

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Омский государственный технический университет»

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Учебное текстовое электронное издание  
локального распространения

*Рекомендовано редакционно-издательским советом  
Омского государственного технического университета*

Омск  
Издательство ОмГТУ  
2019

УДК 621.715.4  
ББК 34.5  
Т38

Авторы:

*В. Г. Мальцев, А. П. Моргунов, Н. С. Морозова, Р. Л. Артюх*

Рецензенты:

*С. В. Петроченко*, к.т.н., доцент каф. «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ОмГУПС;

*Ю. Г. Загвоздин*, к.т.н., доцент каф. «Специальные технические дисциплины» ОИВТ – филиала ФГБОУ ВО «СГУВТ»

**Технологическая оснастка** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / [В. Г. Мальцев и др.] ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Электрон. текст. дан. (5,89 Мб). – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019. – 1 электрон. опт. диск. – Минимальные системные требования: процессор Intel Pentium 1,3 ГГц и выше; оперативная память 256 Мб и более; свободное место на жестком диске 260 Мб и более; операционная система Microsoft Windows XP/Vista/7/10; разрешение экрана 1024×768 и выше; акустическая система не требуется; дополнительные программные средства Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше. – ISBN 978-5-8149-2951-8.

Приведена краткая классификация технологической оснастки. Значительное место в учебном пособии отведено станочным приспособлениям и их составным частям. Даны сведения, необходимые для выбора, проектирования и эффективного использования станочных приспособлений.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Редактор *К. В. Муковоз*

Компьютерная верстка *Л. Ю. Бутаковой*

*Для дизайна этикетки использованы материалы  
из открытых интернет-источников*

## ВВЕДЕНИЕ

Для осуществления практически любого технологического процесса в машиностроительном производстве необходимо применение совокупности орудий производства, называемых *средствами технологического оснащения*. Составными частями этих средств являются технологическое оборудование и технологическая оснастка.

*Технологическим оборудованием* называют средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, а также средства воздействия на них. Примером технологического оборудования являются литейные машины, прессы, металлорежущие станки, печи, гальванические ванны, испытательные стенды и т. д.

Средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса, называют *технологической оснасткой*, под которой понимают комплекс приспособлений, обрабатывающих, измерительных и вспомогательных инструментов.

Приспособления механосборочного производства составляют основную группу технологической оснастки. *Приспособлениями* в машиностроении называют вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций механической обработки, сборки, контроля и перемещения. В машиностроительном производстве станочные приспособления, применяемые для установки, закрепления, открепления и снятия заготовок при механообработке, составляют наиболее значительную долю (в зависимости от специфики производства – 50–90 %) технологической оснастки.

Поскольку то или иное станочное приспособление является составной частью соответствующей технологической системы, то задачи, решаемые путем применения этого приспособления, вытекают из задач, решаемых данной технологической системой в целом. Требования к приспособлению формируются на основе анализа его взаимодействия с другими элементами технологической системы, а также исходя из соображений производственного, технологического и экономического характера.

К главным задачам, решаемым в машиностроительном производстве с помощью технологических систем, относятся задачи изготовления деталей заданного качества при наибольшей производительности и наименьшей се-

бестоимости. На способствование решению этих задач и направлено применение приспособлений. Применение приспособлений позволяет устранить разметку заготовок перед обработкой, облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность, расширить технологические возможности оборудования, организовать многостаночное обслуживание, применить технически обоснованные нормы времени, сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции, повысить гибкость производства.

Достаточно частая смена объектов производства требует создания прогрессивных методов разработки конструкций и систем приспособлений, рациональных и надежных методов их расчета, проектирования и изготовления, обеспечивающих неуклонное сокращение сроков технологической подготовки производства.

Знание и творческое использование закономерностей влияния приспособлений на точность и производительность выполняемых операций позволяет создавать приспособления, интенсифицирующие производство и повышающие его точность.

Одним из эффективных средств сокращения сроков проектирования и изготовления приспособлений является стандартизация и унификация их элементов. Осуществляемая в этом направлении работа приводит к ускорению и удешевлению технологической подготовки производства. Наиболее прогрессивные решения, связанные с проектированием приспособления, вырабатываются при рассмотрении максимального числа возможных вариантов этих решений и их углубленном анализе.

Создаваемые приспособления должны максимально учитывать человеческий фактор: они должны быть безопасными в работе, требовать минимальной затраты сил и времени рабочего, повышать уровень замены человека в производственном процессе искусственно создаваемыми устройствами.

# 1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

## 1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ

По целевому назначению различают следующие группы приспособлений [23].

**1. Станочные приспособления для установки обрабатываемых заготовок на станках**, которые в зависимости от вида механической обработки делят на сверлильные, токарные, фрезерные, расточные, шлифовальные и другие станочные приспособления. Они являются самой многочисленной группой и составляют 70–80 % общего числа приспособлений.

**2. Станочные приспособления для установки рабочих инструментов**, характеризующиеся большим числом нормализованных конструкций, что объясняется нормализацией и стандартизацией самих рабочих инструментов. Приспособления первой и второй групп являются составными частями технологической системы.

**3. Сборочные приспособления**, создаваемые для обеспечения правильного взаимного положения деталей и сборочных единиц, предварительного деформирования собираемых упругих элементов (пружин, рессор, резиновых деталей), запрессовки, клепки, вальцовки, гибки по месту и других сборочных операций.

**4. Контрольные приспособления**, предназначенные для контроля обрабатываемых заготовок и изготавливаемых деталей, а также проверки собранных узлов, механизмов и машин (к этой группе относятся также испытательные и контрольно-измерительные стенды).

**5. Транспортно-кантовальные приспособления** для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок.

## 1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ПО СТЕПЕНИ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

По степени специализации станочные приспособления делят на три группы: *универсальные, специализированные и специальные* (рис. 1.1). В каждую из этих групп входят соответствующие системы станочных приспособлений, предусмотренные ЕСТПП и ГОСТ 14.305–73 «Правила выбора технологической оснастки» [23].

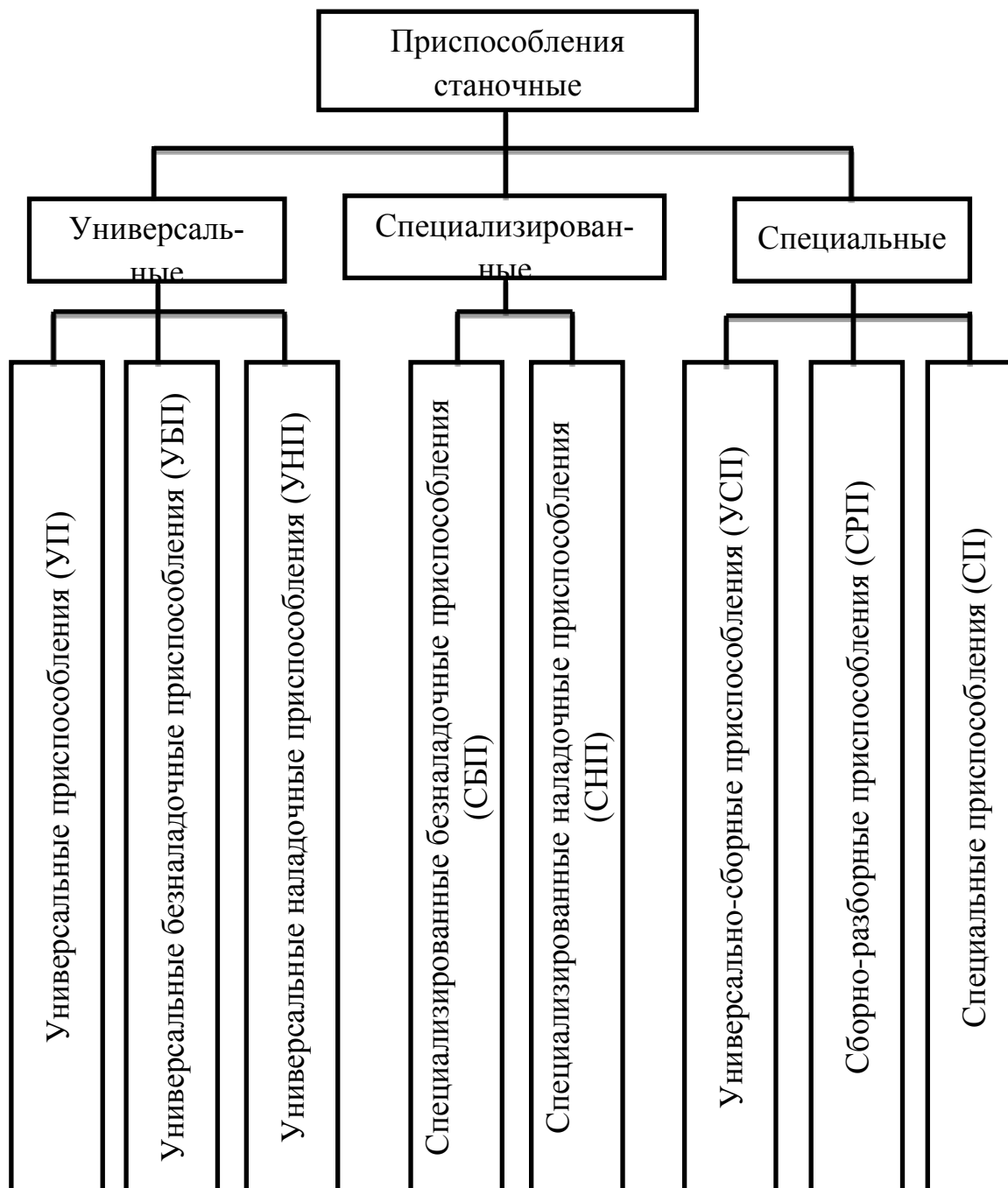
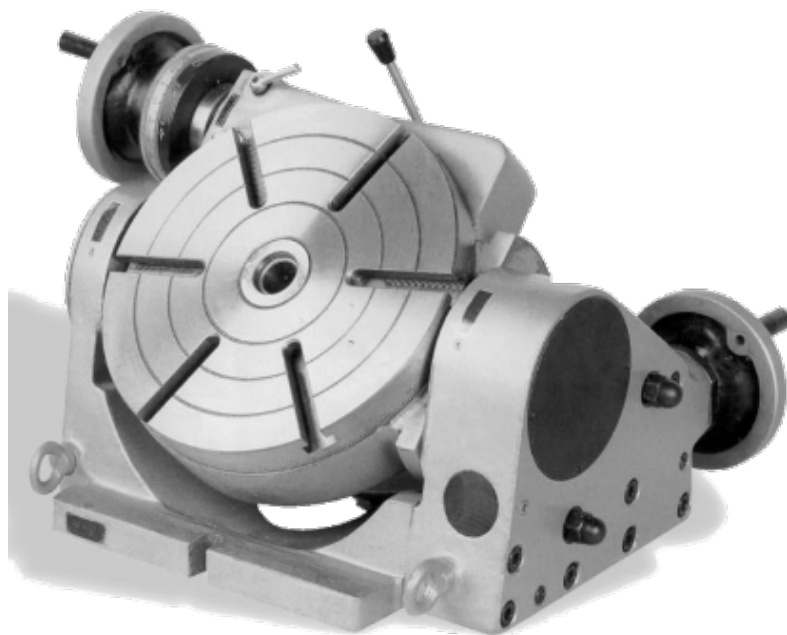


Рис. 1.1. Классификация станочных приспособлений по степени специализации

### 1.2.1. Универсальные приспособления

1. *Универсальные приспособления (УП)* используют для расширения технологических возможностей станков или для обслуживания приспособлений. К ним относятся: универсальные, поворотные и делительные столы, головки (рис. 1.2, 1.3), универсальные приводы, устройства для механизации зажима в приспособлениях и т. п. Рекомендуются для единичного и мелкосерийного производства.



*Рис. 1.2. Поворотный стол*



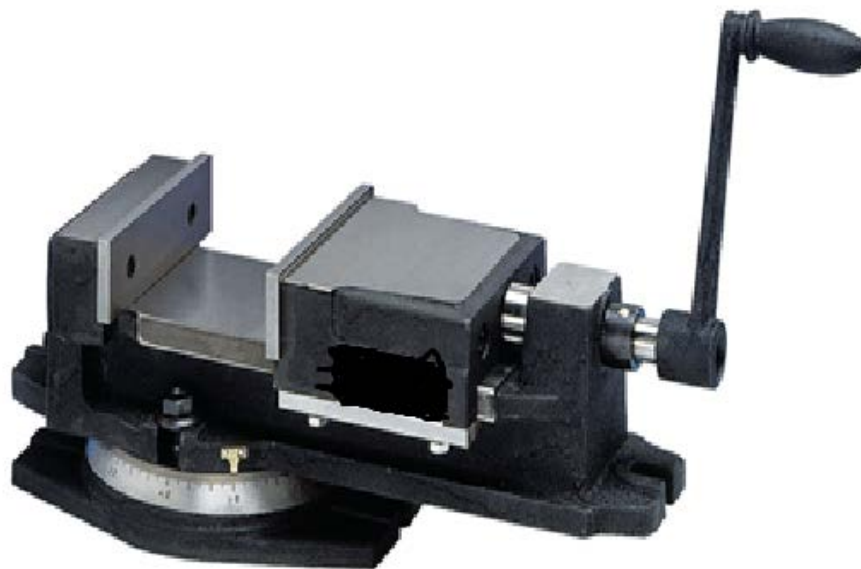
*Рис. 1.3. Универсальная делительная головка*

2. *Универсально-безналадочные приспособления (УБП)*, для которых характерно применение универсальных регулируемых приспособлений, не требующих сменных установочных и зажимных элементов. Данная группа включает в себя комплексы универсальных приспособлений, входящих в комплекты оснастки, поставляемой машиностроительным предприятиям в качестве

принадлежностей к станкам. К ним относятся: универсальные патроны с неразъемными кулачками (рис. 1.4), универсальные фрезерные и слесарные тиски (рис. 1.5), поводковые патроны, центры и т. д. Рекомендуются для единичного и мелкосерийного производства.



*Рис. 1.4. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон*



*Рис. 1.5. Поворотные машинные тиски*

3. *Универсально-наладочные приспособления (УНП)* используют для установки заготовок различной конфигурации. Предусматривают разделение элементов приспособления на два основных вида: базовые и сменные. **Базовые элементы** – постоянная многократно используемая часть приспособления, изготавливаемая заранее по соответствующим стандартам. **Сменные установочные и зажимные элементы-наладки** могут быть универсальны-



ми (изготавливаемые заранее) и специальными (изготавливаемые по мере необходимости машиностроительным заводом). К УНП относятся: универсальные патроны со сменными кулачками, универсальные тиски со сменными губками, скальчатые кондукторы (рис. 1.6) и т. п. Рекомендуются для мелкосерийного и серийного производства, особенно эффективны при групповой обработке заготовок.

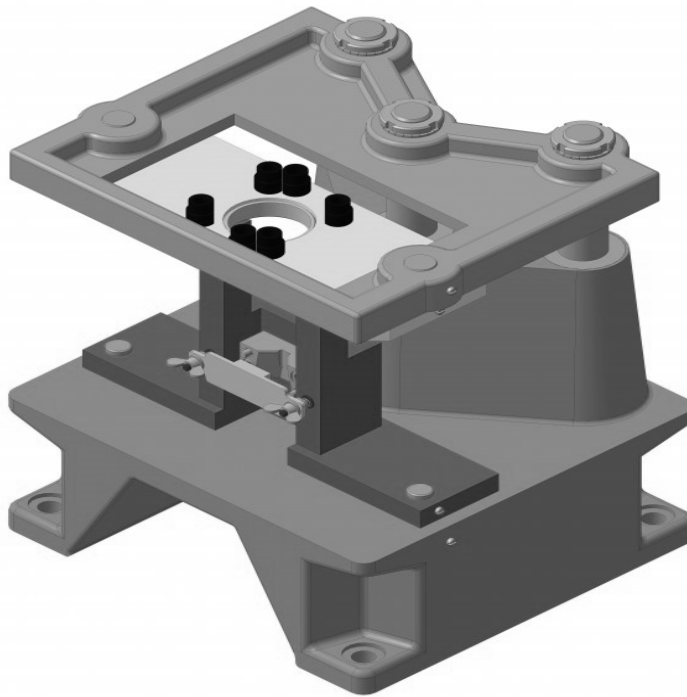


Рис. 1.6. Скальчатый кондуктор

### 1.2.2. Специализированные приспособления

1. *Специализированные безналадочные приспособления (СБП)* используют для закрепления заготовок, близких по конструктивно-технологическим признакам, с одинаковыми базовыми поверхностями, требующими одинаковой обработки. При осуществлении однотипных операций необходимо регулировать их элементы. К СБП относятся: приспособления для групповой обработки деталей типа валиков, втулок, фланцев, дисков, кронштейнов, корпусных деталей и т. п.

2. *Специализированные наладочные приспособления (СНП)* используют для установки заготовок, близких по конструктивно-технологическим признакам, объединенных общностью базовых поверхностей и характером обработки и требующих для выполнения однотипных операций замены специальной наладки. Так же, как и система УНП, включает базовые элементы

и комплексы элементов-наладок, но отличается более высокой степенью механизации приводов и применением многоместных приспособлений. После установки сменной наладки базовый агрегат преобразуется в законченное приспособление для выполнения конкретной операции по изготовлению конкретной детали (рис. 1.7). Область применения СНП охватывает все типы серийного производства в условиях групповой обработки заготовок.

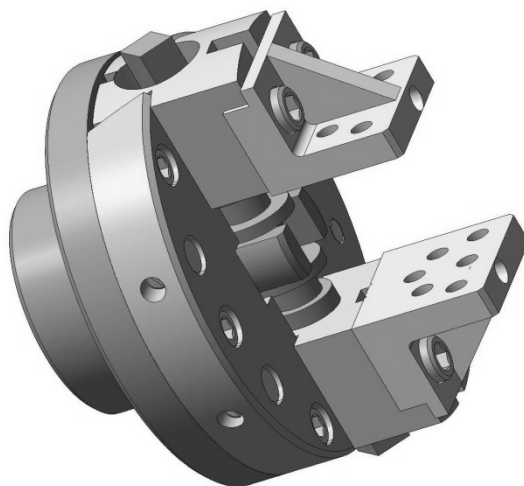


Рис. 1.7. Двухкулачковый самоцентрирующий патрон со специальными кулачками

### 1.2.3. Специальные приспособления

1. *Универсально-сборные приспособления (УСП)* являются одноцелевыми по назначению, но универсальными по изготовлению. Собирают их из заранее изготовленных деталей и сборочных единиц без последующей доработки (рис. 1.8). В комплект УСП входят: базовые и корпусные детали (плиты прямоугольные, плиты круглые, угольники), установочные детали (пальцы, призмы, штыри и др.), направляющие детали (кондукторные втулки, колонки); крепежные детали (болты, винты, шпильки, гайки, шайбы); разные детали (вилки, хомутики, оси, рукоятки, опоры); сборочные единицы (поворотные головки, кронштейны, фиксаторы, подвижные призмы, кулачковые и тисковые зажимы).

Комплект УСП содержит 1500–25000 деталей. Из комплекта в 20 000 деталей можно одновременно собрать 200–250 приспособлений для изготовления деталей на различных станках.

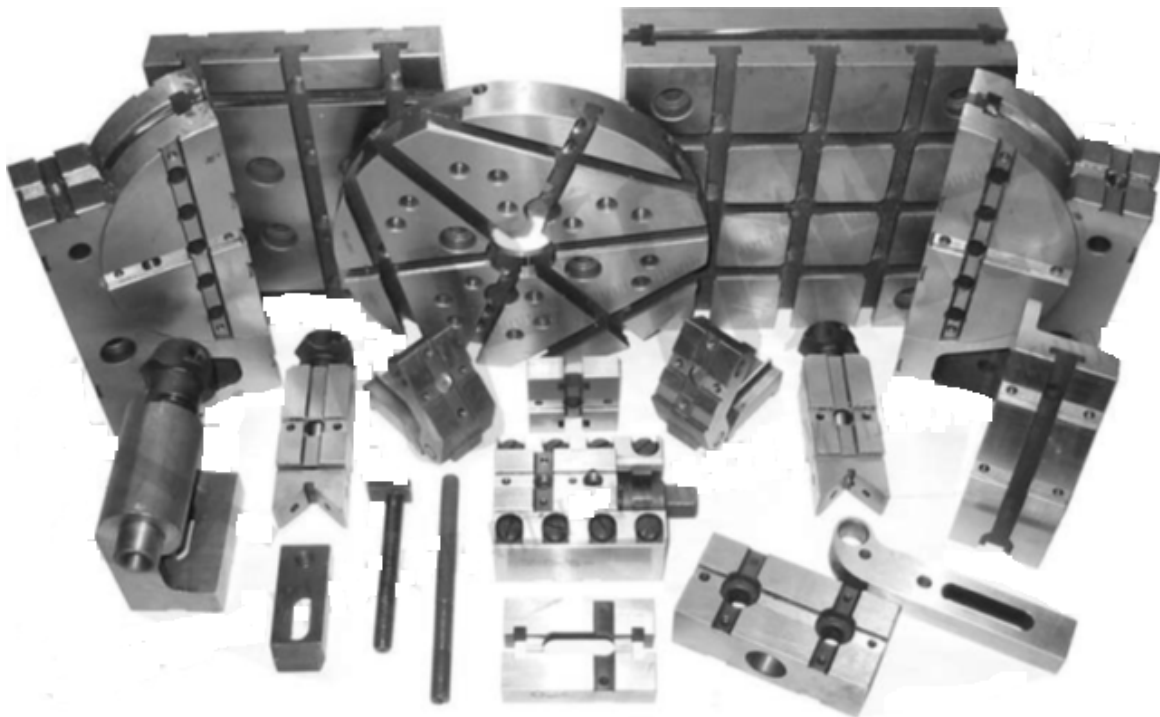
Изготовление приспособления из деталей УСП включает в себя:

1) разработку схемы сборки приспособления в соответствии с видом технологической операции обработки детали и станка;

- 2) сборку приспособления из стандартизованных и нормализованных деталей;
- 3) использование собранного приспособления для выполнения конкретной операции по изготовлению детали;
- 4) разборку приспособления;
- 5) раскладку деталей УСП для хранения.

Точность обработки на УСП не превышает 9-го качества вследствие их невысокой жёсткости из-за наличия большого количества стыков. Из комплекта УСП можно собирать токарные, сверлильные, фрезерные и другие приспособления. После применения приспособления разбирают на составные элементы, которые многократно используют в последующих компоновках. Главным достоинством УСП является быстрота сборки. За 2–5 ч можно скомпоновать приспособление средней сложности (с учетом квалификации слесаря-сборщика).

УСП эффективно применяют в условиях единичного и мелкосерийного производства, в экспериментальных (вспомогательных) цехах предприятий крупносерийного и массового производства. После испытания опытных образцов приспособлений для основного производства изготавливают специальные высокопроизводительные приспособления.



*Рис. 1.8. Элементы УСП*

2. *Сборно-разборные приспособления (СРП)* – станочные приспособления, которые представляют собой компоновки, состоящие из готовой базовой части (плиты, угольники, планшайбы), сборочных единиц (зажимных, установочных и т. д.) и наладочных элементов, чаще всего специальных, с помощью которых заготовку «связывают» с установочными элементами приспособления. СРП, несмотря на определенное сходство с УСП, имеют существенное различие: они содержат помимо стандартных деталей и узлов специальные наладки.

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

Точность обработки на СРП (8, 9-й квалификации) обеспечивается точностью изготовления и установки составляющих базовых элементов. СРП используются в мелкосерийном и серийном производстве.

3. *Специальные приспособления (СП)* используют для выполнения определенной операции при обработке конкретной заготовки, они являются одноцелевыми (рис. 1.9). При смене объекта производства такие приспособления, как правило, приходится списывать независимо от степени их физического износа. Эти приспособления трудоёмки и дороги в изготовлении; их изготавливают в единичном производстве, а применяют главным образом в крупносерийном и массовом производстве.

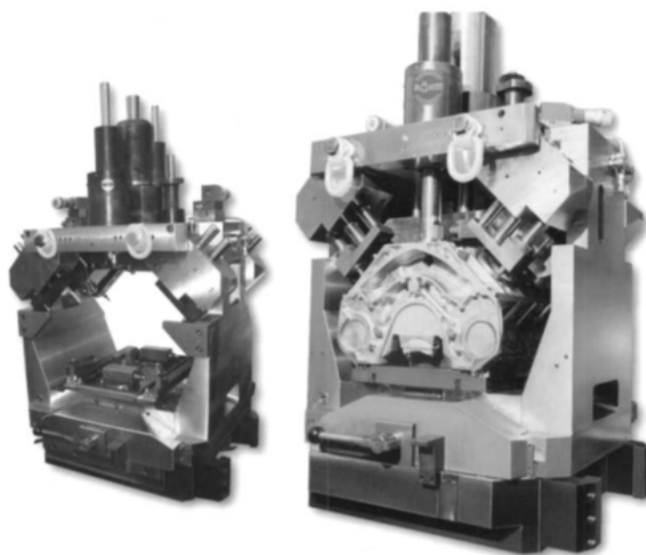


Рис. 1.9. Приспособление с гидравлическим приводом для установки блоков двигателей

По степени механизации и автоматизации приспособления подразделяются на следующие группы:

- 1) ручные;
- 2) механизированные;
- 3) полуавтоматические;
- 4) автоматические.

Несмотря на большие различия в конструктивном оформлении, обусловленные многообразием технологических процессов, конструктивных форм и размеров изготавливаемых деталей, типов станков и других факторов, *приспособления имеют практически одинаковую структуру.*

В любом приспособлении можно выделить отдельные группы деталей и механизмов, которые имеют *одинаковое функциональное назначение.* Их принято называть *элементами.* Таким образом, под элементом приспособления понимают деталь или группу деталей приспособления, которые выполняют в них определенную функцию.

**По функциональному назначению** элементы станочных приспособлений делят в общем случае на следующие виды: установочные, зажимные, направляющие (настроечные), делительные и поворотные, силовые приводы (механические, гидравлические, пневматические, электрические и комбинированные), контрольные, подналадочные, блокировочные, защитные корпуса, вспомогательные и крепежные детали.

### **1.3. НАЗНАЧЕНИЕ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

Применение станочных приспособлений позволяет:

- 1) устранить разметку заготовок перед обработкой и их выверку на станках;
- 2) повысить точность изготовления деталей;
- 3) значительно повысить производительность труда путем сокращения основного и вспомогательного времени за счет интенсификации режимов резания, увеличения числа одновременно обрабатываемых заготовок, числа одновременно работающих режущих инструментов и др.;
- 4) снизить себестоимость продукции;
- 5) создать условия для многостаночного обслуживания;
- 6) значительно облегчить условия работы, обеспечить ее безопасность;
- 7) сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции, и использовать рабочих с более низкой квалификацией;

- 8) применять технически обоснованные нормы времени;
- 9) расширить технологические возможности оборудования (например, выполнять работу, для осуществления которой необходим станок иного типа);
- 10) создать условия для механизации или автоматизации станков.

Под служебным назначением приспособления следует понимать четко сформулированную технологическую задачу, для решения которой оно предназначено.

### **Контрольные вопросы**

1. Понятие о средствах технологического оснащения, технологическом оборудовании и технологической оснастке.
2. Классификация приспособлений по целевому назначению.
3. Классификация станочных приспособлений по степени специализации.
4. Основные задачи, решаемые с помощью станочных приспособлений.
5. Назначение сборочных приспособлений.
6. Назначение контрольных приспособлений.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ БАЗИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

При создании изделий в машиностроении приходится решать множество различных задач, в том числе решать вопросы ориентации одних объектов (заготовок, деталей, режущих и измерительных инструментов, сборочных единиц, приспособлений и т. д.) относительно других для достижения тех или иных целей [25].

Для правильной работы любого устройства необходимо обеспечить определенное и достаточно точное взаимное расположение его деталей и узлов.

Для получения на станках с заданной геометрической точностью поверхностей, ограничивающих тела деталей, обеспечивая при этом требуемую точность их взаимного положения, заготовки этих деталей при их обработке также должны быть правильно ориентированы относительно механизмов и узлов станков, определяющих движения обрабатывающих инструментов (направляющих суппортов, фрезерных и резцовых головок, упоров, копировальных устройств и др.).

При измерении геометрических параметров объектов машиностроения тоже необходимо обеспечить определенное взаимное положение измеряемого объекта и средств измерения.

От правильности решения указанных выше задачи во многом зависят качество и экономические характеристики деталей машин и машин в целом.

В общем случае в машиностроении придание рассматриваемому объекту требуемого положения относительно выбранной системы координат называют *базированием* (термины и определения основных понятий по базированию и базам в машиностроении установлены ГОСТ 21495–76). При этом рассматриваемые объекты должны допускать возможность их представления как абсолютно твердых тел.

В основу правил базирования положено известное в теоретической механике положение о том, что *свободное абсолютно твердое тело имеет шесть степеней свободы относительно выбранной системы координат*, а именно: три поступательных перемещения вдоль осей координат и три вращательных движения вокруг этих осей. Отсюда положение какого-либо тела относительно той или иной системы отсчета можно определить с помощью шести независимых координат, которые выражают с помощью двусторонних геометрических связей (ДГС), каждая из которых лишает тело одной

степени свободы [9]. Это означает, что наложенные на какую-либо точку тела ДГС лишают её возможности перемещения вдоль этой связи в обоих направлениях.

Поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка (в дальнейшем их будем называть элементами объекта базирования), *принадлежащие рассматриваемому объекту* и используемые для базирования, называется *базой*. Эти элементы в процессе базирования должны занять вполне определенное и достаточно точное положение относительно выбранной системы координат.

Практика создания изделий машиностроения показывает, что необходимость в базировании возникает на всех стадиях создания изделия: при конструировании, изготовлении, измерении, а также при рассмотрении изделий в сборе. В этой связи имеет место разделение баз *по назначению* на три вида: конструкторские, технологические и измерительные [9].

*Конструкторскими* называют базы, используемые для определения положения детали или сборочной единицы (объекта) в изделии.

*Основной базой* называют конструкторскую базу данной детали или сборочной единицы, используемую для определения их положения в изделии.

*Вспомогательной базой* называют конструкторскую базу данной детали или сборочной единицы, используемую для определения положения присоединяемого к ним изделия.

*Технологическими* называют базы, используемые для определения положения заготовки или изделия (объекта) при изготовлении или ремонте.

*Измерительными* называют базы, используемые для определения относительного положения заготовки или изделия (объекта) и средств измерения.

Законы базирования являются общими для всех стадий создания изделия. Поэтому независимо от назначения базы могут различаться лишь *по отнимаемым от базлируемых объектов степеням свободы*. По этому признаку различают *установочные, направляющие, опорные, двойные направляющие и двойные опорные базы*. Определение этим базам будет дано позже (при рассмотрении базирования типовых геометрических тел).

Придание объектам требуемого положения в выбранной системе координат осуществляется в реальной ситуации путем соприкосновения их поверхностей с поверхностями другого твердого тела (или тел), на которые их устанавливают или с которыми их соединяют. Фиксация достигнутого положения и постоянство контакта в процессе обработки обеспечивается путем



приложения к объектам соответствующей системы сил, реализуемой в процессе закрепления.

Тела реальных объектов базирования ограничены реальными поверхностями, имеющими те или иные отклонения формы от геометрически правильных поверхностей, с которыми они отождествляются. Такого же рода отклонения имеют и поверхности тех тел, на которые устанавливаются объекты базирования или к которым присоединяют эти объекты. Поэтому объекты базирования могут контактировать с другими телами, определяющими их положения, лишь по отдельным элементарным площадкам, условно считаемым *точками контакта (опорными точками)*. Возможность допущения такой условности подтверждены многочисленными исследованиями, связанными с изучением фактической площади контакта реальных твердых тел.

Рассмотрим примеры базирования некоторых типовых заготовок, обладающих свойствами абсолютно твердых геометрических тел [9].

На рис. 2.1 с помощью ДГС, а на рис. 2.2 с помощью соответствующих шести опор 3 приспособления 2 показано базирование призматической заготовки 1 (ГОСТ 21495–76).

Поверхность *I* основания заготовки соприкасается с тремя опорами, боковая поверхность *II* – с двумя опорами, а торцевая поверхность *III* – с одной опорой. Технологическими базами в данном случае являются поверхности *I*, *II* и *III*. При данной схеме базирования заготовка лишена всех шести степеней свободы и те её поверхности, которые приняты в качестве технологических баз, будут занимать вполне определенное положение относительно выбранной системы координат.

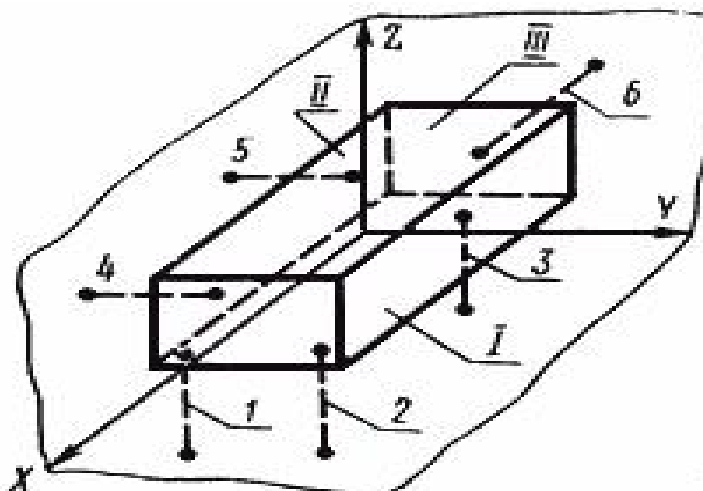


Рис. 2.1. Теоретическая схема базирования призматической заготовки: *I*, *II*, *III* – соответственно установочная, направляющая и опорная базы; 1–6 – двусторонние геометрические связи

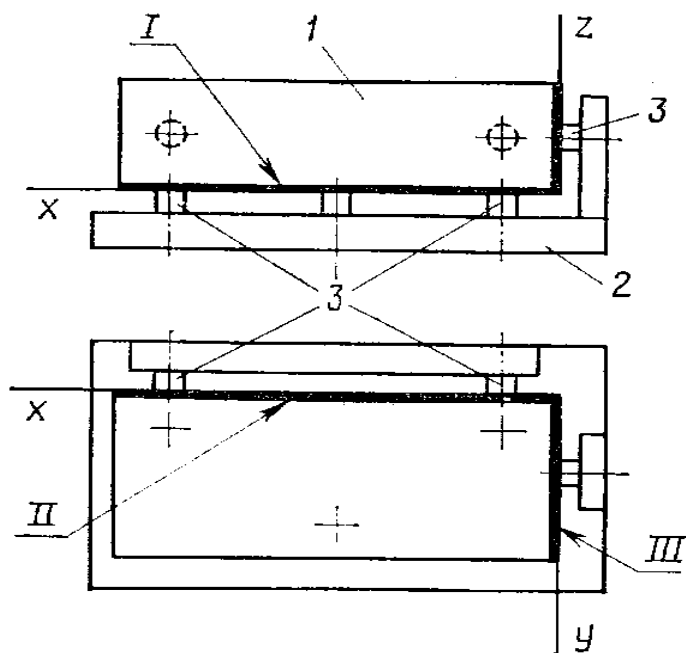


Рис. 2.2. Схема базирования призматической заготовки в приспособлении:  
 1 – призматическая заготовка; 2 – приспособление; 3 – опоры

Поверхность *I*, используемую для наложения на заготовку ДГС, лишаящую её трех степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси ( $z$ ) и поворотов вокруг двух других осей ( $x$  и  $y$ ), – называют *установочной базой*.

Поверхность *II*, используемую для наложения на заготовку ДГС, лишаящую её двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси ( $y$ ) и поворота вокруг другой оси ( $z$ ), – называют *направляющей базой*.

Поверхность *III*, используемую для наложения на заготовку ДГС, лишаящую эту заготовку одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси ( $x$ ), – называют *опорной базой*.

*Правило базирования заготовок с лишением их всех шести степеней свободы называют правилом шести точек.*

Совокупность трех баз, образующих систему координат объекта базирования, называют *комплексом баз*.

Схема расположения опорных точек на базах объекта базирования называют *схемой базирования*. Все опорные точки на схеме базирования обозначаются условными знаками (рис. 2.3) и нумеруют порядковыми номерами, начиная с базы, на которой располагается наибольшее количество опорных точек (рис. 2.4). При наложении в какой-либо проекции одной опорной точки на другую изображается одна точка и около нее проставляют-

ся номера совмещенных точек. Число проекций объекта базирования на схеме базирования должно быть достаточным для четкого представления о размещении опорных точек на базах.

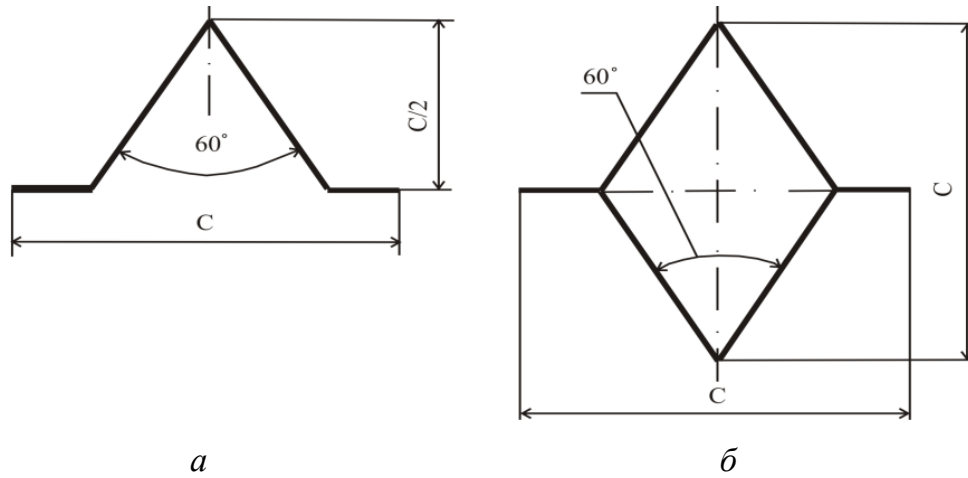


Рис. 2.3. Условное изображение опорных точек:  
*a* – на виде спереди и сбоку; *б* – на виде сверху

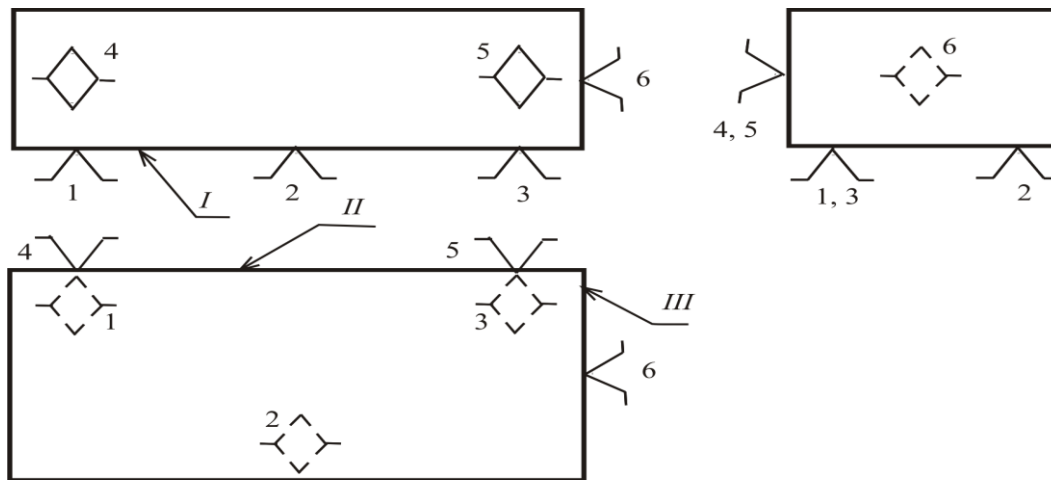


Рис. 2.4. Схема базирования призматического тела:  
*I, II, III* – соответственно установочная, направляющая и опорная базы;  
 1–6 – опорные точки

На рис. 2.5 с помощью ДГС показана теоретическая схема базирования валика, имеющего вид длинного цилиндрического тела (длина  $l$  которого больше его диаметра  $d$ ). Цилиндрическую поверхность, используемую в данном случае для наложения на валик четырех ДГС 1–4, лишаящих его четырех степеней свободы – перемещений вдоль двух координат осей ( $y$  и  $z$ ) и поворотов вокруг этих осей, следует, согласно [3], называть *двойной направляющей базой*.

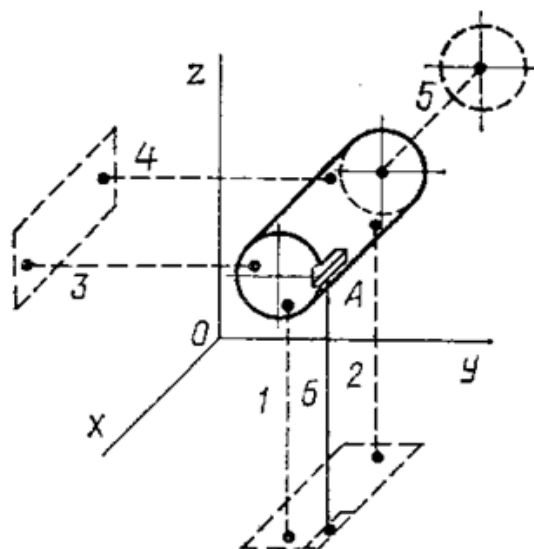


Рис. 2.5. Теоретическая схема базирования длинного цилиндрического тела

Торцевая поверхность тела, связанная с координатной плоскостью  $yOz$  пятой ДГС, лишаящей тело пятой степени свободы, выступает в роли *опорной базы*.

Для лишения валика последней шестой степени свободы, определяющей его угловое положение, необходимо на какой-либо конструктивный элемент шпоночного паза А наложить шестую ДГС, связывающую его с плоскостью  $xOy$ .

На рис. 2.6 показана теоретическая схема базирования диска (короткого цилиндрического тела, длина которого меньше его диаметра). Три ДГС, наложенные указанным на рисунке образом на торцевую поверхность, определяют её как *установочную базу*.

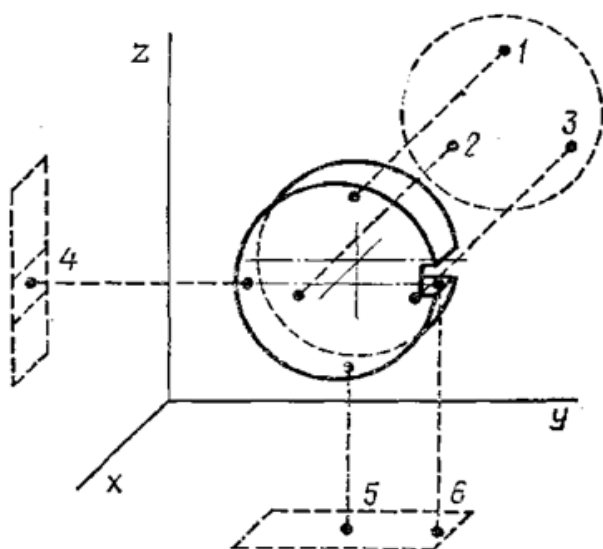


Рис. 2.6. Теоретическая схема базирования диска

Цилиндрическую поверхность, используемую в этом случае для наложения на объект двух ДГС 4 и 5, лишаящих его двух степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей соответственно  $y$  и  $z$  – согласно [9] следует называть двойной опорной базой. ДГС 6, связанная со шпоночным пазом, позволяет ориентировать угловое положение диска.

При разработке схем базирования иногда нет необходимости в полной ориентации объекта с использованием всего комплекта из трех баз, контактирующих с шестью опорными точками приспособления или станка. Тогда применяют неполные схемы базирования.

Например, при получении у призматической заготовки плоскости, параллельной координатной плоскости  $xOy$ , для выдерживаемого размера  $a$  (рис. 2.7, *a*) точная ориентировка заготовки в направлениях осей  $x$  и  $y$  не имеет значения. Поэтому для ориентировки заготовки в данном случае можно ограничиться только одной установочной базой, совпадающей с координатной плоскостью  $xOy$ , а её боковые поверхности можно использовать в случае необходимости для приложения сил закрепления.

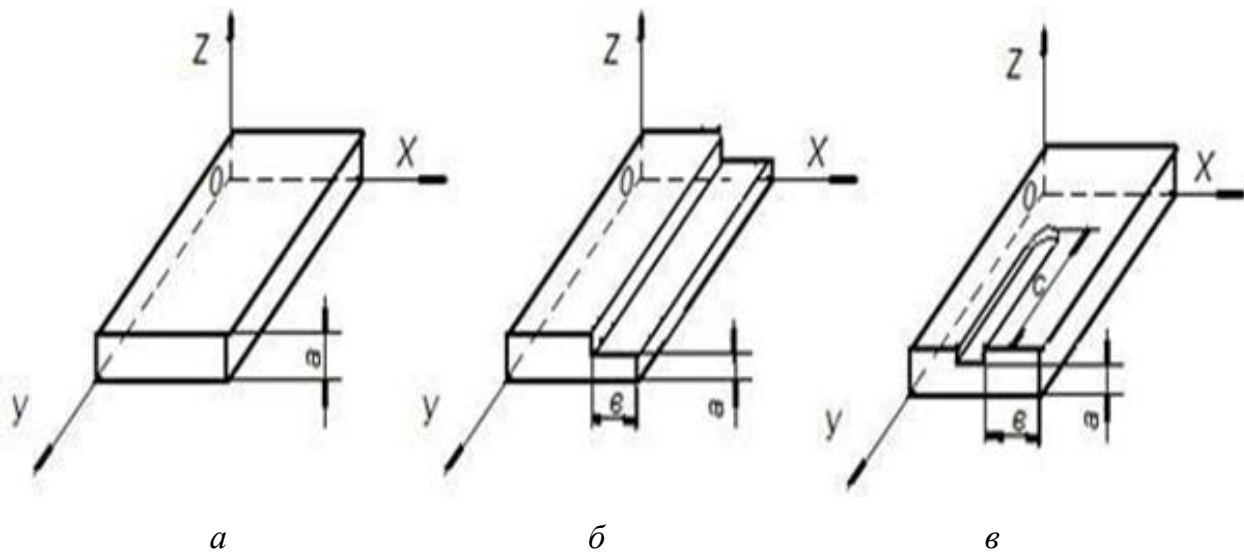


Рис. 2.7. Схемы неполного (*a*, *б*) и полного (*в*) базирования

Для получения сквозного уступа (рис. 2.7, *б*), определяемого размерами  $a$  и  $b$ , возникает необходимость в ориентации заготовки с помощью установочной базы, совпадающей с координатной плоскостью  $xOy$ , и направляющей базы, совпадающей с координатной плоскостью  $yOz$ . Точная фиксация заготовки в направлении оси  $Oy$  для выдерживаемых размеров  $a$  и  $b$  не имеет значения.

При выполнении несквозного паза (рис. 2.7, в), при котором выдерживаются три взаимно перпендикулярных размера  $a$ ,  $b$  и  $c$  соответственно в направлении осей  $z$ ,  $x$  и  $y$ , возникает необходимость в полном базировании.

Приспособления, реализующие неполные схемы базирования, конструктивно более просты, и стоимость их создания ниже. Поэтому при решении задач базирования следует по возможности использовать неполные схемы базирования.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое базирование, база, комплект баз?
2. Классификация баз по ГОСТ 21495–76.
3. Классификация технологических баз.
4. Скольких степеней свободы лишается заготовка при полном ориентировании?
5. От чего зависит количество лишаемых степеней свободы при ориентировании заготовки?
6. Типовые схемы базирования заготовок.
7. Влияние приспособлений на точность обработки. Погрешности базирования, закрепления, из-за неточности приспособления как составляющие погрешности установки.

## 3. УСТАНОВОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

### 3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОПОР

Придание заготовкам требуемого положения относительно выбранной системы координат, повышение их устойчивости, а также уменьшение их деформаций под действием силовых факторов в реальных условиях осуществляется путем соприкосновения их поверхностей с поверхностями других элементов приспособления, называемых установочными элементами (опорами). Из сказанного видно, что установочные элементы могут выполнять различные функции, поэтому их принято подразделять на основные и вспомогательные опоры.

*Основными опорами* называют элементы, лишаящие объект при установке его в приспособлении согласно схеме базирования всех или нескольких степеней свободы. Основные опоры определяют положение заготовки в пространстве, поэтому они, как правило, неподвижны.

*Вспомогательными опорами* называют установочные элементы, предназначенные лишь для уменьшения деформаций заготовки под действием силовых факторов, а также для придания заготовке устойчивого положения.

Вспомогательные опоры не должны нарушать положение заготовки, достигнутое установкой на основные опоры. В связи с этим они должны быть подвижными, либо самоустанавливающимися, либо принудительно подводимыми, и затем жестко фиксирующимися, но только после установки заготовки на основные опоры и последующего ее закрепления.

### 3.2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К УСТАНОВОЧНЫМ ПРИСПОСОБЛЕНИЯМ

*Общие требования*, предъявляемые к установочным элементам приспособления, диктуемые стремлением повысить точность обработки на основе использования приспособлений, состоят в следующем:

1. Число и расположение установочных элементов должны реализовывать принятую схему базирования заготовки, обеспечивать ее устойчивость и жесткость закрепления. Излишнее число установочных элементов всегда приводит к появлению неопределенности положения заготовки при ее установке. Например, если для базирования по направляющей базе в приспособлении будут заложены три основные опоры (вместо двух), то любая из устанавливаемых заготовок, возможно, будет контактировать только с двумя из

этих опор, но с какими – предсказать сложно. Для обеспечения устойчивого положения заготовки в приспособлении расстояния между опорами должны быть по возможности максимальными.

2. Рабочие поверхности установочных элементов должны быть небольшими, но достаточных размеров. Это позволит, во-первых, уменьшить влияния неточности выполнения поверхностей заготовки, соприкасающихся с установочными элементами, на точность базирования; во-вторых, избежать повреждений базовых поверхностей заготовки при установке по обработанным поверхностям.

3. Конструкции установочных элементов и способы их соединения с другими элементами приспособления должны способствовать обеспечению должной жесткости приспособления в целом.

4. Конструкции установочных элементов и способ их крепления на корпусе приспособления должны обеспечивать быструю их замену при износе или повреждении.

5. Рабочие поверхности установочных элементов должны обладать высокой износостойкостью. Это необходимо для уменьшения влияния их износа на погрешность установки. Для этого рабочие поверхности выполняют на элементах, изготавливаемых из углеродистых сталей У7А–У10А с закалкой до твердости HRC 50–55. Установочные элементы больших размеров изготавливают из стали марки 20 или 20Х с цементацией рабочих поверхностей на глубину 0,8–1,2 мм и последующей закалкой до той же твердости. В серийном производстве при небольшом сроке службы приспособления для его удешевления установочные элементы изготавливают из стали 45 или 40Х с закалкой до твердости HRC 35–40. В условиях массового производства иногда для повышения износостойкости рабочих поверхностей для особо точных приспособлений используют твердый сплав.

### **3.3. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ПЛОСКОСТЯМ**

Рассмотрим схему установки заготовок на основные опоры. Теоретическая схема базирования при установке призматической заготовки по трем плоскостям была рассмотрена ранее (рис. 2.1). В качестве установочных элементов при установке заготовок по плоскостям применяют штыри и опорные пластинки (рис. 3.1). Конструкции и размеры штырей и пластинок определены специальными стандартами.



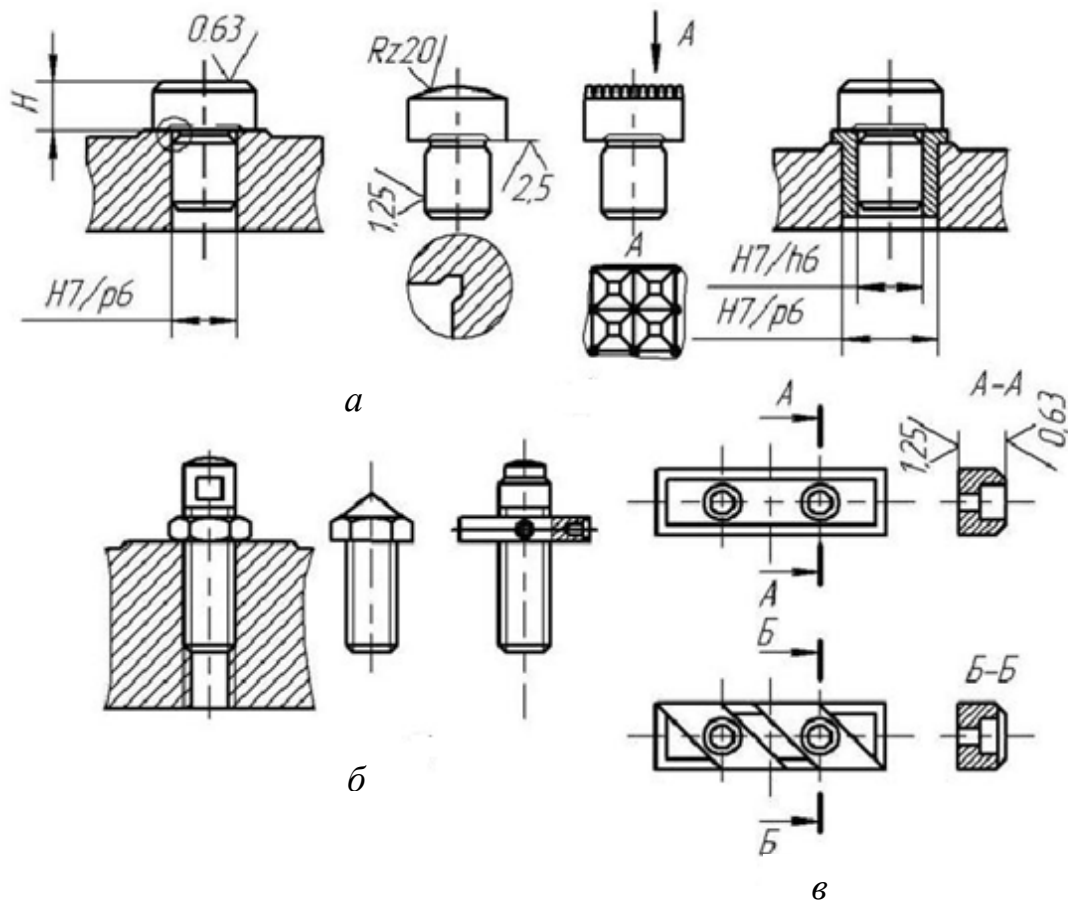


Рис. 3.1. Конструкции установочных штырей и пластин

Опорные штыри могут быть *постоянными* и *регулируемыми*. На рис. 3.1, а, приведены стандартные опорные штыри (ГОСТ 13440–68, 13441–68, 13442–68), на рис. 3.1, б, – регулируемые опоры (ГОСТ 4084–68, 4085–68, 4086–68). Отверстия в корпусе приспособления под штыри выполняют сквозными, сопряжение штырей с отверстиями выполняют по посадке  $\frac{H7}{h6} \left( \frac{A}{C} \right)$  или  $\frac{H7}{p6} \left( \frac{A}{\text{Пл}} \right)$ .

Опорные площадки в корпусе под головки штырей следует выполнять слегка выступающими для того, чтобы их обработку осуществлять с одного рабочего хода. При частой смене изношенных штырей их устанавливают в стальную каленую переходную втулку по посадкам  $\frac{H7}{js6} \left( \frac{A}{\text{П}} \right)$  или  $\frac{H7}{h6} \left( \frac{A}{C} \right)$ , а втулку устанавливают в корпус приспособления по посадкам  $\frac{H7}{h6} \left( \frac{A}{C} \right)$  или  $\frac{H7}{p6} \left( \frac{A}{\text{Пл}} \right)$ .

Головку штыря высотой  $H$  выполняют с отклонениями посадки  $h6(C)$  или  $h5(C_1)$ , чем обеспечивается их взаимозаменяемость в конструкции приспособления.

На рис. 3.1, в, представлены конструкции опорных пластин по ГОСТ 4743–68. Изготавливают пластины двух типов – плоские и с косыми пазами. Плоские пластины рекомендуется закреплять на вертикальных стенках корпуса приспособления. Пластины, так же как и штыри, закрепляют на выступающих площадках корпуса приспособления.

Выбор типа и размеров опор зависит от размеров и состояния базовых поверхностей заготовки. При базировании заготовок по обработанным (чистовым) плоскостям больших размеров используют штыри с плоской головкой. При базировании заготовок по необработанным (черновым) плоскостям применяют штыри со сферической или насеченной головкой. Штыри со сферической головкой применяют только при установке заготовок по узким плоскостям, чтобы увеличить расстояние между точками опор.

В приспособлениях применяют два типа вспомогательных опор – *самоустанавливающиеся* и *подводимые*.

На рис. 3.2, а, приведена схема стандартной *самоустанавливающейся* опоры по ГОСТ 13159–67. Перед установкой заготовки рабочая поверхность подпружиненного штыря опоры должна быть *выше* рабочих поверхностей основных опор. При установке заготовка оказывает давление на подпружиненный штырь, перемещая его вниз до тех пор, пока не ляжет на основные опоры. После этого штырь с помощью винта жестко фиксируется. Пружину выбирают так, чтобы она не смогла приподнять заготовку над основными опорами. Для придания опоре исходного положения с целью установки новой заготовки ее необходимо разблокировать.

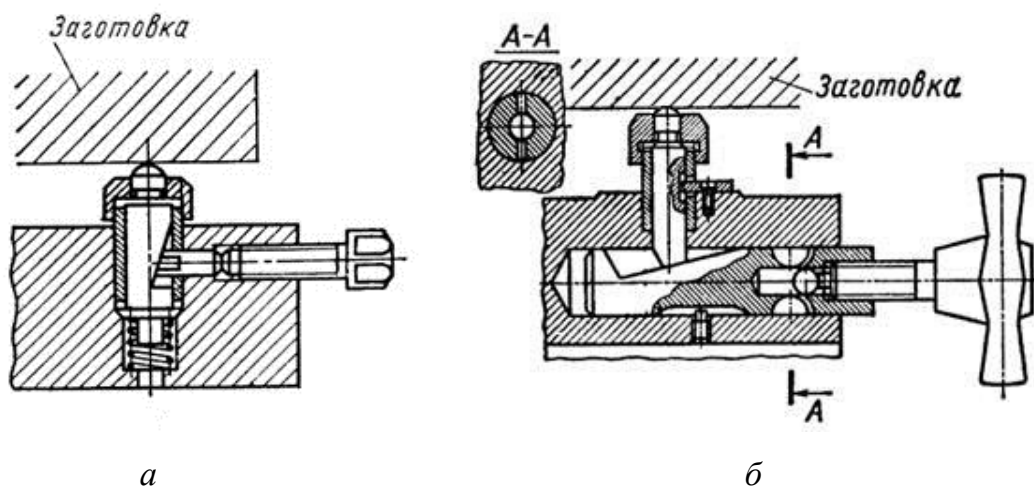


Рис. 3.2. Вспомогательные опоры:  
 а – самоустанавливающаяся опора;  
 б – подводимая опора

*Достоинства* самоустанавливающихся опор: быстрое действие (штырь автоматически входит в соприкосновение с заготовкой); возможность одновременного управления (блокировки) несколькими опорами от одного привода. *Недостаток* – неспособность выдерживать значительные осевые нагрузки.

На рис. 3.2, б, приведена нормализованная конструкция (МН 350-60) клиновой подводимой опоры.

Перед установкой заготовки рабочую поверхность подводимой опоры устанавливают ниже рабочих поверхностей основных опор.

После установки заготовки на основные опоры вручную, движением клина влево, выдвигают вертикальный штырь до соприкосновения его рабочей поверхности с поверхностью заготовки. После этого положение клина и, следовательно, положение рабочей поверхности опоры жестко фиксируются с помощью винта с рукояткой.

Для придания опоре исходного положения с целью установки новой заготовки ее необходимо разблокировать и переместить клин в крайнее правое положение.

*Достоинством* подводимой опоры по сравнению с самоустанавливающейся опорой является способность выдержать значительно большие силы, которые действуют вдоль оси штыря. К *недостаткам* подводимой опоры следует отнести: низкую производительность, связанную с ручным подводом опоры; невозможность одновременного управления несколькими опорами; невозможность применения при обработке легких и маложестких заготовок, так как при подводе опоры вручную можно нарушить положение заготовки, определяемое основными опорами.

### **3.4. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ К ЕЕ ОСИ ПЛОСКОСТИ**

Схемы базирования заготовок по цилиндрическим поверхностям и перпендикулярным к их осям плоскостям показаны на рис. 2.5 и 2.6. Принципиальные схемы базирования заготовок с наружными и внутренними цилиндрическими базовыми поверхностями одинаковы. В зависимости от соотношения между диаметром  $d$  базовой цилиндрической поверхности заготовки и длиной  $l$  этой поверхности существуют две схемы, отличающиеся друг от друга количеством связей, налагаемых на цилиндрическую поверхность и плоскости.

На рис. 2.5 показана теоретическая схема базирования цилиндрической заготовки с соотношением  $l/d > 1$ . Как видно из схемы, на цилиндрической поверхности, используемой в качестве базы, расположены четыре опорные точки – две из них лежат на образующей 1-2 и две на образующей 3-4. Такое наложение связей лишает заготовку четырех степеней свободы – перемещения вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей. Базу с таким наложением ограничений, согласно ГОСТ 21495–76, называют *двойной направляющей базой*. На торцевой плоскости расположена одна опорная точка 5, которая лишает заготовку перемещения вдоль оси  $x$ . Шестая опорная точка, лишая заготовку поворота вокруг оси  $x$ , может быть связана с поверхностью ранее выполненного шпоночного паза, либо лыски, либо внецентренного осевого или радиального отверстия.

На рис. 2.6 приведена теоретическая схема базирования цилиндрической заготовки с соотношением  $l/d < 1$ . При таком соотношении параметров  $l$  и  $d$  цилиндрическая поверхность уже не может выполнять функцию двойной направляющей базы, придающей заготовке устойчивое положение. Устойчивое положение в данном случае можно обеспечить путем принятия в качестве *установочной базы* относительно более протяженной торцевой поверхности, расположив на ней на максимально возможном расстоянии друг от друга не лежащие на одной прямой три опорные точки 1, 2, 3.

На короткой базовой цилиндрической поверхности располагают две опорные точки 4 и 5, лишая заготовку при этом двух степеней – перемещений вдоль двух координатных осей  $y$  и  $z$ . Согласно [9] такую базу называют *двойной опорной базой*. Шестую опорную точку, как и в предыдущем случае, связывают с каким-либо конструктивным элементом, расположенным на цилиндрической поверхности.

Материализовать рассмотренные схемы базирования при проектировании приспособлений можно, применив установочные элементы в виде *призм* и *втулок*. На практике широкое распространение имеет установка заготовки на призму (рис. 3.3).

*Призмой* называют установочный элемент приспособлений с углублением, образованным двумя рабочими плоскостями, наклоненными друг к другу под углом  $\alpha$ . Призма используется для установки заготовок по наружной цилиндрической поверхности. Призмы 3 для установки коротких заготовок (рис. 3.3) стандартизованы по ГОСТ 12195–66.

Призма определяет положение оси заготовки  $AZ$ , перпендикулярной основанию призмы, вследствие совмещения ее с осью углового паза. Осью углового паза считают ось, проведенную через точку  $A$  пересечения рабочих плоскостей призмы перпендикулярно плоскости основания призмы. Для использования этого свойства призмы необходимо при ее изготовлении обеспечивать строгую симметрию рабочих плоскостей призмы относительно оси углового паза, т. е. достаточно выдержать точно половину угла призмы  $\alpha/2$ .

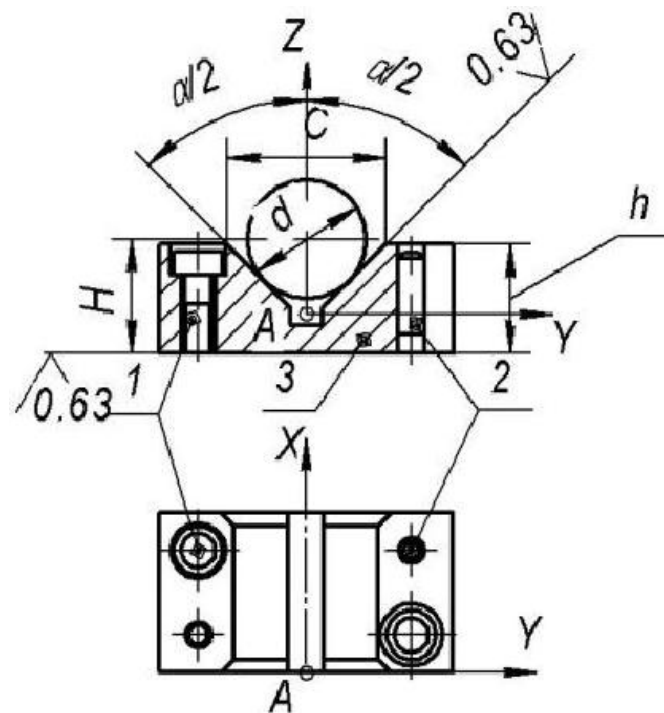


Рис. 3.3. Крепление призмы:

1 – крепежный винт; 2 – контрольный штифт; 3 – призма

Призма определяет также положение продольной оси  $AX$  заготовки. В связи с этим возникает необходимость точной фиксации положения призмы на корпусе приспособления. Поэтому, кроме крепежных винтов 1 положение призмы фиксируют с помощью двух контрольных штифтов 2. Размер  $C$  необходим для разметки заготовки призмы и ее предварительной обработки, размер  $H$  – для контроля после окончательной обработки.

В приспособлениях используют призмы с углами  $\alpha$ , равными 60, 90 и 120°. Наибольшее распространение получили призмы с  $\alpha = 90^\circ$ . Призмы с  $\alpha = 120^\circ$  применяют, когда устанавливаемая заготовка не имеет полной цилиндрической поверхности. В этом случае направление оси заготовки придают с помощью части цилиндрической поверхности. Заготовки, устанавливаемые в такие призмы, имеют небольшую устойчивость. Призмы с углом

$\alpha = 60^\circ$  обеспечивают большую устойчивость заготовки. Их применяют в том случае, когда в процессе обработки *действуют значительные силы резания*, линии действия которых параллельны основанию призмы.

При установке в приспособление заготовок с *чистовыми* базами применяют призмы с *широкими* опорными плоскостями, а с *черновыми* базами – с *узкими*. Кроме этого, для установки по черновым базам применяют точечные опоры, запрессованные в рабочие поверхности призмы (рис. 3.4, б). В этом случае заготовки, имеющие искривленность оси, бочкообразность и другие погрешности формы цилиндрической поверхности, принимают в призме устойчивое и определенное положение.

При установке длинных заготовок применяют призмы с выемкой (рис. 3.4, а, в) или две соосно закрепленные на корпусе призмы (рис. 3.4, г), которые после их крепления одновременно шлифуют для придания рабочим поверхностям призм соосности и равновысотности.

В ряде случаев рабочие поверхности призм могут воспринимать значительные нагрузки (в том числе силы трения) и поэтому подвергаются интенсивному износу. По этой причине такие поверхности рекомендуется выполнять на легко заменяемых деталях (пластинках) (рис. 3.4, д). Съемные пластины изготавливают из инструментальной стали У10 с закалкой до твердости HRC 52–55. Износостойкость самих пластин можно повысить, впаяв в них вставки из твердого сплава.

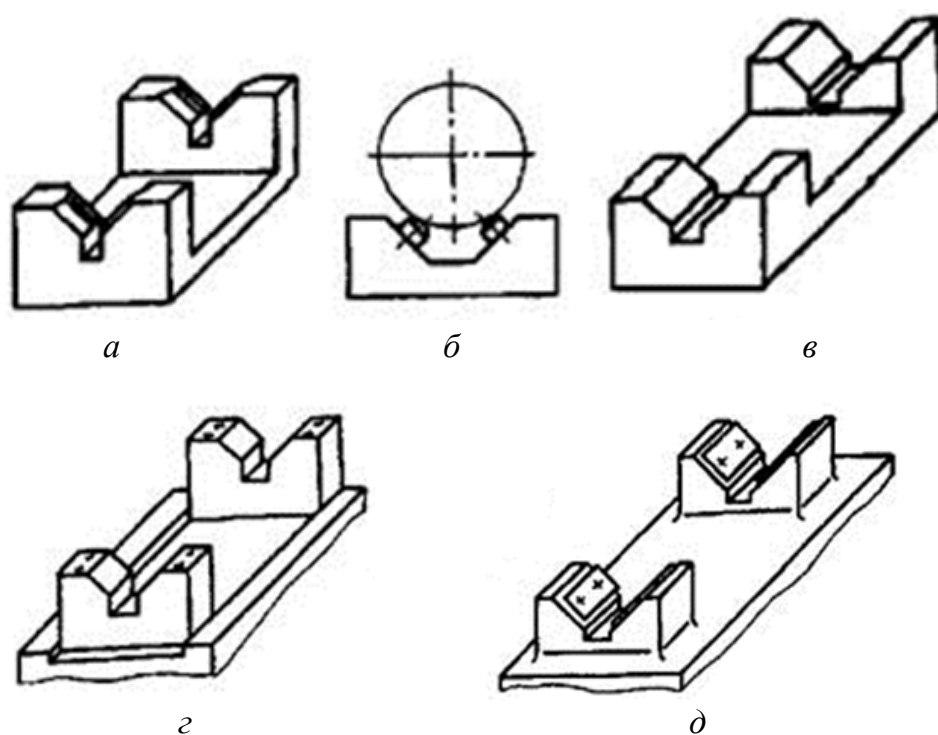


Рис. 3.4. Конструктивные схемы призм

Если по условиям обработки длинную заготовку необходимо установить на несколько (более двух) призм, то две из них должны выполнять функции основных опор, а остальные должны быть вспомогательными. Призмы, так же как и штыри, могут быть регулируемы.

Для заготовок, устанавливаемых по внутренней цилиндрической поверхности, в качестве установочных элементов применяют *оправки и пальцы*.

*Оправкой* называют приспособление для закрепления на нем заготовок или инструментов, имеющих посадочное отверстие.

С помощью оправок можно реализовать схему базирования, приведенную на рис. 2.5.

По конструктивному признаку различают жесткие и разжимные оправки. В настоящей главе рассмотрены жесткие оправки. Разжимные устройства будут рассмотрены далее в гл. 5.

Жесткие оправки могут быть коническими (рис. 3.5, а), цилиндрическими для посадки заготовок с гарантированным зазором (рис. 3.5, б) или для посадки заготовок с гарантированным натягом (рис. 3.5, в).

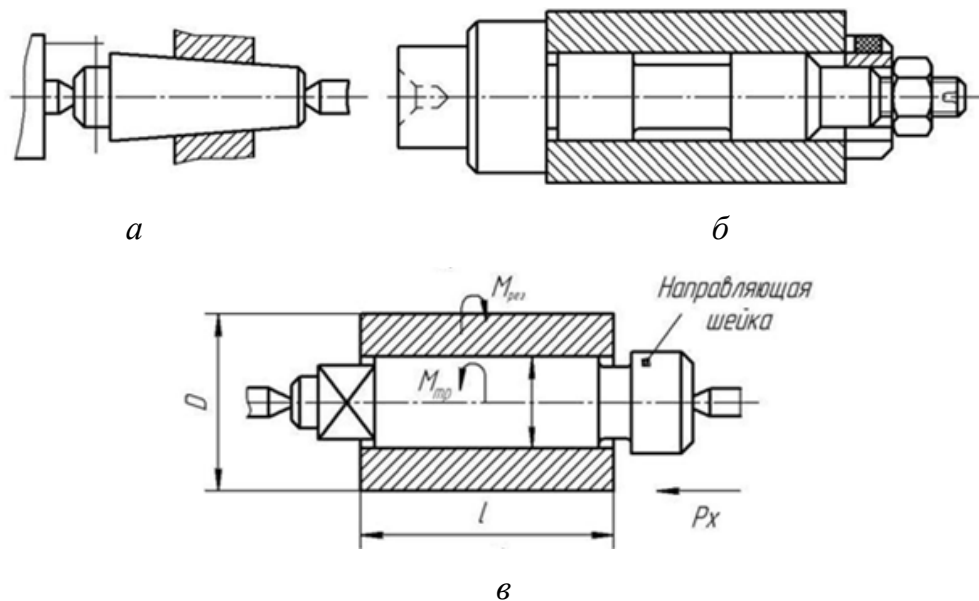


Рис. 3.5. Оправки:

а – коническая; б – цилиндрическая для посадки заготовок с гарантированным зазором; в – цилиндрическая для посадки заготовок с гарантированным натягом

На станке оправки устанавливают в центрах с помощью конусного хвостовика или фланца. Центровые оправки имеют центровые отверстия (рис. 3.6). Для того чтобы сообщить оправке вращательное движение, на левом конце оправок делают квадрат, лыски или устанавливают поводок.

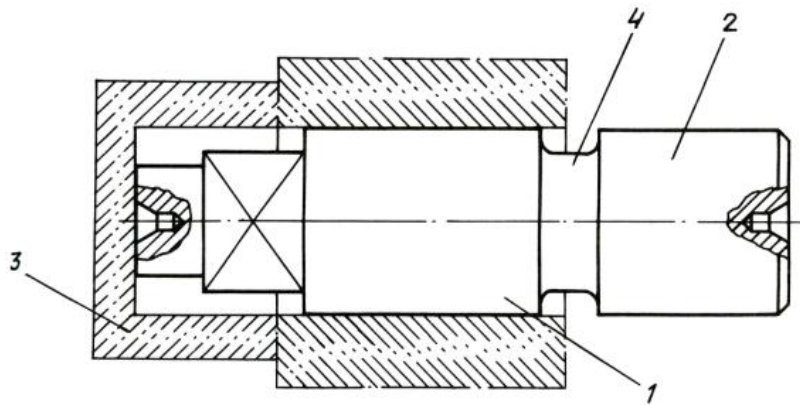


Рис. 3.6. Схема придания заготовке фиксированного по длине оправки положения:  
 1 – рабочий участок оправки, гарантирующий натяг;  
 2 – направляющая шейка оправки, гарантирующая зазор; 3 – упорный стакан;  
 4 – переходный участок для перебега резца при подрезке торца

Конусные оправки (рис. 3.5, а) обеспечивают высокую точность центрирования. Конусность рабочей поверхности оправки принимается равной  $1/1500$ – $1/2000$ . Заготовка насаживается на конусную оправку легкими ударами. Благодаря равномерности в окружном направлении упругих сил взаимодействия оправки и заготовки достигается совмещение осей оправки базового отверстия. Кроме того, при обработке заготовка удерживается от проскальзывания относительно оправки за счет сил трения, обусловленных упругими силами натяга, и дополнительного зажима заготовки не требуется.

*Недостатки конусных оправок:* 1) невозможность точного фиксирования заготовок партии в осевом направлении из-за колебаний в определенных пределах действительных значений диаметра базового отверстия заготовки, что делает невозможным обработку торцов уступов на предварительно настроенных станках; 2) невозможность установки на оправке заготовок с длинным базовым цилиндрическим отверстием, так как поверхность этого отверстия будет иметь только частичный контакт с оправкой.

Конструкция оправки под запрессовку приведена на рис. 3.5, в. Такие оправки, как и конусные, дают возможность обеспечить высокую точность центрирования. Применяя при запрессовке упорные кольца и стаканы, можно точно фиксировать положение заготовки по длине оправки (рис. 3.6). Конструкция описываемой оправки позволяет одновременно подрезать оба торца заготовки. *Недостаток* данного способа установки заготовок заключается в том, что возникает необходимость в дополнительном оборудовании, а именно, в прессе для соединения с натягом оправки и заготовки и последующего их разъединения.



Конструкция оправки с *гарантированным зазором* приведена на рис. 3.5, б. Вращательное проскальзывание заготовки относительно оправки предотвращается должным затягиванием гайки при закреплении заготовки, что порождает необходимые силы трения между заготовкой и оправкой в процессе обработки. В том случае, когда в отверстии заготовки имеется шпоночный паз или шлицы, то применяются оправки с профилем, соответствующим профилю отверстия, например шлицевая оправка, приведенная на рис. 3.7.

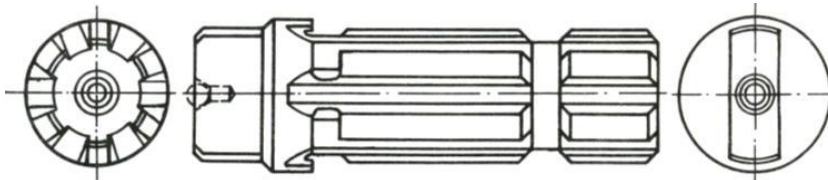


Рис. 3.7. Шлицевая оправка

*Пальцы* используют для реализации теоретической схемы базирования, приведенной на рис. 2.6. Конструктивные разновидности пальцев приведены на рис. 3.8. Конструкции пальцев стандартизованы ГОСТ 12209–66, 12210–66, 12211–66, 12212–66. Пальцы могут быть постоянные (рис. 3.8, а, в) или сменные (рис. 3.8, б, г). Конструкции, представленные на рис. 3.8, в, г, применяют в том случае, когда заготовку устанавливают торцом на другие опоры (например, штыри или шайбы). В конструкциях, показанных на рис. 3.8, а, б, опорой для заготовки в осевом направлении служит буртик пальца. В случаях, когда действующие на буртик силы изнашивают его быстрее цилиндрической поверхности пальца, буртик заменяют соответствующей легкоъемной шайбой. При использовании пальцев с буртиком или шайб необходимо особое внимание обращать на удобство их очистки от стружки. Для этого их рабочую поверхность выполняют прерывистой.

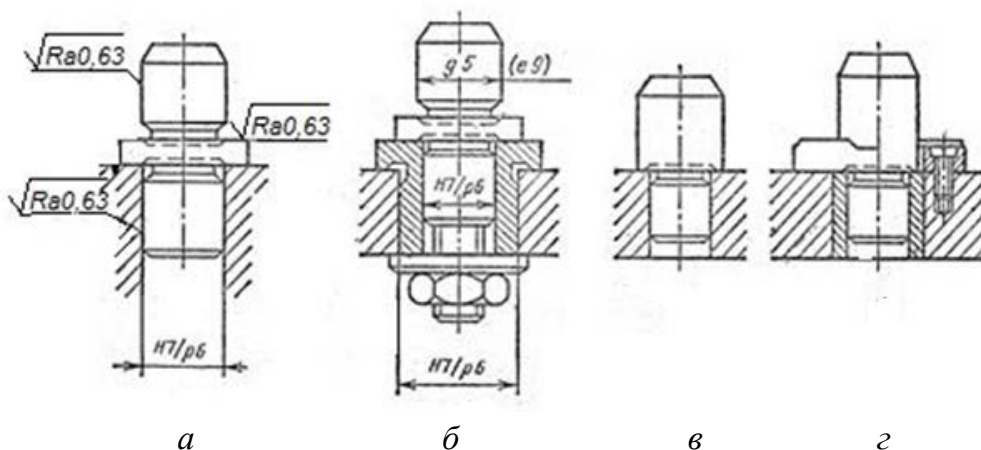


Рис. 3.8. Установочные пальцы

Пальцы диаметром до 16 мм изготавливают из стали У8А, а свыше 16 мм – из стали 20Х с цементацией на глубину 0,8–1,2 мм. Пальцы закаливают до твердости HRC 50–55. Диаметр рабочей поверхности пальца выполняют с отклонениями по посадкам g5(Д1), g6(Д), f6(X1), f7(X), e9(X3).

### **3.5. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ПЛОСКОСТИ И ДВУМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ОТВЕРСТИЯМ**

Установка заготовок по плоскости и двум цилиндрическим отверстиям, оси которых перпендикулярны этой плоскости, весьма широко используется при изготовлении деталей малых и средних размеров типа корпусов, плит и др. Базирование приспособлений-спутников на позициях автоматических линий выполняется с использованием данной схемы. Распределение опорных точек между поверхностями, входящими в комплект баз, зависит от соотношения диаметров  $d$  и длин  $l$  отверстий этого комплекта.

*Достоинства* рассматриваемой схемы заключаются в следующем:

- 1) лишая заготовку шести степеней свободы, она обеспечивается свободный доступ обрабатывающих инструментов к зонам обработки, расположенных на разных сторонах заготовки;
- 2) позволяет реализовать принцип постоянства баз;
- 3) позволяет достаточно просто базировать заготовки и приспособления-спутники на поточных и автоматических линиях.

В рассматриваемой схеме базирования плоскость и два цилиндрических отверстия – всегда чистовые базы. Плоскость выполняют на одной из первых операций; отверстия обычно развертывают по 7 качеству. В качестве установочных элементов для реализации данной схемы установки применяют опорные пластины и неподвижные или выдвижные пальцы. Выдвижные пальцы применяют при установке крупных и тяжелых заготовок, когда они помещаются в приспособление сбоку по направляющим, а также для фиксирования положения приспособлений-спутников на позициях автоматических линий.

Конструктивно различают установку на два цилиндрических пальца или на один цилиндрический и один срезанный пальцы (рис. 3.9). Граница применимости этих сочетаний определяется точностью диаметров и взаимного расположения базовых отверстий и требуемой точностью выдерживаемых на операции относительных расстояний и поворотов обрабатываемых поверхностей. Срез пальца увеличивает зазор в направлении общей оси двух

базовых отверстий, что позволяет устанавливать заготовки с более широким допуском на межосевое расстояние.

Примеры установки заготовок по плоскости и двум отверстиям показаны на рис. 3.9 (для случая, когда в качестве базы используются отверстия с соотношением  $l/d < 1$ ) и на рис. 3.10 (для случая, когда в качестве базы используются отверстия с соотношением  $l/d > 1$ ).

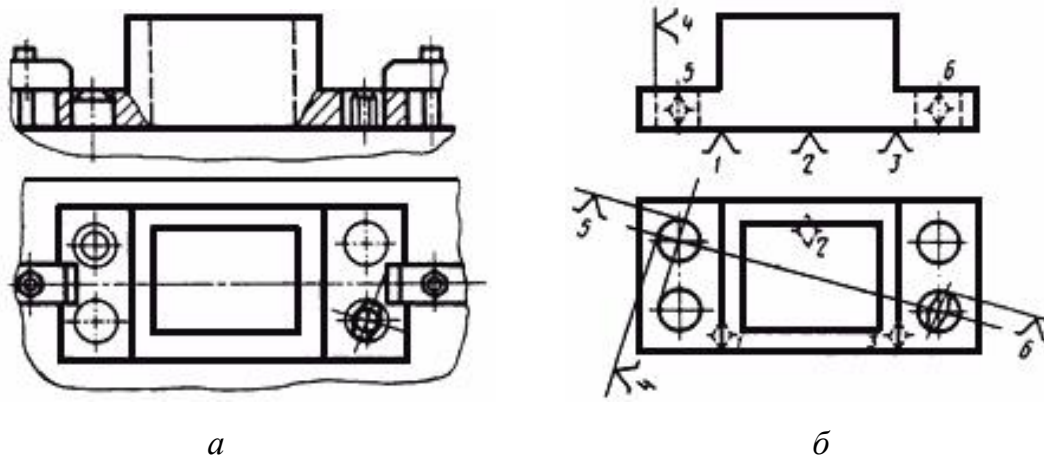


Рис. 3.9. Установка заготовки по плоскости и двум отверстиям ( $l/d < 1$ ):  
 а – схема установки; б – теоретическая схема базирования

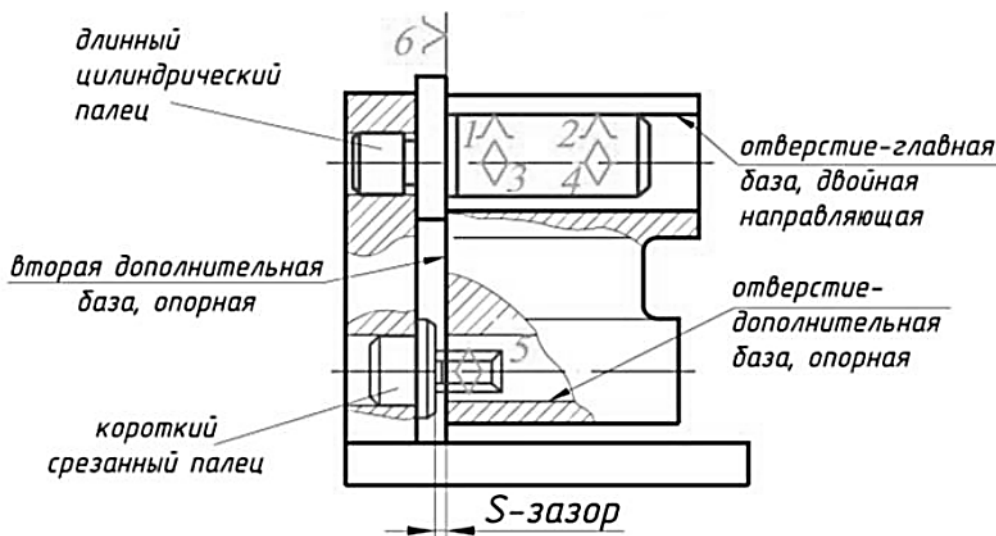


Рис. 3.10. Установка заготовки по плоскости и двум отверстиям ( $l/d > 1$ )

### 3.6. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ЦЕНТРОВЫМ ОТВЕРСТИЯМ

При обработке заготовок валов, заготовок в виде отрезков труб и некоторых других заготовок часто применяют их установку по коническим поверхностям специально выполненных в них центровых отверстий (рис. 3.11) или фасок.

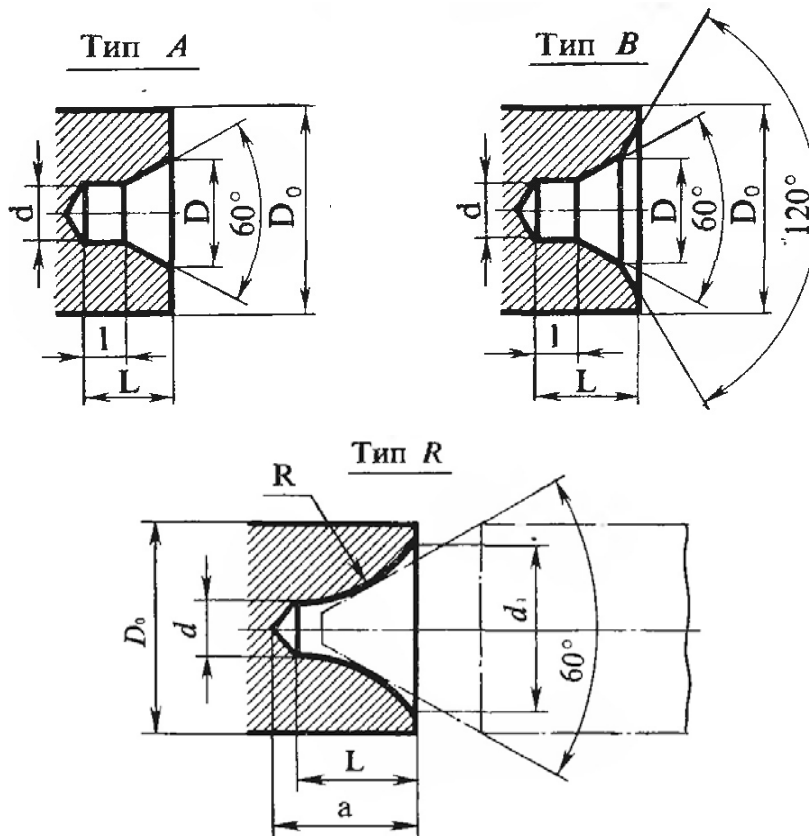


Рис. 3.11. Основные типы центровых отверстий: тип А – для заготовок, после обработки которых необходимость в центровых отверстиях отпадает; тип В – для заготовок, которые обрабатываются в дальнейшем с установкой в центрах; тип R – для заготовок точных деталей (данный тип обеспечивает надежный кольцевой контакт с поверхностью головки центра даже при некоторых перекосах)

Центровые отверстия представляют собой искусственные технологические базы, призванные материализовать геометрическую ось заготовки. Установка вала по двум центровым отверстиям (рис. 3.12, а) позволяет совместить ось заготовки с осью центров, т. е. свести к нулю погрешности из-за несовпадения технологической базы с собственной системой координат для всех размеров, заданных от оси заготовки. Такая схема установки получила широкое распространение благодаря следующим *достоинствам*: 1) простоте конструкции приспособления; 2) отсутствию погрешности из-за несовпадения баз для диаметральных размеров; 3) обеспечению выполнения принципа постоянства баз при обработке на различных операциях.

*Недостатком* этой схемы является необходимость выполнения у заготовок дополнительных конструктивных элементов – центровых отверстий или фасок.

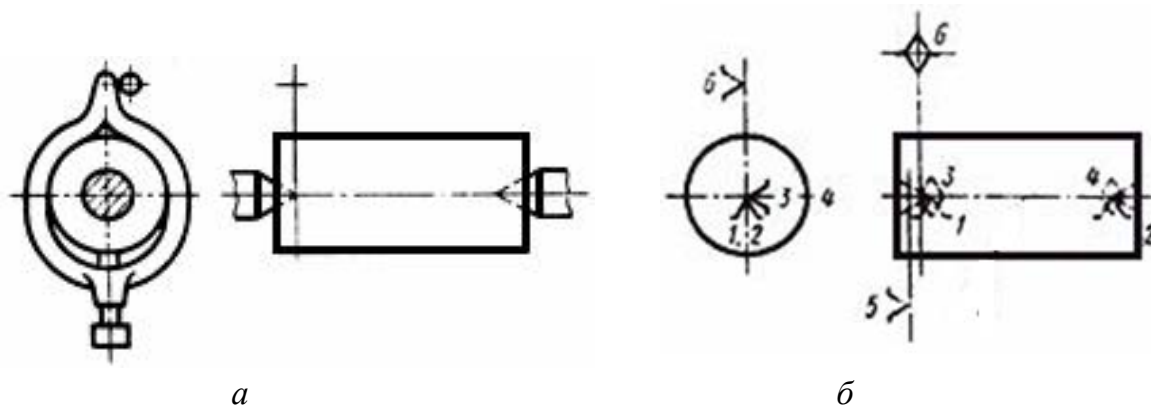


Рис. 3.12. Установка вала в центрах:  
*a* – схема установки; *б* – теоретическая схема базирования

Для материализации теоретической схемы базирования, приведенной на рис. 3.12, *б*, в качестве установочных элементов применяют жесткие и вращающиеся центры. Жесткие центры устанавливают в конические отверстия шпинделя станка и пиноли задней бабки. Конструктивные формы жестких центров показаны на рис. 3.13, *a, б, в* (ГОСТ 13214–79, ГОСТ 2575–79).

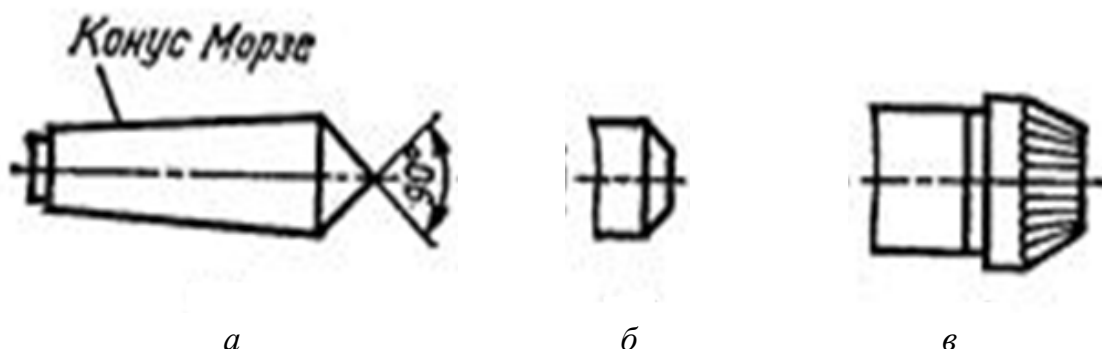


Рис. 3.13. Конструктивные формы жестких центров

Схемы установки заготовок на основе применения жестких центров приведены на рис. 3.14. Срезанные центры (рис. 3.14, *б, в*) применяют для установки заготовок в виде отрезков труб и других подобных заготовок по коническим фаскам. Поводковый (жесткий) центр (рис. 3.14, *г*) обеспечивает передачу крутящего момента за счет внедрения рифлений центра в коническую поверхность фаски трубной заготовки. Такой центр обеспечивает передачу момента, необходимого для чистовых операций, но повреждает поверхность фаски заготовки.

Обычный или жесткий упорный центр применяют при сравнительно невысокой частоте вращения шпинделя (до 120 об/мин), так как между заготовкой и центром возникает трение, что может привести к быстрому нагреву

и износу рабочей поверхности центра. При повышенной частоте вращения шпинделя применяют износостойкие центры, у которых рабочий конус имеет наплавленный поверхностный слой из твердого сплава или впаянный твердосплавный наконечник (рис. 3.15, а, б).

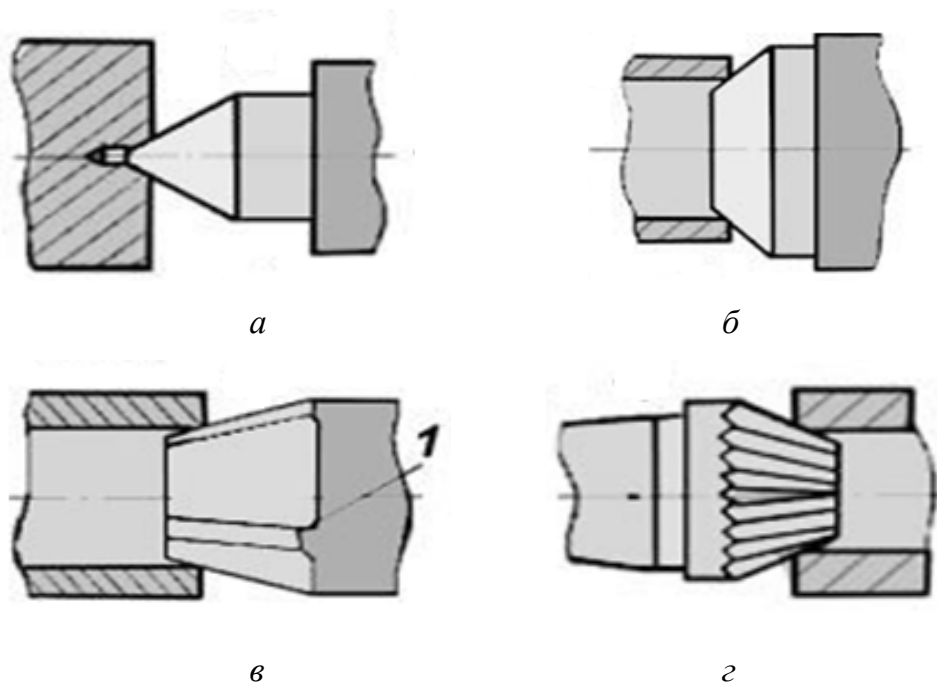


Рис. 3.14. Схемы установки заготовок на основе применения жестких центров:  
 а – установка заготовки вала с центровыми отверстиями в обычных центрах;  
 б – установка заготовки в виде отрезка трубы с коническими фасками в срезанных центрах; в – установка заготовки на специальный срезанный центр с тремя ленточками; г – установка заготовки на поводковый центр

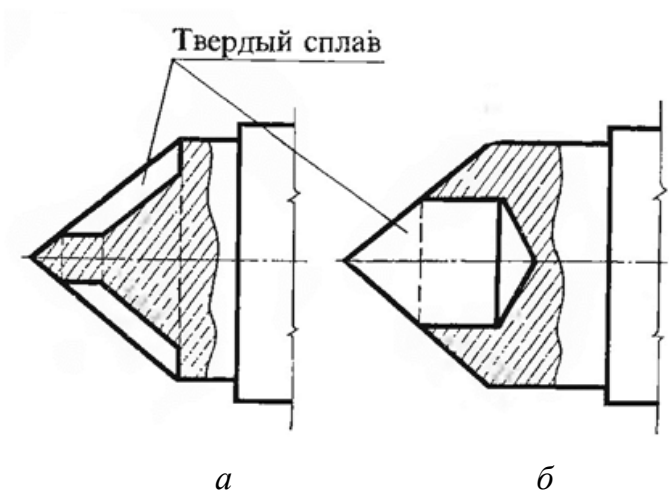


Рис. 3.15. Твердосплавные центры:  
 а – с наплавленным слоем из твердого сплава;  
 б – с впаянным твердосплавным наконечником

Работа с высокой частотой вращения вызывает потребность в установке вращающихся задних центров, в которых для легких работ применяют радиально-упорные шариковые подшипники, а для повышенных нагрузок – радиально-упорные роликовые. На рис. 3.16 показан вращающийся центр для легких радиальных нагрузок. *Осевую* нагрузку в устройстве воспринимает упорный подшипник 3, *радиальную* – радиальный подшипник 2 и игольчатый подшипник 6. Крышка 1 ввертывается в корпус 4 и упирается в торец наружного кольца радиального подшипника, что позволяет регулировать люфт (зазор, «мертвый ход»). Фетровое уплотнение в крышке предохраняет подшипники от загрязнения и вытекания смазки.

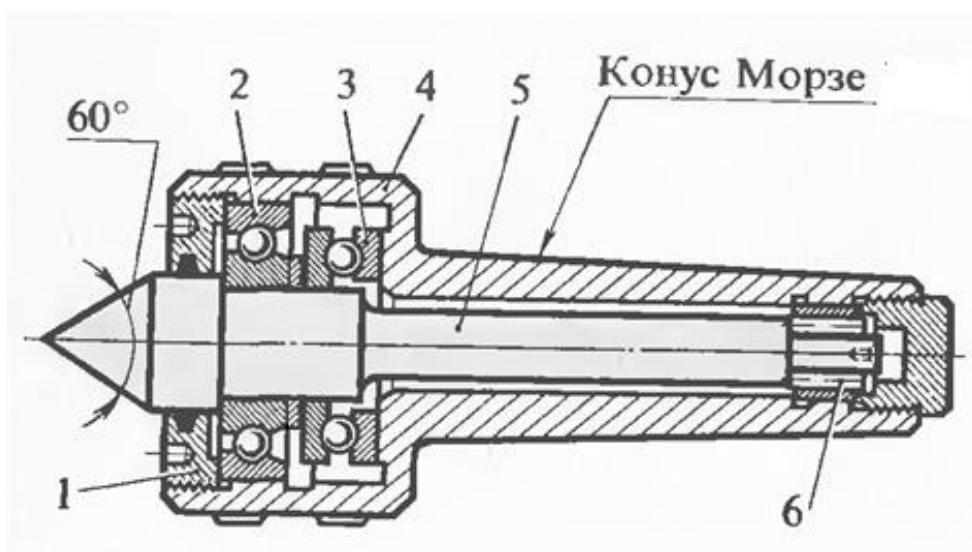


Рис. 3.16. Вращающийся центр для легких радиальных нагрузок (до 2000 Н):

- 1 – крышка; 2 – радиальный подшипник; 3 – упорный подшипник;  
 4 – корпус с конусом Морзе; 5 – центровой валик с рабочим конусом;  
 6 – игольчатый подшипник

Вращающиеся центры из-за наличия большого числа сопряженных деталей обладают пониженной по сравнению с жесткими центрами жесткостью, но меньше изнашиваются и не повреждают центровые отверстия заготовок, так как вращаются вместе с ними. Типы и основные размеры станочных вращающихся центров стандартизованы (ГОСТ 8742–75).

При обработке ступенчатых валов по упорам, когда требуется выдерживать длины отдельных ступеней независимо от глубины центровых отверстий, широко применяют плавающие центры (рис. 3.17), которые вставляют в конические отверстия шпинделей передних бабок. Плавающие центры обеспечивают постоянство положения левого торца заготовки в осевом направлении.

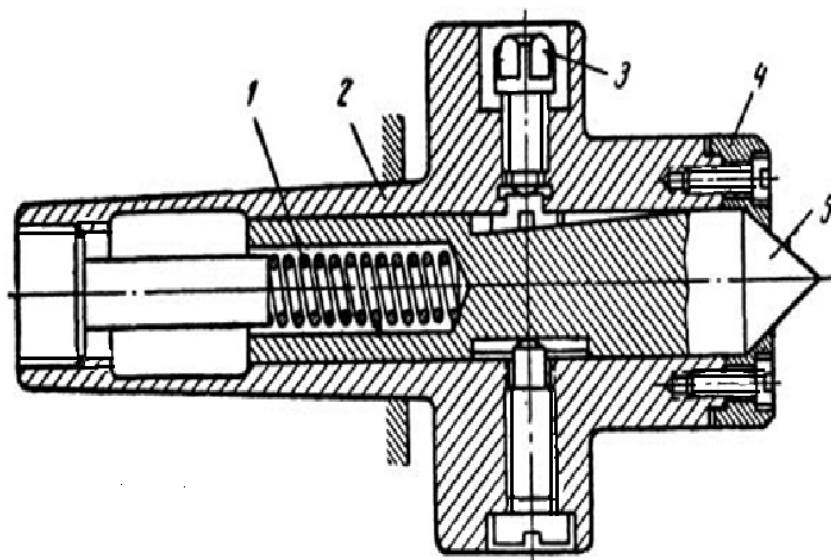


Рис. 3.17. Плавающий центр:  
 1 – пружина; 2 – корпус; 3 – винт-стопор; 4 – упор; 5 – центр

Пружина 1 отжимает центр 5 вправо до его соприкосновения с закаленным упором 4, прикрепленным к торцу корпуса 2. Установленная в центрах заготовка путем нажима её в осевом направлении центром задней бабки станка доводится своим левым торцом до соприкосновения с упором 4. После этого центр 5 стопорится винтом 3 на время обработки данной заготовки. После обработки заготовки винт 3 должен быть ослаблен. Придерживая обработанную заготовку левой рукой, правой рукой отводят задний центр вправо и освобождают заготовку.

### Контрольные вопросы

1. Назначение установочных элементов и предъявляемые к ним технические требования. Основные и вспомогательные опоры.
2. Виды установочных элементов.
3. Графическое обозначение установочных элементов по ГОСТ 3.1107–81.
4. Установочные элементы при базировании заготовок: 1) по плоскостям; 2) по внешним цилиндрическим поверхностям; 3) по внутренним цилиндрическим поверхностям; 4) по центровым отверстиям и фаскам отверстий; 5) по двум отверстиям и плоскости.
5. Призма: конструктивные особенности, погрешность базирования.
6. Достоинства и недостатки конусных оправок.
7. Примеры конструкций вспомогательных опор.



## 4. ЗАЖИМНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

*Зажимными* называют элементы приспособлений, обеспечивающие в случае необходимости надежный контакт базовых поверхностей заготовки с рабочими поверхностями установочных элементов приспособлений и предотвращающие возможность вибраций заготовки или её смещения относительно данных поверхностей в процессе выполнения технологических операций [10].

Сила является основной мерой механического взаимодействия материальных тел. Действие силы на тело *как векторной величины* характеризуется её числовым значением, направлением и точкой приложения.

Поэтому большинство требований, предъявляемых к зажимным механизмам, связано с правильным назначением точек приложения, направлений и числовых значений сил зажима.

Необходимость применения зажимных механизмов исчезает в двух случаях:

1) когда обрабатывают (собирают) тяжелую, устойчивую заготовку (сборочную единицу), по сравнению с весом которой силы обработки (сборки) существенно меньше;

2) когда силы, возникающие при обработке (сборке), действуют так, что они не могут нарушить положение заготовки относительно рабочих поверхностей установочных элементов, достигнутое базированием.

### 4.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗАЖИМНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ

1. При закреплении заготовки не должно нарушаться её положение относительно рабочих поверхностей установочных элементов приспособлений, достигнутое базированием. Это требование удовлетворяется рациональным выбором точек приложения, направлений и числовых значений сил применяемой силовой системы зажима.

2. Силы закрепления не должны вызывать недопустимых деформаций закрепляемых заготовок и повреждений (смятия) их поверхностей.

3. Числовые значения сил закрепления должны быть минимально необходимыми, но достаточными для обеспечения в процессе обработки надежного положения заготовки относительно рабочих поверхностей установочных элементов приспособления.

4. Закрепление и открепление заготовок должно осуществляться с минимальной затратой сил и времени рабочего. При использовании ручных зажимов усилие руки не должно превышать 147 Н (15 кгс).

5. Зажимной механизм должен быть простым по конструкции, максимально удобным и безопасным в работе.

#### 4.2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА СИЛ ЗАЖИМА

Расчет сил закрепления заготовки может быть сведен к решению задач статистики на равновесие твердого тела (или системы тел), находящегося под действием системы внешних сил. Приступая к решению такого рода задач, следует, прежде всего, установить, равновесие какого тела (или каких тел) следует рассмотреть, чтобы найти искомые величины. Схема решения задач сводится к следующим действиям [23]:

1. *Выявление объекта равновесия, т. е. выбор тела (или тел), равновесие которых должно быть рассмотрено для решения поставленной задачи.*

Для решения задачи надо рассмотреть равновесие тела, к которому приложены заданные и искомые силы или силы, равные искомым (например, если надо найти давление на опору, то можно рассмотреть равновесие тела, к которому приложена численно равная этой силе реакция опоры и т. п.).

Когда заданные силы действуют на одно тело, а искомые на другое или когда те и другие силы действуют одновременно на несколько тел, может оказаться необходимым рассмотрение равновесия системы этих тел или каждого из тел системы в отдельности.

2. *Изображение действующих сил.* Определив тело или тела, равновесия которых рассматриваются (и только после этого), следует на чертеже изобразить все действующие на это тело (или тела) внешние силы, включая как заданные, так и искомые силы, в том числе реакции всех связей с учетом их свойств.

3. *Составление условий равновесия.* Условия равновесия составляют для сил, действующих на тело (или тела), равновесие которых рассматривается с учетом характера системы действующих сил. При составлении уравнений равновесия следует иметь в виду, что если на тело действует плоская система параллельных сил, то нужно составить два уравнения, если же на тело действует произвольная плоская система сил, то следует составить три уравнения равновесия. Если тело находится в равновесии под действием

произвольной пространственной системы сил, то в общем случае можно составить шесть уравнений равновесия.

4. *Определение искомых величин на основе составленных уравнений, проверка правильности решения и исследование полученных результатов.*

При решении задач, связанных с расчетом сил зажима, объектом равновесия обычно является обрабатываемая заготовка. К заготовке с одной стороны приложены сила тяжести и силы, определяемые процессом обработки, с другой – искомые зажимные силы и реакции установочных элементов.

При действии этих сил заготовка не должна смещаться относительно рабочих поверхностей установочных элементов, а это возможно в случае удовлетворения действующей системы сил условиям равновесия. При расчетах следует ориентироваться на такую стадию обработки заготовки, при которой сдвигающие заготовку усилия требуют для обеспечения неподвижности заготовки наибольших сил закрепления.

Исходными данными для расчета сил закрепления являются:

- 1) схема базирования заготовки (схема расположения опорных точек на базах);
- 2) места приложения, направления и числовые значения сил, порождаемых способом обработки;
- 3) силовая схема закрепления заготовки, т. е. точки приложения и направления сил закрепления.

Составление исходных данных для расчета необходимых сил закрепления является важнейшим этапом проектирования зажимных устройств, так как допущенная ошибка на этом этапе может привести к созданию неработоспособного приспособления, не обеспечивающего надежное закрепление заготовки.

При обработке на заготовку могут действовать следующие силы – резания, центробежные, инерционные.

*Силы резания*, которые по месту приложения, числовому значению и направлению в реальных условиях являются переменными величинами. При неустановившемся режиме обработки (врезание, выход инструмента) параметры сил резания изменяются. При установившемся режиме обработки силы резания также подвержены колебаниям из-за непостоянства припуска на обработку и физико-механических свойств материала обрабатываемых заготовок, прогрессирующей потере режущих свойств инструмента из-за его постепенного затупления и других причин. При некоторых видах обработки

(строгание, долбление, точение прерывистых поверхностей и т. д.) силы резания представляют собой нагрузку ударного характера.

Силы резания рассчитывают по формулам теории резания материалов [19] или выбирают по нормативам. Но с учетом сказанного выше при расчетах сил закрепления силы резания, рассчитываемых указанным выше образом, должны быть увеличены путем введения коэффициент запаса, который обозначим через  $K$ , повышая тем самым уровень надежности закрепления заготовки. Этот коэффициент, кроме нестабильности сил резания, учитывает и еще ряд других факторов, которые вызывают отклонение действительной картины работы приспособления от той расчетной схемы, которую принимают для определения зажимных сил.

Для более полного учета конкретных условий выполнения технологической операции значение коэффициента  $K$  следует устанавливать дифференцированно. Величину коэффициента  $K$  можно определить как произведение первичных коэффициентов:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (4.1)$$

где  $K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;  $K_1$  – учитывает состояние технологической базы (при черновых базах  $K_1 = 1,2$ , при чистых  $K_1 = 1,0$ );  $K_2$  – учитывает уровень затупления инструмента;  $K_3$  – учитывает ударную нагрузку на инструмент (при обработке прерывистых поверхностей  $K_3 = 1,2$ );  $K_4$  – учитывает стабильность силового привода (при ручном приводе  $K_4 = 1,3$ , механизированном  $K_4 = 1,0$ );  $K_5$  – характеризует особенности зажимных механизмов с ручным приводом (при удобном зажиме  $K_5 = 1$ , при неудобном  $K_5 = 1,2$ );  $K_6$  – учитывает определенность расположения опорных точек при смещении заготовки сдвигающими силами. При установке на опоры, поверхность контакта которых с заготовкой имеет небольшие размеры (штыри, пластинки),  $K_6 = 1$ ; при установке на опоры с неопределенной в пределах базы зоной контакта (опоры, шайбы)  $K_6 = 1,5$ .

Вес заготовки учитывают при расчете сил зажима, когда заготовку крепят на вертикально или наклонно расположенные рабочие поверхности установочных элементов. Вес учитывают также при установке заготовки в поворотных или кантуемых приспособлениях.

*Центробежные силы* возникают во вращающихся заготовках при смещении центра тяжести заготовки от оси ее вращения.

*Инерционные силы* возникают и имеют существенное значение, когда заготовка совершает возвратно-поступательное движение или при резком изменении скорости вращения (например, при торможении на высокоскоростных станках токарной группы и т. д.). Центробежные и инерционные силы рассчитывают, опираясь на положения теоретической механики [23].

Числовые значения сил зажима и последствия их воздействий на результаты обработки в значительной степени зависят от их направлений. При выборе направления зажимной силы следует придерживаться следующих основных положений.

1. Сила зажима должна быть направлена по нормали к соответствующей рабочей поверхности установочного элемента приспособления, чтобы обеспечить надежность контакта с ней поверхности заготовки, определяемой схемой базирования.

2. При базировании по нескольким технологическим базам сила зажима должна быть направлена на ту рабочую поверхность установочного элемента, с которой заготовка имеет наибольшую площадь контакта.

3. Направление силы зажима должно совпадать с направлением веса заготовки; это облегчает работу зажимного устройства.

4. Направление силы зажима должно совпадать с направлением силы резания.

В практике редко можно выбрать направление силы зажима, удовлетворяющее всем правилам. В этих случаях необходимо искать наиболее приемлемые решения.

При обработке легких заготовок в первую очередь необходимо учитывать силы резания, а при обработке тяжелых заготовок учитывать их вес.

Выбору рационального направления силы зажима способствует введение в конструкцию приспособления *упоров*, предназначенных для предотвращения перемещения заготовки в том или ином направлении. Упоры применяют в двух случаях.

1. В процессе обработки действуют большие сдвигающие силы, направленные параллельно рабочей поверхности установочных элементов. Например, на рис. 4.1, *а*, заготовка *1* ступенчатого вала установлена на призме 2. Сила резания *P* действует параллельно рабочим поверхностям призмы. Без осевого упора *3* для обеспечения неподвижности заготовки потребовалась бы большая зажимная сила *Q*, которая могла бы привести к повреждению её базовых поверхностей. При введении в конструкцию осевого упора *3*, препят-

ствующего осевому смещению заготовки под действием силы резания  $P$ , потребная сила  $Q$  может быть значительно уменьшена, а при необходимости её вообще можно заменить на другую силу  $Q'$ .

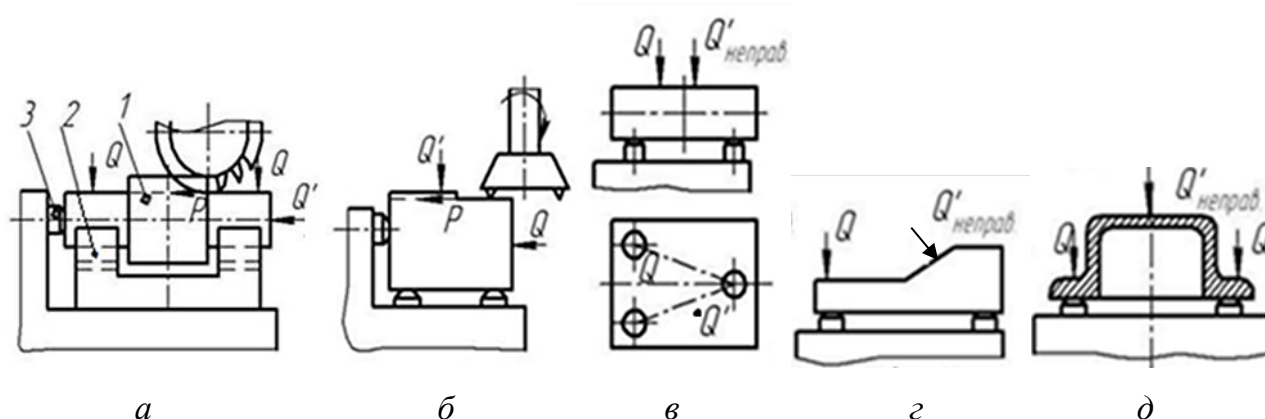


Рис. 4.1. К выбору направлений и точек приложения сил зажима

2. При некоторых схемах обработки если в конструкцию приспособления не ввести упор, то на заготовке невозможно будет найти поверхность, к которой можно было бы приложить зажимную силу, обеспечивающую неподвижность заготовки. Например (рис. 4.1, б), для *непрерывной* обработки *всей* верхней поверхности призматической заготовки без применения упора исключена возможность приложения зажимной силы  $Q'$ , поскольку применяемые для этого устройства не позволят выполнить эту обработку. Введение упора позволяет решить вопрос закрепления заготовки, используя при этом силу  $Q$ .

Точку приложения силы зажима следует выбирать так, чтобы приложенная в этой точке сила не опрокидывала (рис. 4.1, в) и не сдвигала (рис. 4.1, г) заготовку, а также не вызывала недопустимых её деформаций (рис. 4.1, д). При обработке нежестких заготовок места их закрепления следует располагать как можно ближе к зоне обработки.

### 4.3. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СИЛЫ ЗАЖИМА

При проектировании зажимного устройства следует в первую очередь рассчитать необходимую силу зажима  $Q$ . Каждый инженерный расчет, да и не только расчет, а вообще исследование в области технических наук, включает в себя, как известно, следующие три этапа [8]:

1. *Идеализация объекта.* На этом этапе рассматривается реальный объект и выделяются те его особенности, которые являются наиболее существенными для решаемой задачи. В результате получаем расчетную схему.

2. *Анализ расчетной схемы.* С помощью средств теории устанавливаются закономерности расчетной схемы, отвечающей реальной конструкции.

3. *Обратный переход от расчетной схемы к реальному объекту и формулировка практических выводов, ради которых был предпринят расчет (исследование).*

Таким образом, *расчетная схема объекта* – это условное изображение объекта, принимаемого для его расчета. Расчетную схему выбирают так, чтобы существенно упростить расчет, не искажая в то же время действительной картины работы объекта (сооружения, механизма и т. д.), подверженного внешним воздействиям.

Исходными данными для разработки расчетной схемы зажимного устройства являются:

- 1) схема базирования заготовки;
- 2) места приложения, направления и числовые значения сил, порождаемых методом обработки;
- 3) места приложения и направления сил закрепления заготовки.

Рассмотрим задачи, решаемые при расчете зажимных сил и относящиеся ко второму этапу. Проанализируем ряд *распространенных расчетных схем*, которые являются *практически общими* для некоторых используемых схем обработки.

### **Пример 1**

На рис. 4.2 горизонтальная сила резания  $P_{рез}$  стремится сдвинуть заготовку 1 относительно рабочих поверхностей установочных элементов 2. Сдвиг заготовки будет невозможен, если действующая на заготовку система сил будет удовлетворять следующим условиям равновесия в проекциях на оси  $x$  и  $y$ :

$$\sum F_{ix} = 0: -F_{тр1} - F_{тр2} - F_{тр3} + P_{рез} = 0; \quad (4.2)$$

$$\sum F_{iy} = 0: -Q + N_1 + N_2 = 0. \quad (4.3)$$

Входящие в уравнения (4.2) и (4.3) силы трения могут быть определены по формулам

$$F_{тр1} = f_1 N_1, F_{тр2} = f_1 N_2, F_{тр3} = f_2 Q, \quad (4.4)$$

где  $f_1$  и  $f_2$  – коэффициенты трения заготовки об установочные и зажимной элементы приспособления.

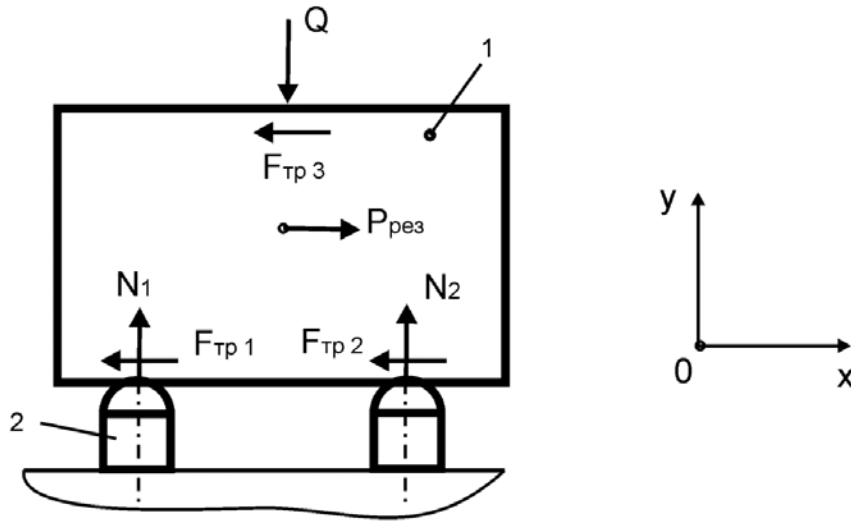


Рис. 4.2. Расчетная схема для определения сил зажима (пример 1):  
1 – заготовка; 2 – установочный элемент

Решая уравнения (4.2)–(4.4) относительно зажимной силы  $Q$ , получим

$$Q = \frac{P}{f_1 + f_2}.$$

Вводя коэффициент запаса  $K > 1$  (см. формулу (4.1)), получим зависимость для определения расчетной зажимной силы:

$$Q_{\text{расч}} = \frac{KP}{f_1 + f_2}. \quad (4.5)$$

Числовые значения коэффициента трения  $f$  можно принимать: при установке заготовки на плоские опоры  $f = 0,16$ ; при установке заготовки с необработанными поверхностями на опоры со сферической рабочей поверхностью  $f = 0,18-0,3$ ; при установке на опоры с рифленой рабочей поверхностью  $f = 0,7$  и более.

### Пример 2

Если на заготовку действуют горизонтальная  $P_{\text{рез}1}$  и вертикальная  $P_{\text{рез}2}$  составляющие силы резания (рис. 4.3), то условия равновесия в проекциях на оси  $x$  и  $y$  примут вид:

$$\sum F_{ix} = 0: -F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} - F_{\text{тр}3} + P_{\text{рез}1} = 0; \quad (4.6)$$

$$\sum F_{iy} = 0: -Q - P_{\text{рез}2} + N_1 + N_2 = 0. \quad (4.7)$$



Решая уравнения (4.6), (4.7) и (4.4) совместно относительно  $Q$  и вводя коэффициент запаса  $K$ , получим

$$Q_{\text{расч}} = \frac{K (P_{\text{рез } 1} - f_1 P_{\text{рез } 2})}{f_1 + f_2}. \quad (4.8)$$

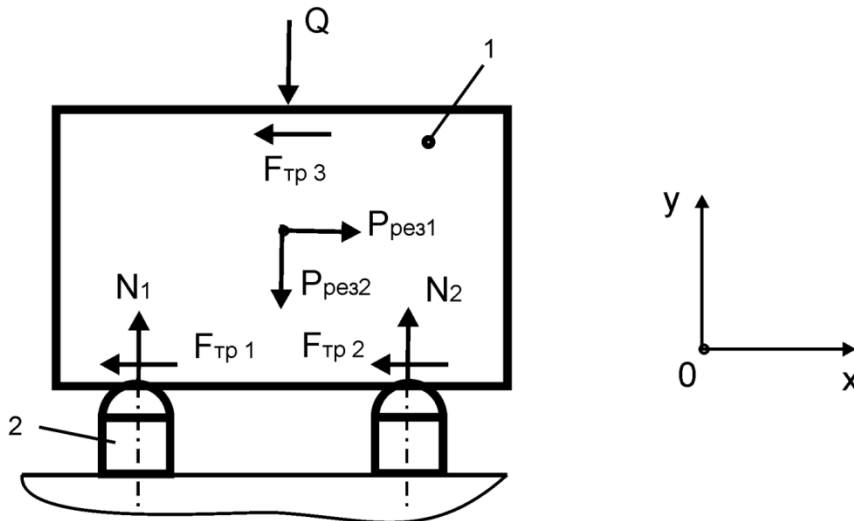


Рис. 4.3. Расчетная схема для определения сил зажима (пример 2):  
1 – заготовка; 2 – установочный элемент

### Пример 3

Установке цилиндрической заготовки в трехкулачковом самоцентрирующем патроне соответствует расчетная схема, приведенная на рис. 4.4. При обработке на заготовку диаметром  $d$  действует момент  $M_{\text{рез}}$ .

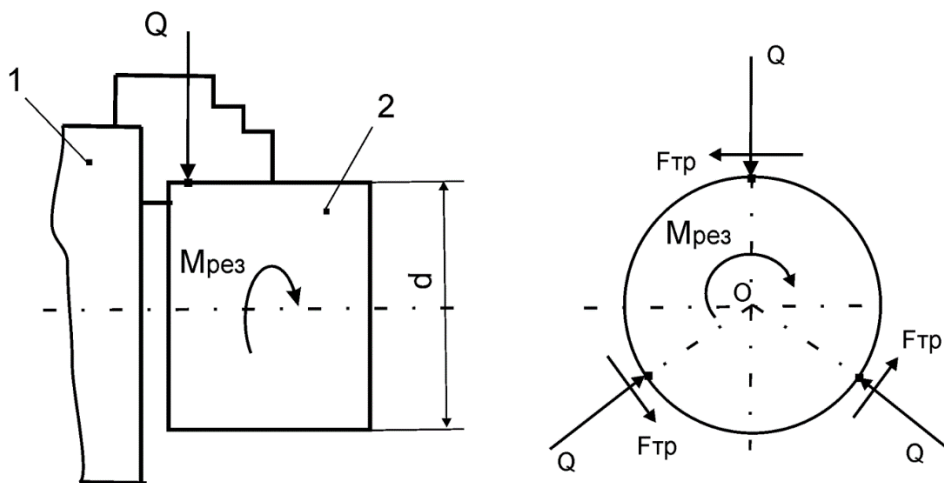


Рис. 4.4. Расчетная схема для определения сил зажима (пример 3):  
1 – трехкулачковый самоцентрирующий патрон; 2 – цилиндрическая заготовка

Исходя из одинаковости действия на заготовку каждого из трех кулачков патрона, условие равновесия сил, приложенных к заготовке, можно написать в виде

$$\sum m_0(F_i) = 0: \quad M_{\text{рез}} - 3F_{\text{тр}}d/2 = 0. \quad (4.9)$$

При этом

$$F_{\text{тр}} = f Q,$$

где  $f$  – коэффициент трения заготовки о кулачки патрона.

Решая уравнение (4.9) относительно силы  $Q$  и вводя коэффициент запаса  $K$ , получим зависимость для определения расчетной зажимной силы:

$$Q_{\text{расч}} = \frac{2 K M_{\text{рез}}}{3 f d}. \quad (4.10)$$

#### 4.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

По степени сложности различают простые и комбинированные зажимные механизмы.

К простым (или элементарным) механизмам относят: винтовые, клиновые, эксцентрики, рычажные, шарнирно-рычажные, пружинные (рис. 4.5).

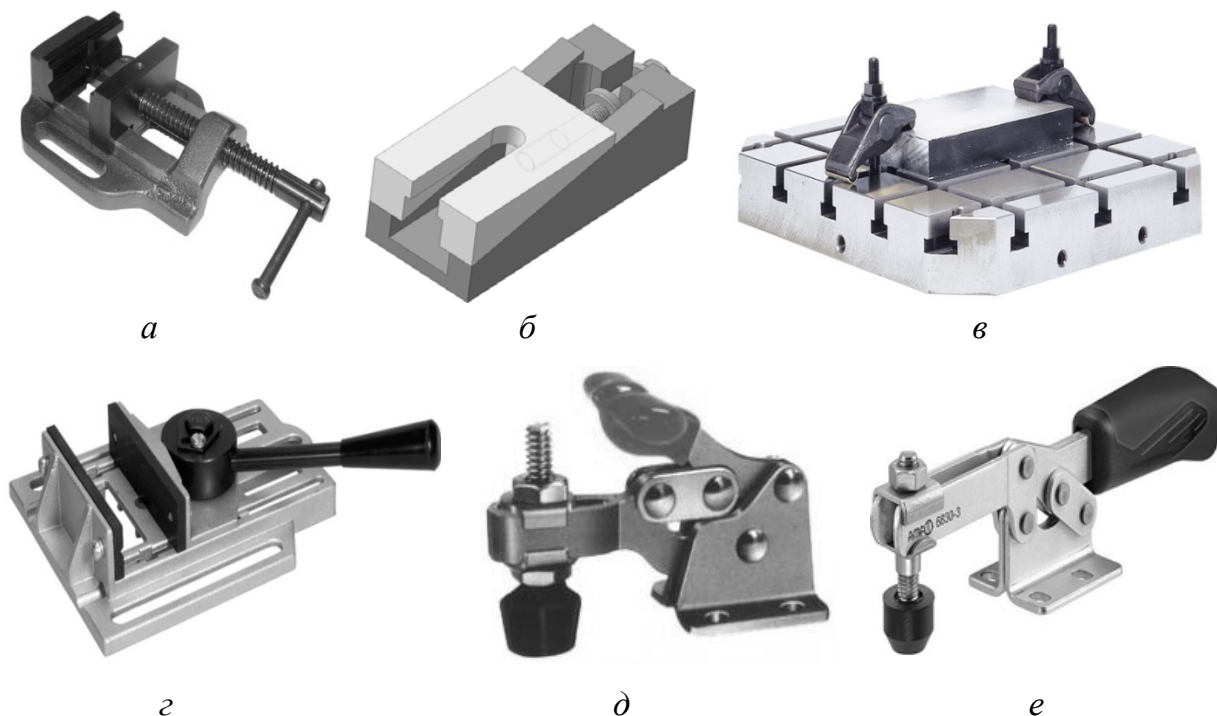


Рис. 4.5. Примеры использования винтовых (а), клиновых (б), рычажных (в), эксцентриковых (г), шарнирно-рычажных (д, е) механизмов

Комбинированные механизмы состоят из двух-трех заблокированных последовательно простых механизмов (рис. 4.6).

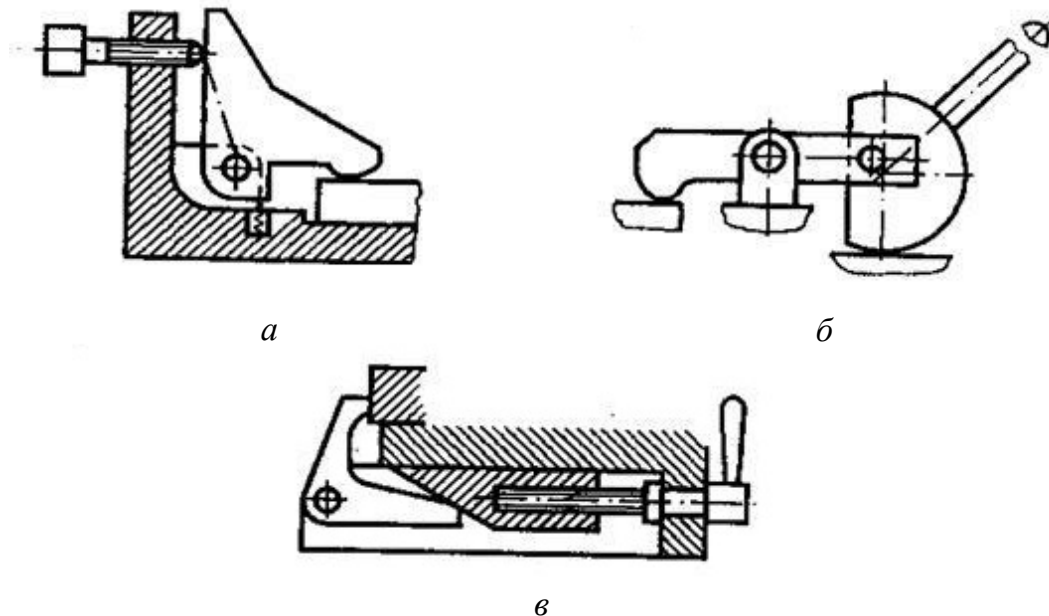


Рис. 4.6. Схемы комбинированных силовых механизмов:  
*а* – винто-рычажный; *б* – эксцентрико-рычажный; *в* – клино-рычажный

По числу точек приложения сил зажима механизмы делят на *единичные* и *многократные*. К *многократным* относят механизмы, которые крепят одну заготовку по нескольким точкам или несколько заготовок одновременно и с равными силами. Такие механизмы приводятся в действие от одного силового источника.

По уровню механизации различают следующие группы механизмов:

- *ручные*, требующие применения физической силы рабочего; их используют в единичном и мелкосерийном производстве;
- *механизированные*, приводящиеся в действие от силового привода (эти механизмы нередко называют механизмами-усилителями); их применяют в серийном и массовом производстве;
- *автоматизированные*, приводящиеся в действие перемещающимися частями станков, силами резания или центробежными силами вращающихся масс; закрепление и раскрепление заготовки осуществляется без участия рабочего; их применяют в крупносерийном и массовом производстве.

При разработке конструкции приспособлений всегда возникает задача установления по известной силе зажима  $Q$  типа и основных размеров зажимного устройства и определения исходной силы  $W$ , которую должен создать

источник силы для обеспечения силы  $Q$ . Для любого зажимного механизма можно записать уравнения для сил и перемещений:

$$Q = W i; \quad S_Q = S_W i_{\Pi}, \quad (4.11)$$

где  $S_W$  – перемещение, передаваемое от силового привода зажимному механизму;  $i, i_{\Pi}$  – передаточные отношения сил и перемещений, характеризующие конструктивные параметры механизма;  $S_Q$  – перемещение (ход) исполнительного звена механизма.

Передаточные отношения комбинированных механизмов определяют как произведение входящих в них простых.

Для обоснованного выбора типа зажимного механизма и расчета его конструктивных параметров необходимо иметь для этих механизмов развернутые уравнения (4.11).

*Винтовые механизмы* нашли широкое применение в приспособлениях с ручным закреплением заготовок, с механизированным приводом, а также в приспособлениях-спутниках. *Их достоинства:* простота конструкции, невысокая стоимость и высокая надежность в работе.

Винтовые механизмы применяют как для непосредственного зажима, так и в сочетании с другими механизмами. Непосредственный зажим выполняется либо винтом при неподвижной резьбовой втулке, либо гайкой при неподвижной шпильке (рис. 4.7). Силу  $W$  на рукоятке, необходимую для создания силы зажима  $Q$  можно рассчитать по следующей формуле:

$$W = Q \frac{r_{\text{cp}}}{l} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1),$$

где  $r_{\text{cp}}$  – средний радиус резьбы, мм;  $l$  – вылет ключа, мм;  $\alpha$  – угол подъема резьбы;  $\varphi_1$  – угол трения в резьбовой паре.

При расчете силы, развиваемой винтовым зажимом, необходимо учитывать дополнительные потери на трение в месте контакта винта (гайки) с заготовкой. Условие равновесия винта (гайки) в этом случае можно записать в следующем виде:

$$Wl = Qr_{\text{cp}} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + M_{\text{тр}}, \quad (4.12)$$

где  $M_{\text{тр}}$  – момент трения на опорном торце винта (гайки).

Величина  $M_{\text{тр}}$  зависит от конструкции пяты зажимного винта. На рис. 4.7 приведены варианты конструкций пят зажимных винтов.

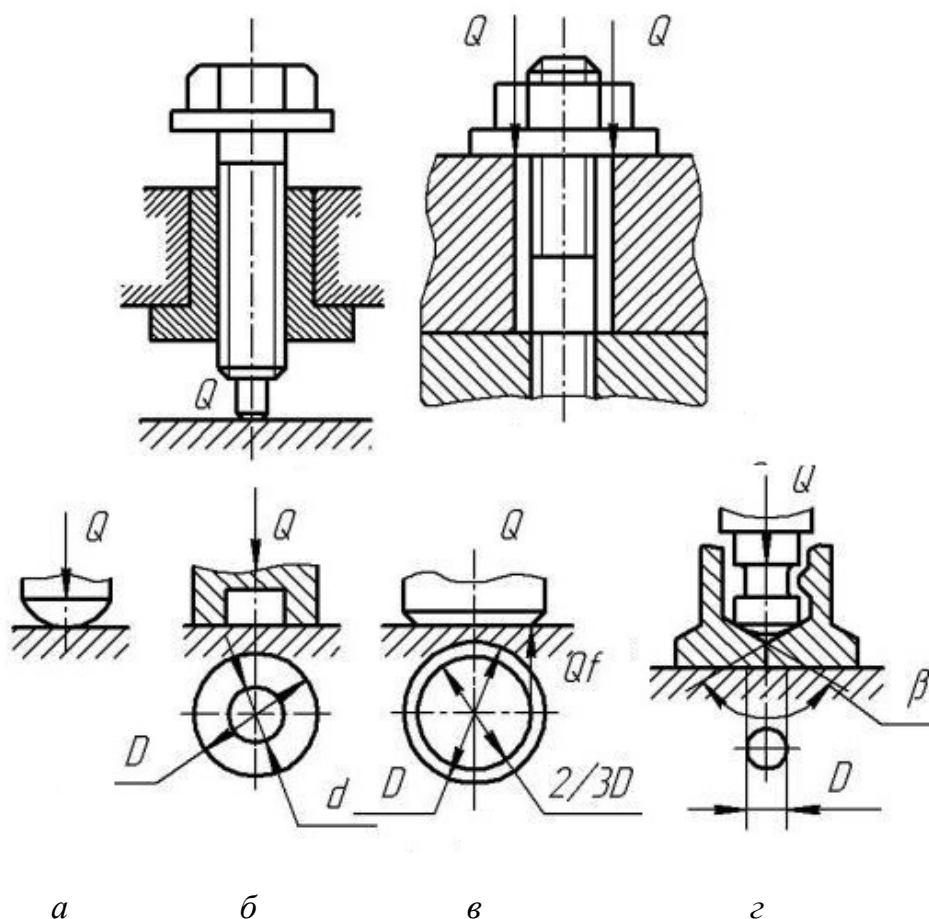


Рис. 4.7. Схемы винтовых зажимов

Для винтов со сферической пятой (рис. 4.7, а)

$$M_{\text{тр}} \approx 0, \quad (4.13)$$

так как винт с заготовкой контактирует в точке.

Для винтов с пятой (рис. 4.7, б) и для зажима гайкой

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} Q f \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}. \quad (4.14)$$

Для винтов с плоской пятой (рис. 4.7, в)

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} Q f D. \quad (4.15)$$

Для винтов с неподвижным наконечником (рис. 4.7, г)

$$M_{\text{тр}} = Q f \frac{D}{2} \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2}. \quad (4.16)$$

В формулах (4.14)–(4.16)  $f$  – коэффициент трения пяты винта о поверхность заготовки (наконечника).

Для расчета силы зажима  $Q$  винтового зажима необходимо в условие равновесия (4.12) ввести соответствующее конструкции пяты значение  $M_{тр}$  из формул (4.14)–(4.16).

*Клин* (рис. 4.8) весьма широко используют в конструкциях зажимных механизмов приспособлений. Клин способствует созданию простых, компактных и надежных приспособлений. Клин может быть составной частью как простых зажимных механизмов, так и комбинированных (рис. 4.6, в), (рис. 4.9). Применение в зажимном механизме клина обеспечивает:

- а) увеличение исходной силы привода;
- б) изменение направления действия силы;
- в) самоторможение механизма (способность сохранять силу зажима  $Q$  при прекращении действия исходной силы  $W$ , создаваемой приводом)

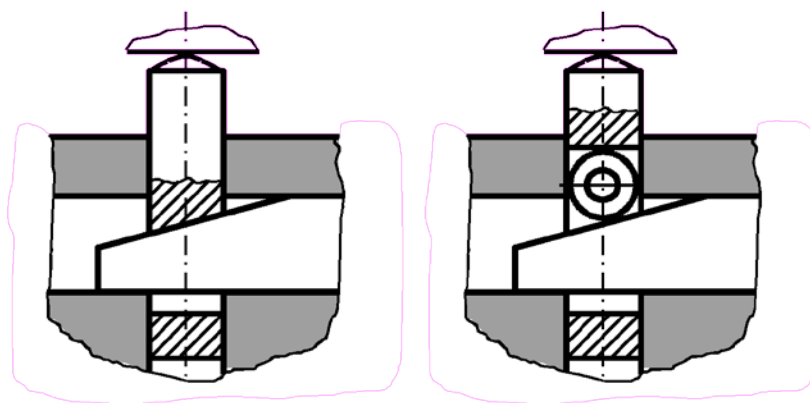


Рис. 4.8. Схемы клиновых зажимов

Если клиновой механизм предназначен для изменения направления действия силы зажима, то угол клина обычно равен  $45^\circ$ , а если же для увеличения числового значения силы зажима или повышения надежности закрепления, то угол клина выполняют равным  $6\text{--}15^\circ$  (углы самоторможения).

Клин применяют в следующих конструктивных вариантах зажимов:

- 1) механизмы с плоским односкосым клином;
- 2) многоклиновые (многоплунжерные) механизмы;
- 3) эксцентрики (механизмы с криволинейным клином);
- 4) торцовые кулачки (механизмы с цилиндрическим клином).

Схема комбинированного зажима, приведенного на рис. 4.9, образована последовательным соединением плоского односкосого клина  $1$  с углом  $\alpha$ , на который через шток  $2$  привода действует сила  $W$ , и рычажного зажима  $3$ , передающего на заготовку силу зажима  $Q$ .

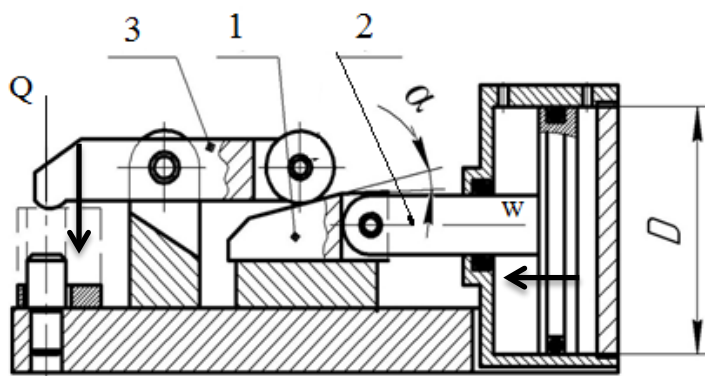


Рис. 4.9. Схема комбинированного зажима:  
1 – клин; 2 – шток; 3 – рычажный зажим

**Эксцентрикковые зажимы.** Под эксцентрикком в машиностроении понимают деталь машины в виде цилиндра или диска, ось вращения которого смещена относительно его геометрической оси на некоторое расстояние  $e$ , называемое *эксцентриситетом*. Зажимные свойства в эксцентрикке проявляются потому, что он представляет собой соединение в одной детали двух элементов – круглого диска диаметром  $D$  (рис. 4.10) и плоского односкосного клина. При повороте эксцентрика вокруг оси вращения диска клин сначала устраняет зазор между диском и заготовкой, а затем действует на механизм распирающе, что и порождает упругую силу зажима  $Q$ .

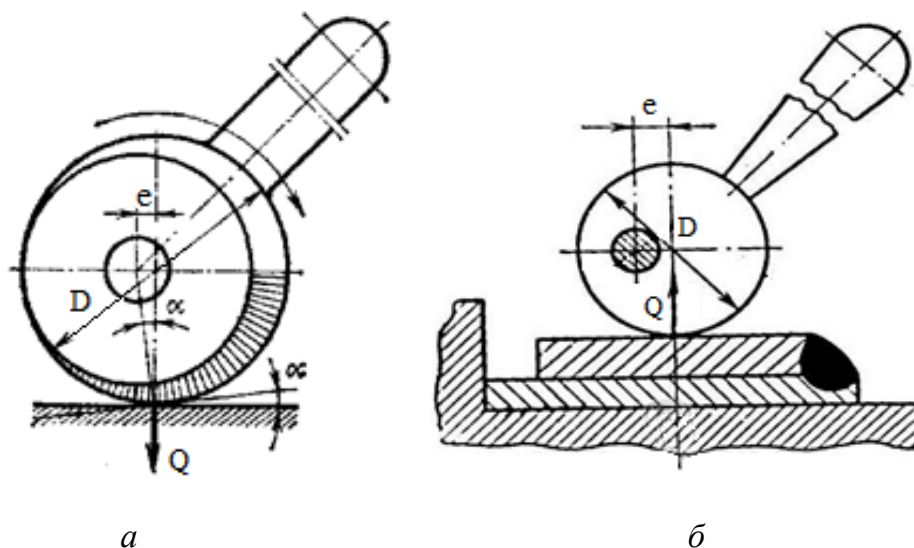


Рис. 4.10. Схемы эксцентриккового зажима

Пример использования эксцентрика в приспособлении показан на рис. 4.5, г.

Рабочая поверхность эксцентрикков может быть *окружностью* (круглые эксцентрикки) или *стиралью* (криволинейные эксцентрикки). Различие их за-

ключается в том, что в развертке круглых эксцентриков плоский клин получается криволинейным с переменным углом  $\alpha$  в зависимости от угла поворота эксцентрика (рис. 4.10, *a*), а у криволинейных эксцентриков угол  $\alpha$  не зависит от данного угла. Это означает, что криволинейные эксцентрики создают стабильную силу зажима в партии заготовок, а круглые – нет.

Эксцентрикковые зажимы являются самыми *быстродействующими* из всех ручных зажимных механизмов. По быстродействию они сравнимы с пневмомозажимами (продолжительность процесса закрепления равна 0,6–2,0 с).

*Недостатками* эксцентрикковых зажимов являются:

- 1) малая величина рабочего хода, ограничиваемая величиной эксцентриситета;
- 2) повышенная утомляемость рабочего, так как при откреплении заготовки рабочему необходимо прикладывать силу, обусловленную свойством самоторможения эксцентрика;
- 3) ненадежность зажима при работе инструмента с ударами или вибрациями из-за опасности самооткрепления.

Несмотря на эти недостатки, эксцентрикковые зажимы широко используют в приспособлениях, особенно для мелкосерийного и среднесерийного производства.

Эксцентрикковые зажимы значительно уступают резьбовым зажимам по силе зажима. Эксцентрикковые зажимы с обычными стандартными рукоятками развивают силу зажима, превышающую силу, приложенную к рукоятке, в 10–15 раз. В винтовых зажимах с применением стандартных гаечных ключей это превышение равно 75–150.

Круглые эксцентрики следует проектировать самотормозящимися во избежание их отхода в процессе зажима. Это условие может быть соблюдено при правильном соотношении диаметра  $D$  эксцентрика и его эксцентриситета  $e$ . Отношение диаметра  $D$  к эксцентриситету  $e$  является характеристикой эксцентрика. В зависимости от числового значения коэффициента трения эта характеристика может изменяться.

В практике проектирования эксцентриков принято считать, что при коэффициенте трения  $f = 0,1$  (угол трения 5...43)  $D/e \geq 20$ , при  $f = 0,15$  (угол трения 8...30)  $D/e \geq 14$ .

*Торцовый кулачок* является разновидностью клинового механизма, у которого плоский односкосый клин укреплен на цилиндре (рис. 4.11). Для создания упругой силы зажима  $Q$  кулачок должен повернуться на некоторый угол



вокруг оси  $OO$  этого цилиндра под действием силы  $W$ , приложенной к рукоятке длиной  $\ell$ , создавая тем самым распорную силу  $Q'$ .

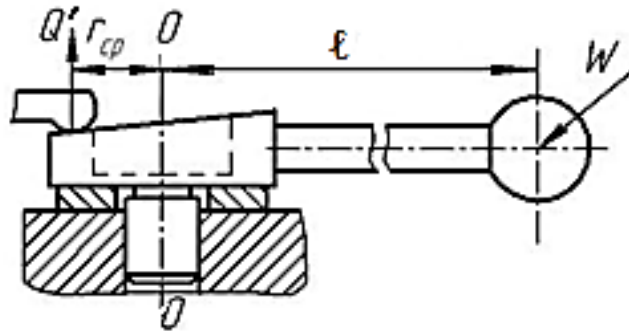


Рис. 4.11. Схема зажимного механизма с торцовым кулачком

Рычажные зажимы (рис. 4.12, 4.13) обычно применяют в сочетании с другими элементарными зажимами, образуя более сложные зажимные системы. Они позволяют изменять числовое значение и направление передаваемой силы.

Всё многообразие расчетных схем рычажных зажимов можно свести к трем силовым схемам, показанным на рис. 4.12, на котором приведены также формулы для расчета необходимой величины усилия  $W$  для создания силы зажима  $Q$  заготовки применительно к идеальным механизмам (т. е. без учета сил трения). Эти формулы вытекают из условия равенства нулю суммы моментов всех сил, приложенных к рычагу, относительно оси вращения рычага. На рис. 4.13 показаны различные конструктивные схемы для рычажных зажимов.

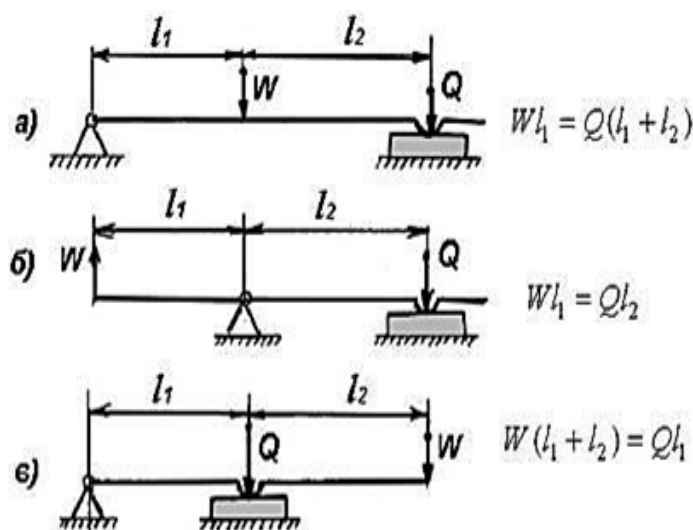


Рис. 4.12. Расчетные схемы рычажных зажимов

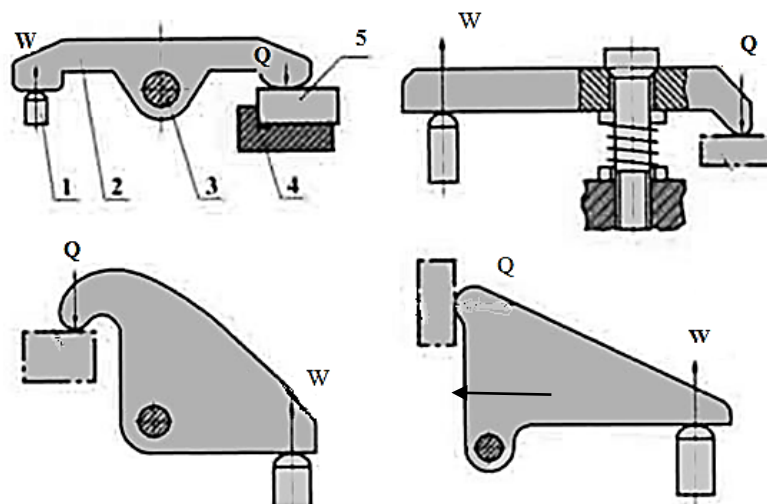


Рис. 4.13. Конструктивные схемы рычажных зажимных механизмов:  
 1 – шток силового привода; 2 – прихват; 3 – ось;  
 4 – установочный элемент; 5 – заготовка

Анализ схем на рис. 4.12 показывает, что наибольший выигрыш в силе (наибольшее передаточное отношение) дает схема *в*, однако в конструктивном отношении она громоздка, а в эксплуатации неудобна, так как требует большого рабочего хода силового источника и усложняет загрузку заготовки под рычаг. Схема *б* применяется в тех случаях, когда требуется изменить направление исходной силы. Схема *а* дает наиболее компактную конструкцию, однако передаточное отношение сил в ней всегда меньше единицы.

В шарнирно-рычажном зажимном механизме (в отличие от рычажного) рычаг имеет два шарнира на концах; через один из них от привода передается сила  $W$ , через второй – измененная сила зажима  $Q$  на заготовку или другой простой механизм зажима. В приспособлениях используют три разновидности шарнирно-рычажных механизмов: однорычажные, двухрычажные одностороннего действия, двухрычажные двустороннего действия [24].

В пружинных зажимных механизмах пружина является элементом, преобразующим исходную силу привода  $W$  в силу зажима  $Q$ . Сила  $Q$  определяется размером сжатия пружины. На рис. 4.14 приведены две конструктивные схемы пружинных зажимов. В схеме, приведенной на рис. 4.14, *а*, необходимое сжатие пружины 3 достигается в момент соприкосновения торцевой поверхности двигавшегося вправо штока 5 привода с поверхностью неподвижного упора 4. При таком взаимном положении элементов пружинного зажима плунжер 2 воздействует на заготовку 1 с силой  $Q$ , а избыточную силу  $Q = W - Q$  воспринимает на себя неподвижный упор.

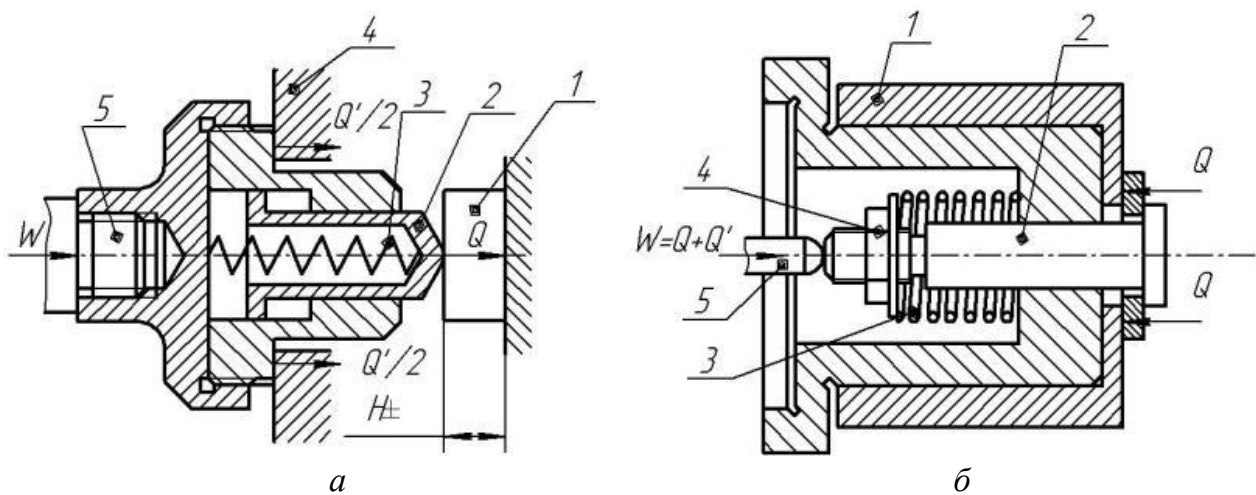


Рис. 4.14. Схемы пружинных зажимов:

а: 1 – заготовка; 2 – плунжер; 3 – пружина; 4 – упор; 5 – шток привода;

б: 1 – заготовка; 2 – тяга; 3 – пружина; 4 – гайка; 5 – шток

В схеме, представленной на рис. 4.14, б, необходимое сжатие пружины 3 достигается с помощью гайки 4 при настройке приспособления. Упругая сила  $Q$  пружины передается на заготовку 1 через шайбу, гайку 4, тягу 2, быстросъемную шайбу. Для открепления заготовки шток 5 привода силой  $W$  перемещает вправо тягу 2, дополнительно сжимая пружину 3. Пружины для таких зажимов выбирают из числа нормализованных, обеспечивающих требуемое значение  $Q$ , необходимое сжатие пружины и другие требования.

*Достоинства пружинных зажимов:*

- 1) простота конструкции;
- 2) позволяют относительно просто автоматизировать процессы закрепления и открепления заготовок.

Схема такого автоматизированного пружинного зажима, используемого при обработке на сверлильных станках, приведена на рис. 4.15. Силовым приводом здесь является шпиндель 1 станка во время движения подачи. Подвешенная к гильзе шпинделя на скалках 2 подвесная кондукторная плита 3 опускается вместе с ней вниз до упора в заготовку 4. При дальнейшем ходе гильзы пружины сжимаются, при этом упругие силы этих пружин через плиту передаются на заготовку, обеспечивая её зажим. Для нормальной работы зажимного механизма необходимо, чтобы, во-первых, к моменту начала сверления соприкасающаяся с заготовкой плита воздействовала на неё с требуемой силой  $Q$  и, во-вторых, возрастание силы  $Q$  при дальнейшем сжатии пружин, обусловленных опусканием шпинделя на длину рабочего хода, не было чрезмерным. Для этого применяют пружины с большим числом витков.

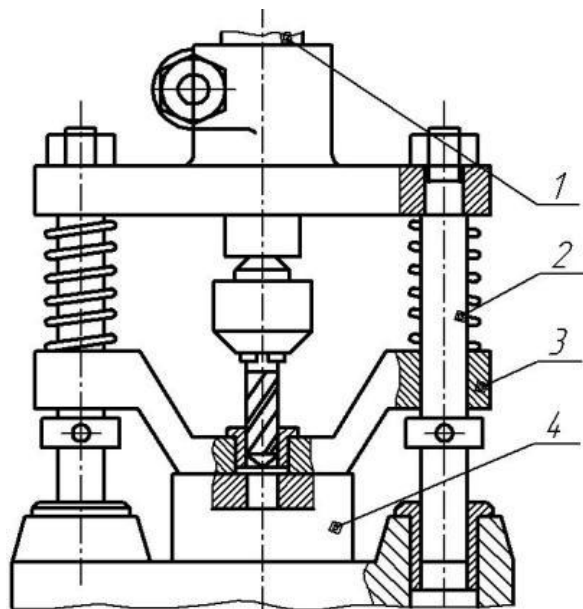


Рис. 4.15. Схема автоматизированного пружинного зажима заготовки в сверлильном приспособлении:

1 – гильза шпинделя; 2 – скалка; 3 – подвесная кондукторная плита; 4 – заготовка

Многokrатные зажимы приводятся в действие от одного силового источника и зажимают одну или несколько заготовок в нескольких точках одновременно. Применение многokrатных зажимов позволяет сократить вспомогательное время на операции. Основным требованием, предъявляемым к многokrатным зажимам, является равенство зажимных сил. Для того чтобы обеспечить равенство сил зажима, ведомые звенья механизма должны составлять сблокированную «плавающую» систему, развивающую силу зажима независимо от действительных размеров устанавливаемых в приспособлении заготовок.

Известные конструкции многokrатных зажимов приспособлений можно распределить на группы, приняв за классификационный признак направление линий действия сил зажима. По этому признаку можно выделить следующие группы многokrатных зажимов:

- 1) зажимы последовательного действия, передающие силу зажима в одном направлении от заготовки к заготовке (закрепление пакета заготовок);
- 2) зажимы параллельного действия, зажимающие детали в нескольких параллельных направлениях;
- 3) зажимы со встречными направлениями сил зажима;
- 4) зажимы с пересекающимися линиями действия сил зажима;
- 5) комбинированные механизмы, представляющие собой соединение механизмов первых групп.

На рис. 4.16, а–в, представлены зажимы параллельного действия. Зажим на рис. 4.16, а, отличается простотой и надежностью в работе, но при большом количестве устанавливаемых заготовок оказывается громоздким и неудобным.

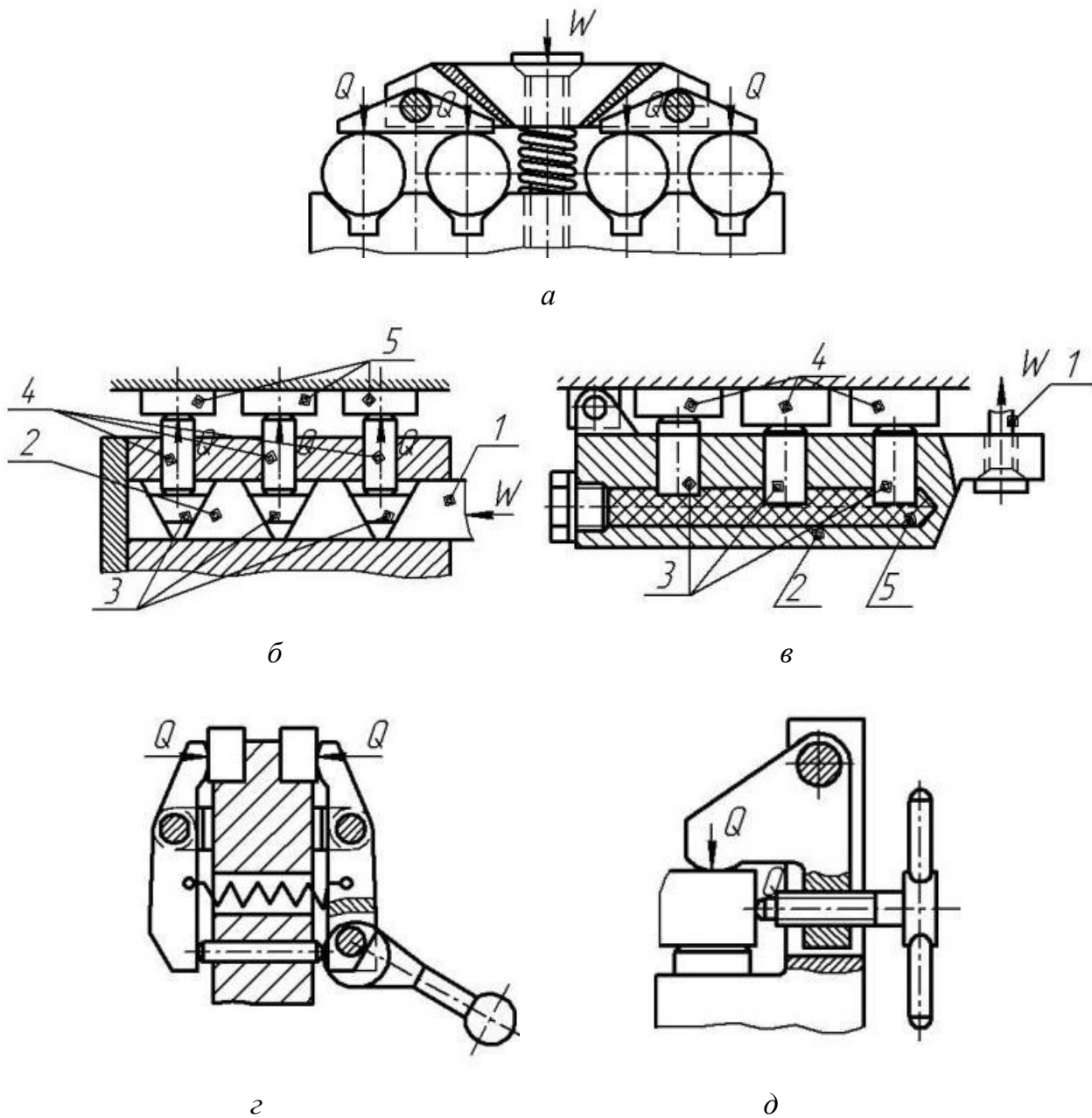


Рис. 4.16. Схемы многократных зажимов

Зажим на рис. 4.16, б, компактен. Под действием силы  $W$  система подвижных клиньев 1, 2, 3 и плунжеров 4 перемещается до тех пор, пока все плунжеры не зажмут заготовки 5. Недостатки этого зажима: 1) низкий КПД; 2) при одинаковых углах клиньев силы зажима неодинаковы из-за потерь на трение; для достижения равенства сил зажима углы клиньев следует выполнять разными, что усложняет изготовление.

Этих недостатков лишены зажимы с гидропластом – веществом в виде пасты, используемым в зажимных устройствах для передачи сил на зажимные элементы (рис. 4.16, в). Обладая свойствами жидкости, гидропласт 5 передаёт давление одинаково по всему занятому им объёму. Поэтому силовой источник через тягу 1, рычаг 2, плунжеры 3 передает одинаковую силу зажима  $Q$  на все заготовки 4.

На рис. 4.16, г, д, показаны зажимы со встречными и пересекающимися линиями действия сил зажима. При расчете сил в таких зажимах исходная сила привода равна сумме сил зажима отдельных заготовок с учетом передаточных отношений механизмов зажимов и их КПД.

### **Контрольные вопросы**

1. Зажимные механизмы станочных приспособлений и предъявляемые к ним требования. Правила приложения усилий зажима.
2. Графическое обозначение зажимных элементов по ГОСТ 3.1107–81.
3. Какие силы учитываются при определении усилий закрепления заготовки?
4. Методика расчета сил зажима.
5. Примеры расчета сил зажима.
6. Силовые соотношения в винтовых, клиновых, рычажных зажимных механизмах.

## 5. УСТАНОВОЧНО-ЗАЖИМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

### 5.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УСТАНОВОЧНО-ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Установочно-зажимные механизмы выполняют одновременно функции установочных и зажимных элементов. Поэтому звенья, выполняющие роль установочных элементов в механизме, должны быть подвижными для осуществления зажима, а для выполнения установочных функций закон их относительного движения в конструкции приспособления должен быть задан и реализован с должной точностью. Установочно-зажимные механизмы, определяющие одну плоскость симметрии устанавливаемого объекта, называют *ориентирующими*, а две взаимно перпендикулярные плоскости симметрии – *самоцентрирующими*.

Самоцентрирующие механизмы применяют в тех случаях, когда требуется обеспечить высокую точность выполняемых размеров, заданных от оси технологической базы.

Погрешность установки заготовки в самоцентрирующем приспособлении называют *погрешностью центрирования*, так как она проявляется в виде несовпадения осей обработанной и базовой поверхностей объекта. Возникает она в результате неточности изготовления и износа деталей механизма самоцентрирования.

### 5.2. КЛАССИФИКАЦИЯ САМОЦЕНТРИРУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ

Самоцентрирующие механизмы подразделяются по *форме рабочих поверхностей подвижных установочных элементов* и по *конструктивному исполнению механизмов, обеспечивающих их взаимосвязанное движение*. По первому основанию различают *призматические* и *кулачковые* механизмы, а по второму – *винтовые, реечно-зубчатые, спирально-реечные, клиновые (клиноплунжерные и клиношариковые), с рычажными центрирующими механизмами, с упругодеформируемыми элементами (цанговые, мембранные, гидропластовые)*. Границы применимости тех или иных самоцентрирующих механизмов определяются двумя их основными характеристиками – размерами присущей им погрешности центрирования и создаваемой силы зажима.

Конструктивная схема *самоцентрирующих тисков с винтовым механизмом* приведена на рис. 5.1. Благодаря использованию винта б с правой и левой резьбой и одинаковым шагом осуществляется встречное взаимосвя-

занное равное перемещение призм 4 и 5, обеспечивая тем самым центрирование закрепляемой заготовки 10. Такие механизмы имеют большую погрешность центрирования (0,3–0,5 мм). В то же время с помощью этого механизма можно создать большую силу зажима, легко скомпоновать с механизированным приводом, поэтому их широко применяют на черновых и получистовых операциях.

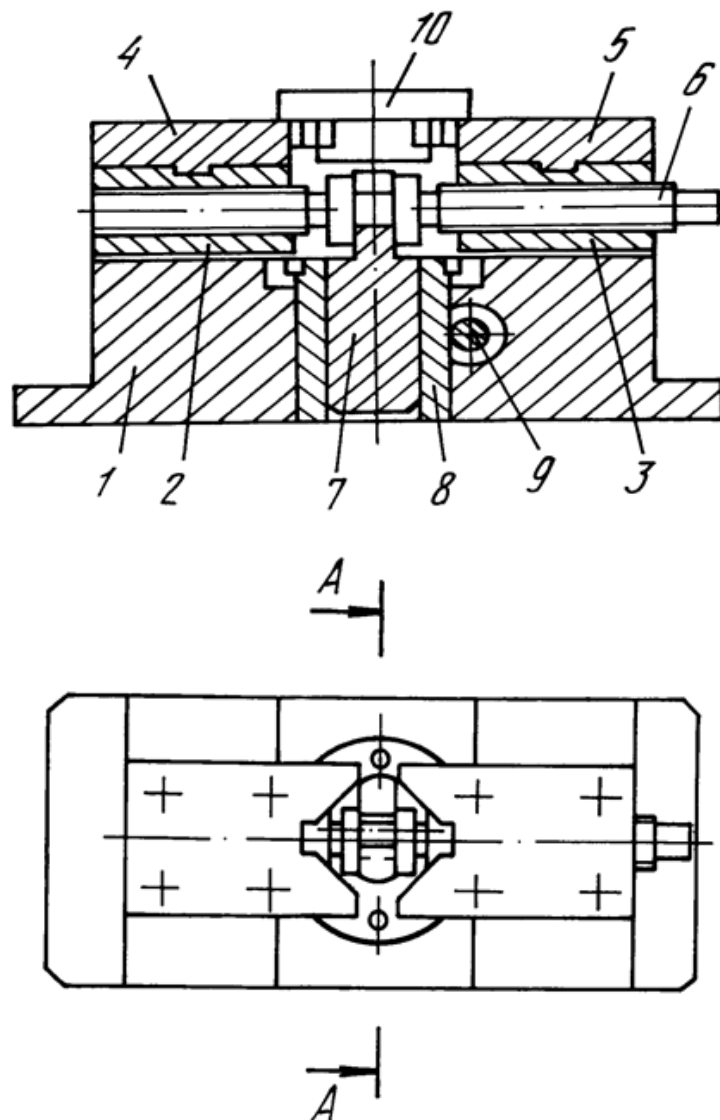


Рис. 5.1. Схема самоцентрирующих тисков с винтовым механизмом:

- 1 – корпус; 2 и 3 – ползуны с прикрепленными призмами 4 и 5;
- 6 – винт с правой и левой резьбой; 7 – вилка; 8 – втулка;
- 9 – тангенциальный зажим; 10 – заготовка

**Реечно-зубчатые механизмы** (как и винтовые) используют в тисках для обеспечения взаимосвязанного встречного перемещения установочных призм. Пример таких тисков приведен на рис. 5.2. Рейка 4 прикреплена к ползуну 5, а рейка 1 выполнена на штоке 10 привода, присоединенного к корпусу



су тисков. При перемещении штока влево он буртиком 11 толкает ползун 9 в том же направлении, а рейка 1 поворачивает зубчатое колесо 2, установленное на неподвижной оси 3, по ходу часовой стрелки. Это колесо перемещает рейку 4 и ползун 5 вправо. Призмы 6 и 8, закрепленные на ползунах, получая равное встречное перемещение, центрируют и закрепляют заготовку 7. Из схемы видно, что передаточное отношение сил в таком механизме равно единице, т. е. сила штока привода без изменений (если не учитывать силы трения) передается на заготовку, что следует учитывать при силовом расчете тисков. *Погрешность центрирования таких механизмов сопоставима с погрешностью винтовых механизмов.*

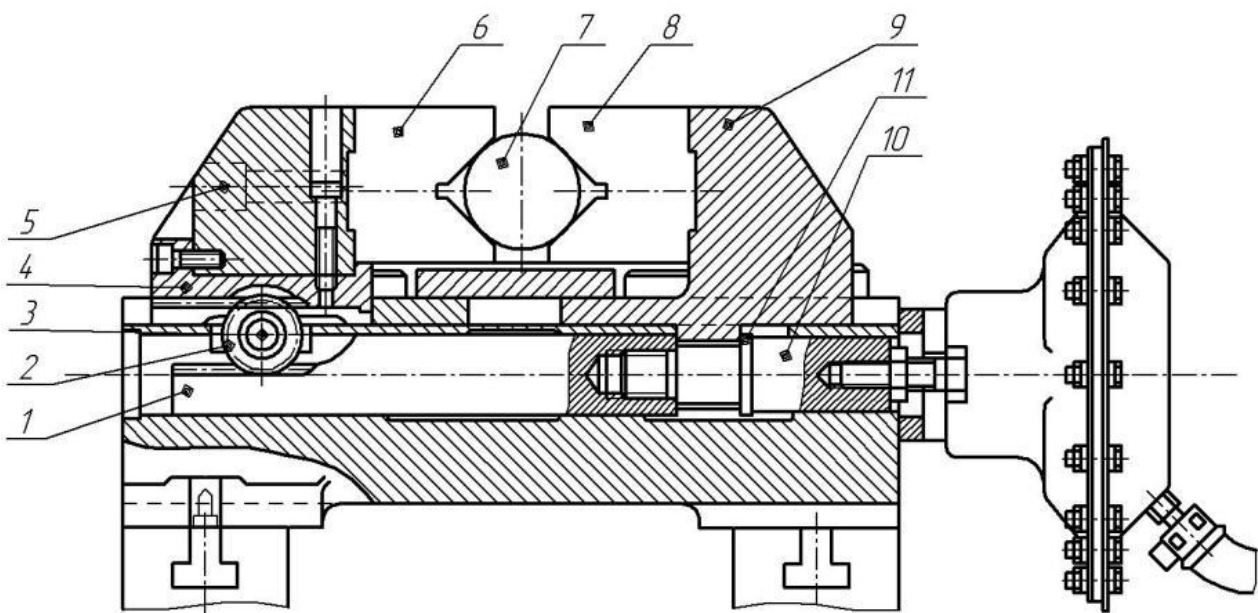


Рис. 5.2. Самоцентрирующие тиски с реечно-зубчатым механизмом:  
 1 – рейка; 2 – зубчатое колесо; 3 – неподвижная ось; 4 – рейка; 5 – ползун;  
 6 – призма; 7 – заготовка; 8 – призма; 9 – ползун; 10 – шток; 11 – буртик

**Спирально-реечные механизмы** используют для обеспечения взаимосвязанного перемещения кулачков в токарных самоцентрирующих патронах. Принципиальные схемы такого патрона приведены на рис. 5.3 и 5.4. В корпусе 1 патрона установлен диск 2, имеющий с одной стороны спиральную нарезку, с помощью которой происходит зацепление между диском и рейкой кулачков 3, с другой стороны – коническое колесо, с которым входят в зацепление три конических шестерни 4, вмонтированные в радиальные отверстия корпуса. Крышка 5 лишает диск 2 осевых перемещений и предохраняет механизм патрона от попадания стружки и грязи. При вращении с помощью ключа одной из шестерен 4 в том или ином направлении кулачки через зуб-

чатую передачу и спираль диска получают одновременное равное перемещение к центру или от него. Конструкции таких патронов стандартизованы ГОСТ 2675–71.

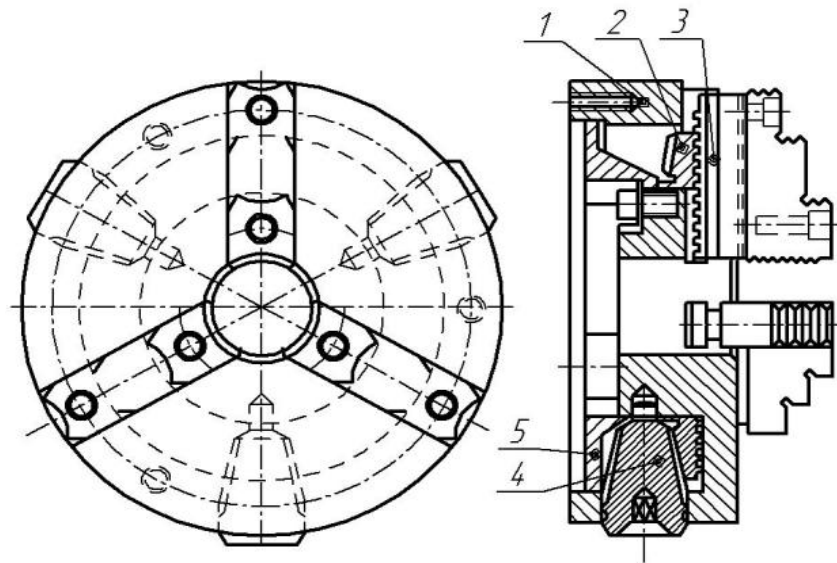


Рис. 5.3. Схема токарного спирально-реечного самоцентрирующего патрона:  
1 – корпус; 2 – диск; 3 – кулачок; 4 – коническая шестерня; 5 – крышка

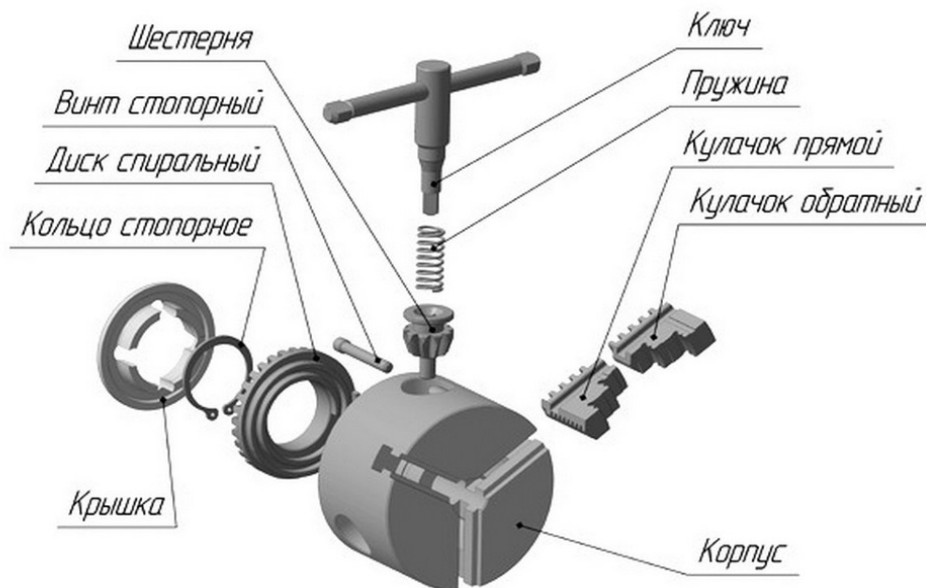


Рис. 5.4. Устройство токарного спирально-реечного самоцентрирующего патрона

**Клиноплунжерные механизмы** широко применяют в конструкциях самоцентрирующих патронов для токарной обработки при центрировании заготовок как по внутренней, так и наружной цилиндрической поверхности. Принципиальная схема такого патрона приведена на рис. 5.5. Три плунжера 2,

расположенные под углом  $120^\circ$  друг к другу в плоскости, перпендикулярной к оси патрона, перемещаются в трех радиальных пазах корпуса *1*. Радиальное перемещение плунжеров осуществляется посредством клина *3*, имеющего соответственно три клиновых скоса. Клин *3* соединен со штоком силового привода. При движении клина *3 влево* плунжеры расходятся в радиальном направлении, центрируя и закрепляя заготовку. При движении клина *3 вправо* плунжеры сходятся к центру под действием усилия сжатия пружины *4*.

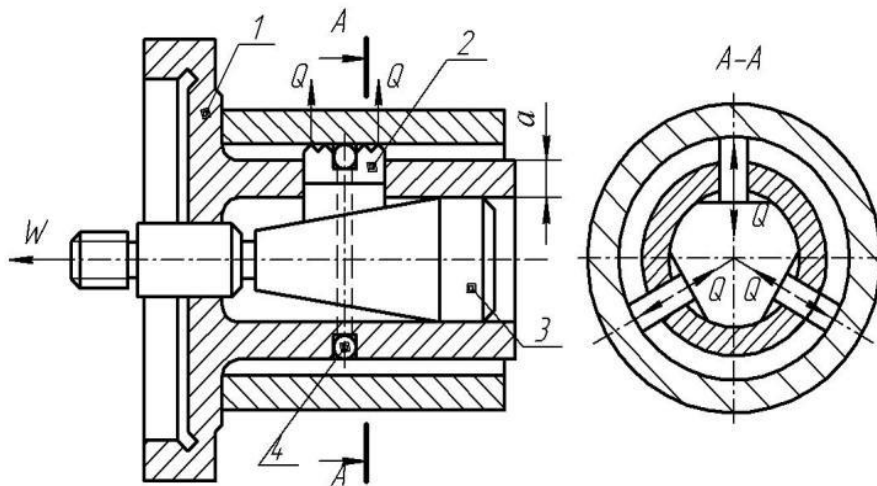


Рис. 5.5. Схема клиноплунжерного токарного патрона:  
*1* – корпус; *2* – плунжер; *3* – клин; *4* – пружина

Погрешность центрирования в клиноплунжерных механизмах составляет  $0,2-0,5$  мм. Поэтому патроны с такими механизмами обычно применяют для установки заготовок по черным базам на черновых операциях. Самоцентрирующие токарные патроны с клиноплунжерными кулачками выполняют по ГОСТ 24351–80.

**Клиношариковые механизмы** применяют в самоцентрирующих приспособлениях для токарных и шлифовальных станков при базировании заготовок по внутренней или наружной цилиндрической поверхности. Принципиальная схема такого патрона для центрирования заготовок по наружной цилиндрической поверхности приведена на рис. 5.6. В корпус *1* патрона запрессована втулка *2*, по внутренней конической поверхности которой перекатываются шарики *3*, установленные в сепараторе *4*. При движении сепаратора влево (под действием осевой силы привода) шарики под действием конической поверхности смещаются к оси патрона, центрируя и зажимая при этом заготовку *5* по наружной цилиндрической поверхности. Достоинствами такого механизма являются малые потери на трение и высокая точность центрирования.

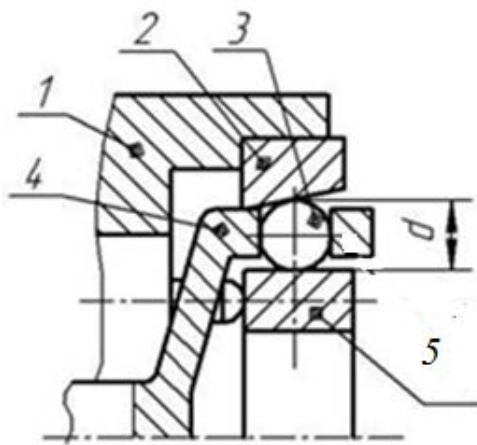


Рис. 5.6. Схема клиношарикового самоцентрирующего патрона:  
 1 – корпус; 2 – конусная втулка; 3 – шарик; 4 – сепаратор; 5 – заготовка

**В рычажных центрирующих механизмах** установочно-зажимными элементами являются или сами рычаги или кулачки, которые получают взаимосвязанные перемещения от рычагов.

На рис. 5.7 приведена схема рычажного самоцентрирующего патрона, кулачки 1 которого получают перемещение от рычагов 5, оси 4 которых закреплены в корпусе 3. Рычаги 5 получают перемещения от тяги 6, соединенной со штоком пневмоцилиндра.

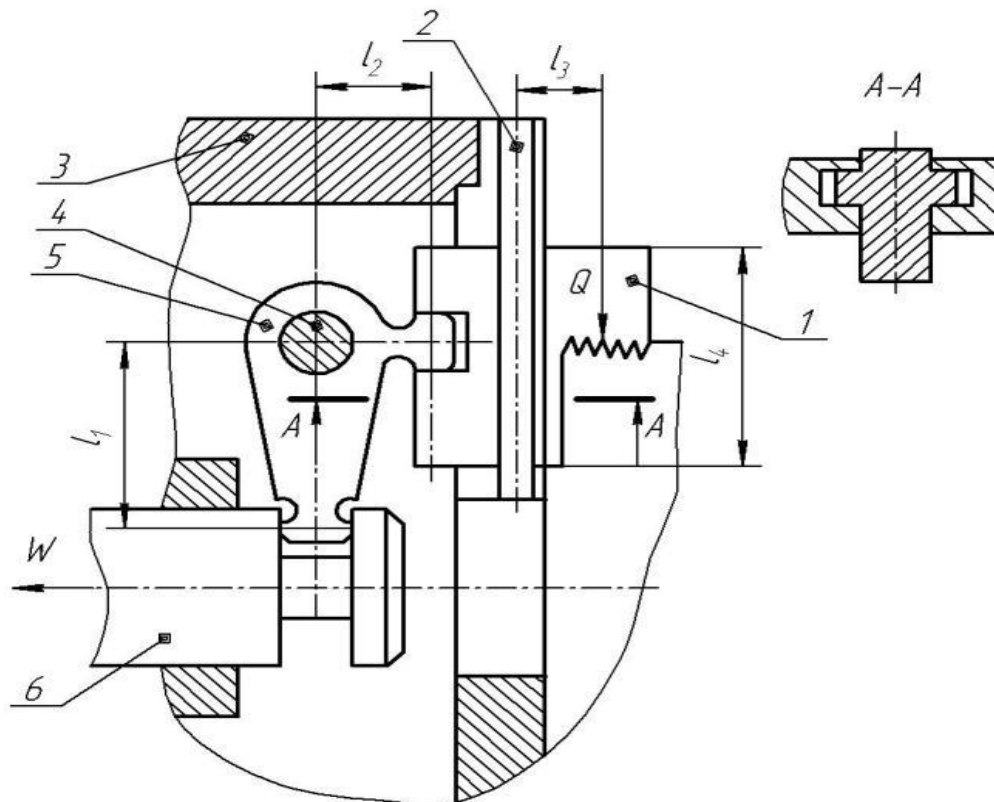


Рис. 5.7. Схема рычажного самоцентрирующего патрона:  
 1 – кулачок; 2 – крышка; 3 – корпус; 4 – ось; 5 – рычаг; 6 – тяга

Кулачки *1* перемещаются по радиальным пазам, расположенным в крышке *2* под углом  $120^\circ$  друг к другу. При движении тяги *б* влево рычаги *5* поворачиваются по ходу часовой стрелки, вызывая тем самым перемещение кулачков *1* к оси патрона, что обуславливает зажим заготовки. Движение тяги вправо вызывает радиальное движение кулачков от оси патрона и открепление заготовки.

Рычажный механизм может создавать весьма большие усилия закрепления. Погрешность центрирования патрона с таким механизмом составляет 0,1–0,3 мм. Поэтому патроны с рычажным механизмом обычно используют на черновых и получистовых операциях.

### 5.3. МЕХАНИЗМЫ С УПРУГОДЕФОРМИРУЕМЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Самоцентрирующие механизмы с большим числом сопряжений деталей, которые обеспечивают согласованное перемещение установочных элементов, имеют невысокую точность центрирования. Значительно большую точность центрирования имеют механизмы, установочные элементы которых являются составными элементами одной детали. Однако перемещения этих элементов ограничено предельной упругой деформацией детали, связанной с этими перемещениями. Такой механизм можно изготовить с высокой степенью точности и обеспечить высокую точность упругого согласованного перемещения установочных элементов. Поэтому эту группу механизмов называют *прецизионными*. К ним относятся цанговые, мембранные и гидропластовые механизмы.

**Цангами** называются разрезные пружинящие втулки, которые могут центрировать заготовки по их внешним или внутренним поверхностям (рис. 5.8). Цанговые механизмы используют для центрирования и зажима пруткового материала *разного профиля* и отдельных заготовок (рис. 5.9, 5.10).



Рис. 5.8. Цанга для закрепления заготовок с круглым поперечным сечением по наружной поверхности

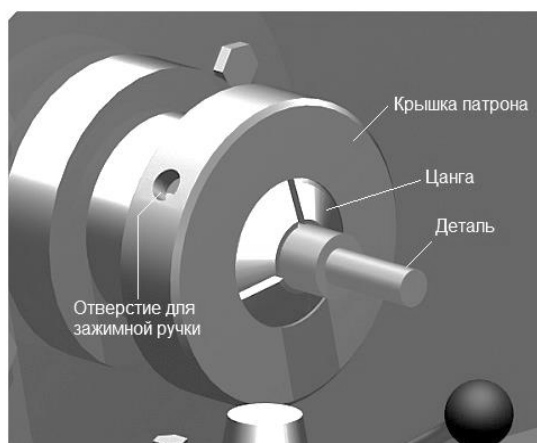


Рис. 5.9. Патрон с цангой для закрепления заготовок с круглым поперечным сечением по наружной поверхности

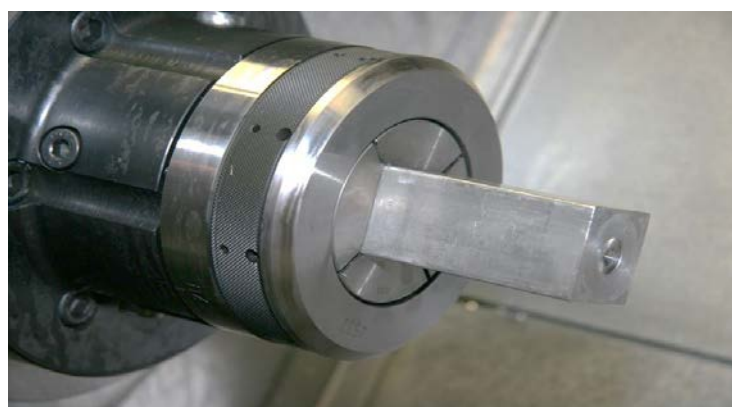


Рис. 5.10. Патрон с цангой для закрепления заготовок с квадратным поперечным сечением

На рис. 5.11, а, б, приведены конструкции цанговых механизмов для центрирования заготовок по наружной поверхности: с *тянущей цангой*, применяемой для закрепления штучных заготовок (рис. 5.11, а) (для фиксации положения заготовки в осевом направлении в устройстве должен быть предусмотрен упор); с *толкающей цангой*, применяемой обычно для закрепления пруткового материала (рис. 5.11, б) (для фиксации положения прутка в осевом направлении в устройстве также должен быть предусмотрен упор).

Продольные прорези цанги позволяют рассматривать каждый её лепесток как консольно закрепленную балку, поперечные сечения которой получают радиальные упругие перемещения при осевом движении цанги, вызванные взаимодействием конических поверхностей цанги и корпуса. Так как равные радиальные перемещения соответствующих поперечных сечений лепестков цанги происходят одновременно, то механизм благодаря этому приобретает свойство самоцентрирования.

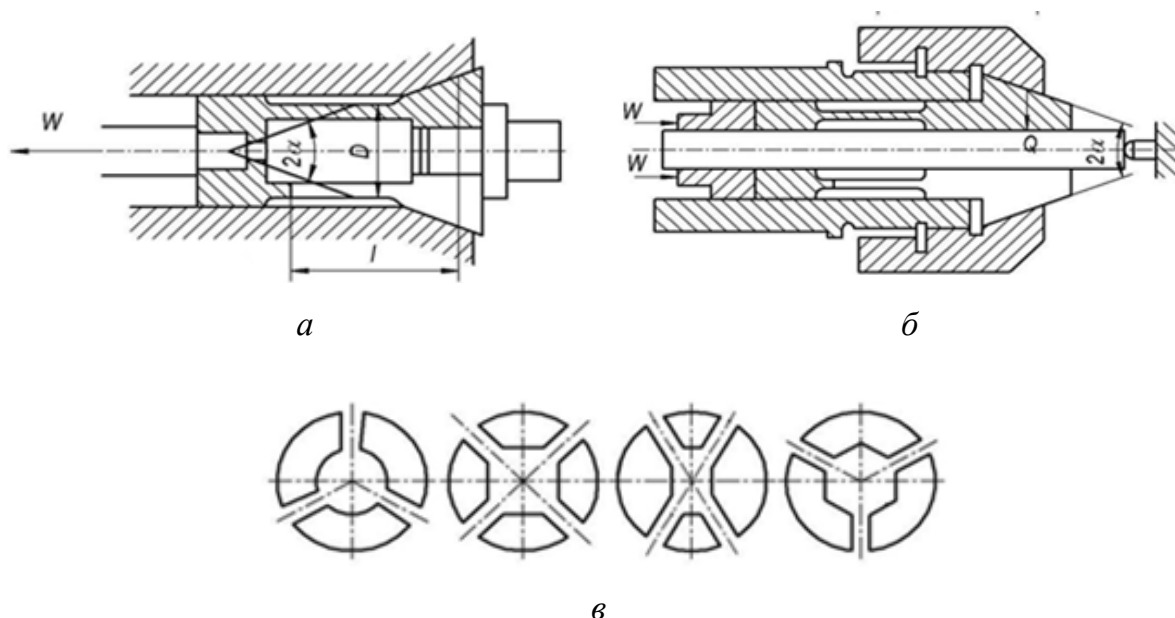


Рис. 5.11. Схема цанговых механизмов:  
 а – с тянущей цангой; б – с толкающей цангой;  
 в – профиль зажимаемых заготовок

Число лепестков цанги зависит от ее рабочего диаметра  $D$  и профиля зажимаемых заготовок (рис. 5.11, в). При  $D < 30$  мм цанга имеет три лепестка, при  $30 < D < 80$  мм – четыре, при  $D > 80$  мм – шесть (на рисунке не показаны).

Для сохранения работоспособности цанги предельная деформация ее лепестков должна быть такой, чтобы материал цанги оставался в упругой стадии нагружения. Данное требование может быть выполнено путем уменьшения допуска на базовый диаметр заготовки, который, как правило, назначается не грубее 9 квалитета.

Для изготовления цанг используют сталь У8А или 65Г, крупные цанги изготавливают из стали 15ХА или 12ХНЗА. Рабочую часть цанги закаливают до твердости HRC 55–62. Хвостовую часть подвергают отпуску до твердости HRC 30–40.

*Погрешность центрирования цанговыми патронами не превышает 0,05–0,1 мм.*

Силовой расчет цанги сводится к расчету лепестков цанги как совокупности консольно закрепленных балок с использованием зависимостей для односкосных клиньев.

**Мембранные механизмы** применяют для центрирования по наружной или внутренней цилиндрической поверхности заготовок типа дисков, колец, втулок и т. п. Ключевой деталью такого механизма является мембрана – тонкая гибкая пластинка различной конфигурации. Применяют мембраны

трех основных видов: *рожковые, чашечные, кольцевые*. Наиболее точными являются патроны, использующие *рожковые и чашечные* мембраны. В схеме, приведенной на рис. 5.12, *а*, обрабатываемая заготовка *1* закреплена силами упругости мембраны *2* посредством ее кулачков *3*. Для открепления заготовки к мембране следует приложить силу тяги *W*, которая, деформируя заготовку указанным на рис. 5.10, *б*, образом, вызовет развод кулачков.

Силовой расчет такого механизма можно свести к расчету круглой пластинки, заделанной по контуру и нагруженной равномерно распределенным по окружности расположения кулачков изгибающим моментом.

Конструкции и основные размеры мембранных патронов приведены в ГОСТ 21277–75, 21278–75, 21279–75.

Чашечные и кольцевые мембраны (тарельчатые пружины) нормализованы.

Чашечные и рожковые мембраны изготавливают из сталей 65Г, У10А, 30ХГС и подвергают термообработке до твердости HRC 40–45.

*Патроны с рожковыми и чашечными мембранами могут обеспечить точность центрирования 0,003–0,005 мм.*

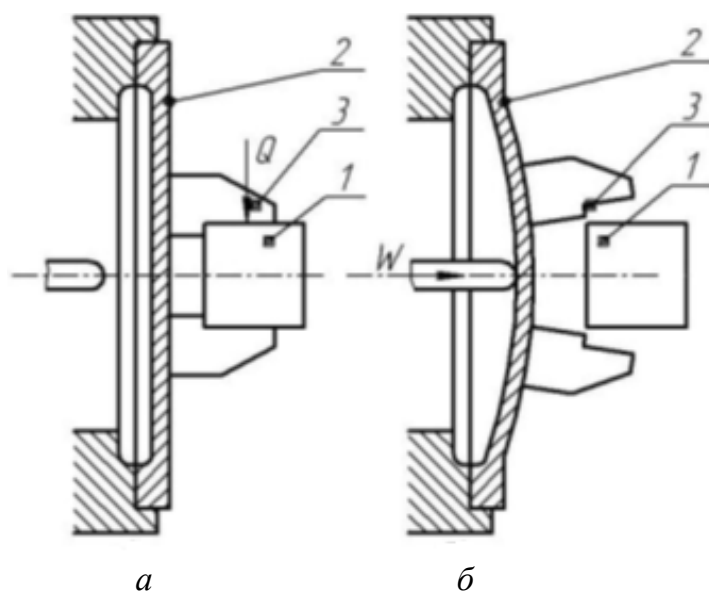


Рис. 5.12. Схема самоцентрирующего патрона с мембраной:  
1 – заготовка; 2 – мембрана; 3 – кулачок

**Кольцевые мембраны** позволяют при малых их габаритных размерах создавать значительные силы закрепления. Эти мембраны обычно применяют в виде пакетов. На рис. 5.13, *а*, показана кольцевая мембрана, а на рис. 5,13, *б*, – схема механизма с двумя пакетами мембран. На корпус *1* патрона надеты два



пакета мембран 4, между которыми расположена втулка 3. Если тяга 5 будет перемещаться *влево*, то сжимающиеся пакеты мембран будут увеличиваться в диаметре, центрируя и зажимая при этом заготовку.

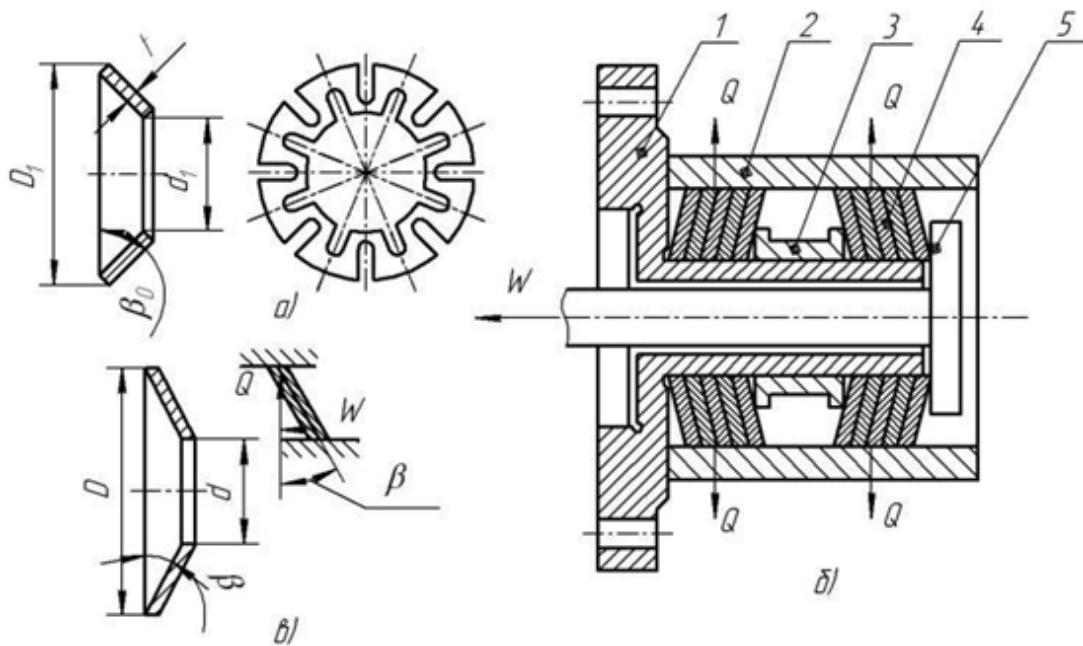


Рис. 5.13. Схема патрона с кольцевыми мембранами:  
1 – корпус; 2 – заготовка; 3 – втулка; 4 – пакет мембран; 5 – тяга

Диаметры колец могут увеличиваться на 0,15–0,4 мм в зависимости от размера. Базирующие поверхности могут быть 7–11 квалитета.

*Точность центрирования патрона с кольцевыми мембранами может быть в пределах 0,01–0,03 мм.*

Широкое распространение получили упругие патроны с использованием **гидропласта**, представляющего собой пасту поливинилхлорида, предназначенную для передачи механических усилий в зажимных приспособлениях металлорежущих станков. На рис. 5.14 показана схема такого механизма. В корпусе 1 запрессована тонкостенная втулка 4. Между корпусом и тонкостенной частью втулки расположена кольцевая замкнутая полость, заполненная гидропластом 5. Винтом 2 через плунжер 3 на гидропласт действует давление  $p$ . Это давление деформирует тонкостенную часть втулки, которая центрирует и зажимает заготовку.

Такие патроны применяют для центрирования заготовок как по наружному, так и по внутреннему диаметру. Точность базовых поверхностей закрепляемых деталей должна быть не ниже 7–9 квалитета, погрешность центрирования 0,01 мм.

Точный расчет оправки с гидропластом как упругой оболочки, нагруженной давлением  $p$ , достаточно сложен.

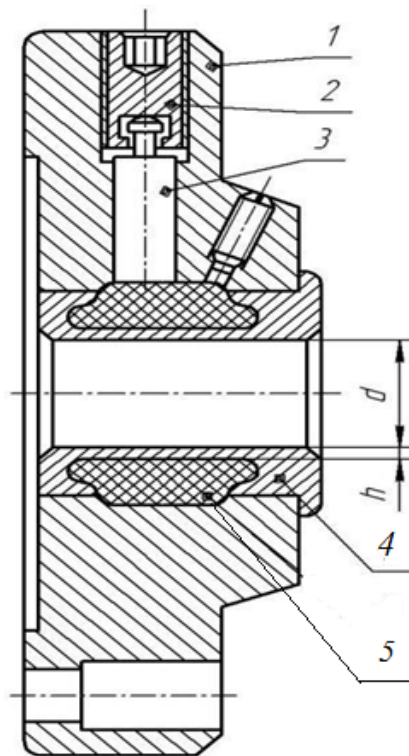


Рис. 5.14. Самоцентрирующий патрон с гидропластом:  
1 – корпус; 2 – винт; 3 – плунжер; 4 – втулка; 5 – гидропласт

Для изготовления тонкостенных втулок применяют стали марок У7А, 30ХГС, которые подвергают термообработке до твердости HRC 35-40.

### Контрольные вопросы

1. Основные функции, выполняемые установочно-зажимными механизмами в станочных приспособлениях.
2. Распространенные конструкции самоцентрирующих механизмов, применяемых в станочных приспособлениях.
3. Для чего применяют цанговые зажимы?
4. Как в цанговых зажимах предотвращают перемещение заготовки вдоль оси при ее закреплении?
5. Для чего используют мембранные патроны?
6. Конструктивные особенности самоцентрирующих патронов с гидропластом.

## 6. СИЛОВЫЕ ПРИВОДЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

### 6.1. НАЗНАЧЕНИЕ СИЛОВЫХ ПРИВОДОВ

Уровень производства во многом характеризуется степенью замены человека в трудовом процессе искусственно созданными устройствами. Современные технические средства всё в большей мере принимают на себя функции, которые прежде выполнялись человеком. Техника облегчает трудовые усилия человека, повышает их эффективность. В станочных приспособлениях ручные зажимы всё в большей степени заменяются механизированными и автоматизированными.

Основным назначением *силовых приводов* в приспособлениях является создание исходной силы тяги  $W$ , необходимой для зажима заготовок силой  $Q$ . Силовые приводы используют также для механизации и автоматизации приемов загрузки и выгрузки заготовок, поворота приспособления, включения и выключения станка, удаления стружки, транспортирования деталей и др. *Силовой агрегат* привода представляет собой преобразователь какого-либо вида энергии в механическую, необходимую для выполнения приводом названных выше функций. По виду преобразуемой энергии приводы подразделяются на пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электрические, электромагнитные, магнитные, вакуумные, центробежно-инерционные, от сил резания, от движущихся частей станка и др.

По степени автоматизации различают механизированные и автоматизированные приводы.

### 6.2. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ, ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ВАКУУМНЫЕ ПРИВОДЫ

Исходной энергией в *пневматических приводах* является *энергия сжатого воздуха*. Пневмопривод широко используют в приспособлениях благодаря его быстрдействию, простоте конструкции, легкости и простоте управления, надежности и стабильности в работе.

*Недостатки пневмопривода:*

- 1) неплавное перемещение штока;
- 2) большие габаритные размеры силовых агрегатов из-за низкого давления воздуха;
- 3) шум при выпуске отработанного воздуха.

Пневмопривод включает в себя следующие основные части:

- 1) источник сжатого воздуха – обычно цеховая или заводская компрессорная установка;
- 2) силовой агрегат – *пневмодвигатель*, преобразующий энергию сжатого воздуха в силу  $W$  на штоке;
- 3) пневмоаппаратура – контролирующие приборы, распределительные, предохранительные устройства и т. д.;
- 4) воздухопроводы.

Пневмодвигатель, как правило, komponуют в одну конструкцию с приспособлением. Остальные составные части пневмопривода размещают вне приспособления, с которым их соединяют с помощью *воздухопроводов*.

В приспособлениях применяют в основном поршневые (пневмоцилиндры, рис. 6.1) и диафрагменные (пневмокамеры, рис. 6.2) пневмодвигатели. Пневмокамеры рекомендуется применять в тех приспособлениях, для которых пневмоцилиндры оказываются слишком громоздкими.

*Рабочий ход штока* пневмокамеры ограничен величиной возможной упругой деформации диафрагмы, у пневмоцилиндра же рабочий ход может изменяться в широких пределах.

*Уплотнения* являются ответственными конструктивными элементами пневмодвигателей. Уплотнения применяют в местах, где возможна утечка воздуха: в кольцевых зазорах между поршнем и цилиндром, штоком и крышкой, в неподвижных соединениях. Уплотнения, испытывающие трение, довольно быстро изнашиваются (обычно срок их службы не превышает 10 тыс. циклов). Диафрагмы более долговечны: срок их службы до 600 тыс. циклов.

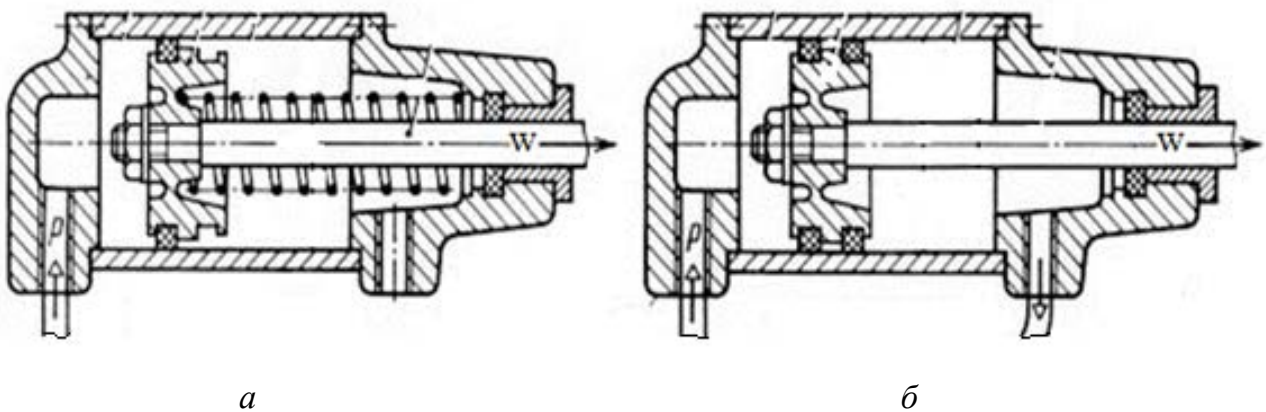


Рис. 6.1. Пневмоцилиндры (а) одностороннего и (б) двустороннего действия:

Условные обозначения:  $W$  – усилие на штоке пневмоцилиндра;

$P$  – давление воздуха на входе

По источнику энергии обратного (холостого) хода различают пневмодвигатели *одностороннего* и *двустороннего* действия. В пневмодвигателях одностороннего действия рабочий ход осуществляется под действием сжатого воздуха, а холостой – под действием усилия пружины (рис. 6.1, *а*, рис. 6.2, *а*). В пневмодвигателях двустороннего действия как рабочий, так и холостой ход осуществляется под действием сжатого воздуха (рис. 6.1, *б*, рис. 6.2, *б*).

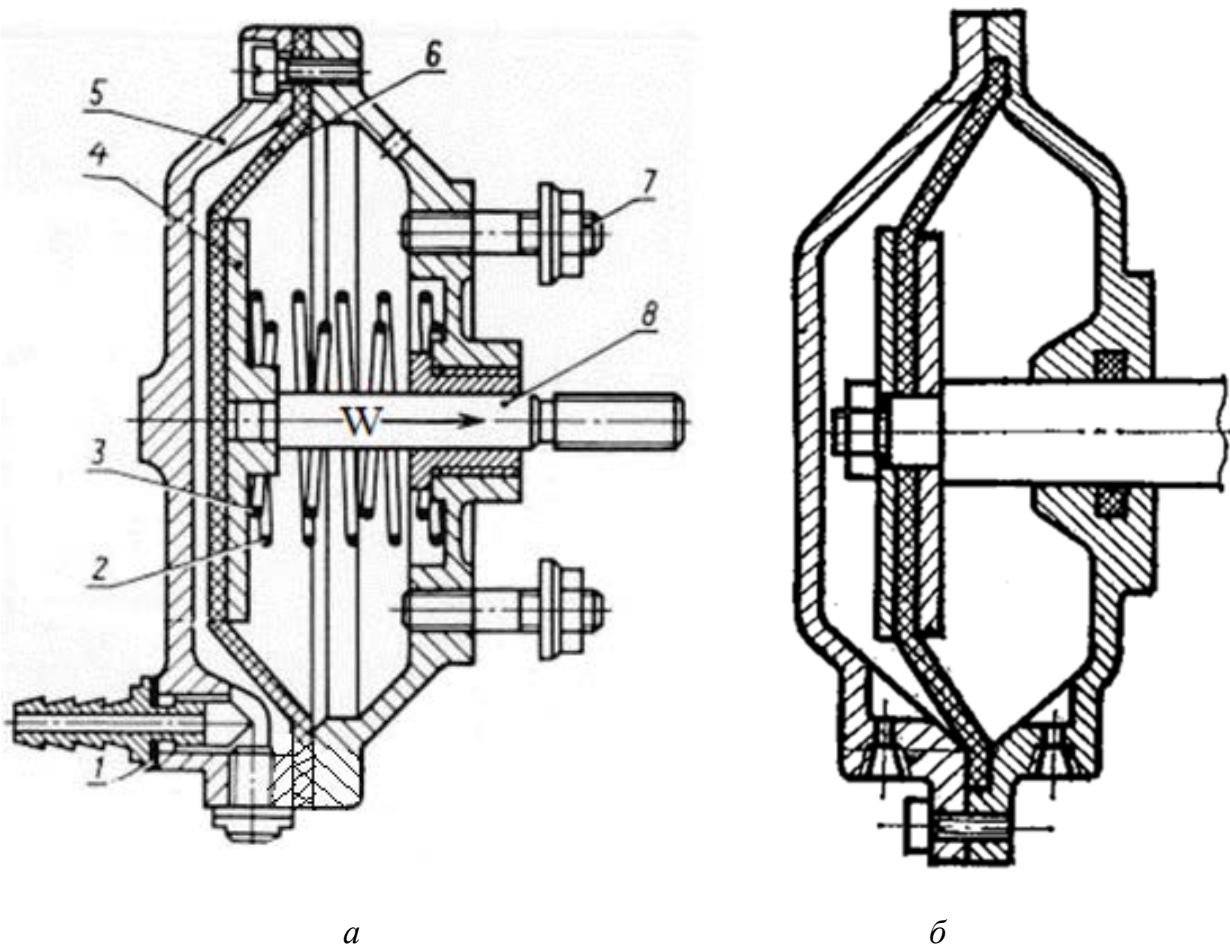


Рис. 6.2. Пневокамера одностороннего (*а*) и двустороннего (*б*) действия:  
 1 – штуцер; 2, 3 – пружины; 4 – стальной диск; 5 – корпус;  
 6 – диафрагма; 7 – шпилька; 8 – шток; *W* – усилие на штоке

Пневмодвигатели одностороннего действия применяют в следующих случаях:

- 1) когда не требуется большой ход штока;
- 2) когда на обратном ходе не требуется большой силы для отвода зажимных элементов в исходное положение.

По методам компоновки с приспособлением пневмодвигатели могут быть *прикрепляемыми, встроенными, агрегатируемыми*.

*Прикрепляемые пневмодвигатели* – нормализованные агрегаты, которые прикрепляют к корпусу приспособления. При износе пневмодвигателя он может быть легко заменен новым. Если данное приспособление снимают с производства, то работоспособный пневмодвигатель этого приспособления можно использовать в другом приспособлении. Такие пневмодвигатели применяют в серийном и массовом производстве. Прикрепляемые пневмодвигатели бывают трех типов, отличающихся друг от друга способом прикрепления к корпусу приспособления: *неподвижные, качающиеся и вращающиеся*.

*Неподвижные пневмодвигатели* крепят к приспособлению с помощью ножек или фланцев (рис. 6.3, а, б).

*Качающиеся пневмодвигатели* позволяют устранить изгиб штока при соединении его с качающимся рычагом. Крепление пневмодвигателя к корпусу осуществляют с помощью специально отлитого ушка на крышке цилиндра (рис. 6.3, в).

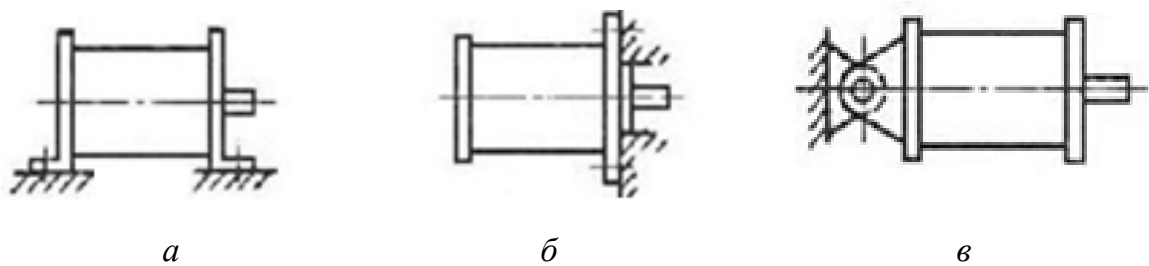


Рис. 6.3. Виды пневмодвигателей в зависимости от способа их крепления к корпусу приспособления:  
а, б – неподвижные; в – качающиеся

*Вращающиеся цилиндры* используют на токарных и круглошлифовальных станках (для закрепления заготовок), а также в поворотных приспособлениях. На шпинделе станка их укрепляют с помощью переходной планшайбы. Пневматический привод обеспечивает быстрое закрепление и раскрепление заготовок без физического усилия человека. Сжатый воздух под давлением 0,4–0,6 МПа поступает к пневмоприводу станка из цеховой воздушной сети.

На рис. 6.4 показана схема пневматического привода токарного кулачкового патрона (с вращающимся цилиндром). Сжатый воздух из сети через входной кран поступает во влагоотделитель, проходит через регулятор давления, маслораспылитель и поступает в распределительный кран.

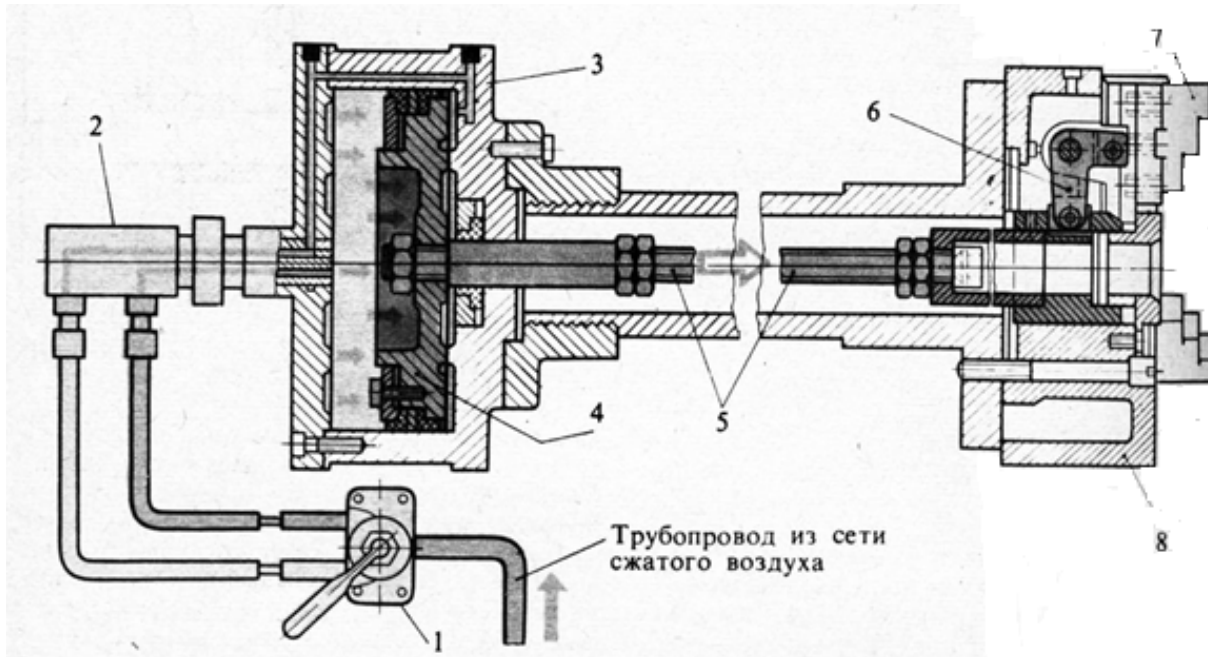


Рис. 6.4. Схема пневматического привода токарного кулачкового патрона:  
 1 – распределительный кран; 2 – приемная муфта; 3 – пневмоцилиндр; 4 – поршень;  
 5 – тяга; 6 – двуплечий рычаг; 7 – зажимной кулачок; 8 – корпус патрона

При закреплении заготовки путем придания рукоятке распределительного крана 1 соответствующего положения сжатый воздух направляется по соответствующему шлангу в приемную муфту 2, а оттуда поступает в правую полость рабочего цилиндра 3 и давит на поршень, вызывая его и тяги 5 осевое перемещение влево. Тяга воздействует на двуплечий рычаг, который, поворачиваясь по ходу часовой стрелки, вызывает перемещение к оси зажимных кулачков 7 по радиальным пазам корпуса 8 патрона и таким образом закрепляет заготовку.

Для раскрепления заготовки рукоятке распределительного крана придают соответствующее положение, в результате чего сжатый воздух поступает в левую полость рабочего цилиндра. Перемещаясь в обратном направлении, поршень через тягу и двуплечий рычаг раздвигает кулачки и тем самым освобождает заготовку.

От пневмопривода может работать и цанговый патрон, при этом тяга вызывает осевое перемещение цанги, которая, вдвигаясь своей наружной конической поверхностью в коническую расточку корпуса, сжимается и тем самым закрепляет заготовку.

Пневмоцилиндр вращается вместе со шпинделем станка, а муфта, обеспечивающая подачу воздуха от неподвижных частей пневмопривода во вращающуюся систему, не должна вращаться. На рис. 6.5 дана конструкция

такой муфты. Корпус 2 муфты устанавливают на валик 1, закрепленный во вращающемся цилиндре. В валике 1 имеются два канала, которые направляют сжатый воздух от штуцеров 4 в одну и другую полости цилиндра. Манжеты 3 изолируют каналы друг от друга.

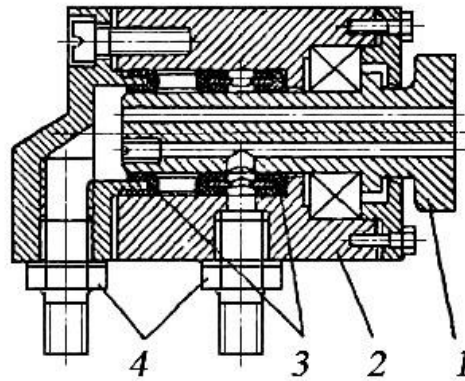


Рис. 6.5. Муфта двустороннего действия для подвода сжатого воздуха к вращающимся пневмоцилиндрам:  
1 – валик; 2 – корпус муфты; 3 – манжеты; 4 – штуцера

Конструкции прикрепляемых пневмодвигателей нормализованы и стандартизованы в пределах рабочих диаметров 25–400 мм (стационарные пневмоцилиндры – по ГОСТ 15608–70, вращающиеся – по ГОСТ 16683–71). При разработке оригинальных по креплению к корпусу приспособления пневмоцилиндров рекомендуется использовать стандартные гильзы, поршни, штоки и т. д.

*Встроенные пневмодвигатели* отличаются тем, что полость под поршень или диафрагму выполняют непосредственно в корпусе приспособления, при этом стремятся максимально использовать стандартные и нормализованные поршни, штоки, уплотнения и другие элементы.

Встроенные пневмодвигатели являются специальными и повторного использования, как правило, не предусматривают. Данный подход, применяемый при конструировании приспособлений, позволяет создавать их компактными. На рис. 6.6 приведен пример применения встроенного пневмодвигателя.

Встроенные пневмодвигатели применяют в крупносерийном и массовом производстве.

*Агрегируемый пневмодвигатель* представляет собой самостоятельное устройство, закрепляемое на станке отдельно от приспособления. Часто в конструкцию агрегируемого пневмодвигателя вводят рычажный усилитель. Таким пневмодвигателем можно приводить в действие несколько устанавлива-



емых на станке приспособлений для закрепления заготовок. Такие приводы применяют в серийном производстве. На рис. 6.7 представлен универсальный пневмоцилиндр. При движении поршня 2 и вилки 3 вниз под действием сжатого воздуха, поступающего через штуцер 1, рычаг 4 поворачивается по ходу часовой стрелки вокруг оси, перемещая при этом шток 5 вверх. Движение штока передается приспособлениям, установленным на станке.

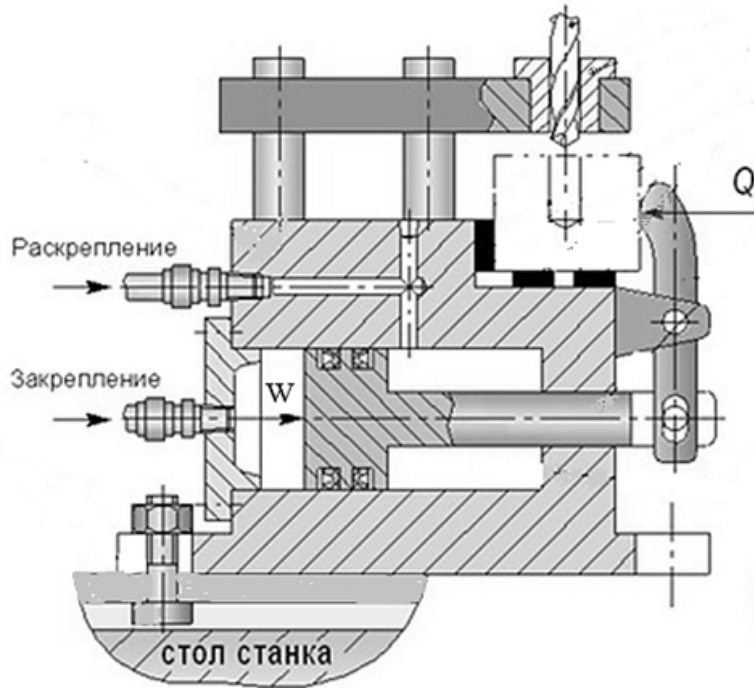


Рис. 6.6. Пример применения встроенного пневмодвигателя

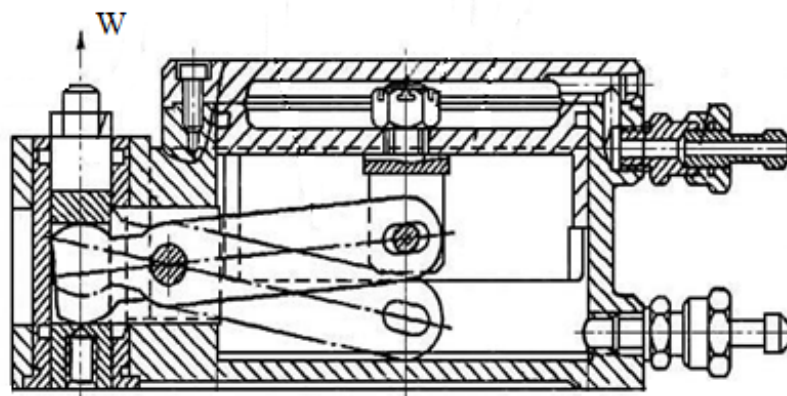


Рис. 6.7. Агрегируемый пневмоцилиндр с рычажным усилителем:  
1 – штуцер; 2 – поршень; 3 – вилка; 4 – рычаг; 5 – шток

В гидроприводах исходной энергией является потенциальная энергия (энергия давления) рабочих жидкостей (обычно масла). По принципу работы гидравлические зажимные устройства не отличаются от аналогичных пневматических устройств.

Гидропривод по сравнению с пневмоприводом имеет следующие *преимущества*:

1. Резко уменьшает габаритные размеры силовых агрегатов, а следовательно, и всего приспособления, поскольку давление масла достигает 6–8 МПа (в 10–39 раз выше, чем воздуха). При этом сокращается расход металла для изготовления приспособления, увеличивается его жесткость, что позволяет вести обработку на более высоких режимах резания.

2. Позволяет силу, необходимую для закрепления заготовки, создавать непосредственно гидроцилиндром без применения дополнительных механизмов-усилителей. Это упрощает конструкцию приспособления, повышает его КПД.

3. Дает возможность осуществлять многократный зажим без применения механизмов-усилителей путем компоновки нужного числа цилиндров, управляемых одним золотником. Как правило, приспособление в этом случае получается с меньшим числом звеньев, более компактным и дешевым.

4. Благодаря небольшим размерам гидроцилиндров позволяет создавать удобные агрегируемые приводы для приспособлений серийного производства.

5. Работает плавно и бесшумно.

6. Рабочая жидкость гидроцилиндров одновременно выполняет и функции смазки, предохраняя движущиеся части от износа и коррозии.

7. Небольшие размеры гидроцилиндров позволяет размещать их на подвижных частях приспособления (плавающие цилиндры).

*Недостатки гидропривода:*

1. Высокая первоначальная стоимость (за счет сложности нагнетательных аппаратов, управляющей и контрольно-регулирующей аппаратуры).

2. Повышенные требования к эксплуатации в целях предупреждения утечки масла.

В связи с этим наиболее эффективно применение гидропривода в приспособлениях, предназначенных для гидрофицированных станков, при подключении его к гидросистеме станка.

Если станок не гидрофицирован, то создание специального гидропривода для приспособления, ввиду его высокой стоимости, эффективно только в условиях массового и крупносерийного производства. Стремление использовать достоинства гидропривода в приспособлениях для серийного производства привело к агрегированию гидроприводов, которые обслуживают не-

сколькo приспособлений, что значительно сокращает эксплуатационные расходы, приходящиеся на каждое приспособление.

В пневмогидравлическом приводе исходной энергией является потенциальная энергия сжатого воздуха, которая преобразуется сначала в энергию сжатой жидкости, а затем уже в силу на штоке. Создание пневмогидропривода представляет собой попытку использовать одновременно достоинства пневмо- и гидроприводов. Принципиальная схема пневмогидравлического привода показана на рис. 6.8.

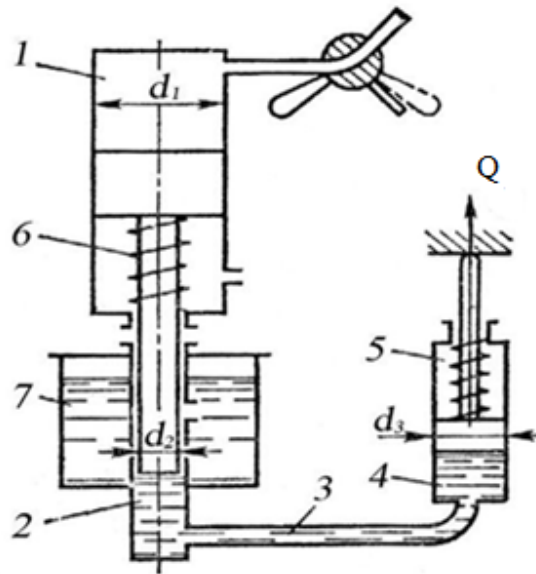


Рис. 6.8. Принципиальная схема пневмогидравлического привода:  
 1 – пневмоцилиндр; 2 – гидроцилиндр; 3 – трубопровод;  
 4 – гидроцилиндр; 5, 6 – пружины; 7 – резервуар

Сжатый воздух из цеховой сети поступает в пневмоцилиндр 1 диаметром  $d_1$ , шток которого диаметром  $d_2$  является поршнем гидроцилиндра 2. Масло из гидроцилиндра 2 поступает по трубопроводу 3 в гидроцилиндр 4 диаметром  $d_3$ , шток которого передает силу  $Q$ . На поршень диаметром  $d_3$  гидроусилителя будет действовать удельное давление, превышающее давление воздуха в пневмосети в  $(d_1/d_2)/2$  раза. Обратный ход поршней цилиндров 1 и 4 осуществляется за счет усилий пружин 5 и 6. Если рабочий ход поршней велик, то обратный ход может осуществляться на основе использования сжатого воздуха. Резервуар 7 служит для пополнения утечек масла в системе. Конструктивно вся схема может быть выполнена либо в виде единого блока, либо с отдельно вынесенным гидроцилиндром 4. Во втором случае компактный цилиндр 4 устанавливают вместе с приспособлением, а блок цилиндров 1 и 2 устанавливается вне рабочей зоны станка.

Существенным достоинством гидроусилителей является то, что при их применении отпадает необходимость в сложной системе гидропривода.

В приспособлениях с *вакуумным приводом* закрепление заготовки осуществляется под действием атмосферного давления. Их применяют на чистовых операциях для закрепления относительно тонкостенных, подверженных деформациям заготовок из различных материалов с плоской базовой поверхностью.

На рис. 6.9 представлены принципиальные схемы вакуумных зажимных устройств. Заготовку 3 устанавливают на установочную поверхность корпуса 1 приспособления, из полости 4 которого затем отсасывается воздух (рис. 6.9, а). Чем меньше объем этой полости, тем меньше времени требуется для срабатывания устройства, поэтому объем этой полости должен быть минимальным. Атмосферное давление прижимает заготовку к корпусу. Для обеспечения герметичности в системе установлено уплотнение 2 из резинового шнура. При установке тонкостенной заготовки с чистой шлифованной базой допускается применение приспособлений без уплотнений. В этом случае на установочной плоскости корпуса 1 делается ряд мелких, близко расположенных отверстий, из которых отсасывается воздух, в результате чего и происходит многоточечный прижим заготовки 2 к установочной плоскости (рис. 6.9, б).

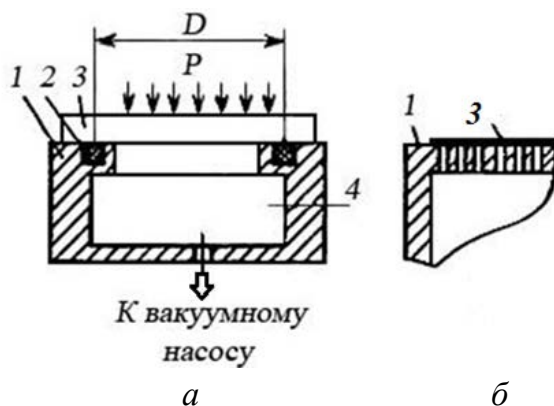


Рис. 6.9. Схема вакуумного зажима:

1 – корпус; 2 – уплотнение; 3 – заготовка; 4 – полость

Сила, прижимающая заготовку:

$$Q = F (1,033 - P)K,$$

где  $F$  – полезная площадь прижима,  $\text{см}^2$  (площадь, ограниченная резиновым уплотнением, или суммарная площадь отверстий в крышке); 1,033 – атмосферное давление, бар;  $P$  – остаточное давление в вакуумной камере, бар;  $K$  – коэффициент герметичности вакуумной системы ( $K = 0,8-0,85$ ).

### 6.3. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ И МАГНИТНЫЕ ПРИВОДЫ

*Электромеханический привод* представляет собой электродвигательное устройство с муфтой тарирования крутящего момента. Эти приводы используют в приспособлениях станков токарно-револьверной группы, агрегатных станков, в приспособлениях-спутниках автоматических линий. Схема такого привода приведена на рис. 6.10. Вращение от электродвигателя 1 на винт 6 передается через редуктор 2 и кулачковую муфту 3. Вращающийся винт перемещает вдоль своей оси влево гайку 7 с тягой 8 зажимного механизма. При достижении силой  $Q$  зажима заготовки требуемого числового значения правая половина муфты 3, сжимая пружину 4, перемещается вправо. Срабатывающий при этом концевой выключатель отключает электродвигатель. Численное значение силы зажима заготовки можно регулировать путем изменения затяжки пружины с помощью гайки 5.

Открепление заготовки осуществляется при реверсировании электродвигателя 1.

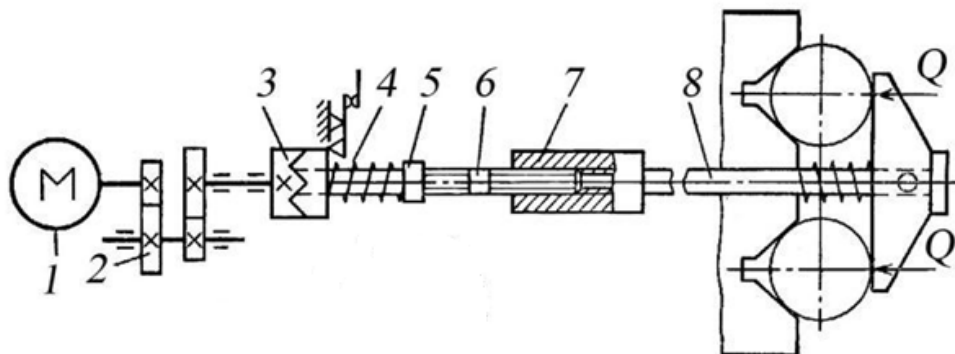


Рис. 6.10. Схема электромеханического привода:

1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – кулачковая муфта;  
4 – пружина; 5 – гайка; 6 – винт; 7 – гайка; 8 – тяга

*Электромагнитные зажимные устройства* применяют обычно в виде плит и планшайб для закрепления стальных и чугуновых заготовок с плоской базовой поверхностью.

*Достоинства* электромагнитных приводов:

- 1) равномерное распределение силы притяжения по всей опорной поверхности заготовки, что резко снижает погрешность закрепления;
- 2) высокая жесткость приспособления;
- 3) свободный доступ к обрабатываемым поверхностям заготовки;
- 4) удобство управления приводом.

На рис. 6.11 показана схема электромагнитного привода, состоящего из корпуса 1, в котором находятся электромагниты 6, крышки 2, в которой заключены полюсники 3. Полюсники окружены изоляцией из немагнитного материала 4. Заготовку 5 устанавливают на крышку 2, которой перекрывают полюсники. Заготовка, являясь проводником магнитного потока, замыкает магнитный поток между двумя полюсниками, что придавливает ее к зеркалу плиты (магнитный поток показан на рис. 6.11 тонкими линиями).

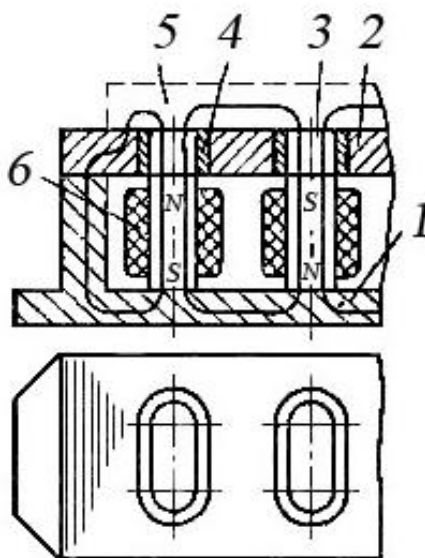


Рис. 6.11. Схема электромагнитного привода:  
 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – полюсник;  
 4 – изоляция; 5 – заготовка; 6 – электромагнит

Сила притяжения заготовки зависит от материала, габаритных размеров и шероховатости опорной поверхности заготовки и от характеристики магнитной плиты. При закреплении тонкостенных заготовок величина силы притяжения зависит от толщины заготовки. Это связано с тем, что при малой толщине заготовки не весь магнитный поток замыкается через нее, часть его рассеивается в окружающее пространство. С увеличением толщины заготовки сила притяжения увеличивается, а при толщинах, больших ширины полюсников – стабилизируется. С увеличением высоты микронеровностей базовой поверхности заготовки увеличивается воздушный зазор между заготовкой и полюсниками и сила притяжения уменьшается. Силы, развиваемые электромагнитами, невелики, поэтому их применяют на отделочных операциях.

Электромагнитные приспособления стандартизованы, их выпускают на специализированных заводах.

Значительное расширение возможностей применения электромагнитных плит дают переходники (наставки), которые устанавливаются на плиту. Переходники дают возможность закреплять заготовки, имеющие сложную форму базовой поверхности, или плоские заготовки под углом.

**В магнитных зажимных устройствах** установлены постоянные магниты. Удерживаемая заготовка является якорем, через который замыкается магнитный силовой поток. Для открепления заготовки магнит должен быть сдвинут или повернут с тем, чтобы магнитный поток замкнулся, минуя заготовку.

На рис. 6.12 показана магнитная призма для закрепления цилиндрических заготовок. При горизонтальном положении магнита *1* (рис. 6.12, *а*) магнитный силовой поток проходит через обе щеки *2* и *3* призмы, разделенные немагнитной пластиной *4*, и прижимает заготовку *5* к призме. При вертикальном положении магнита (рис. 6.12, *б*) магнитный поток замыкается в корпусе и заготовка освобождается от сил притяжения.

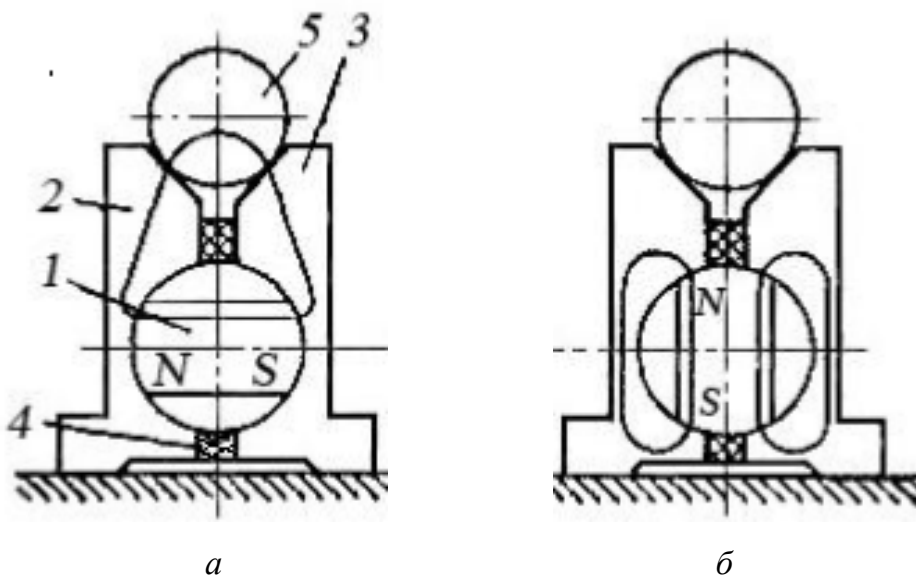


Рис. 6.12. Схема магнитного привода:

*1* – магнит; *2, 3* – щеки призмы;

*4* – немагнитная пластина; *5* – заготовка

Магнитные приводы имеют преимущества перед электромагнитным, так как у них отсутствует необходимость питания током, а следовательно, они более безопасны в работе и имеют меньшую стоимость эксплуатации. Магнитные зажимные устройства, так же как и электромагниты, представляют собой в основном плиты и планшайбы.

## 6.4. ЦЕНТРОБЕЖНО-ИНЕРЦИОННЫЕ ПРИВОДЫ И ПРИВОДЫ ОТ ДВИЖУЩИХСЯ ЧАСТЕЙ СТАНКА И СИЛ РЕЗАНИЯ

Центробежно-инерционные приводы применяют в быстроходных станках токарной группы. Достоинства этих устройств состоят в том, что они не требуют дополнительного источника энергии, просты в изготовлении и эксплуатации, включаются автоматически. На рис. 6.13 показана схема центробежно-инерционного привода. Грузы 2 надеты на большие плечи рычагов 5, меньшие плечи связаны с тягой 6, расположенной в отверстии шпинделя 7. Корпус 1 привода закреплен на заднем конце шпинделя 7. При вращении шпинделя 7 грузы расходятся, поворачивая рычаги вокруг осей 4, при этом тяга 6 перемещается и приводит в действие зажимной механизм, установленный на переднем конце шпинделя станка. Возвращение грузов в исходное положение и раскрепление заготовки производится пружинами 3 после остановки шпинделя. Регулирование силы зажима осуществляется путем перемещением грузов по большим плечам рычагов.

Силу тяги рассчитывают по формуле

$$W = \left( \frac{GR\omega^2}{g} - q \right) \frac{l_2}{l_1} \eta_p n,$$

где  $G$  – вес груза, Н;  $\omega$  – угловая скорость вращения относительно оси шпинделя,  $\text{с}^{-1}$ ;  $g$  – ускорение силы тяжести,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $q$  – сила сопротивления пружины, Н;  $l_1$  и  $l_2$  – размеры плеч рычага;  $\eta_p$  – КПД устройства;  $n$  – число грузов.

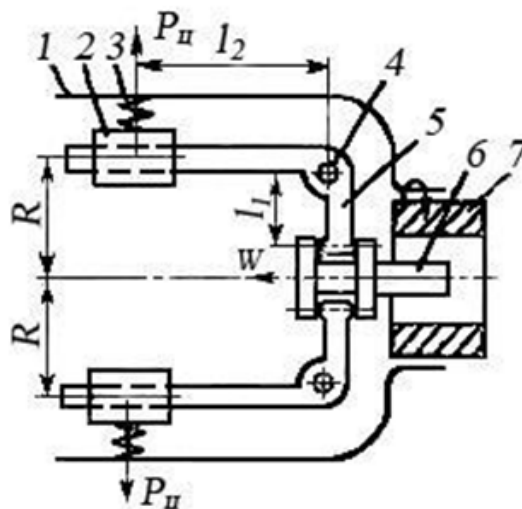


Рис. 6.13. Схема центробежно-инерционного привода:

1 – корпус; 2 – груз; 3 – пружина; 4 – ось;  
5 – рычаг; 6 – тяга; 7 – шпиндель



## Приводы от движущихся частей станка и сил резания

На сверлильных и фрезерных станках для привода зажима часто используют *движение подачи*. Зажимной механизм в этом случае обязательно должен содержать упругое звено (пружину, мембрану и т. п.), необходимое для компенсации колебаний размеров заготовок. Пример закрепления заготовки на сверлильном станке с использованием *движения подачи* шпинделя приведен на рис. 6.14.

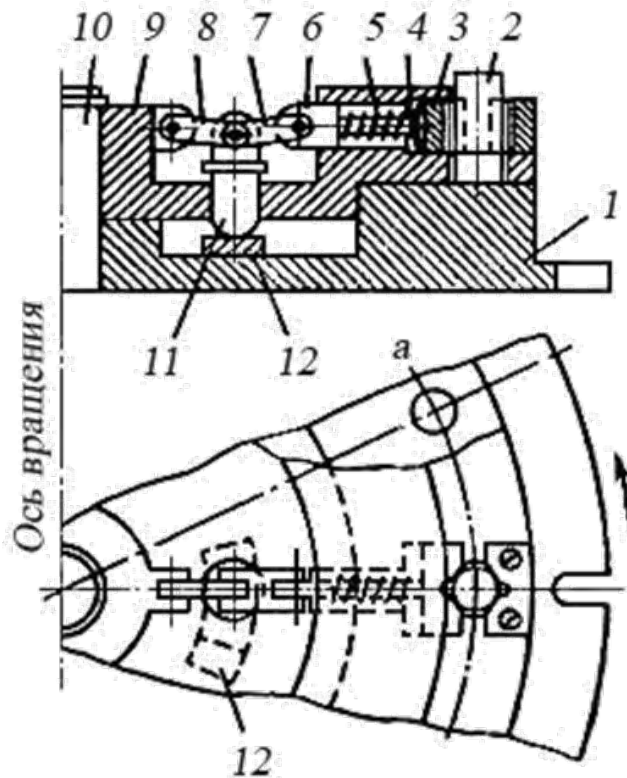


Рис. 6.14. Схема зажима заготовок

на столе карусельно-фрезерного станка с приводом от вращения стола:

1 – основание стола; 2 – заготовка; 3 – подвижная призма; 4 – мембрана; 5 – пружина; 6 – шток; 7, 8 – рычаги; 9 – планшайба; 10 – ось; 11 – плунжер; 12 – копир

На рис. 6.14 показан пример *использования движения подачи* вращающегося стола фрезерного станка для привода зажимных механизмов нескольких приспособлений. На вращающейся вокруг оси 10 планшайбе 9 имеются отверстия, в которые вставляются заготовки 2. Вместе с планшайбой вращаются зажимные механизмы, состоящие из плунжеров 11, шарнирных рычагов 7, 8, штоков 6 и подвижных призм 3. На неподвижном основании 1 стола в зоне обработки закреплен копир 12 с заходным скосом. Когда очередная заготовка подходит к зоне обработки, плунжер 11 поднимается по копиру и через шарнирно-рычажный механизм и мембрану 4 призмой 3 за-

жимает заготовку. По окончании обработки плунжер *11* соскакивает с копира, пружина *5* возвращает систему в исходное положение, а обработанная и раскрепленная заготовка через отверстие в основании стола проваливается в бункер.

Примером привода *от сил резания* может служить поводковый самозажимной патрон с эксцентриковыми кулачками *2*, применяемый на токарных многорезцовых станках (рис. 6.15). Заготовку *б* устанавливают в центрах. При установке кулачки пружинами *4* прижимаются к заготовке. При резании сила  $P_z$  стремится повернуть заготовку, а вместе с ней кулачки (вокруг оси *3*), в результате чего заготовка заклинивается между кулачками. Для обеспечения равномерного зажима кулачки монтируются на плавающем ползуне *5*. Для открепления заготовки ее следует повернуть против часовой стрелки после остановки шпинделя. Угол подъема спирали кулачков  $12\text{--}20^\circ$ .

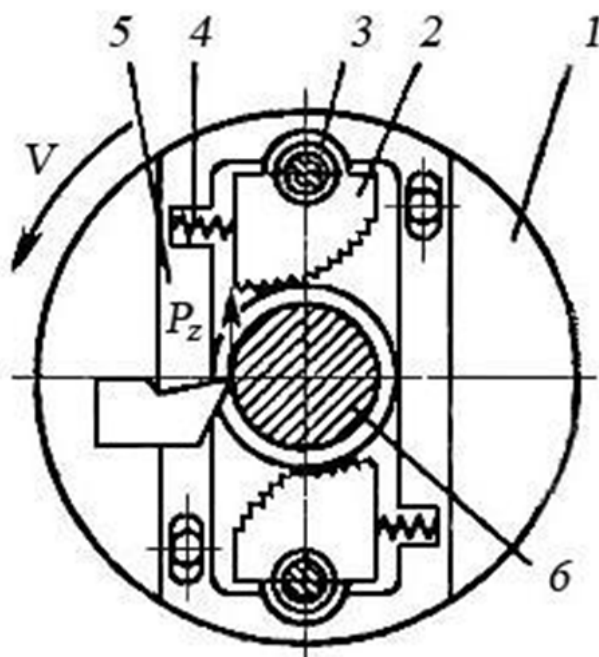


Рис. 6.15. Схема токарного поводкового патрона с приводом от сил резания:

*1* – корпус патрона; *2* – эксцентриковый кулачок; *3* – ось;  
*4* – пружина; *5* – плавающий ползун; *б* – заготовка

Эти патроны зажимают заготовку тем сильнее, чем больше сила  $P_z$ . При проектировании таких патронов необходимо правильно выбрать эксцентриситет кулачков исходя из условий надежного закрепления заготовок с изменением диаметра в пределах допуска; величину эксцентриситета кулачка определяют по формулам для кругового эксцентрика.

## Контрольные вопросы

1. Основное назначение силовых приводов в приспособлениях.
2. Основные функции, выполняемые силовыми агрегатами приводов приспособлений.
3. Классификация приводов приспособлений по виду преобразуемой энергии.
4. Какое давление сжатого воздуха обычно применяется в пневматических силовых узлах приспособлений?
5. Что используется в пневмо- и гидроцилиндрах одностороннего действия для возвращения поршня в исходное положение?
6. В чем заключается преимущество пневмогидравлических зажимных устройств по сравнению с гидравлическими?
7. Для какой обработки применяются вакуумные зажимные устройства?
8. Для закрепления каких заготовок применяют электромагнитные зажимные устройства?

## **7. ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ. КОРПУСА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

### **7.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ**

Эти элементы можно разделить на три группы:

- 1) элементы для быстрой установки инструментов на рабочий настроечный размер – шаблоны, установовы;
- 2) элементы для определения положения и направления осевого инструмента – кондукторные втулки;
- 3) элементы для обеспечения требуемой траектории движения характерной точки инструмента относительно заготовки – копиры.

Эффективность, получаемая в результате использования этих элементов в приспособлениях, состоит в повышении точности размеров в партии обработанных заготовок и в увеличении производительности труда на операции.

### **7.2. ШАБЛОНЫ, УСТАНОВЫ И КОНДУКТОРНЫЕ ВТУЛКИ**

При настройке технологических систем на размер установка обрабатывающих (режущих) инструментов на рабочий настроечный размер с помощью метода пробных ходов и промеров занимает много времени [22]. Для ускорения процесса наладки станков и повышения ее точности в конструкцию приспособления вводят специальные элементы, определяющие положение инструментов, соответствующее рабочему настроечному размеру. Таковыми элементами являются *шаблоны и установовы*. Применение шаблонов характерно для токарных работ, а установов – для фрезерных. Повышение производительности труда достигается в этом случае за счет сокращения доли времени на техническое обслуживание в норме времени на операцию.

На рис. 7.1, а, дан пример установки двух подрезных резцов по шаблону 1. Такой шаблон может быть съемным или откидным, а также шарнирно закрепленным. При настройке шаблон устанавливают в рабочее положение, а после установки и закрепления резцов снимают или откидывают в нерабочее положение.

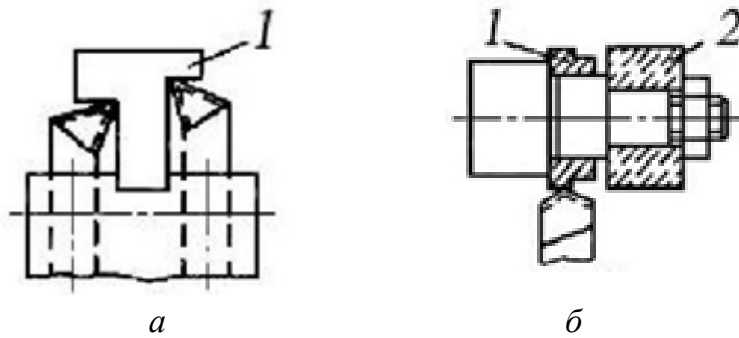


Рис. 7.1. Шаблоны для токарных станков:  
 а: 1 – шаблон; б: 1 – установочное кольцо; 2 – заготовка

Другим примером шаблона для установки резца может служить установочное кольцо 1 (рис. 7.1, б), которое устанавливается на ту же оправку, что и обрабатываемая заготовка 2. Для придания резцу нужного положения его режущую кромку при настройке доводят до соприкосновения с шаблоном (кольцом).

В конструкциях фрезерных приспособлений широко применяются *установы* для настройки на размер фрез. Установы в приспособлении располагают так, чтобы они не создавали помех при установке и обработке заготовок, но в то же время, чтобы к ним был свободный доступ инструмента (рис. 7.2, а). На рис. 7.2 показаны конструкции установов 2, применяемых для установки фрезы 1 в одном направлении (рис. 7.2, б) и в двух направлениях (рис. 7.2, в) (например, при фрезеровании шпоночного паза нужно настраивать инструмент на размер по глубине паза и обеспечивать соосность с заготовкой).

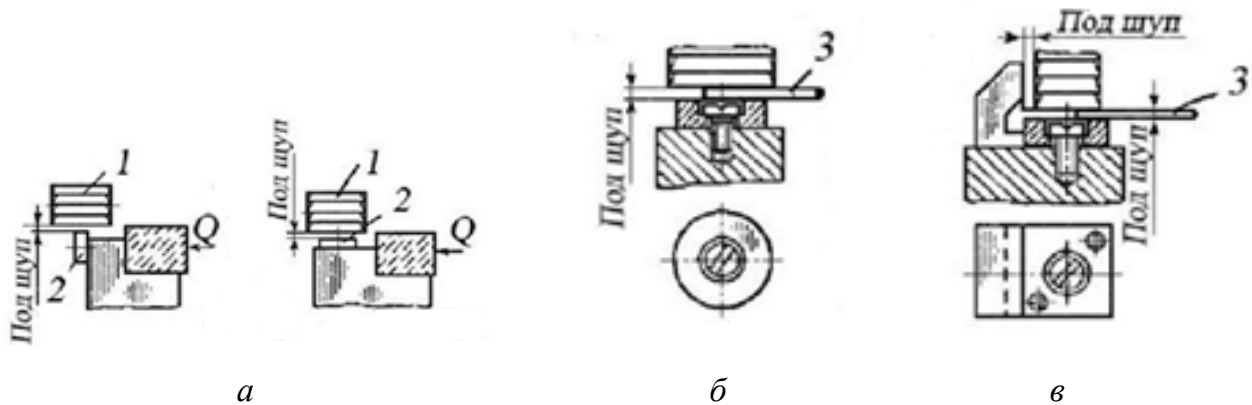


Рис. 7.2. Установы фрезерных приспособлений:  
 1 – режущий инструмент (фреза); 2 – установ; 3 – шуп

В процессе настройки станка между установом и фрезой помещают щуп 3, который должен плотно, но без защемления, входить в зазор. Непосредственное соприкосновение фрезы с установом недопустимо во избежание возможности его повреждения как в процессе наладки, так и при обработке заготовок.

Материал установов – сталь У7А или 20Х с термообработкой до твердости HRC 55–60. Конструкции установов даны в ГОСТ 13443–68, ГОСТ 13444–68, ГОСТ 13445–68, ГОСТ 13446–68. Конструкции щупов даны в ГОСТ 8925–68 и ГОСТ 8926–68, изготавливают их из стали У7А с термообработкой до твердости HRC 55–60.

*Кондукторные втулки* используют при создании приспособлений, обеспечивающих требуемое положение и направление осевому режущему инструменту (сверлам, зенкерам, разверткам и т. д.) относительно установочных элементов, а также ограничивающих его радиальные смещения. Такие приспособления называют *кондукторами*. Конструкция кондуктора зависит формы и размеров заготовки, в которой выполняются отверстия, от их размеров, числа, расположений и направлений осей (рис. 7.3).



Рис. 7.3. Пример кондуктора

Положения и направления кондукторных втулок относительно установочных элементов приспособлений определяют соответствующие положения и направления осей осевых инструментов. Применение кондукторов устраняет необходимость в разметке, повышает точность расположения отверстий и производительность труда. Ограничение кондукторными втулками радиальных смещений осевого инструмента приводит к повышению точности диаметра получаемого отверстия, уменьшению его увода, позволяет работать на более высоких режимах резания.

Различают *неподвижные и вращающиеся* кондукторные втулки.

*Вращающиеся втулки* применяют для направления расточных скалок при большом диаметре обрабатываемых отверстий и высоких скоростях резания. Вращение втулки вместе с инструментом значительно уменьшает износ ее рабочих поверхностей и увеличивает срок её службы.

*Неподвижные втулки* по конструкции разделяют на следующие группы: *постоянные, сменные, быстросменные, специальные*. Первые три группы стандартизованы.

*Постоянные втулки* (рис. 7.4, а) выполняют без буртика – *тип I* или с буртиком – *тип II*. Такие втулки применяют в приспособлениях при мелкосерийном производстве для обработки отверстия одним инструментом, когда за время использования приспособления не возникнет необходимость в замене втулки из-за износа ее рабочей поверхности. Для определения предельного числа сверлений через кондукторную втулку задаются ее предельным износом и используют данные [2, 7] о средней интенсивности износа отверстий, которая составляет при сверлении отверстий диаметрами 10–20 мм на пути 10 м при обработке чугуна 3–5 мкм, стали – 40–46 мкм. Ориентировочно *предельное число сверлений* через кондукторную втулку принимают равным 10000–15000.

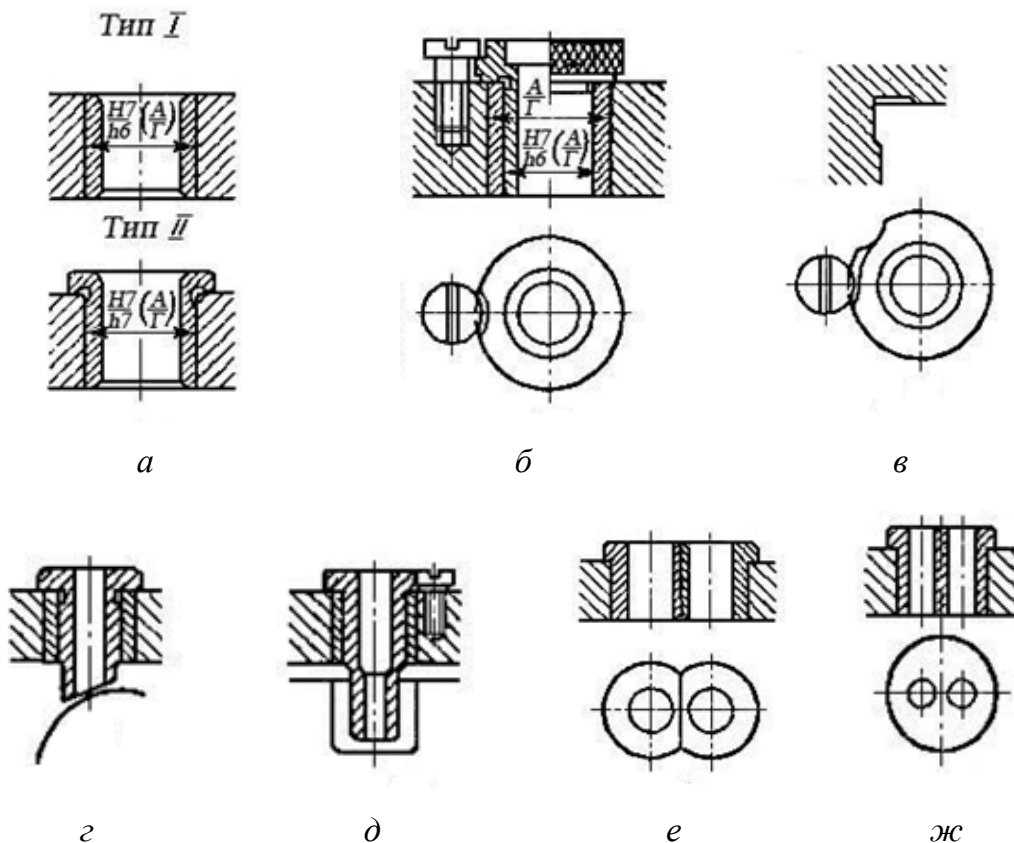


Рис. 7.4. Типы кондукторных втулок

В приспособлениях для крупносерийного и массового производства с целью ускорения замены втулок при их износе применяют *сменные втулки* (рис. 7.4, б). Их устанавливают в *промежуточных втулках* по посадке H7/g6(A/Д). От проворота и подъема при обработке под действием сходящей стружки сменные втулки удерживаются головкой винта.

В приспособлениях для серийного производства, создаваемых для получения отверстия с помощью нескольких осевых инструментов с разными диаметрами, применяют *быстросменные втулки* (рис. 7.4, в). Конструктивно они отличаются от сменных втулок срезом на буртике, что позволяет производить их смену без вывинчивания крепежного винта. Для удобства смены быстросменных втулок их буртики снабжают накаткой.

*Специальные втулки* применяют в особых случаях, когда применение стандартных втулок невозможно или не дает эффекта. На рис. 7.4, г–ж, приведены примеры специальных втулок.

Втулку, представленную на рис. 7.4, г, применяют для сверления отверстия, ось которого наклонена к нормали соответствующей поверхности.

Удлиненную быстросменную втулку (рис. 7.4, д) применяют при выполнении отверстий в углублениях заготовки.

Срезанные (рис. 7.4, е) и сдвоенные (рис. 7.4, ж) втулки применяют при обработке близко расположенных отверстий.

Допуски на диаметр отверстия в кондукторных втулках для прохода сверл и зенкеров устанавливаются по посадке F8(X), а для разверток – G7(Д) в системе вала. При точности отверстия по 6–7 квалитетам и выше допуски на диаметр отверстия для прохода сверл назначают по посадке H7 (С), а для чистового развертывания – G6(Д<sub>1</sub>).

Кондукторные втулки с диаметрами отверстий до 25 мм изготавливают из стали У10А, У12А и закаливают до твердости HRC 62–65. Основные втулки с диаметром отверстия до 25 мм изготавливают из стали У7А и закаливают до твердости HRC 45–50. Все втулки с диаметрами отверстий более 25 мм изготавливают из стали 20, цементируются на глубину 0,8–1,2 мм и закаливают до твердости HRC 62–65. *Расстояние от нижнего торца втулки до поверхности заготовки выбирают равным от 1/3 до диаметра отверстия.* Меньшее расстояние выбирают при обработке чугуна, большее – при обработке стали. При такой установке втулки стружка не попадает в направляющее отверстие и не изнашивает его.



### 7.3. КОПИРЫ

Для получения *поверхностей сложного профиля на универсальных станках* применяют копировальные устройства. *Копир* – деталь данного устройства, имеющая профиль, соответствующий профилю выполняемой поверхности. Копиры применяются тогда, когда сложную поверхность нельзя выполнить с помощью фасонного инструмента. Копир через сопряженные с ним деталями копировального устройства обеспечивает требуемую траекторию движения характерной точки режущей части инструмента относительно заготовки, необходимую для получения поверхности детали заданного профиля. При этом отпадает необходимость в разметке, в ручной подаче инструмента при обходе криволинейного контура. В результате повышается точность выполнения контура и производительность труда на операции.

В качестве примера обработки по копиру рассмотрим фрезерование замкнутого контура методом круговой подачи. На рис. 7.5 показаны три схемы такой обработки.

Если диаметры ролика 1 и фрезы 2 равны и при этом оси ролика и фрезы совпадают, то профиль копира 3 идентичен профилю получаемой поверхности на обрабатываемой заготовке 4 (рис. 7.5, а).

Если диаметр ролика не равен диаметру фрезы, но при этом оси ролика и фрезы совпадают, то профиль копира эквидистантен профилю получаемой поверхности (рис. 7.5, б).

Если оси ролика и фрезы не лежат на одной прямой, но расположены в радиальном направлении на постоянном расстоянии друг от друга и перемещаются вместе, то профили получаемой поверхности на обрабатываемой заготовке и копира отличаются (рис. 7.5, в).

Скрепленные заготовка и копир вращаются вокруг общей оси. Расстояние между осью заготовки и осью фрезы изменяется в соответствии с профилем копира, благодаря чему получается нужный профиль выполняемой поверхности.

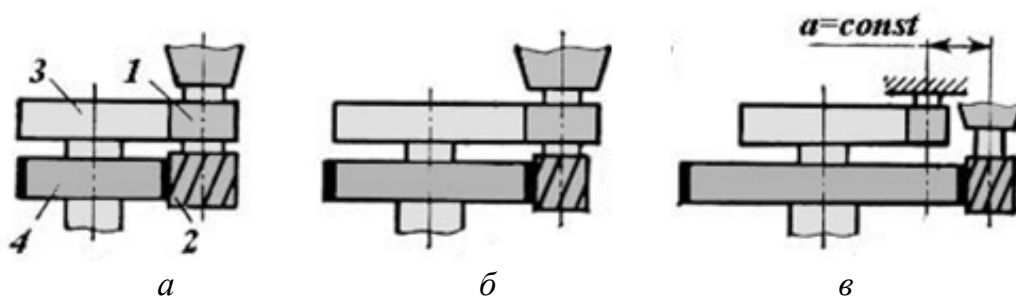


Рис. 7.5. Схемы фрезерования поверхностей с криволинейным замкнутым контуром:  
1 – ролик; 2 – фреза; 3 – копир; 4 – заготовка

Профиль копира может быть определен графически. Он должен быть строго увязан с профилем выполняемой поверхности и диаметрами фрезы и ролика. Во время обработки копир должен быть постоянно прижат к ролику.

Копиры и ролики изготавливают из стали 20, цементируют и закаливают до твердости HRC 58–62.

#### 7.4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

К вспомогательным устройствам приспособлений относят механизмы, которые выполняют хотя и второстепенные функции, но тем не менее их применение влияет на повышение производительности труда на операции и увеличение точности обработки. К ним относят поворотные и делительные устройства, выталкиватели, быстросъемные шайбы, откидные болты, рукоятки и др.

*Делительные устройства* обычно применяют в многопозиционных приспособлениях для придания обрабатываемой заготовке (собираемому узлу) совместно с поворотной частью приспособления фиксированных положений относительно рабочего инструмента.

Делительные устройства (рис. 7.6) состоят из неподвижной 1 и поворотной 2 частей. В неподвижной части располагают фиксатор 3. На поворотной части, содержащей делительный диск 4, устанавливают обрабатываемую заготовку 5.

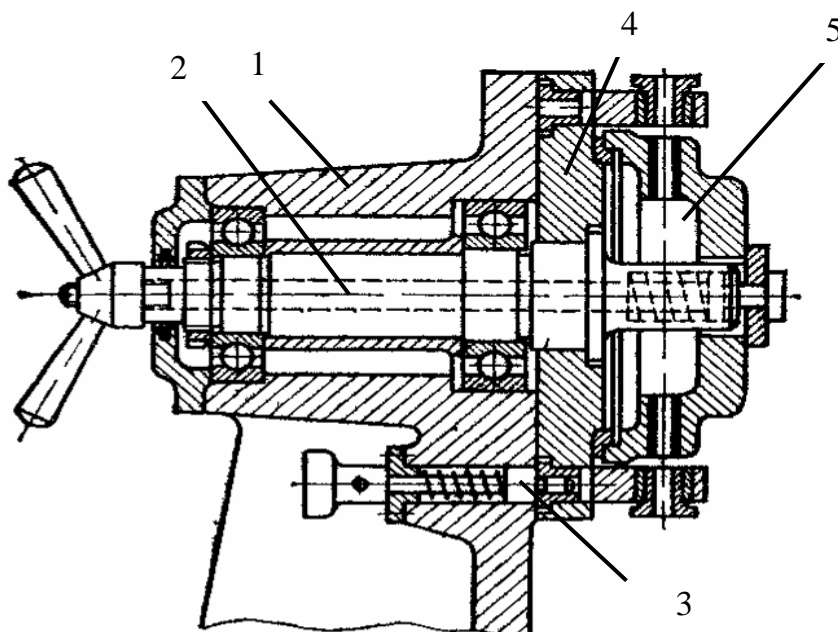


Рис. 7.6. Схема приспособления с делительным устройством:  
1 – неподвижная часть; 2 – поворотная часть; 3 – фиксатор;  
4 – делительный диск; 5 – заготовка

Наибольшее распространение получили следующие виды фиксаторов:

- 1) клиновидный фиксатор, показанный на рис. 7.7, а;
- 2) фиксатор-палец (рис. 7.6, рис. 7.7, б, рис. 7.8, а);
- 3) фиксатор с конической рабочей частью (рис. 7.7, в; рис. 7.8, б), управляемый рукояткой, закрепленной на реечном зубчатом колесе.

4) шариковый фиксатор (рис. 7.8, в), применяемый в случае, если к точности делительного механизма не предъявляют высокие требования.

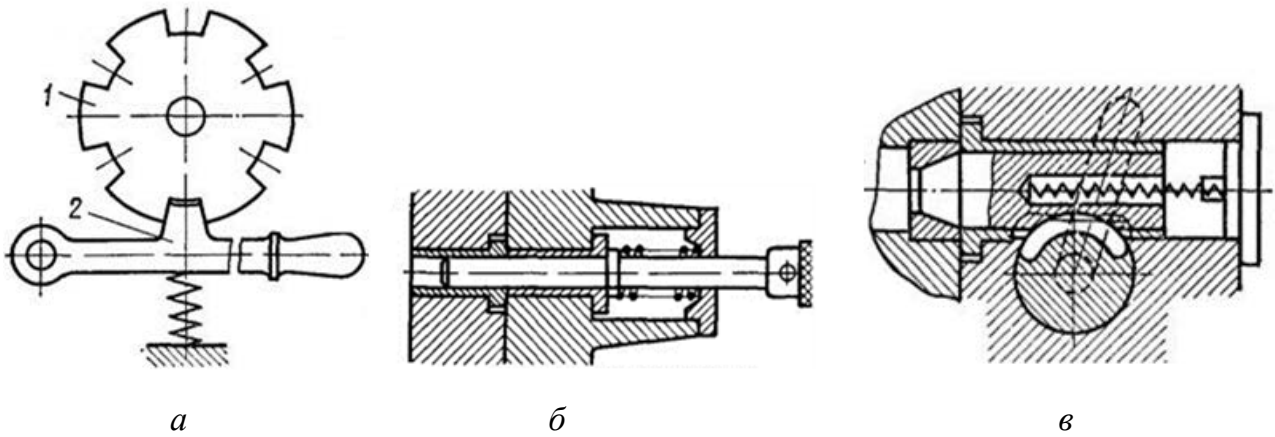


Рис. 7.7. Схема делительного устройства:  
1 – делительный диск; 2 – фиксатор

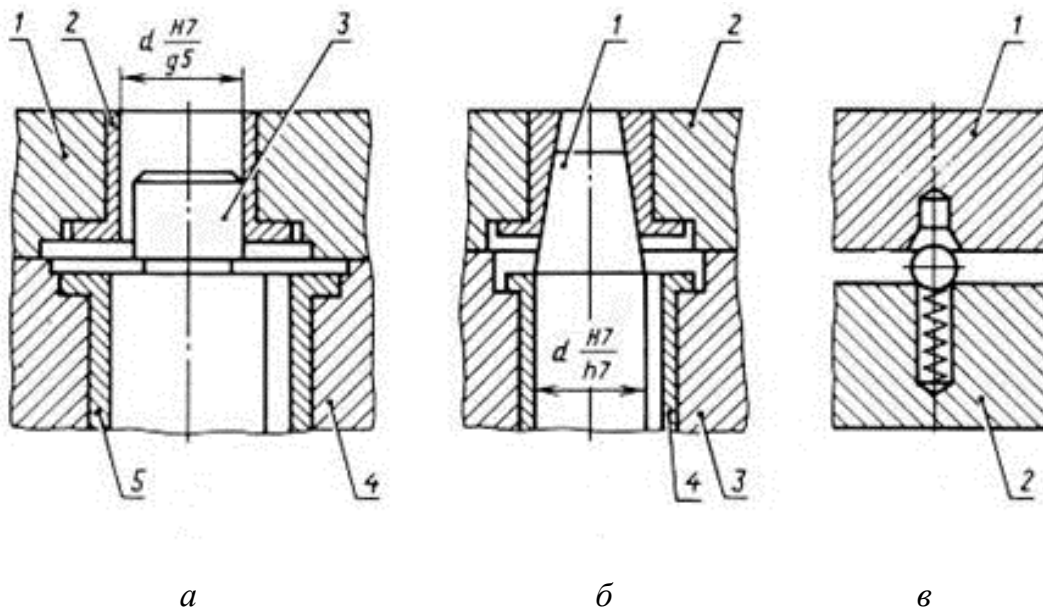


Рис. 7.8. Фиксаторы делительных устройств:

- а – с цилиндрическим пальцем (1 – поворотная часть приспособления; 2, 5 – втулки; 3 – цилиндрический фиксатор; 4 – корпус приспособления);
- б – с коническим пальцем (1 – конический палец; 2 – поворотная часть приспособления; 3 – корпус приспособления; 4 – втулка);
- в – с шариком (1 – поворотная часть приспособления; 2 – фиксатор)

**Выталкиватели** применяют для облегчения и ускорения удаления обработанных заготовок из зоны обработки (рис. 7.9).

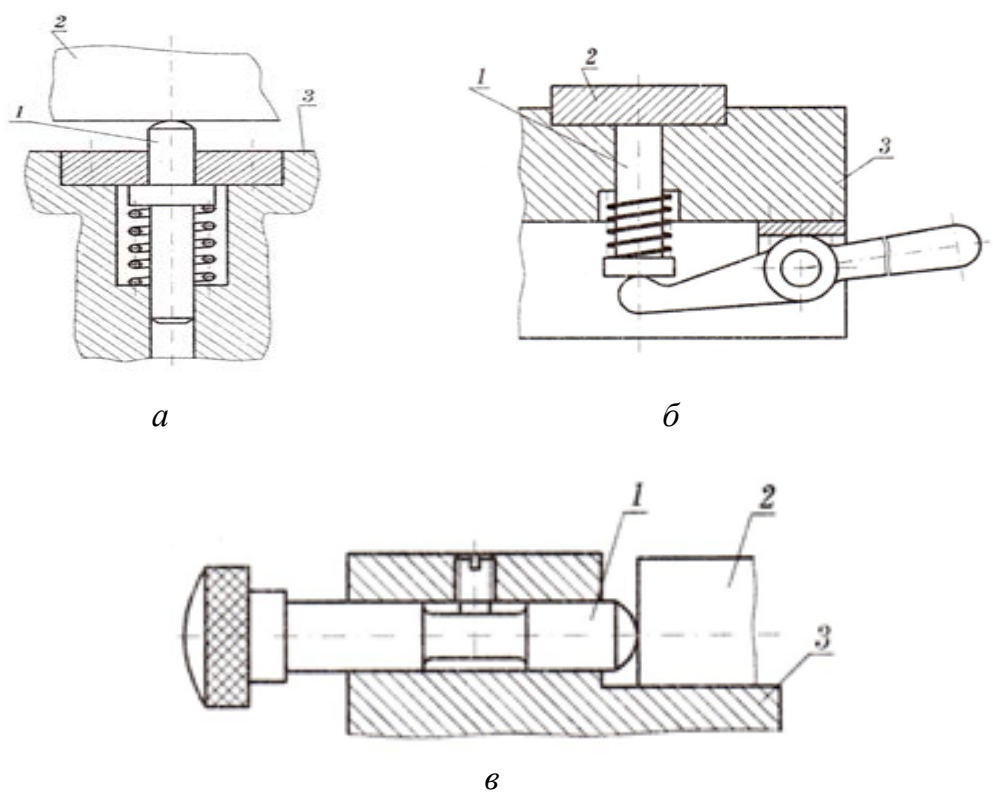


Рис. 7.9. Выталкиватели:  
 а – пружинный; б – рычажный;  
 в – кнопочный: 1 – шток; 2 – заготовка; 3 – корпус

**Откидным называют болт**, в головке которого имеется отверстие, ось которого перпендикулярна оси стержня болта (рис. 7.10, а). Такие болты могут сопрягаться с осью, позволяющей ему поворачиваться вокруг оси отверстия. Откидные болты используют при создании различных быстродействующих устройств (рис. 7.10).

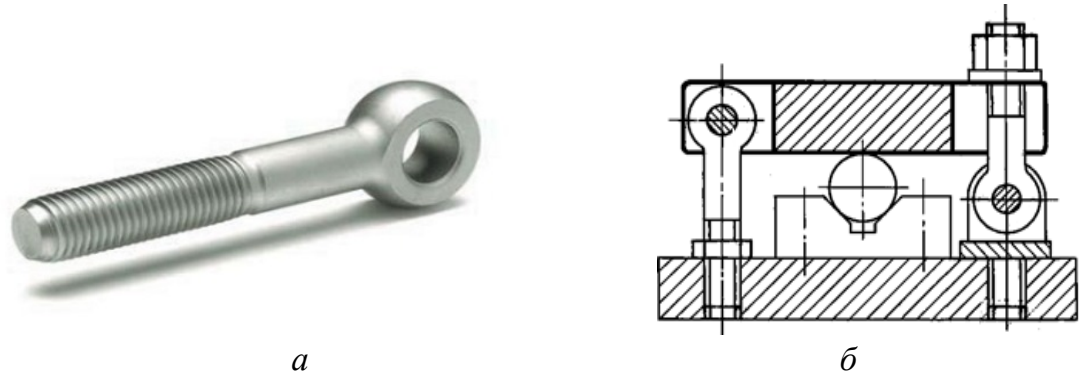


Рис. 7.10. Вспомогательные устройства:  
 а – болт откидной; б – пример применения откидных болтов

## 7.5. КОРПУСА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Станочные приспособления являются составной частью той или иной технологической системы, создаваемой для решения определенной технологической задачи, связанной с обработкой заготовок. Важными элементами станочных приспособлений являются их *корпуса*, объединяющие в единое целое составные части соответствующих приспособлений. При разработке корпусов приспособлений следует исходить из общих положений основ конструирования и технологии машиностроения, имеющих отношение к созданию корпусных деталей. Конструктивное исполнение корпусных деталей, применяемый материал и необходимые параметры точности устанавливаются исходя из служебного назначения корпуса и условий его эксплуатации.

На корпусах выполняют основные и вспомогательные конструкторские базы.

*Основные базы корпуса* служат для определения его положения (и, следовательно, всего приспособления) в соответствующей технологической системе. Обычно основные базы корпуса представляют собой сочетание некоторых поверхностей, используемых для придания приспособлению требуемого положения относительно рабочих поверхностей станка (например, токарный патрон фиксируют относительно промежуточного фланца, устанавливаемого на передний конец шпинделя станка, с помощью торца и цилиндрической выточки его корпуса).

*Вспомогательные базы корпуса* служат для придания относительно его требуемых положений присоединяемых к нему других элементов приспособлений: установочных, зажимных, делительных, для определения положения и направления инструментов и др.

Некоторые из элементов приспособлений для обеспечения заданной точности обработки требуют высокой точности взаимного расположения (например, установочных элементов и элементов, определяющих положение и направление обрабатываемых инструментов). Данная точность может быть обеспечена соответствующей точностью размеров, определяющих взаимное положение на корпусе вспомогательных баз, отвечающих названным выше элементам.

Точность взаимного положения основной базы корпуса и вспомогательной базы, определяющей положение установочного элемента, обеспечивается соответствующей точностью размеров, определяющих взаимное положение этих баз.

На этапе проектирования корпуса приспособления важно выявить размеры, влияющие на точность обработки, и с учетом этого разработать такую систему простановки размеров, которая упростит технологию изготовления корпуса.

Элементы технологической системы как в процессе и после закрепления приспособления и заготовки, так и при обработке заготовки подвергаются силовым воздействиям, которые могут быть как статическими, так и динамическими. Корпус как составной элемент этой системы также подвергается воздействию силовых факторов. В процессе и после закрепления заготовки корпус является одним из звеньев приспособления, через который проходит силовой поток, вызванный системой сил закрепления. В процессе обработки силовой поток, вызванный силами резания, охватывает многие звенья технологической системы, в том числе и корпус приспособления, который воспринимает нагрузку от одних элементов системы (например, от установочных элементов) и передает ее другим (например, столу фрезерного станка). Данные силовые потоки в частных случаях могут замыкаться в пределах приспособления, в общем случае – силовой поток замыкается через многие элементы технологической системы, вызывая при этом их деформацию.

Чтобы противостоять такого рода нагрузкам, обеспечивая при этом требуемое качество изделия, корпус, являющийся базовой деталью приспособления, должен обладать достаточной *прочностью, жесткостью и виброустойчивостью*. Эти качества следует стремиться обеспечивать при минимальной массе корпуса (приданием корпусу рациональной формы с наилучшим использованием материала; избеганием невыгодных видов нагружения; заменой изгиба растяжением-сжатием; введением и рациональным расположением ребер жесткости на основе анализа силовых потоков, действующих в технологической системе при обработке и др.).

Конструктивная форма и размеры корпуса зависят от формы и размеров устанавливаемой в приспособлении заготовки, от формы, размеров и требуемого расположения составных элементов, присоединяемых к корпусу, а также от параметров их основных баз. Требуемое взаимное расположение элементов в основном определяются схемами базирования и закрепления, а также требуемым расположением элементов, определяющих положение и направляющих режущий инструмент.

Конфигурация и размеры основной базы корпуса определяются конструкцией посадочных мест станка, а также стремлением придать приспособлению наибольшую устойчивость и обеспечить установку его на станок без выверки.

Для правильной и быстрой установки и закрепления приспособления на станке без выверки конфигурация и размеры основной конструкторской базы приспособления должны быть выполнены в соответствии с посадочными местами станков.

На фрезерных, строгальных и других станках приспособления необходимо точно ориентировать по Т-образным направляющим пазам стола станка (ГОСТ 1574–91). Основной базой приспособления в данном случае обычно служат опорная плоскость корпуса приспособления и поверхности шпонок, установленных на корпусе приспособления и входящих в Т-образный паз стола, обеспечивающий параллельность общей оси шпонок приспособления по отношению к направлению подачи стола.

На рис. 7.11 изображена схема установки приспособления на столе с помощью присоединенных к его корпусу шпонок; шпонки сопрягаются со средним, наиболее точным пазом. Для уменьшения влияния зазоров в шпоночном соединении на перекосы приспособлений расстояние между шпонками назначают по возможности наибольшим.

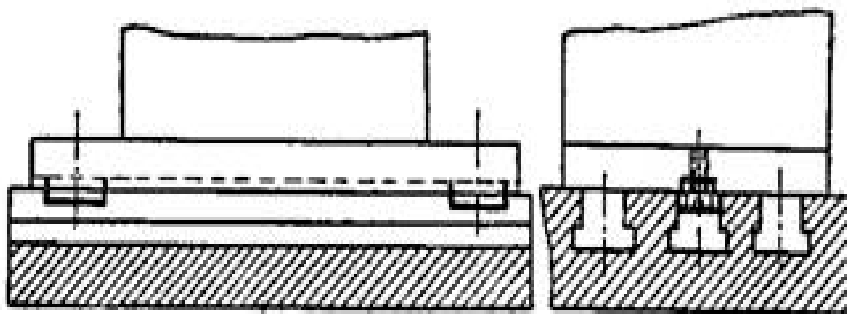


Рис. 7.11. Схема ориентирования приспособления на столе станка с помощью шпонок, закрепленных на корпусе

Обычно применяют призматические привертные (ГОСТ 14737–69) (рис. 7.12) или круглые (ГОСТ 14739–69) (рис. 7.13) шпонки. Для установки призматических привертных или круглых шпонок на теле корпуса приспособления выполняют соответственно пазы с резьбовыми отверстиями или гладкие сквозные или глухие отверстия (рис. 7.12, 7.13).

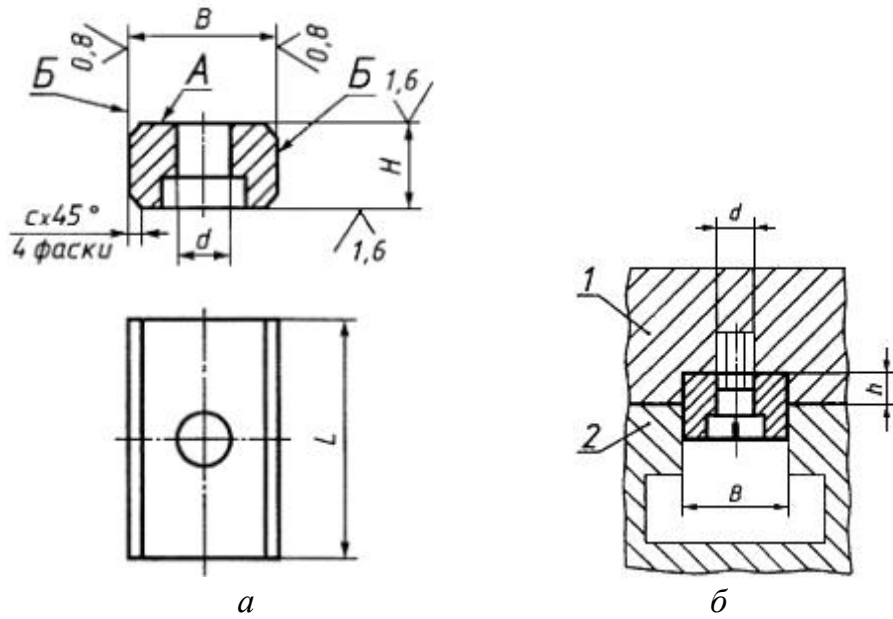


Рис. 7.12. Конструкция (а) и пример применения (б) призматической привертной шпонки, установленной в пазе с резьбой:  
1 – станочное приспособление; 2 – стол станка

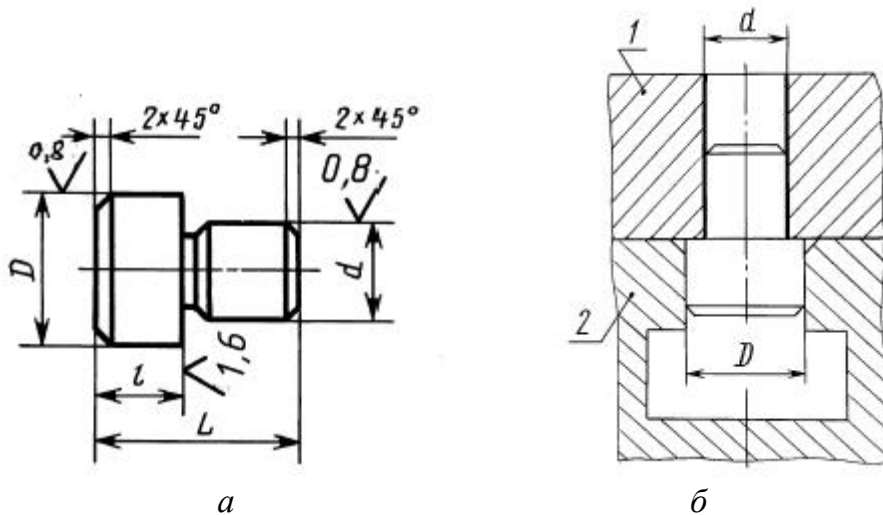


Рис. 7.13. Конструкция (а) и пример применения (б) круглой шпонки, установленной в сквозном отверстии:  
1 – станочное приспособление; 2 – стол станка

Приспособления на столах станков обычно крепят с помощью Т-образных болтов различных типоразмеров (например, ГОСТ 13152–67), устанавливаемых в Т-образные пазы стола (рис. 7.14). В условиях серийного производства при частой смене приспособлений, устанавливаемых на одном и том же станке, процесс крепления должен быть удобным и происходить с минимальными затратами сил и времени рабочего. Для удовлетворения эти требований при проектировании приспособления в конструкции корпуса преду-



сматриваются различные крепежные элементы в виде уступов для крепления прихватами, проушин или отверстий под Т-образные болты (рис. 7.15, 7.16).

Для подъема, опускания, перемещения и удержания на весу тяжелых приспособлений в их конструкцию вводят соответствующие элементы: ручки, рым-болты (ГОСТ 4751–73), винты грузовые (ГОСТ 8922–69) и др. Для их присоединения к приспособлению в корпусах выполняют соответствующие конструктивные элементы.

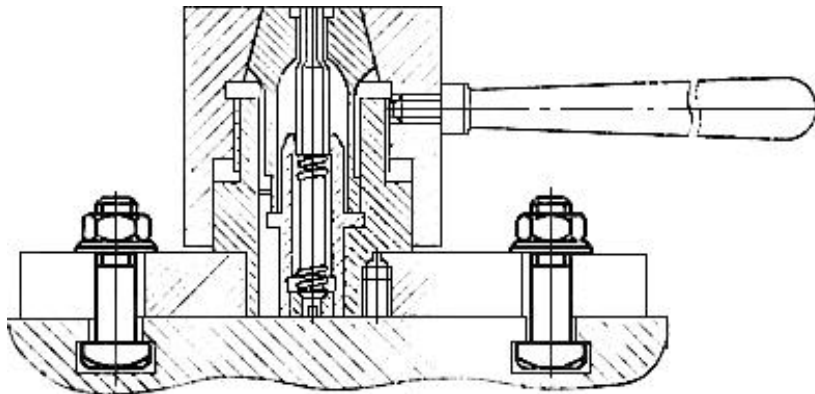


Рис. 7.14. Пример применения Т-образных болтов, гаек и шайб для крепления приспособления

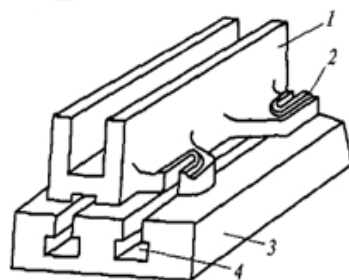


Рис. 7.15. К установке корпуса приспособления на столе станка:  
1 – корпус; 2 – проушина; 3 – стол станка; 4 – Т-образный паз

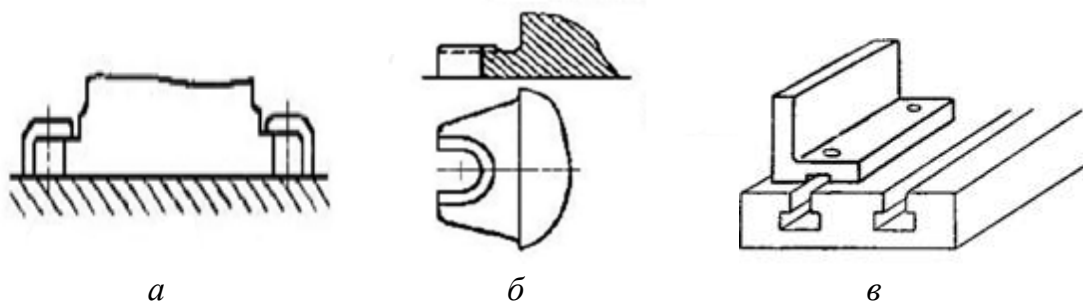


Рис. 7.16. Конструктивные элементы корпусов для крепления приспособлений на столах станков:  
а – уступы для крепления с помощью прихватов;  
б и в – проушины и отверстия для крепления с помощью Т-образных болтов

На рис. 7.17 показаны примеры фиксации (центрирования) и крепления корпусов приспособлений на шпинделях станков токарной группы. На рис. 7.17, а и б, даны схемы установки корпуса (промежуточного фланца) на шпиндель с резьбовым концом (ГОСТ 16868–71). На рис. 7.17, в, дана схема установки корпуса (промежуточного фланца) на шпиндель с фланцевым концом (ГОСТ 12593–95).

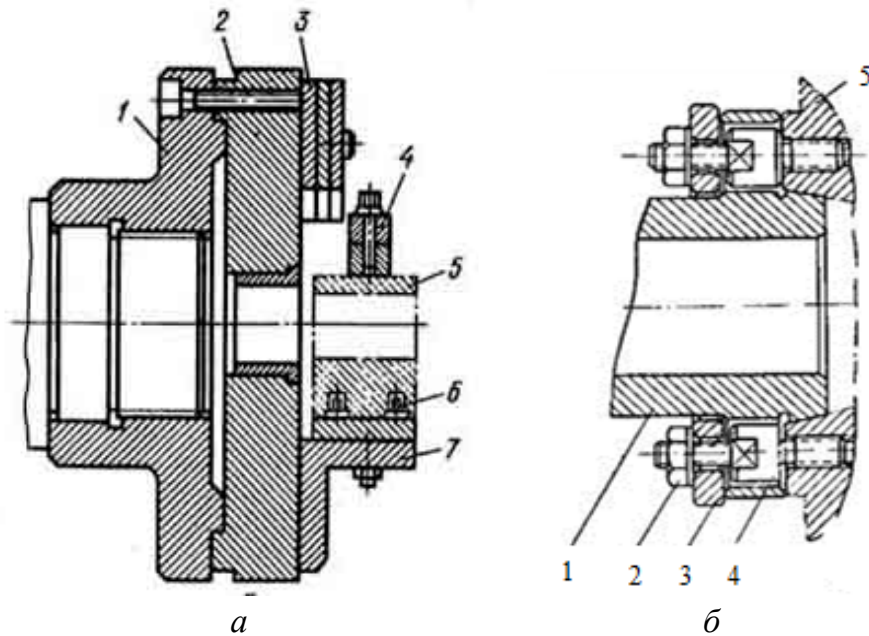


Рис. 7.17. Способы фиксации (центрирования) и крепления корпусов (промежуточных фланцев) на станках токарной группы:

- а: 1 – переходной фланец; 2 – планшайба; 3 – противовес;  
 4 – откидной зажим; 5 – заготовка кронштейна; 6 – центрирующие пальцы;  
 7 – угольник; б: 1 – шпиндель; 2 – гайка; 3 – поворотная шайба;  
 4 – винт-шпилька; 5 – переходной фланец

Важной задачей при разработке конструкции корпуса станочного приспособления является обеспечение с помощью его конструктивных элементов удобного удаления стружки и отвода смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) из зоны обработки. Для ее решения следует избегать в теле корпуса углублений и труднодоступных мест, а также предусматривать специальные наклонные поверхности (рис. 7.18).

Угол  $\alpha$  наклона этих поверхностей рекомендуется выполнять равным для мелкой сухой стружки  $40^\circ$  (при необработанных (литых) поверхностях) и  $35^\circ$  – при обработанных. При крупной сухой стружке угол  $\alpha$  можно уменьшить на  $5^\circ$ . При обработке с СОЖ минимальные углы наклона рассматриваемых поверхностей корпуса приспособления следует брать боль-

шими: для мелкой стружки принимать равными  $50^\circ$ , для крупной –  $45^\circ$ . При наличии в процессе обработки вибраций углы  $\alpha$  можно уменьшить на  $10^\circ$ , а при обильном охлаждении – на  $15\text{--}20^\circ$ .

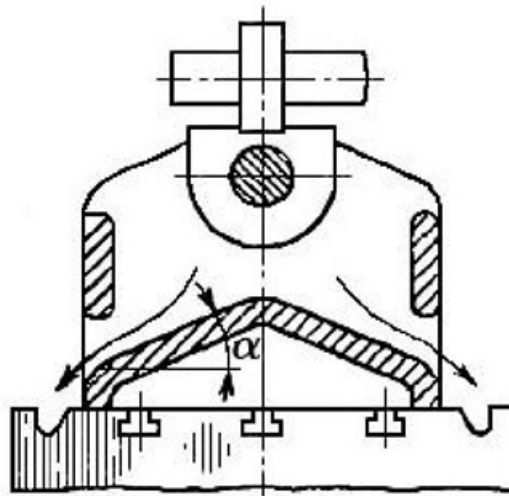


Рис. 7.18. Специальные наклонные поверхности корпуса для отвода СОЖ и стружки

Для обеспечения должного расположения принятых составных частей приспособления корпусам придают различную конфигурацию, стремясь при этом к конструктивной простоте и возможно более низкой стоимости изготовления. Конструкция корпуса должна способствовать обеспечению свободного доступа режущего инструмента к зоне обработки.

Существует большое многообразие конструктивных форм корпусов. Так, у фрезерных приспособлений, которые должны обеспечивать свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям, корпуса обычно имеют форму прямоугольной плиты. В кондукторах, предназначенных для выполнения в заготовках отверстий с разных сторон, корпуса могут иметь форму коробки. Получили также распространение корпуса в форме планшайбы, угольника, тавра, корыта, но имеют место корпуса и более сложных конфигураций.

Для изготовления корпусов в зависимости от предъявляемых к ним требований применяются материалы, имеющие различные в количественном отношении *физические* (плотность, тепловое расширение, магнитные и др. свойства), *механические* (прочность, пластичность, твердость и др.), *технологические* (литейные свойства, деформируемость, свариваемость, обрабатываемость режущим инструментом и др.), *химические* и *эксплуатационные*

свойства. К распространенным используемым материалам относятся серый чугун (СЧ10, СЧ15, СЧ20 и др.), сталь (Ст3, Ст5, 45 и др.), легкие сплавы на алюминиевой (АК4-1) и магниевой основе, пластмассы, компаунды на базе эпоксидных смол и другие конструкционные материалы.

В зависимости от требований, предъявляемых к корпусам, их конфигурации и свойств используемого материала для получения исходных заготовок корпусов применяются следующие методы: литьё, сварка, ковка, резка из сортового материала, сборка из отдельных элементов.

*Литьём* изготавливают преимущественно корпуса больших размеров сложной конфигурации. Данный метод позволяет достигать требуемую прочность и жесткость при минимальной массе. Однако этот метод сопряжен с длительными сроками изготовления.

*Сварка* также позволяет получить заготовки корпусов сложной конфигурации. При этом сроки их изготовления, стоимость и масса могут быть существенно снижены. С помощью усиливающих элементов (уголков, ребер, косынок и др.) можно создавать вполне жесткие корпуса.

Для устранения остаточных напряжений, вызывающих коробление заготовок, выполненных сваркой и литьем, применяют различные технологические методы (естественное старение, термическую обработку и др.).

Исходные заготовки простых конструктивных форм и небольших размеров могут быть изготовлены *ковкой и резкой сортового материала*.

*Сборные корпуса* создают путем скрепления элементов несложных форм, стремясь при этом к их минимальному количеству. Возникающие при этом дополнительные сопряжения приводят к увеличению объема механической обработки и снижению жесткости корпуса.

При любом способе изготовления корпуса следует стремиться к сокращению объёма механической обработки, предусматривая получение его из исходной заготовки с формой, близкой к окончательной форме корпуса. Обработываемые плоскости следует конструировать выступающими и на одном уровне, чтобы вести обработку на проход.

На конструктивную форму корпуса одного и того же служебного назначения накладывает отпечаток способ получения исходной заготовки. Из рис. 7.19 видно, что наиболее простую (но не самую оптимальную) конфигурацию имеет корпус, исходная заготовка для которого получена методомковки.

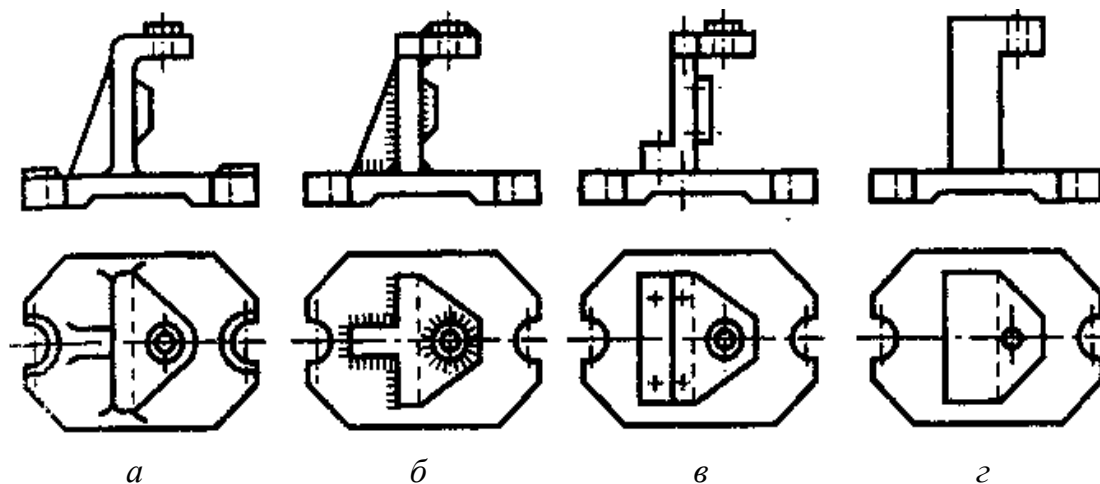


Рис. 7.19. Технологические варианты корпуса одного и того же назначения, исходные заготовки для которого получены различными методами:  
*a* – литьём; *б* – сваркой; *в* – сборкой из элементов; *г* – ковкой

Эффективным при создании корпусов является подход, основанный на использовании стандартных корпусов, их заготовок и составных элементов (рис. 7.20).

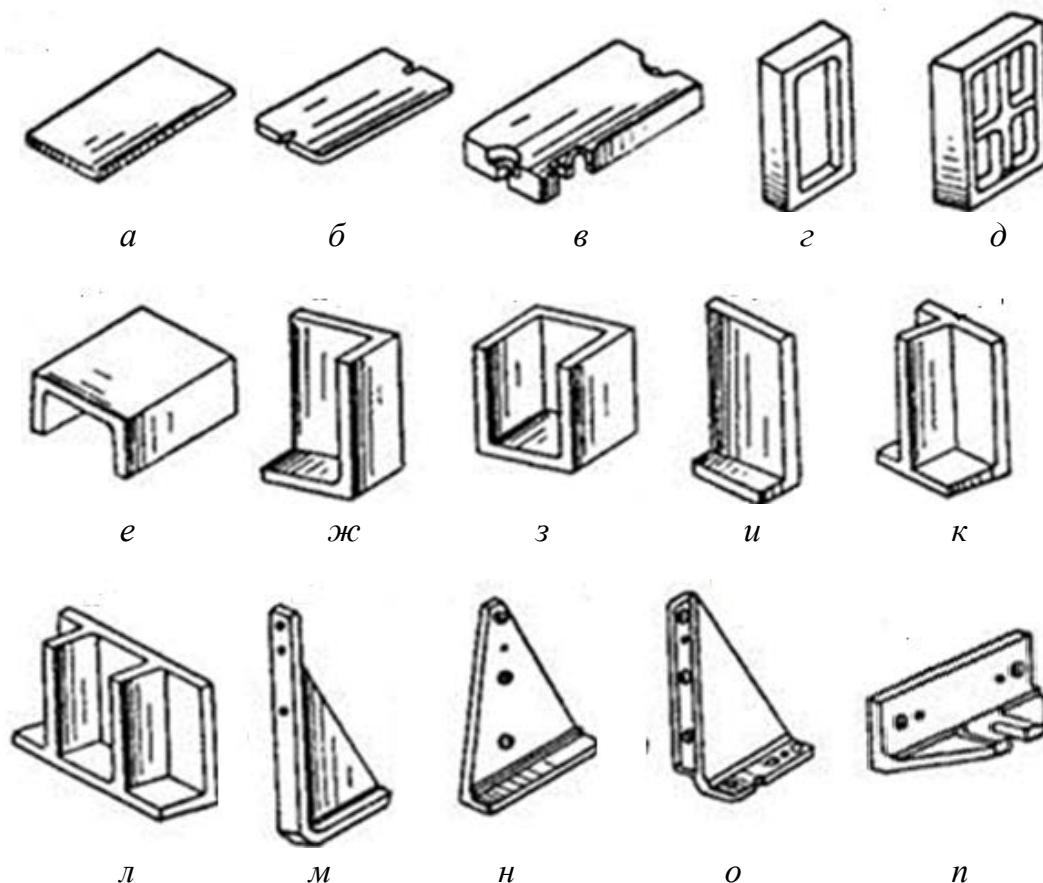


Рис. 7.20. Типы нормализованных элементов корпусов:  
*a* – плиты стальные; *б, в* – плиты чугунные; *г, д* – коробки;  
*е* – швеллеры; *ж* – трехгранник; *з* – четырехгранник; *и* – угольники;  
*к, л* – угольники с ребрами; *м, н, о* – ребра; *п* – лапки

Основными показателями эффективности являются значительное снижение расходов и сокращение сроков изготовления приспособлений. Спроектированный на основе данного подхода корпус должен вписываться в выбранную стандартную исходную заготовку или собираться из минимального числа стандартных составных элементов.

Таким образом, выбор технически и экономически обоснованного варианта изготовления корпуса приспособления определяется его служебным назначением, сроками, себестоимостью и технологией изготовления.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение и классификация элементов приспособлений для определения положения и направления обрабатывающих инструментов.
2. Для чего используются установки?
3. Где применяются постоянные, сменные и быстросменные кондукторные втулки?
4. Для каких целей используются копиры?
5. Для чего используются поворотные и делительные устройства?
6. Какие конструкции фиксаторов применяются в приспособлениях?
7. Какие элементы предусматриваются в приспособлении для ориентирования и фиксации его на станке?
8. Какие конструктивные элементы предусматриваются в приспособлении для крепления их на столе станка?

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Основной задачей, решаемой технологом при разработке технологического процесса изготовления детали, является обеспечение ее требуемого качества при наибольшей производительности процесса и наименьшей её себестоимости. Известно, что одним из действенных средств, способствующих решению этой задачи, является разработка и применение станочных приспособлений. При этом потребность в том или ином приспособлении возникает в процессе разработки технологического процесса изготовления конкретной детали. Создание приспособления требует решения как конструктивных, так и технологических вопросов.

В процессе проектирования технологического процесса изготовления детали *технолог* должен решить следующие основные задачи:

- 1) выбор исходной заготовки детали и технологических баз;
- 2) назначение технологического маршрута изготовления детали с выбором типа оборудования;
- 3) разработка содержания технологических операций и эскизов обработки, дающих представление о схемах установки и закрепления заготовки;
- 4) расчет промежуточных и исходных размеров заготовки и допусков на них;
- 5) расчет режимов обработки;
- 6) расчет норм времени и норм выработки;

В состав основных задач *конструктора* входят:

- 1) конкретизация принятой технологом схемы установки;
- 2) уточнение схемы базирования с выбором конструкции и размеров установочных элементов приспособления;
- 3) уточнение схемы закрепления и выбор видов и параметров зажимных устройств;
- 4) расчет числовых значений необходимых сил закрепления;
- 5) установление размеров направляющих элементов приспособления;
- 6) общая компоновка приспособления с назначением допусков на изготовление деталей и сборку приспособления.

Для создания рационального приспособления вопросы, связанные с его созданием, конструктор и технолог должны решать при тесном взаимодействии и творческом содружестве. Наиболее рациональное решение выраба-

тывается при рассмотрении максимального числа возможных вариантов приспособлений и их углубленном анализе.

В качестве исходных данных конструктор должен иметь чертежи исходной заготовки и изготавливаемой детали с техническими требованиями их приемки; операционный чертеж на предшествующую и выполняемую операции; операционные карты технологического процесса изготовления данной детали.

Конструктору также необходимы стандарты и нормалы на детали и узлы станочных приспособлений, альбомы нормализованных конструкций приспособлений, паспорта или данные о размерах посадочных мест станков. Полезно ознакомиться с аналогичными приспособлениями по литературным источникам и патентным материалам.

Чертежи заготовки и готовой детали с техническими требованиями содержат информацию о форме, размерах и допусках на деталь, припусках, шероховатости поверхностей, материале детали, местах разъема штампов или опок и др.

Эскизы на предшествующую и выполняемую операцию дают сведения о схемах базирования и закрепления заготовки на этих операциях, показывают, какие поверхности исходной заготовки уже обработаны, какие еще нет, содержат данные о точности обработки.

В картах технологического процесса изготовления детали указаны последовательность и содержание операций, схемы базирования, применяемое оборудование и инструменты, режимы резания, проектная норма штучного времени с выделением времени на установку, закрепление, открепление и снятие объекта обработки.

Прежде чем приступить к разработке приспособления, необходимо тщательно изучить исходные данные. Если первоначальных данных оказывается недостаточно для разработки приспособления, то необходимо привлекать новые научные и практические источники. При этом целесообразно ознакомиться со станком в цехе, выяснить технологические возможности инструментального цеха в отношении возможности изготовления проектируемого приспособления, убедиться в наличии на складе нормализованных заготовок, деталей и узлов, закладываемых в приспособлении, ознакомиться с опытом эксплуатации аналогичных приспособлений.

Если в результате углубленного осмысления исходных данных конструктор предлагает более рациональную схему приспособления, улучшаю-



щую структуру оснащаемой технологической операции, то после её согласования с технологом последний вносит в технологический процесс необходимые изменения.

Разрабатываемое приспособление *должно отвечать ряду основных требований*, которые необходимо учитывать как при выборе его составных элементов, так и при выполнении его общей компоновки:

- должно способствовать обеспечению заданной точности обработки (например, путем выбора соответствующей конструкции и точности элементов, определяющих положения заготовки в приспособлении и инструмента относительно приспособления; предания корпусу необходимой жесткости, гарантирующей отсутствие недопустимых деформаций и вибраций; применения надежных зажимов, обеспечивающих неизменность положения заготовки во время обработки относительно рабочих поверхностей установочных элементов; точной установки приспособления на станке и др.);

- должно способствовать обеспечению заданной производительности операции (например, путем применения быстродействующих ручных, механизированных, автоматизированных и многократных зажимных устройств и силовых приводов; автоматизации других рабочих приемов по обслуживанию приспособления и др.);

- должно быть экономически целесообразным (расходы на проектирование, изготовление и эксплуатацию приспособления должны окупаться за счет снижения себестоимости выполняемой операции. Однако, если применяемое приспособление освобождает рабочего от тяжелого физического труда, то этим требованием можно пренебречь);

- должно обладать хорошей ремонтпригодностью (например, трущиеся поверхности следует выполнять не непосредственно на корпусах приспособлений, а на отдельных легко заменяемых деталях);

- должно быть удобным в эксплуатации (это обеспечивается за счет удобства установки, закрепления, открепления и снятия заготовки; свободного доступа обрабатываемого инструмента в зону обработки; удобства манипулирования рабочими рукоятками; легкости очистки от стружки; простоты установки приспособления на станке; отсутствия мелких частей, которые могут затеряться);

- должно облегчать труд рабочего (это требование становится особенно важным тогда, когда проектируемое приспособление предназначено для тяжелых работ с частой повторяемостью, приводящей к быстрому утомлению рабочего);

– должно обеспечивать безопасность работы (это достигается применением зажимных механизмов с самотормозящимися звеньями, а также введением в конструкцию приспособления специальных блокировочных устройств, обеспечивающих отключение станка при внезапном раскреплении заготовки из-за выхода из строя зажимного механизма).

Кроме перечисленных основных требований, в зависимости от назначения проектируемого приспособления, к нему может быть предъявлен ряд дополнительных требований, которые конструктор должен обеспечить при разработке конструкции.

Последовательность разработки приспособления:

1) исходя из схемы базирования обрабатываемой заготовки, точности и шероховатости поверхностей, используемых в качестве баз, определяют тип и размер установочных элементов, их число, взаимное расположение и рассчитывают составляющие погрешности установки;

2) исходя из заданной производительности операции и её структуры, определяют тип приспособления (одно- или многоместное, одно- или многопозиционное, для операций с параллельной, последовательной или параллельно-последовательной обработкой);

3) по заданным режимам резания (силам резания) и принятой схеме обработки составляется схема действия сил резания на заготовку, выбирают точки приложения и направления сил зажима и рассчитывают их числовые значения. Устанавливается погрешность закрепления;

4) по силам зажима, местам их приложения выбирают тип зажимного механизма, рассчитывают его основные конструктивно-размерные параметры и числовое значение необходимой исходной силы привода;

5) по силе тяги и регламентированному времени на закрепление и открепление объекта обработки выбирают тип силового привода и рассчитывают его размеры. По нормам и ГОСТам выбирают их стандартные размеры;

6) устанавливают тип и размеры элементов для определения положения и направления режущего инструмента;

7) выбирают необходимые вспомогательные устройства, определяют их размеры, расположение;

8) разрабатывают общий вид приспособления и определяют точность его исполнительных размеров;

9) рассчитывают на прочность и износостойкость нагруженные и подвергающиеся износу элементы приспособления;

10) рассчитывают экономическую целесообразность разработанной и обеспечивающей заданную точность конструкции приспособления.

Общий вид приспособления выполняют методом последовательного вычерчивания его составных элементов в определенном порядке:

1. Выполняют чертеж обрабатываемой заготовки в таком количестве видов и на таком расстоянии их друг от друга, чтобы обеспечить размещение необходимых видов разрабатываемого приспособления. Заготовку вычерчивают условными линиями в той стадии обработки, в которой она поступает на данную операцию. Штриховой линией указывают те поверхности, которые должны быть получены на данной операции.

2. В соответствующем месте чертежа наносят составные элементы приспособления для определения положения и направления режущего инструмента. Кондукторные втулки вычерчивают на нужном в осевом направлении втулки расстоянии от заготовки и определяют необходимую толщину корпуса приспособления в месте установки втулок.

3. Вычерчивают установочные элементы приспособления так, чтобы те поверхности операционной заготовки, которые используются в качестве базовых, соприкасались с рабочими поверхностями эти элементов.

4. Вычерчивают зажимные устройства и их приводы.

5. Наносят вспомогательные устройства и детали.

6. Конструктивно оформляют корпус приспособления с учетом предъявляемых к нему требований.

7. Оформляют чертеж общего вида приспособления, который должен определять его конструкцию, взаимодействие его основных частей и пояснять принцип его работы. Составляют спецификацию приспособления (ГОСТ 2.108–68), определяющую его состав. Указывают технические требования к сборке приспособления.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные задачи, решаемые при разработке технологического процесса изготовления детали.

2. Исходные данные для проектирования станочных приспособлений.

3. Последовательность проектирования станочных приспособлений.

4. Для чего необходима универсализация и нормализация элементов приспособлений?

5. Перспективы развития конструкций станочных приспособлений.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

(составлен на основе Толкового словаря по машиностроению [27])

**АВТОМАТИЗАЦИЯ** – применение технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека частично или полностью от непосредственного участия в процессах получения, передачи и использования энергии, материалов и информации.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА** – способ организации производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Основные цели автоматизации производства – повышение производительности и улучшение условий труда, обеспечение высокого качества выпускаемой продукции, оптимизация использования всех ресурсов производства.

До внедрения средств автоматизации замещение физического труда происходило посредством механизации основных и вспомогательных операций производственного процесса. Интеллектуальный труд долгое время оставался не механизированным (ручным). В настоящее время операции физического и интеллектуального труда, поддающиеся формализации, становятся объектом механизации и автоматизации.

**АГРЕГАТ** – 1. Механическое соединение нескольких машин или устройств, работающих в комплексе. 2. Сборочная единица, обладающая полной взаимозаменяемостью, возможностью сборки отдельно и способностью выполнять определенные функции.

**АРМАТУРА** – устройства и детали, не входящие в состав основного оборудования, но обеспечивающие его нормальную работу.

**БАЗА** – поверхность или сочетание поверхностей, линия (ось), точка, принадлежащие заготовке или изделию и используемые для базирования.

**БАЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ** – база для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

**БАЗА КОНСТРУКТОРСКАЯ** – база для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

**БАЗА КОНСТРУКТОРСКАЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ** – конструкторская база данной детали или сборочной единицы, используемая для определения положения присоединяемого к ним изделия.

**БАЗА КОНСТРУКТОРСКАЯ ОСНОВНАЯ** – конструкторская база данной детали или сборочной единицы, используемая для определения их положения в изделии.

**БАЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ** – база для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта.

**БАЗИРОВАНИЕ** – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

**ДЕТАЛИ** – отдельные составные части машин, приборов, приспособлений.

**ДЕТАЛИ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫЕ** – детали, удовлетворяющие условиям взаимозаменяемости.

**ДЕТАЛИ СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ** – детали, конструкция и размеры которых определяются стандартами.

**ВВЕРНУТЬ** – вращая, вертя, вставит.

**ВВИНТИТЬ** – винтя, вставить.

**ВЕРТЕТЬ** – приводить в круговое движение.

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ** – свойство одинаковых деталей, узлов или агрегатов, позволяющее производить их сборку или замену без предварительной подгонки или с незначительной подгонкой, регулировкой или предварительной подборкой.

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ПОЛНАЯ** – взаимозаменяемость, при которой для сопрягаемых деталей не требуется подгонки, регулировки или предварительной подборки.

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ЧАСТИЧНАЯ** – взаимозаменяемость, при которой для сопрягаемых деталей требуется незначительная подгонка, регулировка или предварительная подборка.

**ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ** – способность узлов, машин и конструкций работать в нужном диапазоне режимов с допустимыми колебаниями.

**ВИНТИТЬ** – вертеть, завинчивая, ввинчивая.

**ВЫВЕРКА** – проверка правильности взаимного расположения деталей или поверхностей.

**ВЫДЕРЖИВАЕМЫЙ РАЗМЕР** – размер, получаемый в процессе обработки, значение которого должно находиться в установленных пределах.

**ГАЙКОВЕРТ** – ручная машина с электрическим или пневматическим приводом для завинчивания и отвинчивания крепёжных деталей.

**ДЕТАЛИ УНИФИЦИРОВАННЫЕ** – близкие по размерам и конструктивно подобные детали, используемые в машинах различного назначения.

**ДЕФОРМАЦИЯ** – изменение взаимного расположения точек твердого тела в результате внешних воздействий.

**ДЕФОРМАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ СТАНКА** – деформация деталей станка под действием сил резания, температуры и других факторов, возникающих при обработке.

**ДЕФОРМАЦИЯ ПЛАСТИЧЕСКАЯ** – деформация, остающаяся после снятия вызвавшей её нагрузки.

**ДЕФОРМАЦИЯ СИЛОВАЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ** – деформация технологической системы под влиянием сил, возникающих при обработке.

**ДЕФОРМАЦИЯ УПРУГАЯ** – деформация, исчезающая после снятия вызвавшей её нагрузки.

**ЖЁСТКОСТЬ** – способность тела или конструкции сопротивляться деформированию.

**ЗАВЕРНУТЬ** – вертя, закрепить, завинтить.

**ЗАВИНТИТЬ** – винтя, укрепить, довести до нужного положения.

**ЗАГОТОВКА** – предмет труда, из которого путем изменения его формы, размеров, свойств поверхности и (или) материала изготавливают деталь.

**ЗАЖАТИЕ** – закрепление силами сжатия.

**ЗАЖИМ** – 1. Устройство для постоянного или периодического зажатия. 2. Деталь или узел зажимного устройства приспособления. 3. см. ЗАЖАТИЕ.

**ЗАЖИМ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ** – зажим, для работы которого требуется короткое время.

**ЗАЖИМ ВИНТОВОЙ** – зажим с зажимным элементом в виде винта, приводимого в действие ключом, рукояткой или маховиком.

**ЗАЖИМ ГИДРОПЛАСТОВЫЙ** – зажим, использующий промежуточное тело (гидропласт) для передачи сил на зажимный элемент.

**ЗАЖИМ КЛИНОВОЙ** – зажим, с зажимным элементом в виде двух самотормозящихся одно- или двухскосых клиньев.

**ЗАЖИМ КОМБИНИРОВАННЫЙ** – зажим, состоящий из элементарных зажимов различных типов.

**ЗАЖИМ КУЛАЧКОВЫЙ** – зажим с зажимным элементом в виде эксцентрического дискового кулачка.

**ЗАЖИМ МЕМБРАННЫЙ** – зажим с зажимным элементом в виде мембраны.

**ЗАЖИМ ПЛАНОЧНЫЙ** – зажим с зажимным элементом в виде планки.

**ЗАЖИМ ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ** – зажим, работающий от сжатого воздуха.

**ЗАЖИМ ПРУЖИННЫЙ** – зажим с зажимным элементом в виде пружины.

**ЗАЖИМ РЕЕЧНО-РЫЧАЖНЫЙ** – зажим, с зажимным элементом в виде рычага, перемещаемого посредством реечной передачи.

**ЗАЖИМ РЫЧАЖНЫЙ** – зажим с зажимным элементом в виде прямого или изогнутого рычага.

**ЗАЖИМ ЦАНГОВЫЙ** – зажим с зажимным элементом в виде пружинящей разрезной втулки (цанги).

**ЗАЖИМ ЭКСЦЕНТРИКОВЫЙ** – зажим с зажимным элементом в виде круглого, эвольвентного или спирального эксцентрика.

**ЗАКРЕПЛЕНИЕ** – приложение к заготовке или изделию такой системы сил, которая в процессе выполнения технологической операции (или ее соответствующей части) обеспечивала бы постоянство того их положения, которое достигнуто при базировании.

**ЗАКРУТИТЬ** – крутя, круговым вращением завинтить, ввести внутрь, свернуть.

**ЗАСТОПОРИВАНИЕ** – предотвращение движения или относительно-го перемещения частей механизма с помощью стопорного устройства.

**ЗАТЯЖКА** – процесс создания напряжения в резьбовом соединении для обеспечения плотности (нераскрытия) стыка, осуществляемый гаечным ключом, гайковёртом и другими устройствами.

**ЗАТЯНУТЬ** – создать напряжение в резьбовом соединении.

**ЗАХВАТ** – устройство для закрепления поднимаемых заготовок, деталей, узлов машин и т. п.

**ИНСТРУМЕНТ** – орудие человеческого труда или исполнительный механизм машины для работы в условиях промышленного предприятия.

**КАНТОВАТЕЛЬ** – механизм для поворота тяжёлых и крупногабаритных деталей при их обработке, осмотре и упаковке.

**КИНЕМАТИКА РЕЗАНИЯ** – синтез движений режущих кромок инструмента и обрабатываемой заготовки для получения заданной поверхности.

**КИНЕМАТИКА СТАНКА** – закономерности движений органов станка.

**КЛИН** – деталь с двумя рабочими гранями в виде наклонных плоскостей.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ** – ручной инструмент, состоящий из головки с зевом и рукоятки, для завинчивания и отвинчивания крепёжных деталей.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ ДВУСТОРОННИЙ** – гаечный ключ с открытыми зевами в головках с обоих концов рукоятки.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ ДИНАМОМЕТРИЧЕСКИЙ** – гаечный ключ с устройством, ограничивающим усилие затяжки.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ ОДНОСТОРОННИЙ** – гаечный ключ с открытым зевом в головке с одного конца рукоятки.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ ПРЕДЕЛЬНЫЙ** – см. **КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ С ТРЕЩОТКОЙ**.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ РАЗВОДНОЙ** – гаечный ключ с регулируемым размером зева.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ РОЖКОВЫЙ** – гаечный ключ с рогаобразным зевом для круглых гаек с торцовыми отверстиями.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ С ЗАКРЫТЫМ ЗЕВОМ** – гаечный ключ с замкнутой головкой.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ С ОТКРЫТЫМ ЗЕВОМ** – гаечный ключ с головкой, имеющей прорезь.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ С ТРЕЩОТКОЙ** – гаечный ключ с храповым механизмом, ограничивающим усилие затяжки.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ ТАРИРОВАННЫЙ** – гаечный ключ, отрегулированный и установленный на максимально допустимые силу и момент.

**КЛЮЧ ГАЕЧНЫЙ ТОРЦОВЫЙ** – гаечный ключ с многогранным углублением или выступом на торце головки.

**КОНДУКТОР** – приспособление для направления режущего инструмента и обеспечения его правильной пространственной ориентации, а также для придания ему жёсткости и устойчивости.

**КОНСТРУКЦИЯ** – устройство, состав и взаимное расположение частей машины, механизма или сооружения.

**КОНТРГАЙКА** – гайка, навинчиваемая в дополнение к основной гайке для предупреждения её самоотвинчивания.

**КОРПУС** – основная часть машины, механизма, прибора, служащая основанием и несущая все основные узлы и детали.

**КОРПУС ПРИСПОСОБЛЕНИЯ** – основная часть приспособления, объединяющая в единое целое его элементы.

**КРУТИТЬ** – вертеть, вращать кругообразно.

**КУЛАЧОК** – деталь с профилированной поверхностью скольжения, посредством которой сопряжённой детали передаётся движение.

**ЛЮНЕТ** (в машиностроении) – приспособление для металлорежущих станков, служащее дополнительной опорой вращающимся при обработке де-



талям. Люнет предотвращает прогиб деталей от усилий резания и собственного веса, повышает их виброустойчивость; применяется при обработке длинных нежёстких валов, деталей, имеющих длинные выступающие части, и тому подобное на токарных, круглошлифовальных, резьбо- и шлицефрезерных станках. Люнет бывает неподвижным (обычно прикрепляется к направляющим станины) или подвижным (перемещается вместе с суппортом, кареткой и тому подобным).

**МАНИПУЛЯТОР** – 1. Машина или устройство для выполнения вспомогательных операций, связанных с изменением положения, с подачей и передвижением изделия при обработке или сборке. 2. Механизм, осуществляющий действия, аналогичные действиям руки человека.

**МАШИНА** – устройство, выполняющее механические движения с целью преобразования энергии, материалов или информации.

**МЕХАНИЗАЦИЯ** – замена в процессах трудовой деятельности ручных средств труда машинами и механизмами с применением для приведения их в действие различных видов энергии. Основные цели механизации – повышение производительности труда и освобождение человека от выполнения тяжёлых, трудоёмких и утомительных операций. Механизация обеспечивает развитие производительных сил и служит материальной основой повышения эффективности производства.

**МЕХАНИЗМ** – устройство для передачи и преобразования движений, представляющее собой систему тел (звеньев), в которой движение одного или нескольких тел (ведущих) вызывает вполне определенные движения остальных тел системы. Механизмы бывают различными по конструкции и назначению, составляют основу большинства машин, приборов и других технических устройств.

**МЕХАНИЗМ ВИНТОВОЙ** – механизм, содержащий винт и гайку и служащий для преобразования вращательного движения одного элемента в поступательное движение другого.

**МЕХАНИКА** – наука, изучающая перемещения в пространстве (механическое движение) и равновесие материальных тел (сред) под действием сил (так называемая классическая механика); в зависимости от решаемых задач механика делится на кинематику, статику и динамику; теоретическая механика – раздел механики, формулирующий общие законы движения материальных точек, их систем, абсолютно твердых тел и сплошных сред; прикладная механика – отрасль механики, занимающаяся применением законов

механики к решению практических задач – постройке машин, механизмов и других сооружений.

**МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА** – обработка со снятием или без снятия стружки, вручную или на станках при относительных перемещениях инструмента и заготовки.

**МОДУЛЬ** – унифицированный узел (или часть сложной системы), оформленный конструктивно как самостоятельное изделие и выполняющий определенную функцию в различных технических устройствах.

**НАВИНЧИВАНИЕ** – перемещение по резьбе охватывающей резьбовой детали по охватываемой.

**НАГРУЗКА** – совокупность сил, действующих на какое-либо тело (механизм, деталь).

**НАГРУЗКА ВИБРАЦИОННАЯ** – нагрузка, вызванная механическими колебаниями.

**НАГРУЗКА ДИНАМИЧЕСКАЯ** – нагрузка, характеризующаяся быстрым изменением её во времени.

**НАГРУЗКА КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ** – см. **НАГРУЗКА ВИБРАЦИОННАЯ**.

**НАГРУЗКА МЕХАНИЧЕСКАЯ** – нагрузка, вызывающая изменение напряжённо-деформированного состояния звеньев.

**НАГРУЗКА СТАТИЧЕСКАЯ** – неизменная во времени нагрузка, создающая напряжённо-деформированное состояние звеньев.

**НАЛАДКА** – подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению определённой технологической операции.

**НАСТРОЙКА ДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ** – совокупность операций по настройке технологической системы в условиях работы под нагрузкой.

**НАСТРОЙКА** – регулирование узлов, частей и параметров (машины, устройства, прибора) для обеспечения режима их работы в период эксплуатации.

**НАСТРОЙКА НА РАЗМЕР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ** – настройка металлорежущего станка, обеспечивающая получение заданного размера детали.

**НАСТРОЙКА СТАТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ** – совокупность операций по настройке системы в нерабочем положении.

**НОРМАЛЬ** – (в стандартизации) – нормативно-технический документ, устанавливающий для отрасли или отдельного предприятия правила, методы, требования к параметрам и размерам узлов, деталей машин и устройств.

**ОБОРУДОВАНИЕ** – необходимые технические средства для обеспечения изготовления изделий.

**ОГРАЖДЕНИЕ СТАНКА ЗАЩИТНОЕ** – устройство, защищающее от повреждения электрическим током, быстровращающихся частей станка, сходящей стружки и т. п.

**ОПОРНАЯ ТОЧКА** – точка, символизирующая одну из связей заготовки или изделия с выбранной системой координат.

**ОПРАВКА** – приспособление, используемое для крепления на нём заготовок или инструментов, имеющих посадочное отверстие, при обработке на металлорежущих станках. Оправки бывают жесткие и разжимные, центровые и консольные, цилиндрические и конические и др.

**ОСНАСТКА СТАНОЧНАЯ** – комплекс приспособлений, режущих и измерительных инструментов для станков.

**ОСНАСТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ** – комплекс приспособлений и инструментов.

**ОСНАЩЕНИЕ** – обеспечение оборудования технологической оснасткой.

**ОТВЕРНУТЬ** – вертя, ослабить, снять, отвинтить.

**ОТВИНТИТЬ** – снять, отделить, вращая по винтовой нарезке.

**ОТВОД СТРУЖКИ** – удаление стружки из рабочей зоны в желаемом направлении, обеспечиваемое приспособлением или специальной формой заточки инструмента.

**ПАТРОН** – приспособления или вспомогательный инструмент для закрепления заготовок или режущих инструментов на станках. Различают патроны механические, электромагнитные, гидравлические, пневматические и гидропластовые. Патроны могут быть двух-, трех- и четырехкулачковые, цанговые и др.

**ПАТРОН БАЙОНЕТНЫЙ** – патрон с байонетным зажимом.

**ПАТРОН БЫСТРОСМЕННЫЙ** – патрон с устройством для быстрого закрепления и открепления.

**ПАТРОН ГИДРОПЛАСТОВЫЙ** – патрон, использующий для передачи механического усилия зажима желеобразную пасту.

**ПАТРОН ЗАЖИМНЫЙ** – патрон, использующий для закрепления зажимные элементы.

**ПАТРОН КУЛАЧКОВЫЙ** – патрон, использующий для закрепления кулачки.

**ПАТРОН МЕХАНИЧЕСКИЙ** – патрон, использующий для закрепления механическую систему.

**ПАТРОН ПЛАВАЮЩИЙ** – патрон, позволяющий инструменту самоустанавливаться в обрабатываемом отверстии.

**ПАТРОН ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ** – патрон, использующий для закрепления давление сжатого воздуха.

**ПАТРОН ПОВОДКОВЫЙ** – патрон с устройством для передачи вращения закреплённой в нём заготовке или детали.

**ПАТРОН РЕЗЬБОНАРЕЗНОЙ** – патрон для закрепления резьбонарезных инструментов.

**ПАТРОН САМОУСТАНОВЛИВАЮЩИЙСЯ** – патрон, позволяющий закрепляемому инструменту перемещаться параллельно или перпендикулярно к своей оси или покачиваться на некоторый угол.

**ПАТРОН САМОЦЕНТРИРУЮЩИЙ КУЛАЧКОВЫЙ** – кулачковый патрон с механизмом для синхронного зажима или разжима всеми кулачками.

**ПАТРОН СВЕРЛИЛЬНЫЙ** – патрон для закрепления инструментов, обрабатывающих отверстия.

**ПАТРОН ТОКАРНЫЙ** – патрон, используемый на станках токарной группы.

**ПАТРОН ТРЁХКУЛАЧКОВЫЙ** – самоцентрирующий кулачковый патрон с тремя кулачками для центрирования и закрепления заготовок или деталей типа тел вращения.

**ПАТРОН ЦАНГОВЫЙ** – патрон, использующий для закрепления цангу.

**ПАТРОН ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВЫЙ** – кулачковый патрон с четырьмя кулачками для закрепления несимметричных заготовок или деталей.

**ПАТРОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ** – патрон, использующий для закрепления электромагнит.

**ПЕРЕДАЧА** – механизм, служащий для передачи движения с преобразованием скоростей и с соответствующим изменением вращающих моментов.

**ПИНОЛЬ** – деталь металлорежущего станка, выполненная в виде гильзы, служащая для закрепления режущего инструмента или для поддержания обрабатываемой заготовки.

**ПЛАНШАЙБА** – приспособление в виде фланца, устанавливаемое на шпинделе металлорежущих станков для закрепления обрабатываемой заготовки или инструмента и передачи им вращения.

**ПЛУНЖЕР** – поршень, имеющий длину, значительно превышающую диаметр.

**ПНЕВМОПРИВОД** – привод, осуществляющий движения механизмов и машин посредством сжатого воздуха.

**ПНЕВМОЦИЛИНДР** – устройство, преобразующее энергию потока сжатого воздуха (или газа) в энергию поступательного движения поршня.

**ПОВЕРХНОСТИ, ПОЛУЧЕННЫЕ НА ДАННОМ УСТАНОВЕ** – поверхности, полученные в результате выполнения той части технологической операции, которая отвечает рассматриваемому установу. На схеме обработки данные поверхности выделяют утолщенными сплошными линиями, толщина которых равна  $(2...3)s$ , где  $s$  – толщина сплошной основной линии схемы.

**ПОВОДОК ПАТРОНА** – палец поводкового патрона, служащий для передачи вращения заготовке, закреплённой в патроне.

**ПОДАТЛИВОСТЬ** – величина, обратная жёсткости (склонность тела или конструкции к образованию деформаций).

**ПОДНАЛАДКА** – дополнительная регулировка технологического оборудования и (или) оснастки в процессе работы для восстановления достигнутых при наладке значений параметров.

**ПОРШЕНЬ** – подвижная деталь, плотно перекрывающая цилиндр в поперечном сечении и перемещающаяся вдоль его оси.

**ПРИВОД** – устройство, состоящее из двигателя, передающих механизмов и системы управления для приведения в движение машин и механизмов.

**ПРИЖИМ** – деталь зажимного приспособления, непосредственно контактирующая с закрепляемой деталью.

**ПРИЗМА УСТАНОВОЧНАЯ** – деталь станочных приспособлений с углублением, образованным двумя наклонными плоскостями, для установки заготовки по цилиндрической поверхности.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ** – вспомогательное устройство, используемое для изготовления, сборки или контроля заготовок, деталей, узлов (сборочных единиц) машин.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ** – приспособление, лишаящее заготовку всех степеней свободы.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ЗАЖИМНОЕ** – см. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ МНОГОМЕСТНОЕ** – приспособление для установки и закрепления нескольких заготовок или деталей.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ПОВОРОТНОЕ** – приспособление, предусматривающее поворот заготовок, деталей, узлов, изделий в ходе их обработки.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ РЕГУЛИРОВОЧНОЕ** – приспособление для регулировки установочных параметров инструмента, заготовки или детали.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СБОРНО-РАЗБОРНОЕ** – приспособление, состоящее из частей и деталей, которые после разборки могут быть собраны в приспособление другого назначения.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СБОРОЧНОЕ** – приспособление для сборки сопрягаемых деталей.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ** – приспособление для обработки определённой группы заготовок или деталей с использованием в нём дополнительных или сменных устройств.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ** – приспособление для обработки на определённой операции только данной заготовки.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СТАНОЧНОЕ** – приспособление, используемое на металлорежущем станке.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЕ БЕЗНАЛАДОЧНОЕ** – приспособление, которое может быть использовано для обработки различных заготовок на различных станках.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНО-НАЛАДОЧНОЕ** – приспособление для различных наладочных работ (например, проверка правильности установки шаблонов, копиров).

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНОЕ** – приспособление, собираемое из стандартных узлов и деталей для каждой данной операции.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ УСТАНОВОЧНОЕ** – приспособление, служащее для установки инструмента, заготовки или детали на станке или сборном устройстве.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ЦЕНТРИРУЮЩЕЕ** – приспособление для совмещения геометрических осей заготовок с осями элементов приспособлений или станков.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ-СПУТНИК** – приспособление для установки детали при обработке на нескольких операциях и перемещения вместе с деталью со станка на станок.

**ПРИХВАТ** – деталь приспособления, удерживающая закрепляемую деталь от перемещения.

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС** – совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта продукции.

**РИФЛИ** – острые бороздки на поверхности.

**РУЧНОЙ** – 1. Предназначенный, приспособленный для рук. 2. Приводимый руками; приводимый в действие руками.

**РЫЧАГ** – стержень с точкой опоры, находящийся под действием сил, расположенных в плоскости, проходящей через эту точку; служит для уравновешивания большей силы с помощью меньшей или для совершения какой-либо работы.

**САМОТОРМОЖЕНИЕ КЛИНА** – явление, при котором не может начаться относительное перемещение клина при любой силе, действующей в плоскости конуса трения.

**САМОТОРМОЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ** – явление, возникающее при условии, когда угол подъёма винтовой линии резьбы меньше приведённого угла трения.

**СКОБА** – подковообразная деталь.

**СКОБА ЗАЖИМНАЯ** – скоба станочного приспособления для установки и закрепления заготовок.

**СКОБА СКРЕПЛЯЮЩАЯ** – скоба для скрепления нескольких заготовок или заготовки с шаблоном при обработке.

**СПЕЦИФИКАЦИЯ** – конструкторский документ, выполненный в виде таблицы, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

**СТАНДАРТ** – 1. Образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. 2. Нормативно-технический документ, содержащий ряд условий, подлежащих выполнению, как для продукции, так и для технических условий и требований.

**СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ** – стандарт, применение которого обязательно для всех предприятий, организаций и учреждений страны в пределах сферы их действия.

**СТАНДАРТ ОТРАСЛЕВОЙ** – стандарт, действующий в пределах данной отрасли народного хозяйства.

**СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ** – стандарт, для всех предприятий и организаций данной союзной республики, независимо от их ведомственной принадлежности.

**СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ** – установление и применение обязательных правил, норм и требований при проектировании, изготовлении и эксплуатации деталей и узлов машин.

**СТАНОК** – машина для обработки различных материалов.

**СТАНОК СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ** – станок для обработки заготовок, сходных по конфигурации, но с разными (в некотором диапазоне) размерами.

**СТАНОК СПЕЦИАЛЬНЫЙ** – станок, предназначенный для обработки заготовок одного типоразмера.

**СТАНОК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ** – станок для выполнения значительного числа операций при обработке разнообразных заготовок.

**СТОПОР** – деталь, элемент детали (выемка, выступ) или устройство для стопорения.

**СТОПОРЕНИЕ** – остановка и фиксация части механизма в определенном положении при помощи стопора.

**СТРУБЦИНА** – приспособление в виде скобы с винтом для закрепления деталей на станке, верстаке или для временного соединения их при сборке.

**СУШПОРТ** – узел станка для закрепления инструмента или заготовки и сообщения им движения подачи.

**СХЕМА БАЗИРОВАНИЯ** – схема расположения опорных точек на базах.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ** – законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД** – законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС** – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.



**ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ** – свойство изделий, проявляющееся в соответствии их требованиям экономичной технологии изготовления.

**ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ** – свойство конструкции, проявляющееся в оптимальных затратах труда, средств и материалов при её производстве, эксплуатации и ремонте.

**ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ** – свойство конструкции, позволяющее изготавливать её в условиях данного производства с наименьшими затратами труда и материалов при обеспечении заданного качества.

**ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ РЕМОНТНАЯ** – свойство конструкции, позволяющее ремонтировать её в условиях данного производства с наименьшими затратами труда и материалов.

**ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ** – свойство конструкции, обеспечивающее возможно более длительное сохранение её заданных эксплуатационных качеств.

**ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ** – отрасль науки, в которой объектом исследования является процесс изготовления машины, а целью исследований — раскрытие связей и закономерностей, действующих в этом процессе.

**ТИПИЗАЦИЯ** – метод унификации, состоящий в разработке типовых решений для применения их при создании новых изделий, процессов или проведении соответствующих работ.

**ТИПИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** – классификация технологических процессов по единству содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для групп изделий с общими конструктивными признаками.

**УНИФИКАЦИЯ** – приведение различных видов продукции и средств её производства к наименьшему числу типоразмеров, марок, форм, свойств и т. п.

**УНИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ** – это совокупность мероприятий по приведению изделий или их элементов к единой форме, размерам, структуре, составу и т.п.

**УСТАНОВ** – часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении (установке) обрабатываемой заготовки или собираемой сборочной единице.

**УСТАНОВКА** – придание детали, инструменту или оборудованию требуемого положения.

**УСТАНОВКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ** – установка заготовки или инструмента в цикле работы станка без вмешательства рабочего.

**УСТАНОВКА В ПАТРОНЕ** – установка заготовки на станке в одной из конструкций патронов.

**УСТАНОВКА В ЦЕНТРАХ** – установка заготовки между центрами, закреплёнными в шпинделе и пиноли задней бабки.

**УСТАНОВКА ЗАГОТОВКИ** – процесс, в ходе которого достигается базирование и закрепление предмета труда (ГОСТ 21495–76).

**УСТАНОВКА ПО ЛИМБУ** – установка с использованием отсчета по лимбу (часто с нониусом).

**УСТАНОВКА РУЧНАЯ** – установка заготовки или инструмента на станке вручную.

**УСТАНОВКА С ЛЮНЕТОМ** – установка длинной или нежёсткой заготовки либо инструмента на станке с использованием поддерживающего приспособления – люнета.

**УСТАНОВКА ТОЧНАЯ** – установка с последующей проверкой точности расположения элементов технологической системы.

**УСТРОЙСТВО** – состав и взаимное расположение частей машины, механизма или сооружения.

**УСТРОЙСТВО БЛОКИРОВОЧНОЕ** – устройство, исключающее возможность одновременного осуществления нескольких несовместимых между собой движений.

**УСТРОЙСТВО ДЕЛИТЕЛЬНОЕ** – устройство для перемещения заготовки или детали на различные доли оборота или на отрезки разной длины.

**УСТРОЙСТВО ЗАГРУЗОЧНОЕ** – устройство для подачи заготовок или материала на оборудование для последующей обработки.

**ФИКСАТОР** – устройство для определения положения перемещаемой части машины или механизма.

**ФИКСАТОР КОНИЧЕСКИЙ** – фиксатор в виде конуса, входящего в углубление перемещаемой части машины или механизма.

**ФИКСАТОР ПОДПРУЖИНЕННЫЙ** – фиксатор, у которого стопорящий элемент удерживается пружиной.

**ФИКСАТОР С ВЫТЯЖНОЙ РУЧКОЙ** – фиксатор в виде стержня с коническим концом, входящим в отверстие делительного диска.

**ФИКСАТОР ХРАПОВОЙ** – фиксатор в виде храпового механизма.

**ФИКСАТОР ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ** – фиксатор в виде подпружиненного цилиндрического стержня, входящего в отверстие перемещаемой части машины или механизма.

**ФИКСАТОР ШАРИКОВЫЙ** – фиксатор в виде подпружиненного шарика, входящего в выемку поворачиваемой части машины или механизма.

**ФИКСАТОР ШТЫРЕВОЙ** – фиксатор в виде подпружиненного цилиндрического или конического штыря, входящего в отверстие перемещаемой части машины или механизма.

**ФИКСАЦИЯ** – удержание перемещаемой части машины или механизма в заданном положении при помощи фиксатора.

**ФИКСАЦИЯ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ** – закрепление лимба делительной головки в неподвижном положении после осуществления деления и поворота детали или заготовки

**ФИКСАЦИЯ СТОЛА** – закрепление стола станка в определённом положении относительно станины после перемещения.

**ЦЕНТР (в машиностроении)** – стальной конус, применяемый для установки изделия при обработке на станке, в контрольно-измерительных приборах. Обрабатываемая заготовка или контролируемая деталь с коническими углублениями на торцах устанавливается между центрами.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альбом по проектированию приспособлений : учеб. пособие / Б. М. Базров [и др.]. – М. : Машиностроение, 1991. – 121 с. : ил.
2. Андреев, Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства : учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 1999. – 415 с. : ил.
3. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М. : Машиностроение, Ленинград. отд-ние, 1975. – 656 с. : ил.
4. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. – М. : Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 920 с. ; Т. 2. – 900 с. ; Т. 3. – 858 с.
5. Базров, Б. М. Основы технологии машиностроения / Б. М. Базров. – М. : Машиностроение, 2005. – 736 с. : ил.
6. Болотин, Х. Л. Станочные приспособления : учеб. пособие / Х. Л. Болотин, Ф.П. Костромин. – М. : Машиностроение, 1973. – 344 с. : ил.
7. Горохов, В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол : ТНТ, 2013. – 4320 с. : ил.
8. Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков : справочник / А. К. Горошкин. – М. : Машиностроение, 1979. – 303 с. : ил.
9. ГОСТ 21495–76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 36 с.
10. ГОСТ 3.1107–81. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.
11. Ильицкий, В. Б. Станочные приспособления. Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационных свойств / В. Б. Ильицкий, В. В. Микятинский, Л. М. Сердюк. – М. : Машиностроение, 1989. – 208 с. : ил.
12. Косов, Н. П. Станочные приспособления для деталей сложной формы / Н. П. Косов. – М. : Машиностроение, 1973. – 234 с. : ил.
13. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений : учеб. для вузов / В. С. Корсаков. – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с. : ил.

14. Лепихов, В. Г. Самоустанавливающиеся приспособления / В. Г. Лепихов. – М. : Машиностроение, 1980. – 37 с. : ил.
15. Мальцев, В. Г. Развитие теории точности формообразования резанием наружных цилиндрических поверхностей / В. Г. Мальцев, А. П. Моргунов, Н. С. Морозова ; Минобрнауки России, ОмГТУ, – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. – 192 с. : ил.
16. Маталин, А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с. : ил.
17. Орлов, П. И. Основы конструирования : справ.-метод. пособие : в 2 кн. / П. И. Орлов ; под ред. П. Н. Учаева. – М. : Машиностроение, 1988. – Кн. 1. – 560 с. : ил. ; Кн. 2. – 544 с. : ил.
18. Кузнецов, В. И. Технологическая оснастка для станков с ЧПУ и промышленных роботов / Ю. И. Кузнецов. – М. : Машиностроение, 1987. – 112 с.
19. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А. Г. Косилова и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 1.
20. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.] ; под ред. Б. Н. Вардашкина и А. А. Шатилова. – М. : Машиностроение, 1984. – 592 с.
21. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. Т. 2 / В. Д. Бирюков [и др.] ; под ред. Б. Н. Вардашкина и В. В. Данилевского. – М. : Машиностроение, 1984. – 656 с.
22. Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. – СПб. : Лань, 2013. – 303 с.
23. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики : учеб. для втузов / С. М. Тарг. – М. : Высш. шк., 1986. – 416 с.
24. Терликова, Т. Ф. Основы конструирования приспособлений : учеб. пособие для машиностроительных вузов / Т. Ф. Терликова, А. С. Мельников, В. И. Баталов. – М. : Машиностроение, 1980. – 119 с.
25. Технологические процессы и производства : конспект лекций / сост. В. Г. Мальцев. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. – 50 с.

26. Технологические процессы и производства : метод. указания для практ. занятий и самостоят. работы / сост. В. Г. Мальцев. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. – 50 с.

27. Толковый словарь по машиностроению. Основные термины / под ред. А. М. Дальского. – М. : Рус. яз., 1987. – 304 с.

28. Феодосьев, В. И. Десять лекций-бесед по сопротивлению материалов / В. И. Феодосьев. – 2-е изд. – М. : Наука, 1975. –173 с.