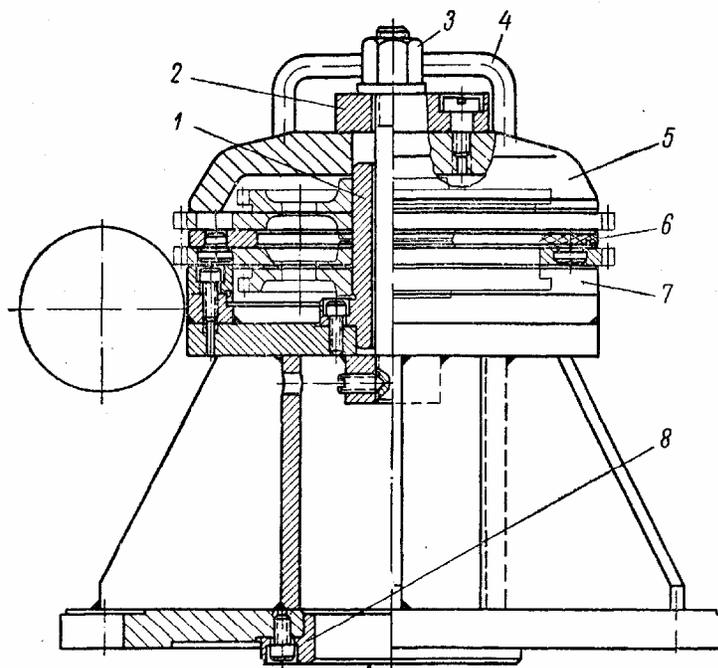


Рисунок 4.58 – Приспособление для фрезерования зубьев набора двухвенцовых шестерен

При проектировании специальных приспособлений для фрезерования цилиндрических зубчатых колес часто приходится использовать одни и те же центрирующие и зажимные элементы. Поэтому для сокращения специальной оснастки, облегчения труда рабочего и дальнейшего сокращения затрат времени на закрепление и открепление обрабатываемых деталей был спроектирован диафрагменный пневматический стол (рис. 4.59) со сменными центрирующими устройствами, устанавливаемыми на нем.

Стол состоит из чугунного корпуса 3, воздухоприемника 4 с уплотнительными резиновыми кольцами круглого сечения и резиновой диафрагмы 2, развивающей тяговое усилие около 27000 Н. Сжатый воздух подводится через воздухоприемник 4, который от проворота удерживается стержнем 11, а от съема — кольцом 10.

Воздух, попадая через воздухоприемник в верхнюю полость пневмокамеры, опускает диафрагму 2 со штоком 8 и тягой 7 вниз и при помощи съемной шайбы закрепляет зубчатые колеса. При переключении крана и выпуске сжатого воздуха из верхней полости в атмосферу система приходит в исходное положение под действием пружины 9. Ход тяги 7—8 мм.

Сменные съемные устройства центрируются по внутреннему диаметру кольца 5 и крепятся винтами 6 к корпусу приспособления.

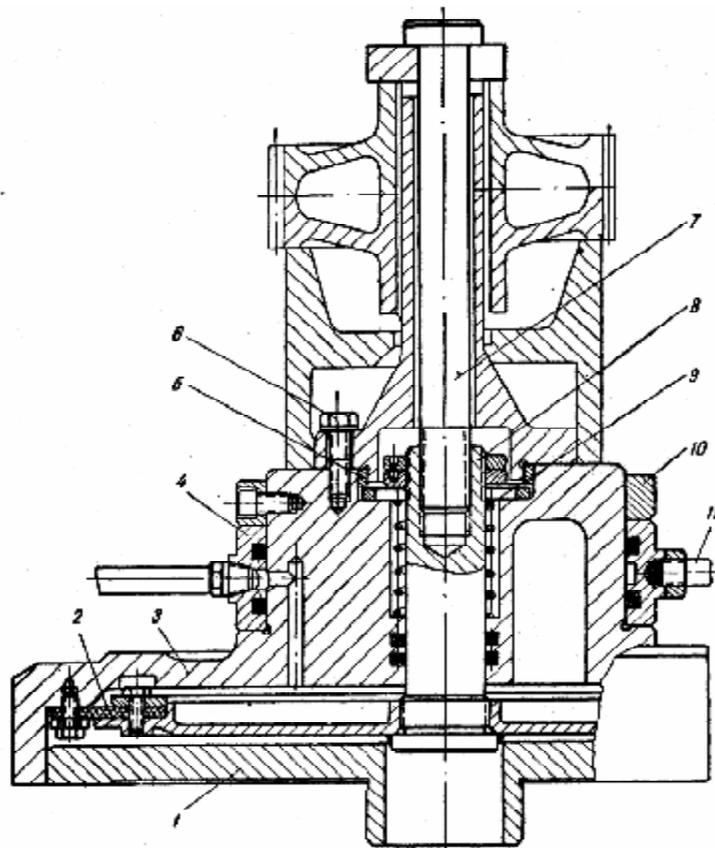


Рисунок 4.59 - Диафрагменный пневматический стол

Предварительно приспособление центрируется диском 1, который выполнен на 0,2 мм меньше по диаметру, чем кольцевая выточка в корпусе приспособления. Окончательно приспособление выверяется индикатором по базовой поверхности сменного центрирующего устройства.

На рис. 4.60 приведено приспособление для зубофрезерного станка модели 5А326. Оно предназначено для фрезерования зубьев у пакета зубчатых колес. Закрепление и открепление обрабатываемых деталей производятся при помощи пневматического привода. Приспособление состоит из чугунного корпуса 1 со встроенным пневматическим цилиндром, плавающего стакана 8 с клиньями 9 и закладной шайбы 7. Центрирование деталей производится предварительно при помощи шести шпонок 6, расположенных равномерно по окружности и шлифованных, а окончательно — под действием пружины 4 — тремя клиньями 9, находящимися в Т-образных пазах плавающего стакана 8. Подача сжатого воздуха в полости пневмоцилиндра производится через воздухоприемник, неподвижно закрепленный на столе фрезерного станка. Внутри корпуса 10 воздухоприемника расположен на шарикоподшипниках распределитель 11, удерживаемый от проворота воздухопроводной трубой 12, прикрепленной внизу к части станка. Во втулке 13, запрессованной в корпусе 10, находится распределитель, оснащенный двухрядным уплотнением из асбестографитового шнура с кольцевой резиной. Для закрепления и центрирования

обрабатываемых деталей подача сжатого воздуха производится в верхнюю полость пневмоцилиндра по трубе меньшего диаметра, а для открепления деталей сжатый воздух по трубе 12 через распределитель 11 и далее по соответствующим каналам направляется в нижнюю полость пневмоцилиндра.

Приспособление работает следующим образом. Пакет деталей устанавливают в приспособление и надевают съемную шайбу 7 (как показано

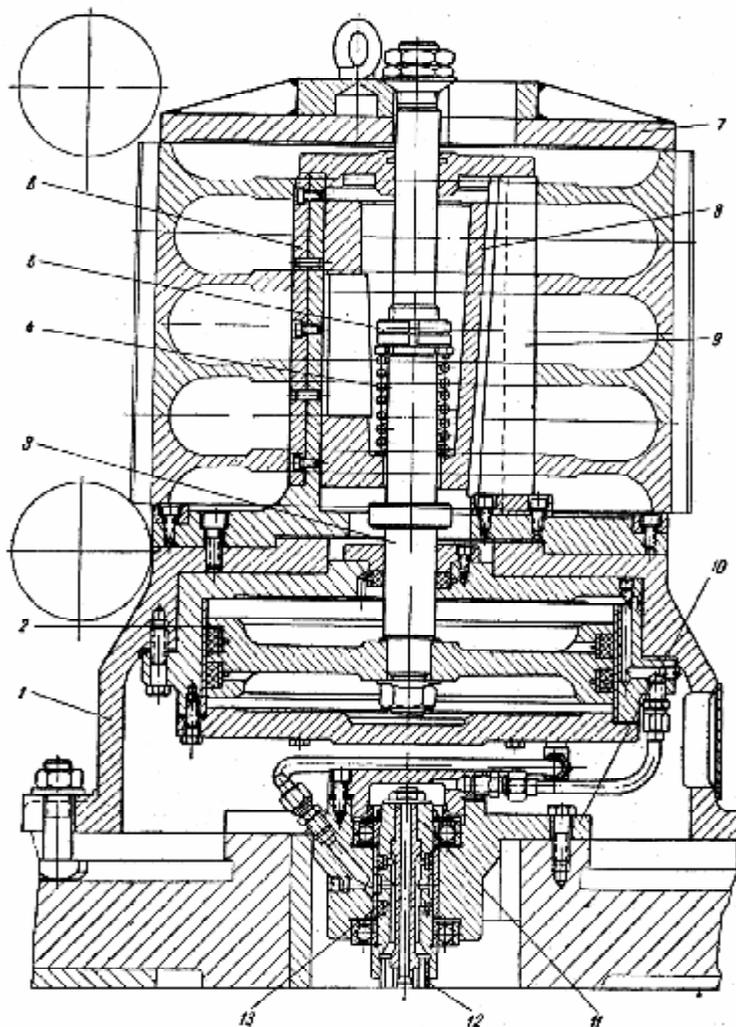


Рисунок 4.60 – Приспособление для фрезерования зубьев

на рисунке). Затем поворотом рукоятки крана включают пневматику на зажим, т. е. направляют сжатый воздух в верхнюю полость пневмоцилиндра. При этом поршень 2 со штоком 3 перемещается вниз и гайка 5 сжимает пружину 4, которая, воздействуя на плавающий стакан 8, перемещает его вниз и с помощью клиньев 9 окончательно центрирует установленные детали. При дальнейшем опускании штока за счет сжатия пружины 4, происходит закрепление установленных деталей съемной шайбой 7.

Для открепления деталей воздух направляют в нижнюю полость пневмоцилиндра. При этом поршень 2 со штоком 3 перемещается вверх и

позволяет снять шайбу 7. При дальнейшем подъеме штока имеющийся на нем бурт поднимает плавающий стакан 8, и благодаря наличию Т-образных пазов, клинья 9 перемещаются к центру, освобождая установленные детали.

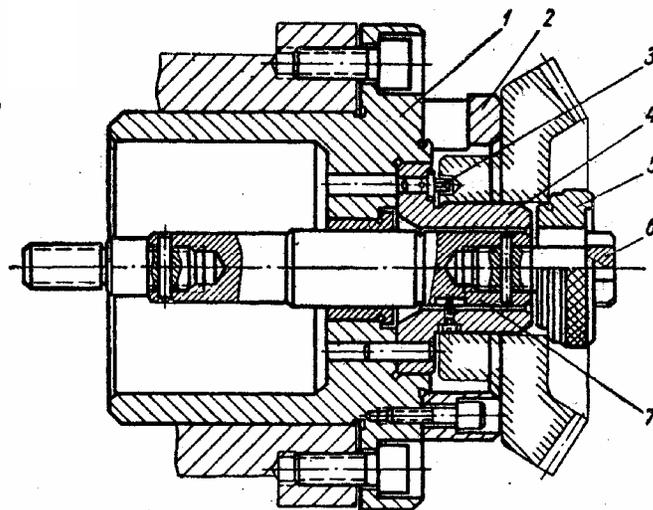


Рисунок 4.61 - Оправка для обработки конического зубчатого колеса

Приспособления к станкам для обработки конических колес обычно проектируются в виде оправок. При этом обрабатываемая деталь зажимается либо ключом при помощи гайки, либо пневматически при помощи тяги. Для повышения жесткости оправок, влияющей на чистоту и точность геометрии зубьев, их рекомендуется делать массивными. На торце зубчатых колес, обрабатываемых на зуборезных станках, обычно сверлят технологическое отверстие под поводок для предохранения изделия от проворачивания. Одна из таких оправок для обработки зубчатого колеса на станке модели 528 приведена на рис. 4.61.

Обрабатываемая деталь надевается на шейку фланца 4 оправки 1 и закрепляется перемещением штока 7, получающего движение от пневматического цилиндра через шайбу 5. Чтобы шайбу 5, расположенную в глубине зубчатого колеса, можно было снять, ее поворачивают до совмещения трех пазов с тремя шипами, имеющийся на головке болта 6. Зубчатое колесо устанавливается на шейке фланца 4 по посадке движения и досылается до опорного торца кольца 2. Для предохранения детали от проворачивания во время нарезания зубьев предусмотрен ромбический палец 3, запрессованный во фланец 4.

#### **4.10 Техничко-экономические расчеты при проектировании приспособлений.**

Материал, изучаемый в этом разделе, изложен в [6, 10].

Метод указаниями РД 50-533-85 установлены технико-экономические показатели и методика расчета экономической эффективности применения технической оснастки.

Согласно этих указаний рекомендуется использовать два показателя:

- коэффициент загрузки единицы технологической оснастки ( $K_3$ );
- затраты на оснащение технологических операций изготовления изделий ( $P$ ).

Коэффициент загрузки единицы технологической оснастки  $K_3$  определяется по формуле:

$$K_3 = \frac{T_{шт} \cdot N}{F_0},$$

где  $T_{шт}$  – штучно-калькуляционное время выполнения технологической операции;  $N$  – планируемая месячная программа на единицу оснастки (количество повторов операций);  $F_0$  – месячный фонд времени работы оснастки (станка).

При  $K_3 \geq 0,8$  необходимо использовать еще одно приспособление.

Затраты на оснащение технологических операций изготовления изделий  $P$  определяют по формуле в зависимости от типа приспособления.

Для неразборных специальных приспособлений (НСП):

$$P_{НСП} = \frac{C_{НСП}}{П_{ог}},$$

где:  $C_{НСП}$  – себестоимость приспособления;  $П_{ог}$  – количество сгруппированных на приспособления операций (при групповой обработке).

Для универсально-наладочных приспособлений (УНП) (СНП):

$$P_{\left(\begin{smallmatrix} УНП \\ СНП \end{smallmatrix}\right)} = C_H + \frac{A_{УНП,СНП}}{П_о},$$

где  $C_H$  – себестоимость изготовления наладки (сменной части);  $A_{УНП,СНП}$  – амортизационные отчисления за постоянную часть;  $П_о$  – количество наладок, закрепленных за постоянной частью.

Для универсально-сборных приспособлений (УСП):

а) если УСП является специальным приспособлением:

$$P_{УСП} = \left( C_B \cdot П_C + \frac{A_{УСП}}{П_H} \right) T,$$

где  $C_{УСП}$  – себестоимость сборки компоновки УСП;  $T$  – время нахождения изделия в производстве;  $П_C$  – количество сборок в анализируемый период;  $C_B$  – затраты за время эксплуатации при использовании оснастки;  $A_{УСП}$  – годовые амортизационные отчисления на элементы компоновки УСП;  $П_H$  – нормативное количество сборок в год.

б) если УСП в виде наладочного приспособления:

$$P_{УСПн} = C_H \left( \frac{C_C \cdot П_C}{П_о} + \frac{A_{УНП} \cdot П_C}{П_H \cdot П_о} \right) T,$$

где  $C_H$  – себестоимость изготовления наладки, грн.;  $П_о$  – количество закрепленных наладок, шт;  $П_H$  – нормативное количество сборок в год;  $C_C$  – стоимость сборки приспособления, грн.;  $П_C$  – количество сборок

(действительное);  $A_{УСП}$  – годовые амортизационные отчисления на элементы УСП;  $T$  – время нахождения изделия в производстве.

Сборно-разборное приспособление (СРП):

а) если СРП – специальное приспособление:

$$P_{СРП} = \frac{C_H + C_C + A_{СРП} \cdot T}{\Pi_0},$$

где  $C_H$  – себестоимость изготовления специальных деталей, грн.;  $C_C$  – стоимость сборки приспособления, грн.

б) если СРП как наладочное приспособление:

$$P_{СРПн} = C_H \frac{C_C + A_{СРП} \cdot T}{\Pi_0}.$$

Для универсально-безналадочных приспособлений (УБП):

$$P_{УБП} = \frac{A_{УБП} \cdot T}{\Pi_K},$$

где  $A_{УБП}$  – амортизационные отчисления, грн.;  $\Pi_K$  – количество оснащаемых операций;  $T$  – время нахождения изделия в производстве, год.

Эффективности применения технологической оснастки может оцениваться двумя методами:

1. Согласно ГОСТ 14.305 – 73 путем сопоставления фактических затрат (по результатам внедрения) с плановыми;

2. Путем сопоставления экономии от применения приспособления с затратами на его изготовление и эксплуатацию. В этом случае условие эффективного использования приспособления выражается формулой:

$$\mathcal{E} \geq P$$

где  $\mathcal{E}$  – ожидаемая экономия от внедрения приспособления;  $P$  – затраты на приспособление;

$$\mathcal{E} = (T_{шт} - T_{шт}^{\Pi}) \cdot a_M \cdot N \cdot q,$$

где  $T_{шт}$  – штучно-калькуляционное время выполнения операции без приспособления или в существующем приспособлении, мин;  $T_{шт}^{\Pi}$  – ожидаемое штучно-калькуляционное время на операции после внедрения проектируемого приспособления;  $a_M$  – себестоимость одной станко-минуты, грн./мин;  $N$  – планируемая месячная программа;  $q$  – число месяцев работы.

$$a_M = a_{пер} + a_{П.П} + a_{пост},$$

где:  $a_{пер}$  – переменные затраты, пропорциональные изменению времени обработки (они включают в себя заработную плату производственных рабочих с начислениями на нее);  $a_{П.П}$  – перемено-постоянные затраты, которые также изменяются пропорционально времени обработки (сюда входят затраты на амортизацию и эксплуатацию станка и универсальных приспособлений);  $a_{пост}$  – прочие (косвенные) постоянные ценовые расходы, которые остаются постоянными.

## 5 Вопросы для самоконтроля

1. Технологическая оснастка, основные определения.
2. Основное назначение приспособлений и их влияние на ход производственного процесса.
3. Классификация приспособлений по целевому назначению.
4. Классификация приспособлений по степени унификации.
5. Универсальные приспособления
6. Универсальные переналаживаемые приспособления
7. Специализированные переналаживаемые приспособления
8. Универсально-сборные приспособления
9. Сборно-разборные приспособления
10. Специальные приспособления
11. Этапы проектирования приспособлений
12. Исходная информация для проектирования приспособлений
13. Техническое задание для проектирования приспособлений
14. Разработка принципиальной схемы приспособления
15. Расчетная схема приспособления
16. Методика расчета сил закрепления
17. Коэффициент запаса при расчете усилия закрепления
18. Последовательность выполнения сборочного чертежа приспособления
19. Технические характеристики приспособлений
20. Технические требования к приспособлениям
21. Расчет точности приспособления
22. Погрешность базирования
23. Погрешность закрепления
24. Погрешность приспособления
25. Основные элементы приспособлений
26. Установочные элементы.
27. Точечные опоры
28. Опорные пластины
29. Установочные пальцы
30. Элементы для определения положения и направления инструментов
31. Кондукторные втулки постоянные
32. Кондукторные втулки сменные
33. Нестандартные кондукторные втулки
34. Угловые и высотные установочные элементы
35. Схема настройки приспособления по высотному установочному элементу
36. Схема настройки приспособления по нестандартному установочному элементу
37. Расчет высоты установочного элемента
38. Приводы приспособлений
39. Корпуса приспособлений. Служебное назначение
40. Корпуса приспособлений. Общие требования
41. Литые корпуса приспособлений
42. Сварные корпуса приспособлений
43. Вспомогательные элементы приспособлений

44. Выталкиватели
45. Шариковый фиксатор
46. Конический фиксатор
47. Поворотное приспособление
48. Зажимные механизмы
49. Классификация зажимных механизмов приспособлений
50. Рычажные зажимные механизмы, расчет зажимных усилий.
51. Винтовые зажимы. Достоинства и недостатки.
52. Винтовые зажимные механизмы, расчет зажимных усилий.
53. Винтовые зажимные механизмы, конструкция.
54. Клиновые зажимные механизмы, расчет зажимных усилий.
55. Клиновые зажимные механизмы, конструкция.
56. Цанги
57. Цанговые зажимные механизмы, расчет зажимных усилий.
58. Цанговые зажимные механизмы, конструкция
59. Эксцентрикные зажимные механизмы, конструкция
60. Рычажные зажимные механизмы, расчет зажимных усилий.
61. Рычажные зажимные механизмы, конструкция
62. Пневматические силовые приводы приспособлений, преимущества и недостатки.
63. Расчет параметров двухсторонних пневмоцилиндров
64. Расчет параметров односторонних пневмоцилиндров
65. Стационарные пневмоцилиндры, способы крепления
66. Конструкция стационарного пневмоцилиндра
67. Конструкция встраиваемого пневмоцилиндра
68. Пневмокамеры, достоинства и недостатки
69. Пневмокамеры, конструкция
70. Пневмокамеры, материал мембраны, основные параметры
71. Пневмокамеры, расчет параметров.
72. Гидравлические силовые приводы приспособлений, преимущества и недостатки.
73. Гидроцилиндр, конструкция
74. Гидроцилиндры, расчет параметров двухсторонних цилиндров
75. Гидроцилиндры, расчет параметров односторонних цилиндров
76. Уплотнения пневмо- и гидроцилиндров
77. Вакуумные силовые приводы приспособлений, преимущества и недостатки.
78. Вакуумные силовые приводы приспособлений, конструкция
79. Вакуумные силовые приводы приспособлений, расчет параметров
80. Электромеханический привод, конструкция.
81. Электромеханический привод, расчет параметров.
82. Электромагнитные и магнитные силовые приводы, преимущества и недостатки.
83. Электромагнитные и магнитные силовые приводы, область применения.

84. Принципиальная схема электромагнитного привода
85. Принципиальная схема магнитного привода
86. Расчет усилия закрепления электромагнитных и магнитных силовых приводов.
87. Точность и требования к электромагнитным и магнитным силовым приводам
88. Механогидравлические привод, конструкция
89. Механогидравлические привод, расчет параметров
90. Инерционные привод, конструкция
91. Инерционные привод, расчет параметров
92. Кулачковые патроны.
93. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон.
94. Поводковый центр
95. Оправки с разрезной втулкой
96. Фланцевая оправка с тарельчатыми пружинами для установки деталей типа «диск»
97. Фланцевая оправка с тарельчатыми пружинами для установки деталей типа «втулка»
98. Цанговая оправка
99. Мембранный патрон.
100. Кулачковая оправка
101. Оправка с гидропласмассой
102. Расчет суммарной силы зажима в кулачковых патронах.
103. Приспособления для сверлильных станков.
104. Кондукторы.
105. Накладные кондукторы
106. Скальчатый кондуктор
107. Самоцентрирующие призматические тиски
108. Поворотные устройства для позиционной обработки отверстий в заготовках.
109. Особенности фрезерных приспособлений.
110. Немеханизированные машинные тиски.
111. Механизированные машинные тиски.
112. Многоместные приспособления для фрезерных станков.
113. Конструкция приспособления для обработки двухвенцовых шестерен.
114. Диафрагменный пневматический стол
115. Приспособление для зубофрезерного станка модели 5A326
116. Приспособления к станкам для обработки конических колес
117. Показатели для расчета экономической эффективности использования приспособлений.
118. Коэффициент загрузки единицы технологической оснастки.
119. Затраты на оснащение технологических операций.
120. Методы оценки эффективности применения технологической оснастки.

## Перечень ссылок

1. Боровик А.И. Проекування технологічного оснащення: Навч. посібник. - К.: 1996. - 488 с.
2. Андреев Г.Н., Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства : Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов / Под ред. Ю.М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 1999 – 415 с.
3. Схиртладзе А.Г., Новиков В.Ю. Станочные приспособления: Учебное пособие для вузов. - М.: Высш. шк., - 2001. – 110с.
4. Ансеров М.А. Приспособление для металлорежущих станков. М., Машиностроение, 1975, 656 с.
5. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. М., Высшая школа, 1974, 263 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. М., Машиностроение, 1983, 215 с.
7. Базров В.М., Сорокин А.И. и др. Альбом по проектированию приспособлений. М.: Машиностроение, 1986. - 186 с.
8. Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1984. - 128 с.
9. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. - М.: Машиностроение, 1973, 344 с.
10. Станочные приспособления. Справочник в 2-х томах под ред. Вардашкина Б.И. М.: Машиностроение, 1984.
11. Боженко Л.І Технологія машинобудування . Проекування технологічного спорядження: Посібник . – Львів: Світ, 2001. – 269 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.1 Содержание лекционного курса	5
3.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	7
3.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	7
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА	7
4.1 Вступительная лекция. Содержание и задача курса	7
4.2 Структура приспособлений	13
4.3 Основные этапы проектирования приспособлений	23
4.4 Зажимные элементы приспособлений	32
4.5 Приводы приспособлений	43
4.6 Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков	64
4.7 Приспособления для сверлильных станков	70
4.8 Приспособления для фрезерных станков	75
4.9 Приспособления для зубофрезерных станков	84
4.10 Техничко-экономические расчеты	88
5 Вопросы для самоконтроля	91
Перечень ссылок	94

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ  
по дисциплине  
“Технологическая оснастка”  
(для студентов специальности  
7.090202 «Технология машиностроения»  
всех форм обучения)

Составитель: Н.В.Голубов, ст. препод.