

Г.Н.Андреев В.Ю.Новиков
А.Г.Схиртладзе

Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства

Под редакцией
члена-корреспондента РАН
Ю.М.Соломенцева

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ

*Рекомендовано
Министерством образования
Российской Федерации
в качестве учебного пособия
для студентов машиностроительных
специальностей вузов*



Москва
«Высшая школа» 1999

УДК 621.0
ББК 34.5
А 65

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Н. М. Султан-Заде,
д-р техн. наук, проф. В. А. Скрыбин

Андреев Г.Н., Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г.

А 65 Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/ Под ред. Ю. М. Соломенцева. — 2-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 1999 — 415 с.: ил.

ISBN 5-06-003665-0

Рассмотрены основные вопросы конструирования и расчета приспособлений, служащих для механизации и автоматизации технологических процессов изготовления деталей на металлорежущих станках; приведены конструкции приводов, передаточных механизмов от приводов к приспособлениям; даны конструкции приспособлений для станков различного технологического назначения.

Первое издание вышло в 1996 г.

Для студентов машиностроительных специальностей вузов. Может быть использовано в техникумах и колледжах, а также в практической работе конструкторов и технологов машиностроительных производств.

УДК 621.0
ББК 34.5

ISBN 5-06-003665-0

© ГУП издательство «Высшая школа», 1999

Оригинал-макет данного издания является собственностью издательства «Высшая школа» и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без согласия издательства запрещается.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основную группу технологической оснастки составляют приспособления механосборочного производства. Приспособлениями в машиностроении называются вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций механической обработки, сборки и контроля.

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

Частая смена объектов производства, связанная с нарастанием темпов технологического процесса в эпоху научно-технической революции требует от технологической науки и практики создание конструкций и систем приспособлений, метода их расчета, проектирования и изготовления, обеспечивающих неуклонное сокращение сроков подготовки производства. В серийном производстве необходимо использовать специализированные быстроналаживаемые и обратимые системы приспособлений. В мелкосерийном и единичном производствах все более широко применяют систему универсально-сборных приспособлений.

Ряд принципиально новых требований, предъявляемых к приспособлениям, определены расширением парка станков с ЧПУ, переналадка которых на обработку новой заготовки сводится к замене программы и к замене или переналадке приспособления для базирования и закрепления заготовки.

Изучение закономерности влияния приспособления на точность и производительность выполняемых операций позволяют проектировать приспособления, интенсифицирующие производство и повышающие его точность. Проводи-

мая работа по унификации и стандартизации элементов приспособлений создала основу для автоматизированного проектирования приспособлений с использованием электронно-вычислительной техники и автоматов для графического изображения. Это приводит к ускорению технологической подготовки производства.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Автоматизация и управление» и специальностям «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты», «Автоматизация технологических процессов и производств», а также другим техническим специальностям. Книга может быть полезна для инженерно-технических работников заводов, проектных организаций и институтов, занимающихся вопросами технологического проектирования, автоматизацией и управлением производственными процессами в машиностроении.

Чл.-корр. РАН
д-р техн. наук, профессор
Ю. М. Соломенцев

Глава 1. Основные понятия и определения

1.1. Служебное назначение приспособлений

Технологическая оснастка является важнейшим фактором успешного осуществления технического прогресса в машиностроении. В промышленности эксплуатируется более 25 миллионов специальных станочных приспособлений. Затраты на изготовление технологической оснастки приблизились к затратам на производство металлорежущих станков. Задача повышения эффективности и качества технологической оснастки стала одной из важнейших народнохозяйственных проблем.

Для современного этапа развития машиностроения характерен быстрый рост выпуска новых видов продукции. В настоящее время смена новых моделей машин, оборудования, аппаратов, приборов происходит значительно быстрее, чем 10...15 лет назад. Ускорение освоения новых видов продукции и сокращение цикла ее производства, как правило, требует и создания новых приспособлений, так как при изменении номенклатуры выпускаемых машин и приборов специальная оснастка становится непригодной и ее каждый раз приходится проектировать и изготавливать заново.

Значительные трудовые и материальные затраты определяются тем, что технологическая оснастка оказывает влияние на производительность труда, качество и сокращение сроков освоения производства новых изделий.

Задача повышения производительности труда в машиностроении не может быть решена только за счет ввода в действие даже самого совершенного оборудования. Смена моделей станков в производстве происходит в среднем через 6...8 лет, поэтому наряду с высокопроизводительными современными станками эксплуатируются и станки устаревших моделей.

Технологическая оснастка способствует повышению производительности труда в машиностроении и ориентирует производство на интенсивные методы его ведения. На предприятиях машиностроения до 90% организационно-

технологических мероприятий, направленных на обеспечение роста производительности труда рабочих-станочников, связано либо с изменением конструкций, либо с изготовлением новых видов инструментов и приспособлений.

Применение технологической оснастки, особенно переналаживаемого типа не только обеспечивает, но и расширяет технологические возможности как универсальных, так и станков с ЧПУ, гибких производственных модулей и робототехнических систем.

Повышение производительности труда при применении технологической оснастки обеспечивается следующим:

1. Сокращением вспомогательного времени на установку и закрепление заготовки в приспособлении;
2. Интенсификацией режимов резания за счет увеличения прочности, жесткости и виброустойчивости приспособлений.
3. Сокращением объема пригоночно-слесарных работ при сборке изделий за счет применения технологической оснастки повышенной точности.
4. Расширением многостаночного обслуживания станков с ЧПУ путем обработки группы деталей, установленной в многоместном приспособлении. Многостаночное обслуживание применяют, как правило, на операциях, имеющих длительный цикл, осуществляемый в автоматическом режиме. При изготовлении деталей, имеющих короткое время обработки, целесообразно применять многоместные приспособления на станках с ЧПУ.

Для снижения вспомогательного времени необходимо:

- применять механизированные приводы закрепления заготовки;
- создавать удобные условия работы станочнику путем уменьшения различных отвлекающих факторов;
- обеспечивать оптимальное время срабатывания механизированных прижимов. Среднее время срабатывания гидравлического привода прижима равно 1 с. Однако в

результате действия различных факторов время срабатывания гидрофицированных прижимов достигает 5 с;

- применять "маятниковый" метод обработки, при котором время установки заготовки и съема готовой детали совмещается с основным технологическим временем;
- сокращать время на установку режущего инструмента путем закрепления на приспособлении специальных деталей-установов. Последние широко применяют в крупносерийном и массовом производстве.

Длительность цикла изготовления оснастки средней сложности достигает 75 дней.

Повышение режимов работы современных станков и механизмов, их качества, надежности и долговечности связано с ужесточением требований к точности деталей машин и механизмов.

Точность механической обработки в значительной степени зависит от станочной оснастки. При обработке заготовки методом пробных проходов точность детали зависит в основном от квалификации рабочих. Применение автоматического метода получения размеров и механизированного закрепления заготовок в приспособлении практически полностью устраняет влияние уровня квалификации рабочего на точность обработки. Качество деталей, в этом случае, в значительной степени зависит от станочного приспособления, его точности, способности сохранять ее в процессе обработки, места приложения и направления усилия зажима и т.д.

1.2. Классификация приспособлений

Технологическая оснастка классифицируется по нескольким признакам.

- I. По целевому назначению приспособления делят на пять групп:
 1. Станочные приспособления — используют для установки и закрепления обрабатываемых заготовок на станках. В зависимости от вида механической обработки различают токарные, сверлильные, фрезерные, расточные, шлифовальные и другие станочные приспособления. Они являются самой многочисленной группой и составляют 70-80% общего числа приспособлений.
 2. Приспособления для крепления рабочих инструментов — характеризуются 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 — используют для соединения сопрягаемых деталей и сборочных единиц, крепления базовых деталей (сборочных единиц) собираемого изделия, предварительного деформирования собираемых упругих элементов (пружин, рессор и т.д.), выполнения сборочных операций, требующих приложения больших сил (клепка, вальцовка, запрессовка и т.д.) и др.
 4. Контрольные приспособления — применяют для контроля заготовок, промежуточного и окончательного контроля обрабатываемых деталей, а также для проверки собранных сборочных единиц и машин.
 5. Приспособления для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок.
- II. По степени специализации приспособления делят на универсальные, специализированные и специальные (рис. 1.1).

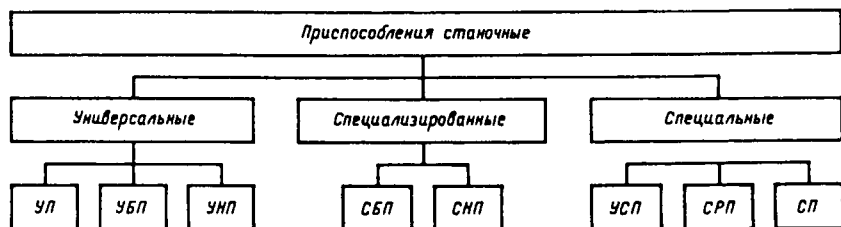


Рис. 1.1 Классификация приспособлений

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

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

Универсально-наладочные приспособления (УНП) применяют для установки и закрепления определенной группы схожих по форме заготовок деталей, обрабатываемых на токарных, фрезерных, сверлильных и других станках. Универсально-наладочные приспособления состоят из двух частей: универсальной (постоянной) и наладочной (сменной). Универсальная часть включает в себя корпус, силовой привод и базовые элементы для установки сменных наладок. Наладочная часть состоит из сменных наладок, изготавливаемых в соответствии с формой и габаритными размерами обрабатываемых деталей. Трудоемкость изготовления сменных наладок УНП на 60-70% меньше трудоемкости изготовления специальных приспособлений для установки таких же деталей. Универсальную часть УНП используют многократно, что значительно сокращает сроки и стоимость подготовки производства при выпуске новых машин. Применение УНП

позволяет значительно увеличить оснащенность операций технологического процесса.

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

Специализированные наладочные приспособления (СНП) — состоят из двух частей. Первая часть — базовый агрегат и, вторая часть — специальная сменная наладка. Базовый агрегат, как правило, несет основную базовую поверхность, на которую устанавливают специальные сменные наладки под обрабатываемые заготовки. Во многих случаях базовый агрегат имеет одну или несколько вспомогательных базовых поверхностей для установки на них специальных сменных наладок, предназначенных для направления режущего инструмента, механизма зажима заготовки и других деталей и сборочных единиц.

После установки сменной наладки базовый агрегат преобразуется в законченное приспособление для выполнения конкретной операции по изготовлению конкретной детали. Специальная сменная наладка проектируется и изготавливается с учетом специфики конкретной заготовки, при этом учитываются оптимальные условия ее установки в приспособлении. В некоторых конструкциях специализированных наладочных приспособлений переналадка осуществляется не только путем замены специальных сменных наладок, но и путем плавного или ступенчатого регулирования подвижных частей базового агрегата.

Типы и основные размеры СНП определены государственными стандартами. Область применения СНП охватыва-

ет все типы серийного производства в условиях групповой обработки заготовок.

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

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

Бригада из пяти слесарей-сборщиков, одного мастера и конструктора может собрать из комплекта УСП 2500 различных приспособлений в год. Изготовление приспособления из деталей УСП включает в себя:

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

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

При применении УСП в условиях мелкосерийного производства для механизации закрепления заготовки на универсальных станках и станках с ЧПУ применяют механизированные УСП. В зависимости от размеров, массы заготовок и необходимой силы зажима для их закрепления разработаны два вида средств механизации: с крепежными болтами и соединительными пазами 12 и 16 мм. Они обеспечивают полную взаимозаменяемость со стандартными деталями и сборочными единицами УСП.

Основой комплекта являются гидравлические блоки. Конструктивно они выполнены в виде прямоугольных плит УСП, в корпус которых встроены гидроцилиндры двустороннего действия. Компоновки механизированных приспособлений, собранные на их базе, обладают важным достоинством по сравнению с компоновками, механизация которых осуществляется с помощью отдельно стоящих гидрофицированных прижимов.

Срок использования комплекта деталей и узлов УСП примерно 25 лет. УСП применяют в опытном, единичном, мелкосерийном и частично в среднесерийном типах производства.

Сборно-разборные приспособления (СРП) — являются разновидностью оснастки многократного применения. В СРП элементом фиксации является цилиндрический палец и точное отверстие (в УСП фиксация деталей осуществляется системой “шпонка — точный паз”). Этот способ фиксации имеет ряд эксплуатационных и технологических преимуществ: точностные параметры компоновки приспособления более высокие и эти параметры сохраняются в процессе эксплуатации; крупногабаритные компоновки приспособлений можно создавать на монолитной плите, что обеспечивает повышенную жесткость системы, позволяющую работать на более высоких режимах обработки.

Технологическим достоинством фиксации “палец — точное отверстие” является возможность изготовления крупногабаритных базовых деталей и сборочных единиц (плит, угольников и т.д.).

В СРП предусмотрен как традиционный способ базирования обрабатываемых заготовок на заранее изготовленные и поставляемые заводу-потребителю детали, так и способ базирования с помощью специальных сменных наладок. Специальная сменная наладка имеет подготовленные поверхности для установки обрабатываемой заготовки в компоновке приспособления.

К группе базовых сборочных единиц для компоновки СРП относятся прямоугольные и круглые плиты как меха-

низированные, так и немеханизированные, различные типы угольников. Прямоугольные немеханизированные плиты представляют собой прямую призму. На верхней поверхности призмы имеется сетка координатно-фиксирующих отверстий, точность которых соответствует 7-му качеству. Отверстия предназначены для фиксации на плите специальных сменных наладок, установочно-крепежных и других элементов или обрабатываемых заготовок. Кроме того, они могут быть использованы в качестве "нулевой точки" при установке приспособления на станке с ЧПУ.

Для крепления сменных наладок, установочно-крепежных и других элементов СРП или обрабатываемых заготовок на верхней поверхности предусмотрены продольно-направленные Т-образные пазы. Для повышения общей жесткости плиты пазы выполнены только в одном направлении.

Компоновки механизированных приспособлений СРП на базе прямоугольных плит с гидравлическим приводом имеют некоторые преимущества перед компоновками аналогичных приспособлений на базе немеханизированных прямоугольных плит — шланги не выступают над рабочей поверхностью плиты. Это облегчает установку заготовок и съем обработанных деталей, а также уборку стружки.

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

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

По степени механизации и автоматизации приспособления подразделяют на ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические.

Применение станочных приспособлений позволяет:

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

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

1.3. Основные элементы приспособлений

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

- установочные элементы, определяющие положение детали в приспособлении;
- зажимные элементы — устройства и механизмы для крепления деталей или подвижных частей приспособлений;
- элементы для направления режущего инструмента и контроля его положения;
- силовые устройства для приведения в действие зажимных элементов (механические, электрические, пневматические, гидравлические);
- корпуса приспособлений, на которых крепят все остальные элементы;
- вспомогательные элементы, служащие для изменения положения детали в приспособлении относительно инструмента, для соединения между собой элементов приспособлений и регулирования их взаимного положения.

Установочные детали приспособлений, несущие установочные поверхности заготовок, применяются в виде опорных штырей, пластин, призм, установочных пальцев и др. В установочную систему приспособлений входят также ориентирующие или центрирующие устройства и механизмы опор.

При базировании заготовок плоскими поверхностями установочные элементы выполняются в виде опорных штырей и пластин.

Для базирования заготовок цилиндрической формы применяют установочные призмы, а при базировании по отверстию — установочные пальцы.

Ориентирующие и самоцентрирующие устройства позволяют при установке в приспособление заготовок ориентировать их по плоскостям симметрии. В этих случаях приспособ-

собления имеют не только центрирующие, но и зажимные устройства.

Зажимные элементы должны обеспечивать надежный контакт обрабатываемой заготовки с установочными элементами и препятствовать ее смещению под действием возникающих при обработке усилий. Они не должны вызывать деформации и порчи поверхности деталей.

Элементы, основанные на использовании клина, винта, эксцентрика, рычага шарнира и т.п. называют зажимами.

Применяют и комбинированные зажимные, механизмы.

Элементы для направления режущего инструмента используются при изготовлении деталей на сверлильных и расточных станках. Направление инструмента обеспечивается неподвижными или вращающимися кондукторными втулками. Неподвижные кондукторные втулки бывают постоянные, сменные, быстросменные и специальные.

Силовые устройства служат в качестве усилительных звеньев зажимных механизмов. Силовые устройства бывают пневматического, гидравлического и магнитного действия.

Делительные, фиксирующие и вспомогательные элементы используются в приспособлениях для правильного углового или линейного перемещения деталей и их фиксации.

К вспомогательным элементам приспособлений относят выталкиватели, защелки, замки, ручки и т.п. части.

Корпусные элементы приспособлений являются основной частью приспособлений, на которой крепят все остальные элементы. Они воспринимают все усилия, действующие на деталь при ее закреплении и обработке.

При конструировании корпусов приспособлений учитывают удобства установки и зажима обрабатываемой детали, удобство подвода инструментов и удаления стружки, а также условия, обеспечивающие точность их установки и закрепления на станке.

Корпуса приспособлений делают литыми из чугуна, сварными из стали или сборными из отдельных элементов, скрепляемых болтами.

1.4. Типовые базирующие элементы приспособлений

Базирующими элементами приспособлений называются детали и механизмы, обеспечивающие правильное и однообразное расположение заготовок относительно инструмента.

Длительное сохранение точности размеров этих элементов и их взаимного расположения является важнейшим требованием при конструировании и изготовлении приспособлений. Соблюдение этих требований предохраняет от брака при обработке и сокращает время и средства, затрачиваемые на ремонт приспособления. Поэтому для установки заготовок не допускается непосредственное использование корпуса приспособления.

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

В корпусе приспособления эти элементы должны располагаться так, чтобы обеспечивалась возможность легкой и быстрой замены их в случае износа или повреждения. Рабочие поверхности базирующих деталей для сохранения их в чистоте и в целях более надежного прилегания к ним заготовок должны быть по возможности небольших размеров и не должны быть сплошными по всей установочной поверхности обрабатываемой детали.

При установке заготовка опирается на установочные элементы приспособлений, поэтому эти элементы называют опорами. Опоры можно разделить на две группы: группу основных и группу вспомогательных опор.

Основными опорами называются установочные или базирующие элементы, лишаящие заготовку при обработке

всех или нескольких степеней свободы в соответствии с требованиями к обработке.

Для придания заготовке по возможности устойчивого положения на основных опорах, последние следует располагать на максимальном расстоянии друг от друга, причем так, чтобы силы резания или зажима приходились либо против опор, либо между ними.

Во избежание деформаций заготовок, закрепленных в приспособлении к основным опорам применяют еще и дополнительные, вспомогательные опоры. Количество их в конструкции может быть самым разнообразным, так как определяется оно условиями обработки, жесткостью и конфигурацией детали.

В качестве основных опор для установки заготовок плоскими поверхностями в приспособлениях часто используют штыри и пластины.

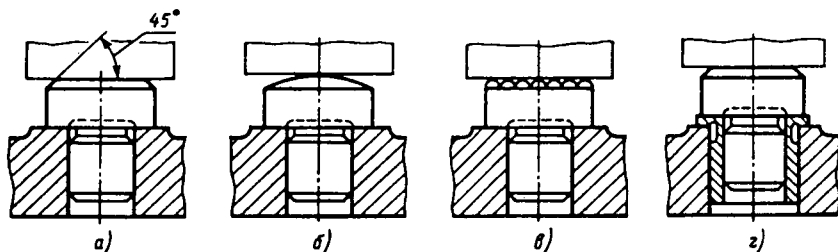


Рис. 1.2 Опорные штыри

Штыри (рис. 1.2) применяются с плоской, сферической и насеченной головкой. Штыри с плоской головкой (рис. 1.2, а) предназначены для установки заготовок обработанными плоскостями, вторые и третьи (рис. 1.2, б и в) для установки необработанными поверхностями, причем штыри со сферической головкой, как более изнашивающиеся, применяются в случаях особой необходимости, например, при установке заготовок узких деталей необработанной поверхностью для получения максимального расстояния между опорными точками. Штыри с насеченной головкой используют для установки деталей по необработанным боковым

поверхностям, вследствие того, что они обеспечивают более устойчивое положение заготовки и поэтому в некоторых случаях позволяют использовать меньшее усилие для ее зажима.

При использовании таких штырей в качестве горизонтальных опор следует учитывать трудности их очистки от стружки.

В приспособлении штыри обычно устанавливают с посадкой с натягом по 7 квалитету точности в отверстия, обработанные непосредственно в корпусе, опорные площадки на корпусе для головок штырей делают слегка выступающими для обеспечения возможности одновременной их обработки в одной плоскости. Иногда в отверстие корпуса приспособления запрессовывают переходные закаленные втулки (рис. 1.2, г) в которые штыри входят с посадкой с небольшим зазором по 7 квалитету. Применение переходных втулок вызывается стремлением свести до минимума время, потребное на ремонт приспособления, путем использования взаимозаменяемых опор без шлифования их торцов при сборке.

Для облегчения передвижения заготовки по штырям с плоской головкой и для безопасности удаления стружки вручную на головке такого штыря делают фаску под углом 45° (рис. 1.2, а). Такая же фаска должна быть и на нижнем торце любого штыря, чтобы облегчить посадку его в отверстие корпуса.

Наиболее распространенные конструкции пластин приведены на рис. 1.3. Конструкция представляет собой узкую пластинку, закрепляемую двумя или тремя винтами диаметром М6, М8, М10 или М12 в зависимости от поперечного сечения пластинки. Для облегчения перемещения заготовки, а также для безопасной очистки приспособления от стружки вручную рабочая поверхность пластинки окаймляется фаской под углом 45° (рис. 1.3, а). Основные достоинства таких пластинок — простота и компактность. Головки винтов, крепящих пластинку, обычно утопают на 1-2 мм относительно рабочей поверхности пластины.

Стремление получить наиболее компактную конструкцию привело к созданию пластинок с косыми углублениями. Косое расположение пазов позволяет, во-первых, непрерывно направлять обрабатываемую деталь при перемещении ее по пластинам (если такое перемещение необходимо), и, во-вторых, содействует более эффективной очистке установочной поверхности детали при этом перемещении.

Площадки для пластинок на корпусе приспособления, так же как и для штырей, рекомендуется делать слегка выступающими для обеспечения возможности их одновременной обработки. Эти площадки целесообразно шлифовать или, в крайнем случае, шабрить, что позволяет дольше сохранить единство уровня установочных поверхностей всех опор.

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

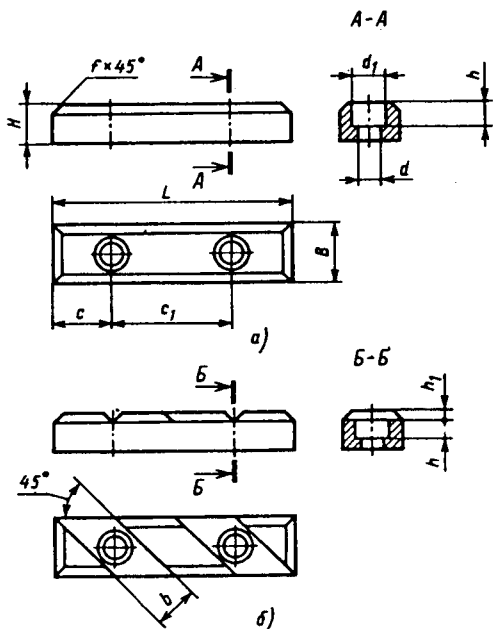


Рис. 1.3 Опорные пластины а — плоские, б — с наклонными пазами, $H, h, d_1, h, h_1, B, b, c, c_1$ — размеры, выдерживаемые при изготовлении пластин

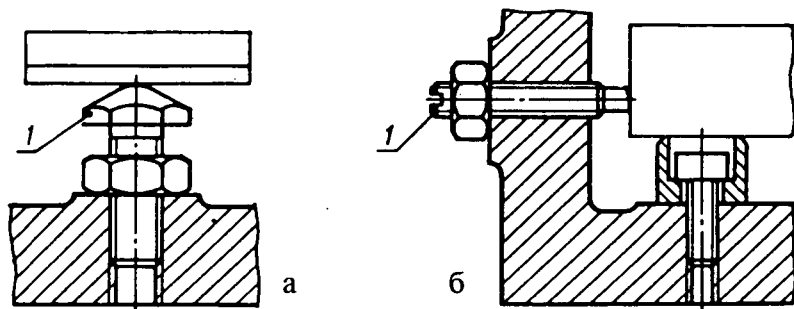


Рис. 1.4 Винтовые регулируемые опоры приспособлений

Регулируемая опора (рис. 1.4, а) расположена вертикально. Регулируемыми часто делают также боковые опоры (рис. 1.4, б). Обычно не все основные опоры делают регулируемыми. Часто регулируется одна опора в каждой установочной плоскости. В мелкосерийном производстве, где практикуется изготовление деталей разных размеров при использовании одного и того же приспособления, иногда делают все опоры регулируемыми. Регулирование таких опор обычно производится наладчиком.

При базировании заготовок по цилиндрической поверхности используется установка заготовки на призму.

Призмой называется установочный элемент с рабочей поверхностью в виде паза, образованного двумя плоскостями, наклоненными

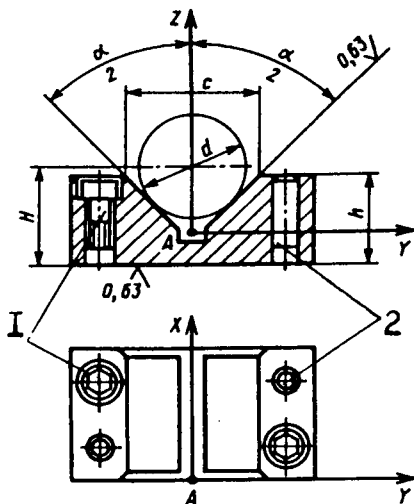


Рис. 1.5 Призма для установки небольших заготовок с базированием по обработанной поверхностям

ми друг к другу под углом (рис. 1.5, 1.6). Призмы для установки коротких заготовок (рис. 1.5) стандартизованы.

Призма определяет положение оси Z заготовки (рис. 1.5), перпендикулярной основанию призмы вследствие совмещения ее с осью углового паза. Осью углового паза считают ось, проведенную через точку A пересечения рабочих плоскостей перпендикулярно плоскости основания призмы. Для использования этого свойства призмы необходимо при ее изготовлении обеспечить строгую симметрию рабочих плоскостей призмы относительно оси углового паза, т.е. точно выдержать половину угла призмы $\alpha/2$.

Призма определяет положение продольной оси X заготовки. В связи с этим возникает необходимость точной фиксации положения призмы на корпусе приспособления. Поэтому кроме крепежных винтов 1, положение фиксируют с помощью двух контрольных штифтов 2 (рис. 1.5). Размер "с" необходим для разметки и предварительной обработки, "Н" — для контроля окончательной обработки.

В приспособлениях используют призмы с углами α , равными 60° , 90° и 120° . Наибольшее распространение получили призмы с $\alpha = 90^\circ$. Призмы с $\alpha = 120^\circ$ применяют, когда заготовка не имеет полной цилиндрической поверхности и по небольшой дуге окружности нужно определить положение оси детали. Заготовка, помещенная на таких призмах, имеет небольшую устойчивость. Призмы с углом $\alpha = 60^\circ$ применяют для повышения устойчивости в том случае, когда имеются значительные силы резания, действующие параллельно оси призмы.

При установке заготовок с чисто обработанными базами применяют призмы с широкими опорными поверхностями, а с черновыми базами — с узкими опорными поверхностями. Кроме этого по черновым базам применяют точечные опоры, запрессованные в рабочие поверхности призмы (рис. 1.6, б). В этом случае заготовки, имеющие искривленность оси, бочкообразность и другие погрешности формы техно-

логической базы, занимают в призме устойчивое и определенное положение.

При установке длинных заготовок применяют призмы с выемкой (рис. 1.6, а), или две соосно установленные призмы, которые после установки на корпусе шлифуют одновременно по рабочим плоскостям для достижения соосности и равномерности.

Если по условиям обработки длинную заготовку необходимо поставить на несколько призм, то две из них делают жесткими (основные опоры), а остальные подвижными (вспомогательные опоры). Призмы, также как и штыри могут быть регулируемы.

При базировании заготовки по плоскости и двум отверстиям они базируются по двум установочным пальцам. Пальцами называются детали приспособлений, на которые обрабатываемая деталь надевается своими обработанными отверстиями. Обычно установку производят не более чем на два пальца, так как использование большего количества пальцев не повышает точности установки, а изготовление приспособления при этом значительно усложняется.

Конструктивные разновидности пальцев приведены на рисунке 1.7. Конструкции пальцев стандартизованы по ГОСТ 12209-66 — пальцы постоянные цилиндрические (рис. 1.7, а), ГОСТ 12211-66 — пальцы сменные цилиндрические (рис. 1.7, б), ГОСТ 12210-66 — пальцы постоянные срезанные (рис. 1.7, в). В конструкциях, показанных на рисунке 1.7, а, б, опорой служит буртик пальца.

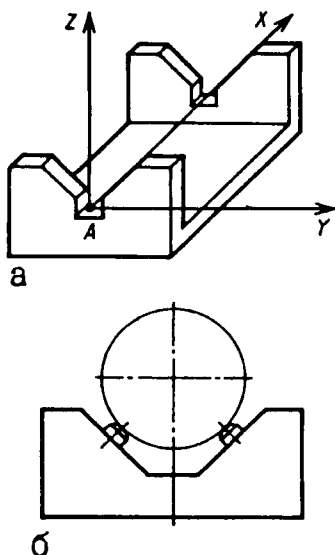


Рис. 1.6 Призмы с выемкой для установки длинных заготовок

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.

Для деталей, имеющих внутреннюю ци-

линдрическую поверхность, в качестве установочных элементов применяют оправки. Конструктивно оправки делят на жесткие и разжимные. Жесткие оправки могут быть: конические, цилиндрические для посадки заготовок с гарантированным натягом или зазором.

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

Конусные оправки обеспечивают высокую точность центрирования. Конусность рабочей части оправки принимается равной 1/1500-1/2000. Заготовка на оправку насаживается легкими ударами. Благодаря расклинивающему действию оправки достигается совмещение осей оправки и базового отверстия (рис.1.8, а). Кроме того, заготовка удерживается от поворота за счет достигнутого натяга и зажима ее не требуется. Недостатком таких оправок является: отсутствие точного ориентирования партии заготовок по длине за счет изменений в пределах допуска диаметра базового отверстия, а, следовательно, невозможность обработки торцов и уступов на предварительно настроенных станках; невоз-

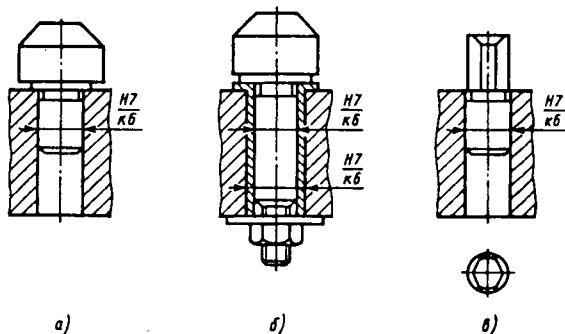


Рис. 1.7

Установочные пальцы: а — постоянные цилиндрические; б — сменные цилиндрические; в — постоянные срезанные

возможность установки длинных заготовок, так как, они будут удерживаться только на одном конце.

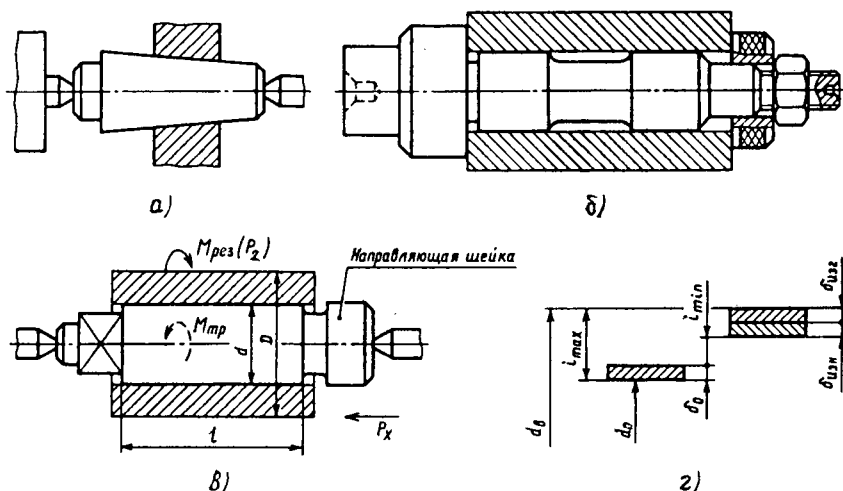


Рис. 1.8 Оправки: а — коническая оправка; б — цилиндрическая оправка с гарантированным зазором; в — оправка под запрессовку; г — схема расположения полей допусков

На рис. 1.8, в приведена конструкция оправки под запрессовку. Такие оправки, как и конусные, обеспечивают высокую точность центрирования. Применяя упорные кольца при напрессовке, можно точно ориентировать положение заготовки по длине оправки. Использование таких оправок позволяет производить одновременную подрезку обоих торцов заготовки. Недостаток оправок — необходимость установки на механическом участке дополнительного оборудования — прессов для запрессовки и распрессовки оправок.

При конструировании оправок под запрессовку необходимо определить диаметр рабочей части оправки. При обработке заготовки возникает момент от силы резания $M_{рез}$, осевая сила P_x , стремящиеся повернуть и сдвинуть заготовку на оправке (рис. 1.8, в).

Для нормальной работы оправки необходимо обеспечить условия:

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

где $M_{\text{тр}}$ и $P_{\text{тр}}$ — момент и сила трения на поверхности контакта “отверстие — оправка”; K — коэффициент запаса; D — диаметр обрабатываемой заготовки.

Так как заготовку насаживают на оправку с натягом, то на рабочей поверхности создается некое равномерно распределенное удельное давление p и тогда:

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

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

Из вышеприведенных выражений определяем

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

При одновременном действии $M_{\text{рез}}$ и P_x :

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

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

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

где d — внутренний диаметр заготовки; E_a и E_b — модули упругости материала детали и оправки.

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

здесь D — наружный диаметр заготовки; d_b и d_o — наружный и внутренний (при полной оправке) диаметр оправки; μ_a и μ_b — коэффициенты Пуассона для материала заготовки и оправки (для чугуна $\mu=0,25$, для стали $\mu=0,3$).

Исходя из вышеприведенных уравнений, получим выражение для расчета минимально необходимого натяга:

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

Для определения диаметра оправки рассмотрим расположение полей допусков соединения оправка-заготовка (рис. 1.8, г). Здесь d и δ_o — диаметр и допуск базового отверстия заготовки; $\delta_{изг}$ и $\delta_{изн}$ — допуски на изготовление и износ оправки. Исполнительный диаметр оправки можно определить как:

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

Следовательно, рассчитав i , зная δ_o и выбрав $\delta_{изг}$ и $\delta_{изн}$, можно рассчитать диаметр оправки. Обычно выбирают $\delta_{изг}=0,01-0,02$ мм; $\delta_{изн}=0,02-0,03$ мм. Выбор мощности прессы производят по максимальному натягу.

Конструкция оправки с гарантированным зазором приведена на рис. 1.8, б. Провертывание заготовки на оправке ограничено затягиванием гайки, шпонкой или шлицами, если на заготовке имеется шпоночный паз или шлицевое отверстие.

1.5. Дополнительные опоры

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

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

На рис. 1.9 показана индивидуальная стандартная самоустанавливающаяся опора. Винт 6 опоры устанавливают выше основных опор. При установке заготовка давит на винт 6, сжимая пружину 8 до тех пор, пока не ляжет на основные опоры. После этого плунжер 7 жестко фиксируется с помощью винта 3, пальца 4 и штифта 5 с косым срезом. Вся опора смонтирована в корпусе 9. Угол скоса фиксирующего штифта 5 меньше угла самоторможения. Плунжер 7 фиксируется от проворота относительно корпуса 9 выступом штифта 5. Пружину 8 выбирают так, чтобы она не могла приподнять заготовку над основными опорами. Для приведения опоры в исходное положение ее необходимо растормозить.

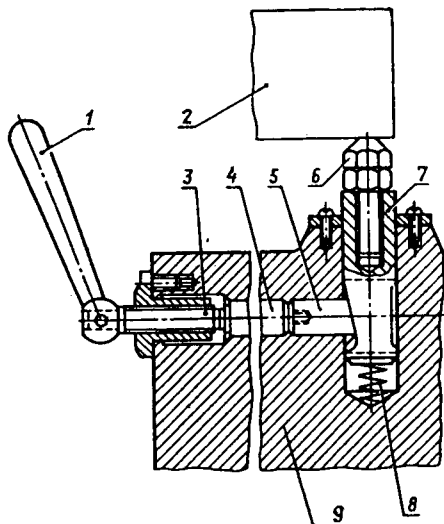


Рис. 1.9

Дополнительная самоустанавливающаяся опора

Достоинство самоустанавливающихся опор: быстродействие (плунжер 7 автоматически входит в соприкосновение с заготовкой); возможность одновременного управления (стопорения) несколькими опорами от одного привода (например, через клиновую систему). Недостаток — не при-

меняют при установке тяжелых заготовок и больших сил резания, действующих вдоль оси плунжера 7.

На рис. 1.10 приведена нормализованная конструкция (МН 350-60) клиновой подводимой опоры. Если в приспособлении нет заготовки 1, то регулируемый винт 2 располагается ниже основных опор. После установки заготовки на основные опоры, вручную, движением клина 5 влево, выдвигают плунжер 3 до соприкосновения регулируемого винта 2 с поверхностью заготовки. Вращаясь, винт 6 своей кони-

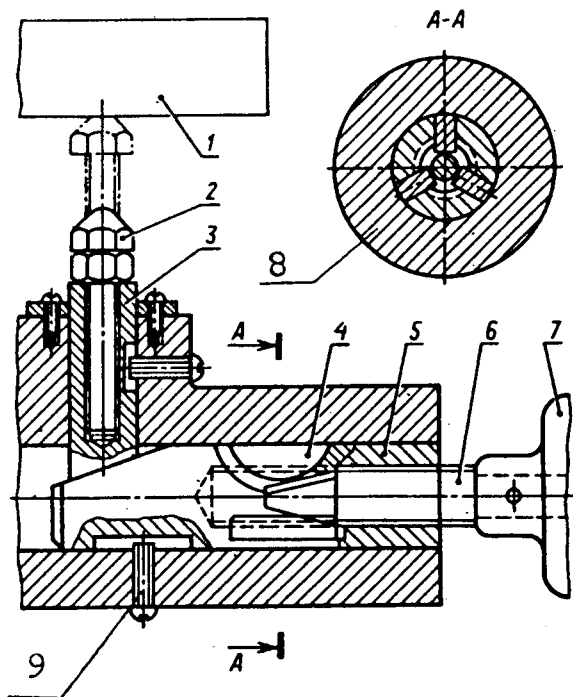


Рис. 1.10 Дополнительная подводимая опора

ческой частью выдвигает в радиальных пазах сегментные шпонки 4 до их упора в корпус 8 приспособления.

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

1.6. Зажимные устройства и методика их выбора

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

Необходимость применения зажимных устройств исчезает в двух случаях:

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

К зажимным устройствам предъявляются следующие требования:

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

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

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

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

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

Величина коэффициента зависит от условий обработки заготовок на станке:

$$K=K_0K_1K_2K_3K_4K_5.$$

где $K_0=1,5$ — гарантированный коэффициент запаса при всех случаях обработки; K_1 — коэффициент, зависящий от вида базовой поверхности заготовки (обработанная или необработанная); K_2 — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента; K_3 — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей; K_4 — коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления; K_5 — коэффициент учитываемый при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси.

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

Первый вариант. Сила зажима W , приложенная к обрабатываемой заготовки 1, и сила резания P одинаково направлены и прижимают заготовку к опоре 2 приспособления (рис. 1.11, а). При этом заготовку минимальная сила зажима $W_{\min}$.

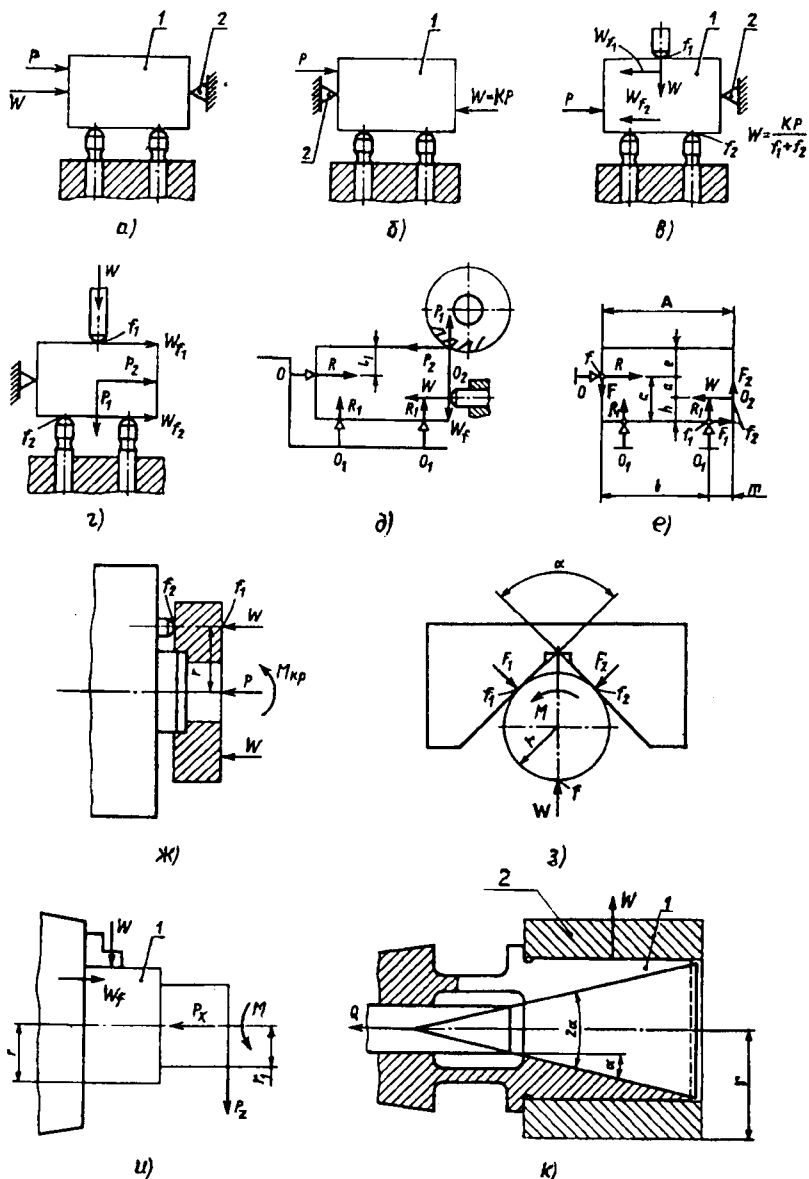


Рис. 1.11 Взаимные варианты взаимодействия сил резания и сил зажима на деталь, установленную в приспособление

Второй вариант. Сила зажима W и сила резания P действуют на обрабатываемую заготовку 1 в противоположных направлениях (рис. 1.11, б); требуемая сила зажима

$$W = KP.$$

Третий вариант. Сила зажима W и сила резания P действуют на обрабатываемую заготовку во взаимно перпендикулярном направлении (рис. 1.11, в). Силе резания P противодействуют силы трения между нижней базовой плоскостью заготовки и опорными штырями приспособления и между верхней плоскостью заготовки и зажимными элементами. При этом требуемая сила зажима:

$$Wf_1 + Wf_2 = KP,$$

откуда:

$$W = \frac{KP}{f_1 + f_2},$$

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

При $f_1 = f_2 = 0,1$ сила зажима $W = 5KP$.

Четвертый вариант. Сила зажима W прижимает заготовку к опорам (рис. 1.11, г) при этом одна сила резания P_1 имеет одно направление с силой зажима и прижимает заготовку к нижним опорам, а вторая сила резания P_2 действует в направлении, перпендикулярном к силе зажима. Смещению заготовки в приспособлении препятствуют силы трения, возникающие на плоскостях контакта детали с установочными и зажимными элементами приспособления. Величину силы зажима определяют из соотношения:

$$P_2 < (W + P_1) \cdot f_2 + Wf_1,$$

а с учетом коэффициента запаса $K > 1$:

$$W = \frac{(KP_2 - P_1 f_2)}{f_1 + f_2}.$$

Пятый вариант. Обрабатываемая заготовка зажимается (рис. 1. 11, д, е) горизонтально действующей силой зажима

W. Расстояние между силой зажима и силой реакции от бокового упора выбирают таким, чтобы обрабатываемая заготовка надежно была прижата к установочным опорам приспособления. На заготовку, зажатую в приспособлении, действуют сила зажима **W**, сила реакции **R₁** и **R** от установочных и зажимных опор и силы трения **F**, **F₁**, **F₂** между поверхностями детали, установочными и зажимными элементами приспособления.

Приравнивая сумму моментов относительно точки **O** нулю, найдем силу:

$$W = \frac{R_1(b + f_1c)}{d - f_2e}.$$

Шестой вариант. При обработке заготовки фрезой (рис. 1.11, д, е) на нее действуют силы резания **P₁** и **P₂**. Величину силы зажима с учетом сил резания найдем, приравнивая сумму моментов всех сил относительно точки **O** нулю:

$$W_a + Wf_2l - KP_2e - KP_1l = 0,$$

откуда:

$$W = \frac{K \cdot (P_2e + P_1l)}{a + f_2l},$$

где **K** — коэффициент запаса.

Седьмой вариант. Обрабатываемую заготовку выточкой устанавливают на центрирующий жесткий палец (рис. 1.11, ж) приспособления и левой плоскостью прижимают к трем опорным штырям несколькими прихватами. При обработке на заготовку действуют сдвигающий момент **M_{кр}** и осевая сила **P**. Заготовка удерживается от смещения силами трения, возникающими между ее поверхностями и поверхностями установочных и зажимных элементов приспособления. В этом случае силу зажима **W** определяют из равенства:

$$KM_{кр} = f_1Wr_2 + f_2Wr_1 + f_2Pr_1,$$

откуда:

$$W = \frac{KM_{кр} - f_2 Pr_1}{f_1 r_2 + f_2 r_1}.$$

При той же установке, но небольшой тангенциальной жесткости зажима силы трения между деталью и прихватом не учитываются:

$$KM = f_2 W r_1 + f_2 P r_1,$$

откуда:

$$W = \frac{KM - f_2 P r_1}{f_2 r_1}.$$

Восьмой вариант. Обрабатываемая деталь (рис. 1.11, з) наружной цилиндрической поверхностью установлена в призме с углом $\alpha=90^\circ$ и зажата силой W . Повороту детали около ее оси противодействуют силы трения, возникающие на поверхностях контакта детали с установочными и зажимными элементами приспособления.

Без учета трения на торце детали:

$$KM = W f_1 r + W f_2 r \cdot \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right],$$

откуда:

$$W = \frac{KM}{f_1 r + \frac{f_2 r}{\sin \frac{\alpha}{2}}}.$$

Девятый вариант. Рассмотрим действия двух сил резания P_z и P_x на заготовку 1, зажатую в трехкулачковом патроне станка (рис. 1.11, и); сила резания P_z создает момент:

$$M_{рез} = P_z r_1,$$

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

Суммарная сила зажима заготовки тремя кулачками патрона

$$W_{\text{сум}} f r = K M_{\text{рез}} = K P_z r_l,$$

откуда:

$$W_{\text{сум}} = \frac{K M_{\text{рез}}}{f r} = \frac{K P_z r_l}{f r},$$

тогда:

$$W = \frac{W_{\text{сум}}}{Z},$$

где W — сила зажима заготовки одним кулачком патрона, н (кгс); r — радиус обрабатываемой части заготовки, зажатой кулачками, мм; r_l — радиус обработанной части заготовки, мм; f — коэффициент трения между поверхностями заготовки и кулачков (зависит от вида поверхности кулачков); Z — число кулачков патрона; K — коэффициент запаса ($K=1,4-2,6$); $M_{\text{рез}}$ — момент от силы резания P_z .

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

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

откуда:

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

Десятый вариант. Рассмотрим действие силы резания P_z на обрабатываемую заготовку втулки 2, установленную и зажатую на цанговой оправке (рис. 1.11, к). Сила P_z создает момент резания $M_{\text{рез}}$, которому противодействует момент от силы трения $M_{\text{тр}}$ между установочной поверхностью цанги и заготовкой.

Суммарная сила зажима $W_{\text{сум}}$ обрабатываемой заготовки всеми лепестками цанги:

$$W_{\text{сум}} f r = K M_{\text{рез}} = K P_z r_l,$$

откуда:

$$W_{\text{сум}} = \frac{K M_{\text{рез}}}{f r} = \frac{K P_z r_l}{f r};$$

момент от силы трения:

$$M_{тр} = W_{сум} fr .$$

Фактические силы зажима заготовки, создаваемые зажимными механизмами должны равняться расчетным силам зажима или быть несколько больше их. Величина фактических сил зажима зависит от исходной силы Q , привода и передаточного отношения между фактической силой зажима W_{ϕ} детали и исходной силой Q для конкретного зажимного устройства приспособления.

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

$$W_{\phi} = Qi ,$$

откуда:

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

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

Зажимные устройства приспособлений разделяются на простые — элементарные и комбинированные, т.е. состоящие из нескольких простых. Простые зажимные устройства (зажимы) состоят из одного элементарного зажима, они бывают клиновые, винтовые, эксцентриковые, рычажные и т.д. Комбинированные зажимные устройства состоят из нескольких простых устройств, соединенных вместе. Их изготавливают винто-, эксцентрико-рычажными и др.

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

Многозвенные зажимные устройства зажимают одну заготовку одновременно в нескольких местах или несколько

заготовок одновременно в многоместном приспособлении. В зависимости от источника силы, требуемой для зажима заготовки, зажимные устройства разделяются на ручные, механизированные и автоматизированные. Ручные зажимные устройства приводит в действие непосредственно рабочий за счет мускульной силы. Механизированные зажимные устройства работают от пневматического или гидравлического привода. Автоматизированные устройства перемещаются от движущихся узлов станка, шпинделя, суппорта или патронов с кулачками, на которые действуют центробежные силы вращающихся грузов патрона. При этом зажим заготовки и разжим детали производится без участия рабочего.

Клиновой зажим. Для надежного закрепления обрабатываемой заготовки в приспособлении клин должен быть самотормозящийся, т.е. зажимать заготовку после прекращения действия на клин исходной силы P (рис. 1.12, а). Клиновые зажимы применяют в качестве промежуточного звена в сложных зажимных системах. Они позволяют увеличивать и изменять направление передаваемой силы.

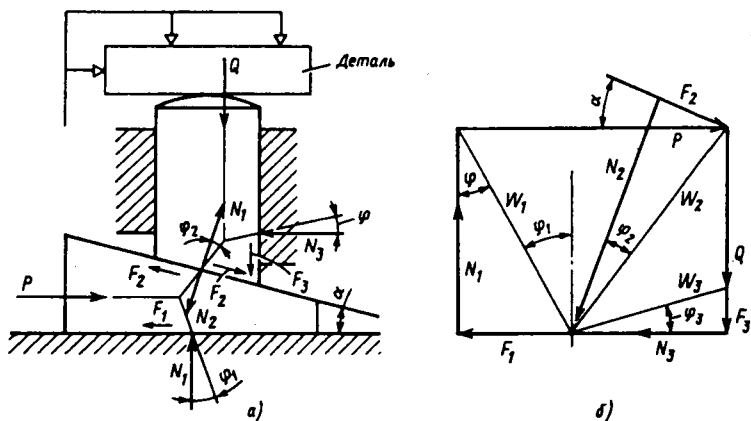


Рис. 1.12 Силы, действующие в односкосовом клиновом зажиме, и силовой многоугольник

При расположении передаваемых сил односкосным клиновым механизмом между силами P и Q получается за-

висимость, определяемая из силового многоугольника (рис. 1.12, б),

$$P = \frac{\cos \varphi_3 \cdot \sin [\alpha \pm (\varphi_1 + \varphi_2)]}{\cos \varphi_1 \cdot \cos [\alpha \pm (\varphi_2 + \varphi_3)]},$$

знак "+" относится к закреплению клина, а знак "-" к откреплению его.

Самоторможение клина обеспечивается малыми углами α наклона его поверхности и получается при $\alpha < \varphi_1 + \varphi_2$. На рис. 1.12, б дана схема действия сил в односкосном клиновом зажиме. Кроме исходной силы P на клин действуют нормальные силы N_1 и N_2 и силы трения F_1 и F_2 по его боковым поверхностям. Если $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$, то для односкосного клина при расположении передаваемой силы под прямым углом зависимость между силами P и Q выражается формулой:

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

Клиновые зажимы применяют в приспособлениях в сочетании с другими элементарными зажимами.

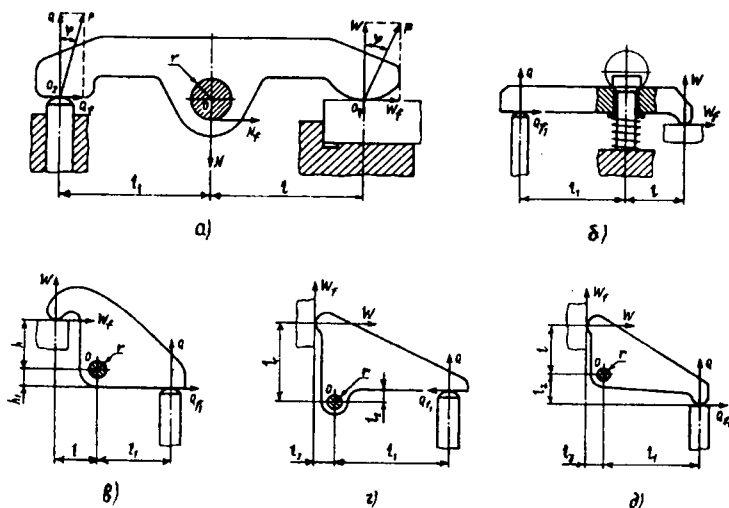


Рис. 1.13 Схема действия сил в рычажных прихватах приспособления

Рычажный зажим. Для определения соотношения между исходной силой Q механизированного привода и силой зажима W заготовки рассмотрим их действие на прямой рычаг (рис. 1.13, а). Сила Q от механизированного привода действует на левый конец рычага на расстоянии l_1 от оси качения O . Сила Q поворачивает рычаг на оси около точки O , а правый конец рычага зажимает обрабатываемую заготовку с силой W , находящейся на расстоянии l от точки O . Вследствие различия плеч l_1 и l рычага, а также учитывая потери на трение на его оси при повороте, можно утверждать, что величины сил Q и W будут различными.

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

$$M_{O_1} = N \cdot l - Q \cdot (l_1 + l) = 0,$$

но

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

$$N = Q + W.$$

Для определения соотношения между исходной силой Q механизированного привода и силой зажима W детали найдем уравнение равновесия рычага относительно оси вращения O с учетом трения от силы N на его оси (см. рис. 1.13, а):

$$M_{O_1} = Q l_1 - N f_o - W l = 0, \quad Q l_1 = W l + N f_o r,$$

откуда:

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

Подставив в формулу вместо N ее значение, получим:

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

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

откуда:

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

Передаточное отношение:

$$i_c = \frac{W}{Q} = \frac{Q \cdot (l_1 - f r) \cdot (l_1 - f_o r)}{W \cdot (l + f_o r) \cdot (l + f_o r)} = \frac{Q \cdot (l_1 - f_o r)^2}{W \cdot (l + f_o r)^2}.$$

Для рычагов, представленных на рис. 1.13, б и в, с учетом дополнительных сил трения $Q f$ и $W f$ в местах действия сил при $l_1 \geq l$ и $W \geq Q$ сила

$$Q = \frac{W \cdot (l + h l + r f_o)}{l_1 - h_1 f_1 - r f_o},$$

при f , одинаковых на всех поверхностях.

Для рычагов, показанных на рис. 1.13, г, д, силу на штоке привода определяют при $l_1 \geq l$ и f , равном для всех поверхностей:

$$Q = \frac{W \cdot (l + l_3 f + 0,96 r f_o)}{(l_1 - l_2 f_1 - 0,4 r f_o)},$$

при $l_1 \geq l$:

$$Q = \frac{W \cdot (l + l_3 f + 1,41 r f_o)}{(l - l_2 f_1)}.$$

Винтовой зажим. Винтовые ручные зажимы находят большое применение в станочных приспособлениях вследствие их простоты и надежного закрепления заготовок. Недостатки винтовых зажимов: значительное вспомогательное время, необходимое для разжима и зажима детали, большая затрата рабочим мускульной силы, непостоянство силы зажима и возможность смещения заготовки от силы трения на торце винта.

Винтовые зажимы применяют при ручном закреплении заготовок в приспособлениях, а также в приспособлениях механизированного типа и при зажиме заготовок в приспособ-

соблениях — спутниках, применяемых для деталей, изготавливаемых на автоматических линиях.

Закрепление заготовок винтовыми зажимами в приспособлениях производится ключами, ручками, гайками, гайками-головками, установленными на конце винта. Зажимные винты и гайки изготавливают из стали 35 и 45 с твердостью HRC 30-35 и точностью резьбы по 3-му классу.

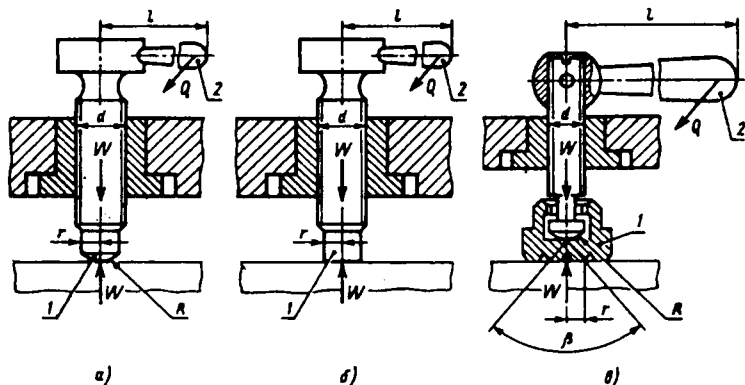


Рис. 1.14 Винтовые зажимы и их расчет

Сила, с которой зажимают заготовку винтовым зажимом, зависит от длины рукоятки и величины приложенной к ней силы, формы зажимного торца и вида резьбы. Сила, приложенная на конце рукоятки 2 резьбового зажима со сферическим торцом 1 (рис. 1.14, а).

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

Сила зажима:

$$W = \frac{Ql}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})}$$

Момент от силы Q , приложенной на рукоятке резьбового зажима со сферическим торцом (см. рис. 1.14, а).

$$M_Q = Ql = W r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})$$

Сила, приложенная на конце рукоятки резьбового зажима с плоским торцом (рис. 1.14, б).

$$Q = \frac{W \cdot [r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + 0,67fr]}{l}.$$

Сила зажима:

$$W = \frac{Ql}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + 0,67fr}.$$

Момент от силы Q , приложенной на рукоятке резьбового зажима с плоским торцом,

$$M_Q = Ql = W \cdot [r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + 0,67fr].$$

Сила, приложенная на рукоятке резьбового зажима со сферическим торцом, упирающимся в конусное гнездо зажимного башмака (рис. 1.14, в),

$$Q = \frac{W \left[r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + fR \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} \right]}{l}.$$

Сила зажима

$$M_Q = Ql = W \cdot \left[r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + fR \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} \right].$$

Момент от силы Q , приложенной на рукоятке резьбового зажима с башмаком,

$$M_Q = Ql = W \left[r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + f R \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} \right],$$

где $Q=11-20$ — искомая сила на рукоятке или ключе резьбового зажима, прикладываемая рабочим, н (кгс); W — требуемая сила зажима винтом (она определяется по приведенным формулам); l — расстояние от оси винта до точки приложения силы Q ($l \approx 14d$, где d — номинальный наружный диаметр резьбы, мм); r_{cp} — средний радиус резьбы винта, мм; $\alpha \approx 2^\circ 30' - 3^\circ 30'$ — угол подъема витка резьбы; условие самоторможения винта, болта ($\alpha \leq 6^\circ 30'$): $\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{2\pi r_{cp}}$; φ — при-

веденный угол трения в резьбовой паре $\varphi \approx 6^\circ 40'$:

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} = \frac{f}{\cos \beta}; \quad f=0,1-0,15 \text{ — коэффициент трения при плос-$$

ком контакте двух сопрягаемых деталей (на нижнем торце гайки или винта); r — радиус цилиндрической части нижнего конца винта, мм; S — шаг резьбы, мм; R — радиус сферического конца винта в гнезде башмака, мм; $\beta \approx 120^\circ$ — угол между касательными к сферической поверхности винта в гнезде башмака; $f_{\text{пр}}$ — приведенный коэффициент трения.

$$f_{\text{пр}} = \frac{f}{\cos \beta} = \frac{f}{\cos 30^\circ} = 1,15f,$$

β_1 — половина угла при вершине профиля метрической резьбы при $f=0,1$; $f_{\text{пр}} = \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} = 0,115$, откуда $\varphi_{\text{пр}} = \arctg 0,115 \approx 6^\circ 30'$;

В зависимости от требуемой силы зажима W н (кгс) и допускаемого напряжения винта на растяжение определяют номинальный наружный диаметр винта:

$$W = 0,64 \cdot \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot [\sigma]_p = 0,5 d^2 [\sigma]_p,$$

откуда диаметр (мм);

$$d = \sqrt{\frac{W}{0,5 [\sigma]_p}},$$

где $[\sigma]_p$ — допускаемое напряжение на растяжение материала винта при переменной нагрузке.

Комбинированные зажимы. К комбинированным зажимным устройствам относятся винтовые прихваты, состоящие из винтового и рычажного зажимов; эксцентриковые прихваты, состоящие из эксцентрикового и рычажного зажимов и т.д. Рычаги прихватов для удобства установки заготовок выполняют передвижными и откидными. Детали прихватов, в основном, стандартизированы или нормализованы. На рис. 1.15, а показан один из видов нормализованных винтовых прихватов с передвижной прижимной планкой 1 и регулируемой опорой 2. Прихват применяют для крепления за-

готовок 3 с различными размерами Н. При завинчивании гайки 4 планка 1 зажимает заготовку 3. Из равенства моментов сил (рис. 1.15, а) относительно неподвижных опор находим величину исходной силы Q , развиваемой винтом:

$$Q = \frac{W(l_1 + l_2)}{l_1 \cdot \eta},$$

откуда сила зажима:

$$W = \frac{Q \cdot l_1 \cdot \eta}{l_1 + l_2},$$

где $\eta=0,95$ — к.п.д., учитывающий потери на трение между прижимной планкой 1 и ее опорой; при $l_1=l_2$ и $\eta=1$.

$$W=0,5Q.$$

На рис. 1.15, б показан один из нормализованных винтовых прихватов с закрепленной им заготовкой 3. В случае завинчивания винта 5 правый конец прихвата 6 поднимается, а левый опускается и зажимает заготовку 3, установленную на опорах 2, запрессованных в корпус 1 приспособления. При разжиме детали пружина 7 поднимает прихват, удерживаемый головкой 4.

Из равенства моментов сил относительно неподвижных опор находим величину исходной силы Q , развиваемой винтовым прихватом:

$$Q = \frac{Wl_2}{l_1 \eta},$$

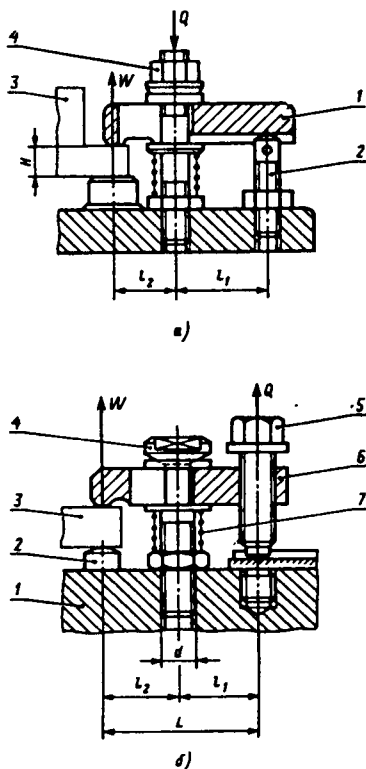


Рис. 1.15 Нормализованные винтовые прихваты и схема действия сил при зажиме деталей.

откуда сила зажима:

$$W = \frac{Q \cdot l_1 \cdot \eta}{l_2},$$

при $l_1=l_2$ и $\eta=1$ сила $Q=W$.

На рис. 1.16 представлена схема комбинированного зажима с пневматическим приводом. При подаче сжатого воздуха в нижнюю

часть пневмокамеры мембрана 8 прогибается и шток 7, жестко связанный с мембраной, поворачивая рычаг-усилитель 6 на оси, правое его плечо поднимает, а левое — опускает. Рычаг

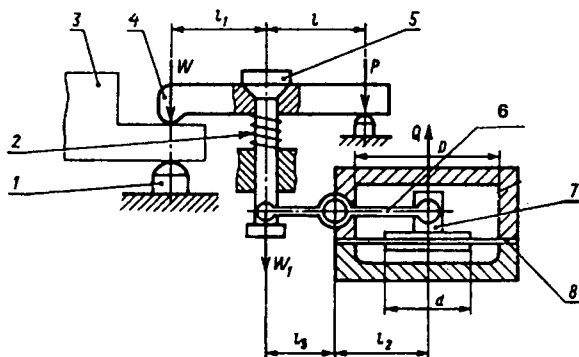


Рис. 1.16 Комбинированный зажим с пневмоприводом

6 левым плечом опускает стержень 5 с планкой 4 и планка левым плечом зажимает заготовку 3, установленную на опорах 1. При подаче сжатого воздуха в верхнюю часть пневмокамеры мембрана 8 прогибается вниз и шток 7 поворачивая рычаг усилитель 6 на оси, перемещает правое его плечо вниз, а левое — вверх. В этом случае рычаг левым плечом поднимает стержень 5 и он прекращает нажим на планку 4 и деталь освобождается. Пружина 2 поднимает прихват 4 и прижимает его к верхней головке стержня 5.

Сила зажима заготовки данным устройством:

$$W = Q \frac{l_2}{l_3} \cdot \frac{1}{1 + l_1} \cdot \eta.$$

Сила на штоке пневмокамеры:

$$Q = W \cdot \frac{(l_1 + 1) \cdot l_3}{l_2 \cdot 1 \cdot \eta},$$

где η — коэффициент, учитывающий трение в шарнирных соединениях и в пневмокамере; l_2 и l_3 — длины плеч рычага-усилителя; l_1 и l — длины плеч прижимного рычага (планки).

На рис. 1.17 показана схема комбинированного зажимного устройства с пневмоцилиндром.

При подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра поршни 1 со штоками 2 перемещаются от центра в разные стороны. В это время штоки поворачивают планки 3 на осях 4 и они зажимают заготовки 5. При подаче сжатого воздуха в штоковые полости пневмоцилиндра поршни со штоками перемещаются к центру, и штоки прекращают нажим на планки. Пружины 6 поворачивают планки 3 на оси 4, и детали 5 освобождаются.

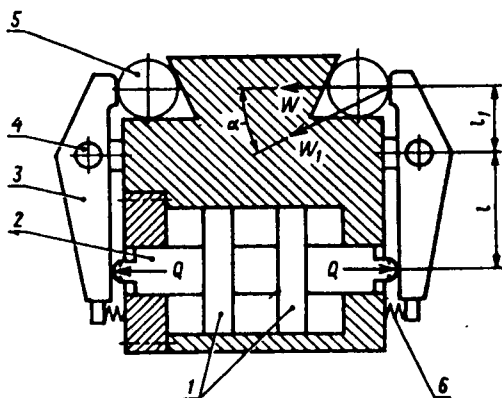


Рис. 1.17 Комбинированный зажим с пневмоприводом.

При подаче сжатого воздуха в штоковые полости пневмоцилиндра поршни со штоками перемещаются к центру, и штоки прекращают нажим на планки. Пружины 6 поворачивают планки 3 на оси 4, и детали 5 освобождаются.

Сила зажима заготовки планкой:

$$W = \frac{Ql\eta}{l_1}; \quad W_1 = \frac{Ql\eta}{l \cdot \cos \alpha}.$$

Сила на штоке:

$$Q = W_1 \frac{l_1}{l} \cdot \frac{\cos \alpha}{\eta},$$

$$Q = W \frac{l_1}{l} \cdot \frac{1}{\eta},$$

где l и l_1 — длины плеч планки; $\eta=0,9$ — коэффициент, учитывающий потери на трение в уплотнениях поршня и штока и на осях планок; α — угол между силами зажима детали.

Эксцентрикиковые зажимы. Эти зажимы являются быстродействующими, но развивают меньшую силу зажима, чем винтовые, имеют ограниченное линейное перемещение и не могут надежно работать при значительных колебаниях размеров между установочной и зажимаемой поверхностями обрабатываемых заготовок данной партии. В приспособлениях применяют круглые и криволинейные эксцентрикиковые зажимы. Круглый эксцентрикковый зажим представляет собой диск или валик (рис. 1.18), поворачиваемый вокруг оси O , смещенной относительно геометрической оси эксцентрика на некоторую величину " e ", называемую эксцентриситетом. Для надежного закрепления заготовок эксцентрикковые зажимы должны быть самотормозящимися.

Круглые эксцентрики изготавливают из стали 20Х, цементируют на глубину 0,8-1,2 мм и затем закаливают до твердости HRC 55-60; некоторые виды круглых эксцентриков нормализованы. Из теоретической механики известно, что условие самоторможения двух трущихся тел определяется: $\varphi \geq \alpha$, где φ — угол трения; α — угол подъема, под которым происходит трение. Следовательно, если угол подъема эксцентрика α в определенном его положении не больше угла трения φ , то эксцентрик является самотормозящимся. Самотормозящиеся эксцентрики после зажима заготовки не изменяют своего положения. Самоторможение эксцентрикковых зажимов обеспечива-

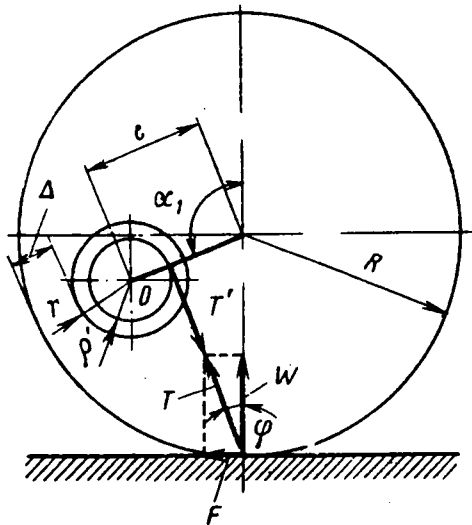


Рис. 1.18 Круглый самотормозящий эксцентрик и силы, действующие на него

ется при определенном отношении его наружного диаметра D к эксцентриситету " e ".

Для расчета основных размеров круглого эксцентрика необходимо иметь следующие данные: δ — допуск на размер обрабатываемой детали от ее установочной базы до места приложения силы зажима детали; α'_1 — угол поворота рукоятки эксцентрика от ее начального положения до момента зажима детали, град; W — силу зажима заготовки, н (кгс).

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

$$2e = S_1 + \delta + S_2 + \frac{W}{j},$$

где S_1 — зазор для нормальной установки заготовки в приспособлении под эксцентрик; S_2 — запас хода эксцентрика, предохраняющий его переход через мертвую точку (учитывает неточность изготовления и износ эксцентрика), мм; j — жесткость зажимного устройства приспособления, н/м (кгс/мм), в среднем $j = 118$ Мн/м (1200 кгс/м).

Отношение W/j характеризует увеличение расстояния между эксцентриком и обрабатываемой деталью вследствие упругих отжимов звеньев системы, воспринимающей усилие зажима.

Приняв $S_1 = 0,2-0,4$ мм и $S_2 = 0,1-0,5$ мм, получим формулу для определения эксцентриситета (мм).

$$e = \frac{\delta}{2} + \frac{W}{2j} + (0,3 - 0,5).$$

При ограничении угла поворота α'_1 эксцентрика эксцентриситет (α'_1 значительно меньше 180°):

$$e = \frac{S_1 + \delta + \frac{W}{j}}{1 - \cos \alpha'_1}.$$

Радиус R наружной поверхности эксцентрика определяют из условия его самоторможения.

Рассмотрев силы, действующие на круглый эксцентрик (рис.1.18), найдем, что равнодействующая сила T от сил за-

жима (реакции) W и силы трения F должна быть равна и направлена обратно силе реакции T' со стороны цапфы эксцентрика. Сила реакции T' находится по касательной к кругу трения радиуса ρ' . Из рисунка получим:

$$\frac{e - \rho'}{R} = \sin \varphi,$$

где $\varphi = 6-8^\circ$ — угол трения покоя, а R определяют из равенства $R = \frac{e - \rho'}{\sin \varphi}$, мм.

При $e \leq \rho'$

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

где r — радиус цапфы эксцентрика, мм; Δ — толщина пере-
мычки, мм; ρ' — радиус круга трения, мм.

Величины ρ' и r определяют из равенства:

$$\rho' = f' \cdot r,$$

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

Радиус цапфы эксцентрика можно определить, задаваясь ее шириной b :

$$r = \frac{W}{2b\sigma_{cm}}.$$

При $b=2r$ радиус цапфы эксцентрика:

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

где b — ширина эксцентрика в месте сопряжения с цапфой (осью), которую выбирают из конструктивных соображений; $\sigma_{cm} = 14,7-19,6$ (1,5-2) допустимое напряжение на смятие, Мн/м² (кгс/мм²):

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

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

$$\alpha'_1 = 90^\circ + \varphi.$$

Ширина рабочей части эксцентрика:

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

где W — сила зажима детали, н (кгс); $E=1,96 \cdot 10^5$ ($2 \cdot 10^4$) — модуль упругости материала эксцентрика, Мн/м² (кгс/мм²); R — радиус наружной поверхности эксцентрика, мм; $\sigma_{см}=5,88 \cdot 10^2$ (60) — допустимое напряжение на смятие, Мн/м² (кгс/мм²).

Условие самоторможения эксцентрикового зажима получается при $\frac{D}{e} \geq 14$. Отношение D к e называют характеристикой эксцентрика.

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

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

Достоинство круглых эксцентриков — простота их изготовления; недостатки — изменение угла подъема α и силы зажима W при закреплении заготовок с большими колебаниями размеров в направлении зажима.

На рис 1.19 показан нормализованный эксцентриковый прихват. Заготовка 3 установлена на неподвижные опоры 2 и зажата планкой 4 эксцентрикового прихвата. Эксцентрик 6 с планкой 4 после разжима изготовленной детали 3 перемещается по опоре 7 вправо. Для закрепления заготовок применяются и криволинейные эксцентрики. Криволинейные эксцентрики при сравнении с круглыми имеют следующие преимущества:

1. Большой угол поворота эксцентрика ($100-150^\circ$);
2. Более постоянную силу зажима обрабатываемых деталей.

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

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

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

На рис. 1.20 показан многоклиновый самоцентрирующий цанговый зажим с упором 1 для прутка 2. В этом механизме каждый лепесток 3 цанги (клина) при зажиме прутка 2, перемещаясь по неподвижной конической поверхности, работает как односкоый клин и преодолевает силы трения F_1 и F_2 по двум его рабочим поверхностям. Если в многоклиновом цанговом механизме упора 1 нет, то каждый лепесток 3 цанги при зажиме

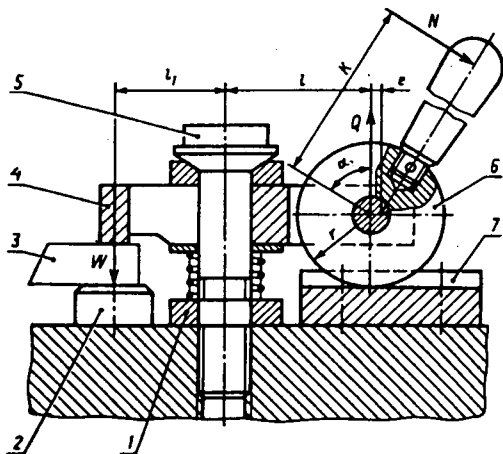


Рис. 1.19 Нормализованный эксцентриковый прихват

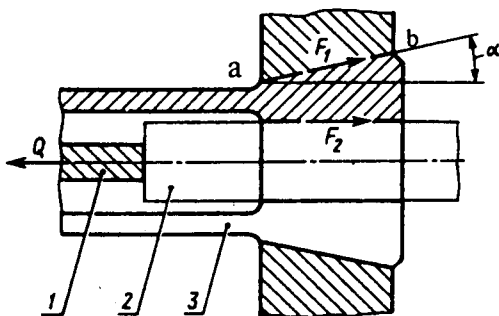


Рис. 1.20 Многоклиновый цанговый зажим

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

Суммарная сила зажима всеми лепестками 3 цанги при трении только по наклонным поверхностям **ab** (рис. 1.20).

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

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

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

Сила зажима каждым лепестком цанги:

$$W = \frac{W_{\text{сум}}}{n},$$

где n — число лепестков в цанговом зажиме.

1.7. Силовые устройства приспособлений (приводы)

Основным назначением силового привода в приспособлении является создание исходной силы тяги Q , необходимой для зажима заготовки силой W . Кроме этого, силовые приводы используют 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 работы зажимных механизмов. В связи с этим, приводы обычно классифицируют по виду преобразуемой энергии. В приспособлениях используют следующие приводы: пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электрические, электромагнитные, магнитные, вакуумные, центробежно-инерционные, от сил резания (энергия привода главного движения станка), от движущихся частей станка.

По степени автоматизации различают: механизированные и автоматизированные приводы. Отличительной особенностью автоматизированного привода является освобождение рабочего от приемов по управлению им.

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

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

По способу компоновки с приспособлениями поршневые и диафрагменные пневмоприводы разделяют на встроенные, прикрепляемые и универсальные. Встроенные пневмоприводы размещают в корпусе приспособления и составляют с ним одно целое. Прикрепляемые пневмоприводы устанавливают на корпусе приспособления, соединяют с зажимными устройствами, их можно отсоединять от него и применять на других приспособлениях. Универсальный (приставной) пневмопривод — это специальный пневмоагре-

гат, применяемый для перемещения зажимных устройств в различных станочных приспособлениях.

Пневматические поршневые и диафрагменные пневмодвигатели бывают одно- и двустороннего действия. В пневмодвигателях одностороннего действия рабочий ход поршня со штоком в пневмоцилиндре или прогиб диафрагмы в пневмокамере производится сжатым воздухом, а обратный ход поршня со штоком или диафрагмы со штоком — под действием пружины, установленной на штоке. Пневмоприводы одностороннего действия применяют в тех случаях, когда при зажиме заготовки требуется сила, большая, чем при разжиме; пневмоприводы двустороннего действия — когда при зажиме и разжиме требуется большая сила, например в приспособлениях с самотормозящимися зажимными устройствами.

Пневмоприводы по виду установки делятся на невращающиеся и вращающиеся. Невращающиеся пневмоприводы применяют в стационарных приспособлениях, устанавливаемых на столах сверлильных и фрезерных станков, вращающиеся пневмоприводы — для перемещения зажимных устройств вращающихся приспособлений (патроны токарных станков). Пневмоприводы применяются также для зажимных устройств приспособлений, устанавливаемых на непрерывно или периодически вращающихся столах станков.

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

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

Недостатки пневматического привода:

1. Недостаточная плавность перемещения рабочих элементов, особенно при переменной нагрузке;
2. Небольшое давление сжатого воздуха в полостях пневмоцилиндра и пневмокамеры (0,39-0,49 Мн/м (4-5 кгс/см));
3. Относительно большие размеры пневмоприводов для получения значительных сил на штоке пневмопривода.

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

Пневматические поршневые приводы. В поршневых пневмоприводах одностороннего действия (рис. 1.21, а) сжатый воздух подается только в полость А пневмоцилиндра и перемещает поршень 1 со штоком 3 вправо при зажиме заготовки. При разжиме детали поршень 1 со штоком 3 отводится влево пружиной 2, установленной на штоке, а воздух через золотник 4 крана 5 уходит в атмосферу. В поршневых пневмоприводах двустороннего действия (рис. 1.21, б) сжатый воздух поочередно подается в обе полости А и Б пневмоцилиндра и перемещает поршень 1 со штоком 2 при зажиме и разжиме. Золотник 3 распределительного крана 4 при повороте рукоятки производит последовательную подачу сжатого воздуха в полость А или Б пневмоцилиндра и выпуск воздуха из полостей в атмосферу.

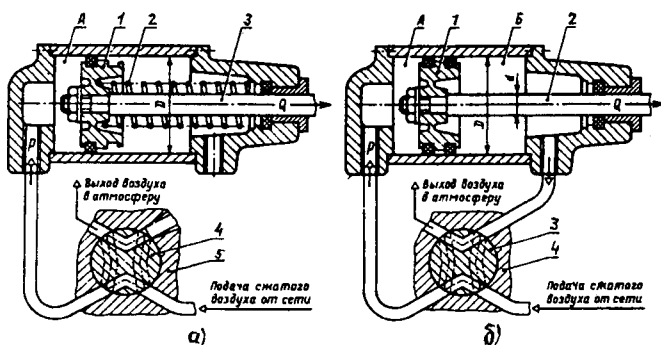


Рис. 1.21 Поршневые пневмоприводы: а — поршневой пневмопривод одностороннего действия, б — поршневой пневмопривод двустороннего действия

При расчете пневмоприводов определяют осевую силу на штоке поршня, зависящую от диаметра пневмоцилиндра и давления сжатого воздуха в полостях его. Можно по заданной силе на штоке поршня и давлению сжатого воздуха определить диаметр пневмоцилиндра. В приспособлениях с пневмоприводом следует определять время его срабатывания. Расчет осевой силы Q на штоке поршневого привода производится по следующим формулам:

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

для пневмоцилиндров двустороннего действия (рис. 1.21, б) при давлении сжатого воздуха на поршень в бесштоковой полости:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4},$$

и штоковой полости:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4},$$

где D — диаметр пневмоцилиндра (поршня), см; d — диаметр штока поршня, см; p — давление сжатого воздуха $p=0,39$ Мн/м² (4 кгс/см²); $\eta=0,85-0,9$ — к.п.д., учитывающий потери в пневмоциindre; Q_1 — сила сопротивления возвратной пружины в конце рабочего хода поршня, н (кгс).

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

Практически применяют следующие размеры диаметров D рабочих полостей цилиндров: 75, 100, 125, 200, 250, 300, 350 мм.

Определим диаметр пневмоцилиндра двустороннего действия по заданной силе Q и давлению сжатого воздуха p .

В формуле $Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4}$ для упрощения расчета опускаем к.п.д. η , но для надежности зажима найденную силу Q на штоке увеличиваем в 1,5 раза. Тогда формула для Q примет вид:

$$1,5Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4},$$

откуда

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

Принимая $p=0,39 \text{ Мн/м}^2$ (4 кгс/см^2), найдем диаметр (см)

$$D = 0,7 \sqrt{Q}.$$

Найденный размер диаметра пневмоцилиндра округляют по нормали и по принятому диаметру определяют действительную осевую силу Q на штоке.

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

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

На рис. 1.22, а, б показаны вращающийся нормализованный пневмоцилиндр и воздухоподводящая муфта M для $n_{\max}=1200 \text{ мин}^{-1}$. Поршень и шток пневмоцилиндра через промежуточные звенья перемещают кулачки патрона токарного станка при зажиме и разжиме.

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

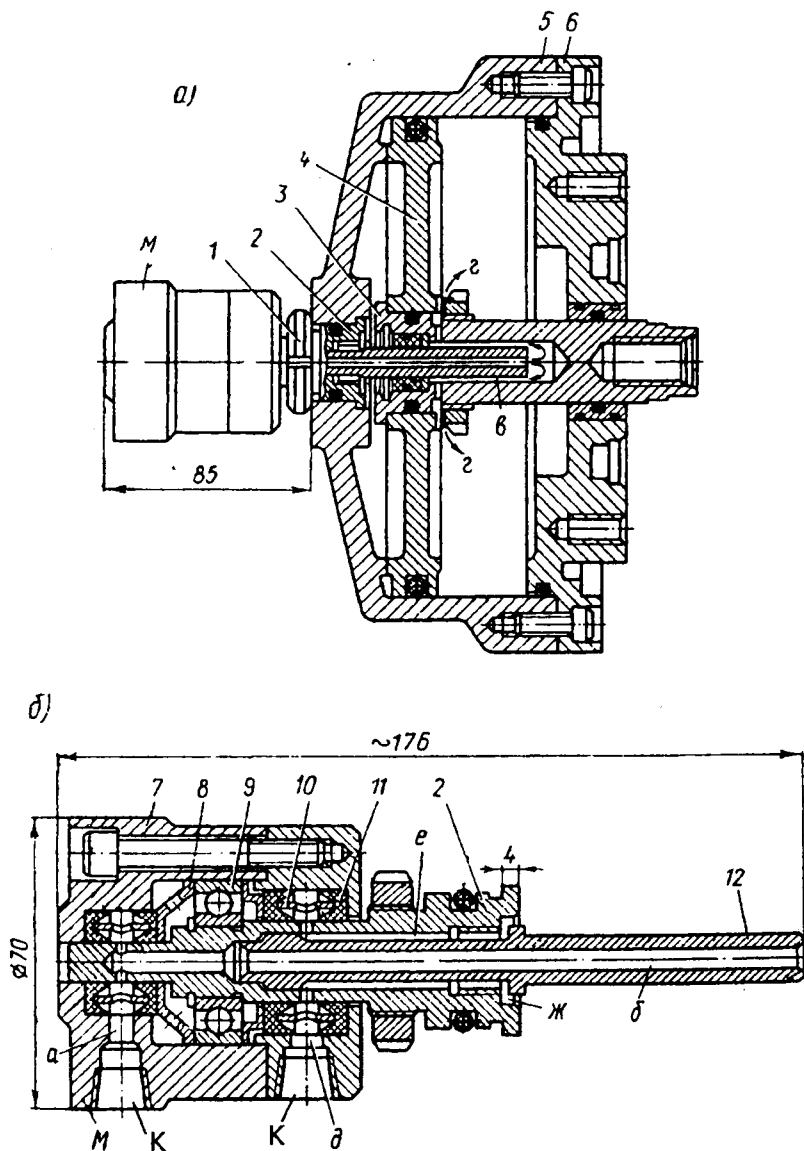


Рис. 1.22 Вращающиеся пневмоцилиндры: а — вращающийся нормализованный пневмоцилиндр; б — поршневой пневмопривод двустороннего действия

В отверстие валика 2 запрессован пустотелый стержень 12, по которому проходит воздух в пневмоцилиндр. Корпус 7 воздухопроводящей муфты М прикреплен к крышке и установлен на шарикоподшипнике 9. В резьбовые отверстия К (1/4") завинчиваются штуцеры для присоединения резиноканевых шлангов, подводящих сжатый воздух. Сжатый воздух, подводимые к левому отверстию муфты М, проходит по каналам а, б, в, г, поступает в правую полость пневмоцилиндра и, нажимая на поршень 4, перемещает его со штоком 3 влево. Сжатый воздух, подводимый к правому отверстию муфты М, проходит по каналам д, ж, е, поступает в правую полость пневмоцилиндра и перемещает поршень со штоком вправо. Чтобы не было просачивания сжатого воздуха из одной полости цилиндра в другую, на поршне устанавливают уплотнения из маслостойкой резины. Утечке сжатого воздуха из пневмоцилиндра в атмосферу препятствуют установленные в корпусе 5 и крышке 6 резиновые уплотнения и прокладки между корпусом и крышкой, а утечке воздуха из воздухоприемной муфты М — уплотняющие манжеты 11.

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

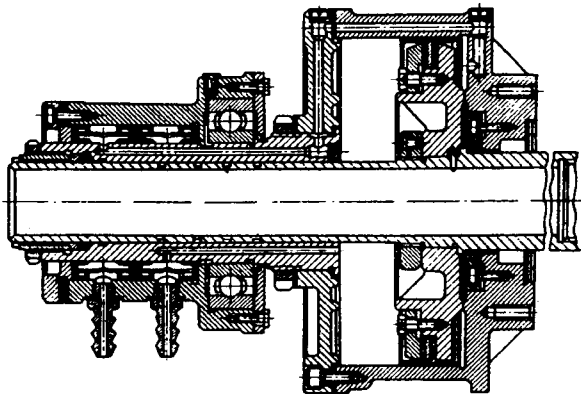


Рис. 1.23

**Вращающийся пневмоцилиндр
двустороннего действия с полым
штоком**

Конструкция вращающегося пневмоцилиндра двустороннего действия с полым штоком дана на рис. 1.23. Пневмоцилиндр с полым штоком применяется при обработке деталей из прутка или трубы на токарных и револьверных станках.

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

По способу крепления к приспособлениям пневмоцилиндры подразделяют на четыре типа:

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

На рис. 1.24 показан стационарный пневмоцилиндр, который крепится к корпусу приспособления удлиненными стяжками. Уплотнения применяют в месте сопряжения поршня с корпусом цилиндра и на штоке; они осуществляются резиновыми уплотнениями V-образного сечения, кольцами круглого сечения и угловыми воротниковыми манжетами.

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

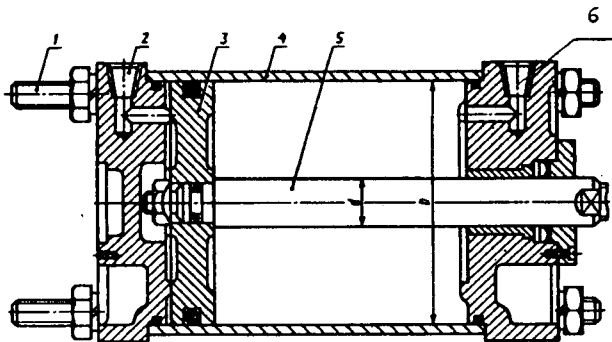


Рис. 1.24 Стационарный пневмоцилиндр: 1 — стяжки; 2 — корпус; 3 — поршень; 4 — корпус; 5 — шток; 6 — отверстие для подвода воздуха.

На рис. 1.25 показан сдвоенный стационарный пневмоцилиндр с двумя поршнями на одном штоке. Такой пневмоцилиндр при рабочем ходе поршней создает осевую силу на штоке в 2 раза больше по сравнению с пневмоцилиндром с одним поршнем такого же размера. Корпус 1 пневмоцилиндра разделен перегородкой 3 на две части. На корпусе винтами закреплены крышки 4, 6. При подаче через штуцер в отверстии 7 сжатый воздух расходится по каналам а,

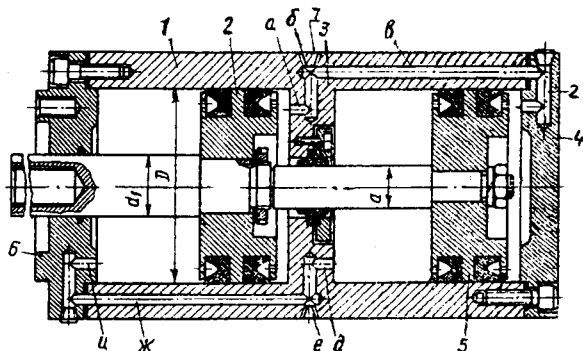


Рис. 1.25 Сдвоенный стационарный пневмоцилиндр с двумя поршнями на одном штоке

и, поступая в правые полости цилиндра, давит на поршни 2 и 5 и перемещает их влево. В случае подачи через штуцер в отверстии е сжатый воздух расходится по каналам д, ж, и корпуса и, поступая в левые полости цилиндра перемещает поршни вправо.

Цилиндры с двумя и тремя поршнями на одном штоке применяют в качестве пневмоприводов для стационарных и вращающихся приспособлений, когда требуется при небольшом диаметре цилиндра получить большую силу на штоке, а конструкция станка или приспособлений не позволяет применить пневмоцилиндр большого диаметра.

Сила на штоке пневмоцилиндра с двумя поршнями (см. рис. 1.25) при толкающем движении поршней со штоком влево определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot (2D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}$$

При тянущем движении поршней со штоком вправо сила на штоке:

с одинаковым диаметром штока:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{2},$$

с разными диаметрами штока:

$$Q = \frac{\pi \cdot (2D^2 - d^2 - d_1^2) \cdot p \cdot \eta}{4},$$

где D — диаметр поршня пневмоцилиндра, см; d_1 и d — диаметры штока в полостях цилиндра, см; p — давление сжатого воздуха $p=0,39$ Мн/м² (4 кгс/см²); $\eta=0,85-0,9$ — к.п.д. пневмоцилиндра.

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

В пневмоцилиндрах применяют три типа уплотнителей:

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

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

- герметичны и не допускать утечки сжатого воздуха при давлении воздуха $p=0,58$ Мн/м² (6 кгс/см²);
- проверены на прочность при давлении сжатого воздуха $p=0,9$ Мн/м² (9 кгс/см²);
- проверены на работоспособность; перемещение поршня со штоком из одного крайнего положения в другое в

диапазоне рабочих давлений $p=0,195-0,58 \text{ Мн/м}^2$ ($2-6 \text{ кгс/см}^2$) должно происходить плавно, без рывков;

- обеспечивать осевую силу, развиваемую поршнем со штоком цилиндра при его перемещении с давлением сжатого воздуха $p=0,58 \text{ Мн/м}^2$ (6 кгс/см^2), не менее 85% от расчетной силы Q ;
- обеспечивать герметичность:

□ для цилиндров с уплотнением поршня манжетами не менее 400000 двойных ходов при длине хода, равной двум диаметрам цилиндра;

□ для цилиндров с уплотнением поршня кольцами круглого сечения не менее 150000 двойных ходов.

При применении V-образных манжет сопряжение поршня с цилиндром производится с посадкой $\frac{H11}{d11}$ с шероховатостью поверхности цилиндра $Ra=1,25 \text{ мкм}$. В случае использования колец круглого сечения осуществляют посадку $\frac{H7}{f7}$ с шероховатостью цилиндра $Ra=0,32 \text{ мкм}$.

Конструкция поршней и штоков. Основные размеры стационарных пневмоцилиндров двустороннего действия, а также поршней и штоков нормализованы. Цилиндры всех типов и диаметров имеют унифицированные детали (гильзы, штоки) и отличаются только крышками.

Поршни изготавливают сборными и цельными. Сборные поршни из чугуна или алюминиевого сплава, поршни цельные литые чугунные или из алюминиевого сплава — нормализованы. Штоки на одном конце имеют шейку, на которую устанавливают поршень и закрепляют гайкой; а на второй конце — наружную или внутреннюю резьбу для соединения штока через тягу и промежуточные звенья с зажимным устройством приспособления.

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

В зависимости от способа компоновки с приспособлениями пневмокамеры подразделяют на универсальные, встраиваемые и прикрепляемые. На рис. 1.26 показана нормализованная пневмо-

камера одностороннего действия с тарельчатой (выпуклой) диафрагмой, служащая для перемещения зажимных устройств при закреплении и раскреплении в стационарных приспособлениях. Пневмокамера состоит из корпуса 5 и крышки; между ними винтами зажата тарельчатая резиноканевая диафрагма 6, жестко прикрепленная к стальному диску 4, установленному на штоке 8. От распределительного крана сжатый воздух через штуцер 1 поступает в

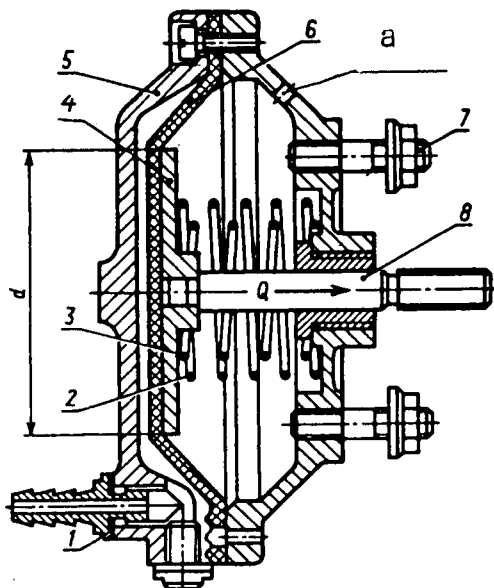


Рис. 1.26 Нормализованная пневмокамера одностороннего привода

бесштоковую полость пневмокамеры и перемещает диафрагму 6 с диском и штоком вправо. При этом шток через тягу и промежуточные звенья перемещает зажимные устройства приспособления и заготовка зажимается. Во время перемещения диафрагмы вправо воздух из штоковой полости через отверстие "а" уходит в атмосферу.

После обработки сжатый воздух из бесштоковой полости через распределительный кран выпускается в атмосферу. Пружины 2 и 3 отводят диафрагму с диском и штоком влево, зажимные устройства расходятся, и деталь разжимается.

Пневмокамера крепится к корпусу приспособления шпильками 7.

На рис 1.27 приведена нормализованная пневмокамера двустороннего действия, применяемая для перемещения зажимных элементов приспособления в стационарных условиях.

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

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

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

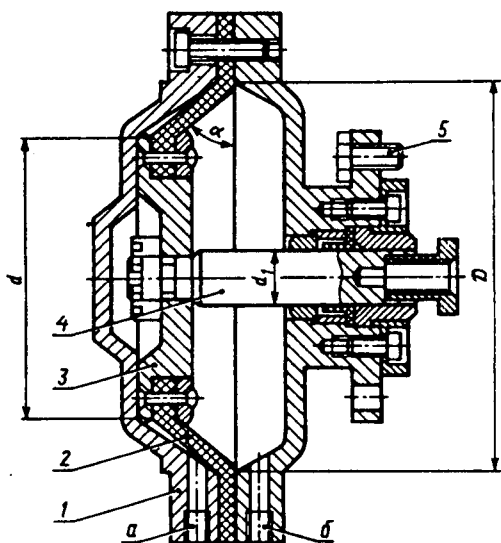


Рис. 1.27 Нормализованная пневмокамера двустороннего действия

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

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

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

Расчет диафрагменных пневмоприводов. Основными величинами, определяющими работу пневмокамеры, является сила Q на штоке и длина рабочего хода штока.

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

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

На рис. 1.28, а, б, в представлены рациональные длины ходов штока от исходного до конечного положения.

Приблизительно сила Q на штоке пневмокамер одностороннего действия для тарельчатых (выпуклых) и плоских диафрагм из прорезиненной ткани:

в исходном положении штока

$$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p}{16} - Q_i;$$

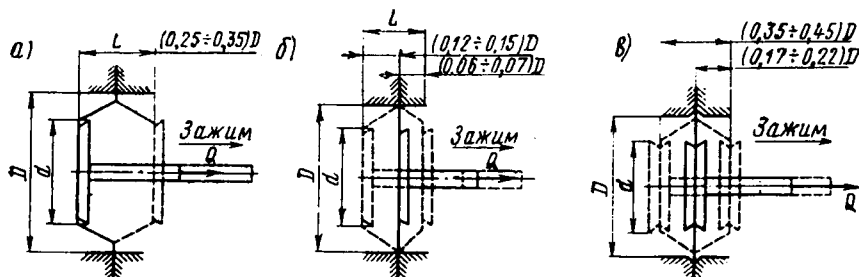


Рис. 1.28 Оптимальные длины ходов штока от исходного до конечного положения — зажим: а — тарельчатой резиноканевой диафрагмы из ткани бельтинг; б — плоской резиноканевой диафрагмы; в — плоской резиновой диафрагмы

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

$$Q = \frac{0,75\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p}{16} - Q_1.$$

Сила Q на штоке пневмокамеры для плоских резиновых диафрагм при подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость:

в начальном положении штока

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

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

$$Q = \frac{0,9\pi \cdot d^2 \cdot p}{4} - Q_1.$$

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

для тарельчатой резиноканевой диафрагмы

$$L = (0,25 - 0,35)D;$$

для плоской резиноканевой диафрагмы

$$L = (0,18 - 0,22)D.$$

Приближенно сила Q на штоке диафрагменной пневмокамеры двустороннего действия для тарельчатых (выпуклых) и плоских резинотканевых диафрагм при подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость:

в исходном положении штока

$$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p}{16};$$

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

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

Сила Q на штоке при подаче сжатого воздуха в штоковую полость:

в исходном положении штока

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

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

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

Сила Q на штоке пневмокамеры для плоских резиновых диафрагм при подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость:

в начальном положении штока

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p}{4};$$

после перемещения штока на длину $0,22D$

$$Q = \frac{0,9\pi \cdot d^2 \cdot p}{4},$$

где D — диаметр диафрагмы внутри пневмокамеры, см; d — диаметр опорного диска диафрагмы, см; p — давление сжатого воздуха, Мн/м^2 (кгс/см^2);

Q_1 — сопротивление (сила) возвратной пружины при конечном рабочем положении штока, н (кгс); d_1 — диаметр штока, см.

Пневмокамеры по сравнению с пневмоцилиндрами имеют ряд преимуществ:

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

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

Гидравлические приводы. Гидравлический привод — это самостоятельная установка, состоящая из гидродвигателя, рабочего цилиндра, насоса для подачи масла в цилиндр, бака для масла, аппаратуры управления и регулирования и трубопроводов. В зависимости от назначения и мощности гидравлический привод может обслуживать одно приспособление, группу из трех-пяти приспособлений на нескольких станках, или группу из 25-35 приспособлений, установленных на различных станках.

На рис. 1.29 показана схема работы гидропривода. При перемещении рукоятки 5 в крайнее положение, переключается золотник 4 и включается электродвигатель насоса 2. Масло из бака 1 по трубопроводу через лопастной насос 2, работающий от электродвигателя, и трубопроводу 2 под давлением $6,3 \text{ Мн/м}^2$ (65 кгс/см^2) подается в золотник 4. Из золотника 4 масло по трубопроводам 7 поступает в правую

или левую полость лопастного цилиндра 8. При подаче масла в правую полость цилиндра лопатки с ротором 9 поворачиваются до упора 10 и вытесняют масло из левой полости. Масло через левый трубопровод 7, золотник 4 по трубопроводу 14 стекает в бак 1. При переключении рукоятки 5 золотника 4 в другую сторону масло поступает в левую полость цилиндра 8, а из его правой полости и золотника 4 по трубопроводу 14 сливается в бак 1. Масло, которое просочилось из золотника 4, отводится по трубопроводу 13 в бак 1. Необходимое давление масла в гидросистеме регулируется клапаном 12 и определяется манометром 6. Все подшипники качения смазываются маслом, которое скапливается от утечки в прикрепленном к муфте кожухе, и по маслопроводу 11 отводится в бак 1. Данный гидропривод может через тягу и промежуточные звенья производить перемещения кулачков в рычажных и клиновых патронах токарных станков.

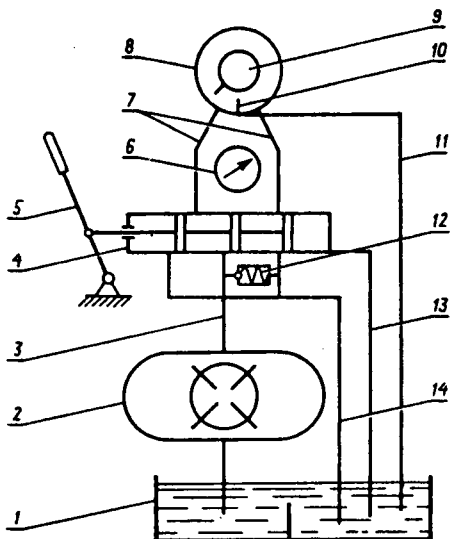


Рис. 1.29 Схема работы гидроцилиндра

Сила тяги однолопастного гидропривода:

$$Q = \frac{(l + h) \cdot p \cdot R}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} \cdot \eta,$$

где l — высота лопасти, см; h — ширина лопасти, см; p — удельное давление масла в цилиндре, Мн/м^2 (кгс/см^2); R — расстояние от оси гайки до точки приложения равнодействующей сил в середине высоты лопасти, см; r_{cp} — средний радиус резьбы гайки, см; α — угол подъема резьбы, град; ρ

— приведенный угол трения в резьбовой паре, град; η — к.п.д. гидропривода, учитывающий потери на трение.

Вращающиеся гидроцилиндры. По конструкции вращающиеся гидроцилиндры подразделяют на лопастные и поршневые. Гидроприводы с вращающимися поршневыми гидроцилиндрами в сравнении с лопастными цилиндрами обеспечивают большую длину хода, тяги и кулачков патрона, проще в изготовлении и стоят дешевле. Поэтому поршневые гидроцилиндры имеют большее применение в гидроприводах.

Недостатком конструкции вращающихся поршневых гидроцилиндров является невозможность использовать их при больших числах оборотов шпинделя станка ($n=1200$ об/мин), так как вследствие трения в маслораспределительной муфте привода повышается износ трущихся поверхностей деталей, начинается утечка масла и гидропривод нагревается.

В стационарных (невращающихся) станочных приспособлениях применяют нормализованные гидроцилиндры двух видов:

- встраиваемые;
- агрегатированные.

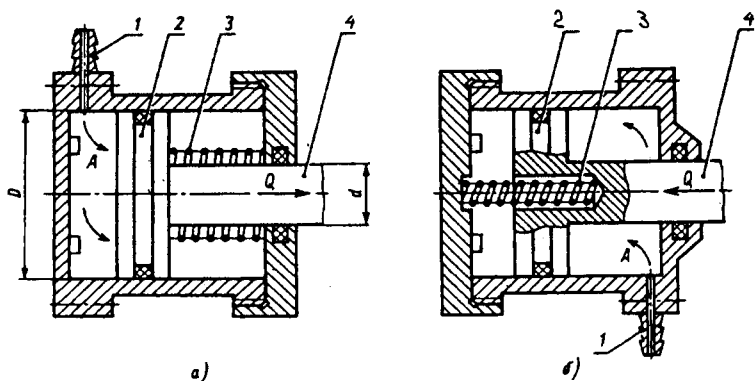


Рис. 1.30 Гидроцилиндры: а — встраиваемые; б — агрегатированные

Гидроцилиндры бывают одностороннего действия с возвратной пружиной и двустороннего действия. Гидроцилиндры одностороннего действия в зависимости от направления перемещения поршня со штоком бывают толкающими (рис. 1.30, а) и тянущими (рис. 1.30, б). Масло под давлением поступает через штуцер 1 в полость "А" цилиндра и перемещает поршень 2 со штоком 4 вправо в толкающем и влево в тянущем гидроцилиндрах при зажиме заготовки в приспособлении. Во время разжима пружина 3 перемещает поршень 2 со штоком 4 влево в толкающем и вправо в тянущем цилиндрах.

В гидроцилиндрах двустороннего действия (рис. 1.31) масло под давлением последовательно поступает в левую или правую полость гидроцилиндра и перемещает поршень 2 со штоком 1 в обе стороны при зажиме и разжиме.

Гидроцилиндры в зависимости от вида обслуживаемого приспособления бывают неподвижными и вращающимися.

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

В качестве уплотнений в соединениях поршней с цилиндрами и штоков с крышками применяют манжеты V-образного сечения из маслостойкой резины, кольца круглого сечения из маслостойкой резины.

Сила на штоке для гидроцилиндров одностороннего действия (см. рис. 1.30, а, б):

толкающих

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

тянущих

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1.$$

Для гидроцилиндров двустороннего действия (см. рис. 1.31) при подаче масла:

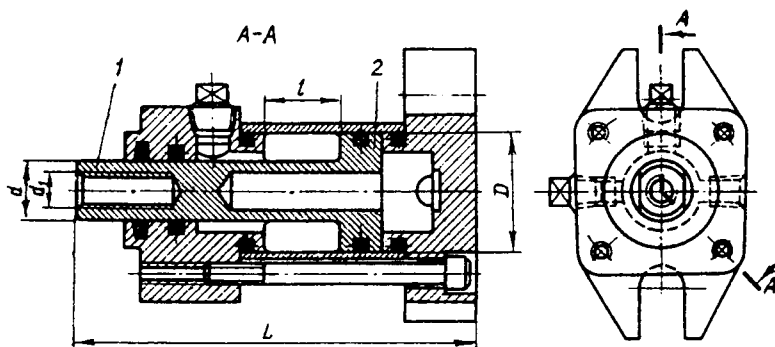


Рис. 1.31 Гидроцилиндр двустороннего действия

в бесштоковую полость

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

в штоковую полость

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4},$$

где D — диаметр поршня гидроцилиндра, см; p — давление масла на поршень 1,9-7,3 Мн/м² (20-75 кгс/см²); $\eta=0,85-0,9$ — к.п.д. гидроцилиндра; Q_1 — сила сопротивления сжатой пружины при крайнем рабочем положении поршня n (кгс); d — диаметр штока, см.

Задаваясь давлением масла, определяют площадь поршня (см²):

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{p},$$

откуда диаметр (см) поршня гидроцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p}} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{p}}.$$

Производительность $\text{см}^3/\text{с}$ насосов гидравлических приводов:

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

где Q — требуемая сила на штоке гидроцилиндра, н (кгс); L — длина рабочего хода поршня гидроцилиндра, см; p — давление масла в гидроцилиндре, $\text{Мн}/\text{м}^2$ (кгс/см²); t — время рабочего хода поршня гидроцилиндра, мин; $\eta_1=0,85$ — объемный к.п.д. гидросистемы, учитывающий утечки масла в золотнике и гидроцилиндре.

Время (мин) срабатывания гидроцилиндра определяют по упрощенной формуле:

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

Мощность кВт, расходуемая на привод насоса,

$$N = \frac{V \cdot p}{75 \cdot 100 \eta_2 \cdot 1,36}; \quad N = \frac{L \cdot Q}{75 \cdot 100 \cdot t \cdot \eta_1 \cdot \eta_2},$$

где V — производительность насоса, $\text{см}^3/\text{с}$; $\eta_2=0,9$ — к.п.д. насоса и силового узла.

Время срабатывания (мин) гидроцилиндра:

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

где D — внутренний диаметр гидроцилиндра, см; L — длина хода поршня, см; V — производительность насоса, л/мин.

По сравнению с пневматическими гидравлические приводы имеют ряд преимуществ:

1. Высокое давление масла на поршень гидроцилиндра создает большую осевую силу на штоке поршня;
2. Вследствие высокого давления масла в полостях гидроцилиндра можно уменьшить размеры и вес гидроцилиндров;

3. Возможность бесступенчатого регулирования сил зажима и скоростей движения поршня со штоком.

К недостаткам гидравлических приводов относятся:

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

Пневмогидравлические приводы. Пневмогидравлические приводы применяют для перемещения зажимных устройств приспособлений. Они состоят из преобразователя давления, который соединен с гидроцилиндрами приспособлений и необходимой аппаратуры.

По виду работы пневмогидроприводы бывают с преобразователями давления прямого действия и с преобразователями давления последовательного действия.

Пневмогидравлические приводы питаются сжатым воздухом из цеховой сети через пневматическую аппаратуру под давлением $0,39-0,58 \text{ Мн/м}^2$ ($4-6 \text{ кгс/см}^2$) при давлении масла в гидравлической части привода $7,8-9,8 \text{ Мн/м}^2$ ($80-100 \text{ кгс/см}^2$).

Высокое давление масла в пневмогидроприводе создается пневмогидравлическим и преобразователями прямого или последовательного действия, превращающими давление сжатого воздуха в высокое давление масла.

Пневмогидравлические приводы, сочетающие в себе простоту конструкции пневматических с преимуществами гидравлических приводов, обеспечивают быстроту перемещения зажимных устройств, небольшие габариты конструкции, создание больших сил зажима, сравнительно небольшую стоимость. Пневмогидроприводы применяют для зажима заготовок в одно-, многоместных и многопозиционных приспособлениях в серийном производстве.

Принципиальная схема работы пневмогидравлического привода с преобразователем давления прямого действия (рис. 1.32) основана на непосредственном преобразовании давления сжатого воздуха в высокое давление масла.

Пневмогидро-привод состоит из пневмоцилиндра 2 одностороннего действия с поршнем 3 и гидравлического цилиндра 1 одностороннего действия с поршнем 5. Сжатый воздух поступает из воздушной сети через распределительный

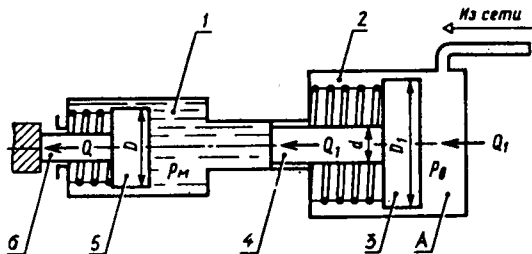


Рис. 1.32 Схема гидропневмопривода с пневмогидравлическим преобразователем давления прямого действия

кран в бесштоковую полость "А" пневмоцилиндра 2 и перемещает поршень 3 со штоком 4 влево. Шток 4 давит на масло, которое перемещает в гидроцилиндре 1 поршень 5 со штоком 6 влево. При этом шток 6 через промежуточные звенья перемещает зажимные устройства приспособления при зажиме заготовки. При разжиме поршни 3 и 5 со штоками, пружинами перемещаются вправо.

При равновесии привода, т.е. давления между воздухом и маслом в пневмогидравлическом преобразователе (без учета трения):

$$P_M \frac{\pi d^2}{4} = P_B \frac{\pi D_1^2}{4},$$

откуда давление масла в гидроцилиндре 1:

$$P_M = P_B \frac{\pi D_1^2}{d^2},$$

где P_M — давление масла в гидроцилиндре, Мн/м^2 (кгс/см^2);
 P_B — давление воздуха в пневмоцилиндре, Мн/м^2 (кгс/см^2);
 D_1 — диаметр поршня пневмоцилиндра, см; d — диаметр штока плунжера, см.

Отношение $i = \frac{P_M}{P_B} = \frac{D_1^2}{d^2}$ является коэффициентом усиления давления, принимают $i=16-21$.

Сила на штоке рабочего гидроцилиндра (без учета сопротивления возвратной пружины), но с учетом механического к.п.д.

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot P_M \cdot \eta.$$

Подставим вместо P_M его значение, тогда:

$$Q = P_B \cdot \frac{D_1^2}{d^2} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \eta.$$

Обозначим

$$P_B \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} = Q_1.$$

Подставим в равенство значение силы Q_1 и, произведя преобразования, получим:

$$Q_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot P_B \cdot \eta,$$

$$Q = Q_1 \frac{D^2}{d^2} \cdot \eta,$$

где D — диаметр поршня гидроцилиндра, см; $\eta=0,8-0,85$ — коэффициент полезного действия; Q_1 — сила на штоке пневмоцилиндра, н (кгс).

Величина хода штока пневмоцилиндра:

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

откуда

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

С учетом η_0 , определяющего потери масла на утечку,

$$L = l \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^2 \cdot \frac{\eta}{\eta_0},$$

где L — ход штока пневмоцилиндра, см; l — ход штока рабочего гидроцилиндра, см; $\eta_0=0,95$ — объемный к.п.д. привода; n — число рабочих гидроцилиндров приспособлений, обслуживаемых приводом.

Из выражения $Q = P_M \frac{\pi D^2}{4}$ определяем диаметр (см) рабочего гидроцилиндра (без учета к.п.д.):

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot P_M}}.$$

После преобразования получим:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P_M}}.$$

Диаметр штока пневмоцилиндра (см):

$$d = \frac{D}{(1,75 \div 2,5)}.$$

Из формулы

$$P_M = P_B \cdot \left(\frac{D_1}{d}\right)^2 \cdot \eta$$

определяем диаметр (см) пневмоцилиндра:

$$D_1 = d \cdot \sqrt{\frac{P_M}{P_B \cdot \eta}}.$$

Приняв давление сжатого воздуха $P_B = 0,39 \text{ Мн/м}^2$ (4 кгс/см²) и к.п.д. привода $\eta = 0,8$, подставим в формулу и, преобразовав ее, получим:

$$D_1 = 0,56d \cdot \sqrt{P_M}.$$

Объем (см³) сжатого воздуха, расходуемого за один цикл зажима детали в приспособлении,

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \cdot L,$$

где D_1 — диаметр поршня пневмоцилиндра, см; L — длина хода поршня со штоком пневмоцилиндра, см.

Механогидравлические приводы. В приспособлениях, требующих больших сил зажима, применяют ручные механогидравлические приводы, которые состоят из ручного винтового зажима и гидравлического цилиндра (рис. 1.33).

Во время поворота рукоятки 1, винт 2 через плунжер 8 вытесняет масло из резервуара 3 в нижнюю полость цилиндра 4. При этом поршень 7 со штоком 5 перемещается вверх и шток через промежуточные звенья зажимает заготовку. После обработки, вращая рукоятку 1, отводят винт 2 вправо. Возвратная пружина 6 перемещает шток с поршнем вниз, и деталь освобождается.

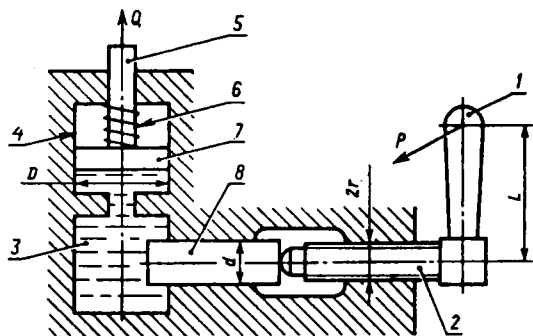


Рис. 1.33 Схема механогидравлического привода

Сила на штоке гидроцилиндра механогидравлического привода:

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

где Q — сила на штоке, н (кгс); P — сила, прикладываемая рабочим к рукоятке винта, н (кгс); L — расстояние от точки приложения силы до оси винта, см; r_{cp} — средний радиус резьбы винта, см; D — диаметр поршня гидроцилиндра, см; d — диаметр штока плунжера, см; $\alpha \approx 2^\circ 30' - 3^\circ 30'$ — угол подъема резьбы; $\varphi \approx 6^\circ 34'$ — угол трения в резьбовом соединении; $\eta = 0,9$ — коэффициент, учитывающий трение в уплотнениях; Q_1 — сила сопротивления возвратной пружины, н (кгс).

Типы насосов и гидроаккумуляторов. Насос служит для преобразования механической энергии привода приспособления (входного звена) в энергию потока жидкости.

По виду рабочей камеры и сообщения ее с входом и выходом насоса, различают два основных класса насосов; динамические и объемные.

Динамические насосы (в частности, центробежные) в настоящем учебном пособии не рассматриваются. В приводах станков и приспособлений используют объемные насосы, работающие по принципу вытеснения жидкости в замкнутых камерах. Объемный гидромотор преобразует энергию потока жидкости в механическую работу выходного звена (вала), сообщал ему вращательное движение. При регулируемом насосе осуществляют простыми средствами бесступенчатое регулирование с минимальными затратами энергии.

В качестве насосов-моторов в приводах приспособлений используют шестеренные, пластинчатые и аксиально-поршневые гидромашины. Регулируемыми насосами и гидромоторами являются лишь роторно-поршневые (аксиально-поршневые и радиально-поршневые).

В гидроприводах станков и приспособлений для создания нужного давления применяют шестеренные, пластинчатые и роторно-поршневые насосы непрерывного действия с постоянной подачей жидкости. Подача жидкости является одним из основных параметров насоса. Значения подачи жидкости нормализованы. Начиная со значения $Q=18 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{мин}$, они образуют геометрический ряд со знаменателем $\phi = 1,41$.

Правильный выбор насоса (тип, подача и давление) влияют на эксплуатационные качества приспособления.

Мощность, необходимая для электропривода насоса (кВт)

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000\eta} = \frac{Q \cdot p}{1000\eta},$$

где Q — подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; H — напор, м; ρ — плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$; g — ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; η — общий к.п.д. насоса; p — давление на выходе насоса, Па.

Гидроаккумуляторы служат для накопления энергии во время пауз в потреблении ее агрегатами гидравлической системы приспособления. Применение аккумуляторов в системе гидропривода при периодическом неравномерном потоке жидкости позволяет уменьшить расчетную мощность насоса и повысить к.п.д. привода приспособления в целом.

Гидроаккумуляторы гасят толчки давлений, возникающие в гидроприводе приспособлений. Существуют грузовые (рис. 1.34, а), пружинные (рис. 1.34, б), с упругим корпусом (рис. 1.34, в), пневмоаккумуляторы (рис. 1.34, г) или газогидравлические и другие конструкции.

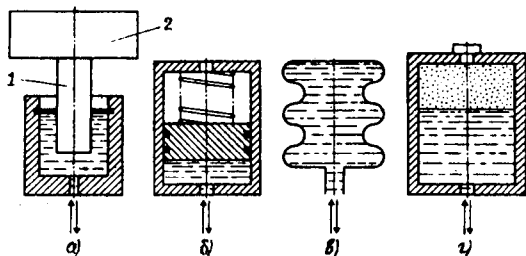


Рис. 1.34 Схемы гидроаккумуляторов

Грузовой аккумулятор представляет собой цилиндр, поршень 1 которого нагружен грузом 2.

Давление жидкости в гидроаккумуляторе определяется площадью сечения поршня (плунжера) и массой груза. Указанные параметры связаны отношением (трением пренебрегаем):

$$G = p \cdot S; \quad p = \frac{G}{S},$$

где **G** — масса груза, кг; **p** — давление жидкости, Па; **S** — площадь сечения поршня, м².

Поскольку масса груза — величина постоянная, давление жидкости в грузовом аккумуляторе не зависит от степени его разрядки (от количества жидкости в цилиндре гидроаккумулятора). Недостатком этих гидроаккумуляторов является их громоздкость. В пружинном гидроаккумуляторе давление жидкости создается силой, развивающейся при растяжении или сжатии пружин, $p = P_{\text{пр}}/S$, где **P_{пр}** — сила пружин, н; **S** — площадь сечения поршня, м.

Поскольку сила пружины зависит от степени ее деформации, давление жидкости в этом гидроаккумуляторе будет зависеть от степени его разрядки.

Применение гидроаккумуляторов имеет особое преимущество в случае, когда требуется длительное время какой-либо участок гидросистемы приспособления выдержать

под давлением (нагрузкой) при практическом отсутствии в нем потока масла. К таким случаям относятся, например, зажим заготовки в приспособлении при отключении электроэнергии в сети.

Электромеханические приводы. Электромеханический привод применяют для перемещения зажимных устройств приспособлений, используемых на токарно-револьверных, фрезерных, агрегатных станках и автоматических линиях. Приспособления-спутники для установки заготовок, обрабатываемых на автоматических линиях, имеют винтовые зажимы, вращаемые от электроключей (рис. 1.35).

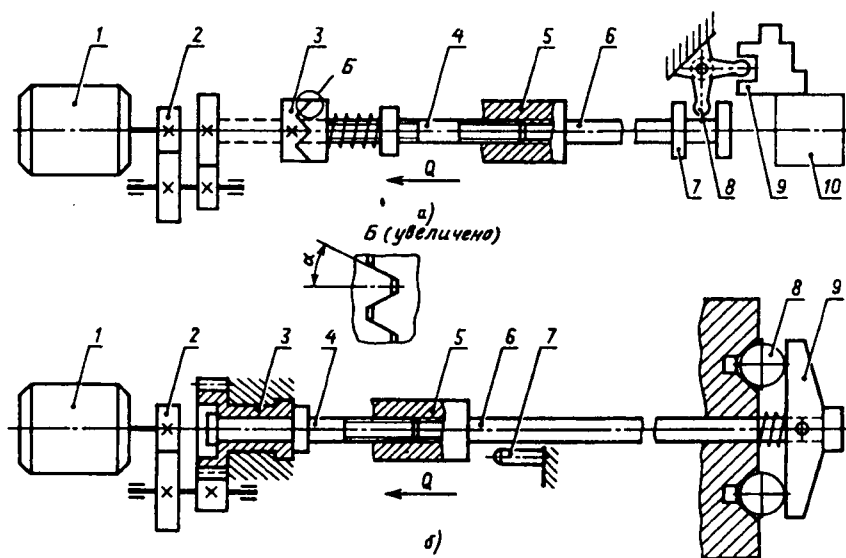


Рис. 1.35 Схемы зажимных устройств с электромеханическим приводом

Электромеханический привод состоит из электромотора, редуктора и винтовой пары. На рис. 1.35, а дана схема зажимного устройства с электромеханическим приводом для вращающегося приспособления. От мотора 1 вращение через редуктор 2 и муфту 5 с зубьями на торцах передается на винт 4, который перемещает вправо или влево гайку 5, свя-

занную со штоком 6. Во время перемещения штока 6 влево втулка 7, жестко закрепленная на его конце, поворачивает на оси рычаг 8, горизонтальное плечо которого передвигает кулачки 9 патрона к центру, и заготовка 10 зажимается. При реверсировании вращения ротора электродвигателя 1 шток 6 движется вправо, втулка 7 поворачивает рычаг 3 на оси, горизонтальное его плечо переместит кулачки 9 от центра и деталь разожмется. Когда достигнута заданная сила зажима, правая часть муфты 3, установленная на штоке, преодолевает сопротивление пружины и отжимается вправо, но вследствие трапециевидной формы зубьев проскальзывает. Пружина служит для регулирования величины передаваемого муфтой 3 крутящего момента M .

На рис. 1.35, б дана схема электромеханического привода без муфты для перемещения зажимных устройств в стационарном приспособлении. От электродвигателя 1 вращение через редуктор 2 передается зубчатому колесу 3, свободно сидящему на валу 4. Внутри зубчатого колеса 3 имеется выступ 10, который зацепляется с выступом 11 на валу 4 в зависимости от направления вращения вал 4 резьбовым концом перемещает гайку 5 со штоком 6 вправо при разжиге деталей 8 прихватом 9 и влево — при зажиме заготовок. При зажиме заготовок прихватом с требуемой силой момент на валу электродвигателя и сила тока значительно возрастают. В это время реле тока выключит электродвигатель.

При разжиге выключение электродвигателя производится путевым выключателем 7.

Тяговая осевая сила n (кгс) электропривода, создаваемая крутящим моментом электродвигателя,

$$Q = \frac{M_{кр} \cdot \eta \cdot i}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = 71620 \frac{N \cdot \eta \cdot i}{n \cdot r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где $M_{кр}$ — крутящий момент двигателя, н м (кгс см); N — мощность двигателя, кВт; n — число оборотов электродвигателя в минуту; r_{cp} — средний радиус резьбы винта, см; φ — угол трения в резьбовом соединении, град; α — угол подъе-

ма резьбы винта, град; i — передаточное отношение редуктора; η — к.п.д. редуктора.

Вакуумные приводы. Вакуумные приводы приспособлений применяют для непосредственной передачи атмосферного давления на закрепляемую заготовку. В приспособлениях с вакуумным зажимом между базовой поверхностью заготовки и полостью приспособления создается разрежение

— вакуум и обрабатываемая заготовка прижимается к опорным поверхностям приспособления избыточным атмосферным давлением. Приспособления с вакуумным зажимом применяют при чистовой обработке заготовок нежестких деталей, которые могут деформироваться при приложении сил зажима на небольших поверхностях.

На рис. 1.36, а, б даны схемы вакуумных зажимных устройств.

В корпусе 2 приспособления (рис. 1.36, а) имеется центрирующая выточка, в которую плоской базовой поверхностью устанавливают обрабатываемую заготовку 1.

Между нижней поверхностью заготовки 1 и корпусом 2 приспособления образуется изолированная от атмосферы полость "А", соединенная каналом с вакуумным цилиндром 3, работающим от пневмоцилиндра 4 с распределительным краном 5. При создании вакуума в полости "А" избыточное атмосферное давление равномерно прижимает заготовку 1 к установочной поверхности корпуса 2 приспособления. Гер-

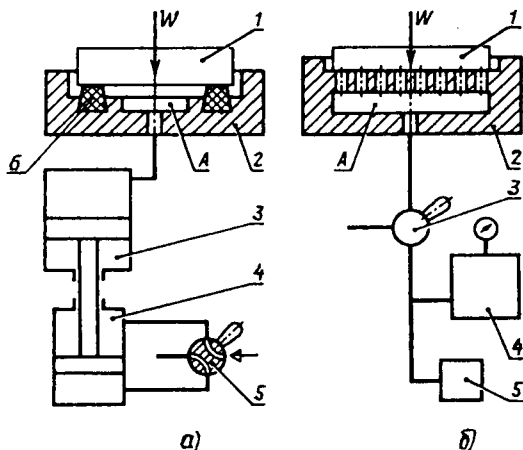


Рис. 1.36 Схемы приспособлений с вакуумным приводом с применением: а — пневмоцилиндра; б — вакуумного насоса

метичность полости "А" приспособления обеспечивает резиновый уплотнитель 6. После обработки полость "А" сообщается с атмосферой и деталь освобождается.

Сила прижима W заготовки в приспособлении зависит от величины полезной площади вакуумной полости избыточного давления.

$$W = F_{\text{п}} \cdot p_{\text{и}} \cdot k ,$$

где F — полезная площадь полости "А" приспособления ограниченная резиновым уплотнителем 6 или плитой, см^2 ; $p_{\text{и}}$ — избыточное давление, равное разности между атмосферным давлением и остаточным давлением в вакуумной полости "А" приспособления, Мн/м^2 (кгс/см^2); $p_{\text{и}}=1-p$; p — остаточное давление в вакуумной полости приспособления, Мн/м^2 (кгс/см^2); $k=0,8-0,85$ — коэффициент герметичности вакуумной системы.

В приспособлении с вакуумным приводом избыточное давление $p_{\text{и}}$ необходимо для обеспечения надежного закрепления заготовки.

В приспособлении 2 (рис. 1.36, б) для равномерного прижима заготовки 1 к плите на ее установочной поверхности имеется большое количество мелких отверстий, сообщающихся при закреплении с вакуумной полостью "А". Приспособление с вакуумным приводом включает распределительный кран 3, ресивер 4 для быстрого образования вакуума в полости "А" приспособления и насос 5. Образование вакуума в индивидуальных и групповых устройствах воздается центробежными многоступенчатыми насосами, поршневыми одно- и двухступенчатыми насосами.

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

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

Электромагнитные приводы и магнитные приспособления.

На рис. 1.37, а, б даны принципиальные схемы электромагнитного приспособления (а) и приспособление с постоянными магнитами (б). На схемах зажим заготовки 1 на установочной поверхности приспособления производит рабочий магнитный поток Φ_p , являющийся частью полного магнитного потока, образуемого электромагнитными катушками или постоянными магнитами. Поток Φ_p , подводится к рабочему зазору по стальным магнитопроводам. Так как магнитный поток непрерывный, то, производя работу, он должен снова вернуться к источнику энергии, следовательно, магнитная цепь, по которой проходит магнитный поток, должна быть замкнутой. В электромагнитном приспособлении (рис. 1.37, а)

такая магнитная цепь состоит из электромагнитных катушек 5, которые являются источником энергии, магнитопровода 3. Основание 6 приспособления

представляет собой часть сердечника электромагнитной катушки, которая в данном случае как бы, разделена на две части.

Чтобы магнитный поток прошел через рабочий зазор, магнитопроводы 3 изолированы от корпуса адаптерной плиты 2 приспособления немагнитной прокладкой 4.

В магнитном приспособлении (рис. 1.37, б) магнитная цепь, по которой проходит рабочий поток, состоит из постоянных магнитов 5, являющихся источником энергии,

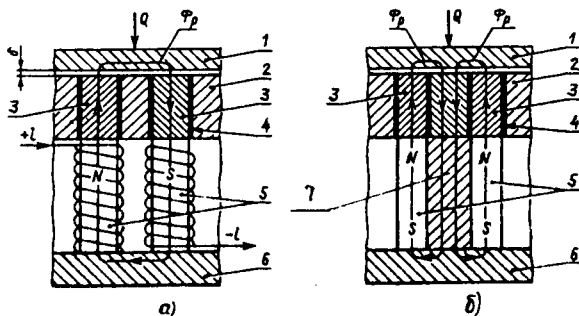


Рис 1.37 Приспособление электромагнитное (а) и с постоянным магнитом (б)

магнитопровода 3, обрабатываемой заготовки 1, магнитопровода 7 и основания 6. Магнитный поток снова возвращается в постоянный магнит 5.

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

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

Электромагнитные приводы встраивают в плиты, патроны, на верхней плоскости которых обработанной поверхностью устанавливают детали. Питание электромагнитных плит производится постоянным током (110 или 220 В) от моторгенераторов или селеновых выпрямителей.

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

Основные размеры и технические характеристики прямоугольных магнитных плит стандартизованы. Сердечники электромагнитов и полюса крышки изготавливают из стали 10, а остальные детали плит — из стали 10 и 15 или чугуна СЧ 12. Рабочая поверхность плиты или планшайбы должна быть

обработана и иметь шероховатость $Ra=0,63$ мкм и отклонение от прямолинейности не должно превышать 0,02 на длине 300 мм. Питание электромагнитных плит производится постоянным током напряжением 24, 48, 110 и 220 В от моторгенераторов или селеновых выпрямителей.

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

Сила прижима, удерживающая заготовку, зависит от силы резания:

$$Q = \frac{P_{\text{рез}}}{f},$$

где $P_{\text{рез}}$ — сила резания, стремящаяся сдвинуть заготовку, н (кгс); $f=0,1-0,15$ — коэффициент трения между базовой плоскостью заготовки и плитой.

В зависимости от формы и размеров изготавливаемой детали выбирают число пар полюсов $2p$.

Сила прижима, приходящаяся на одну пару полюсов:

$$Q_1 = \frac{Q}{2p}.$$

Площадь поперечного сечения сердечника (см²):

$$F' = \frac{25Q_1 \cdot 10^6}{B^2},$$

где B — магнитная индукция материала полюса, тс.

Общее сопротивление магнитопровода:

$$R = \frac{l_1}{\mu_1 \cdot F_1} + \frac{l_2}{\mu_2 \cdot F_2} + \frac{l_3}{\mu_3 \cdot F_3} + \dots + \frac{l_n}{\mu_n \cdot F_n},$$

где $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ — длина каждого участка магнитопровода, см; $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_n$ — магнитная проницаемость материала каждого участка замкнутого магнитного потока; $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ — площади поперечных сечений участков магнитопровода, см².

Общий магнитный поток (с учетом 30% потерь):

$$\Phi = 0,7BF'.$$

Число ампер-витков катушки:

$$I_{\omega} = \frac{\Phi \cdot R}{0,4\pi},$$

где J — сила тока (силой тока задаются), a ; ω — количество витков катушки.

Магнитный привод применяют в приспособлениях (плиты, столы) для горизонтально-фрезерных и плоскошлифовальных станков.

Преимущества приспособлений с магнитным приводом:

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

Недостатки электромагнитных и магнитных приводов приспособлений:

- получение меньшей силы зажима деталей по сравнению с механизированными приводами;
- на них нельзя крепить заготовки из немагнитных материалов.

Электромагнитные и магнитные плиты и патроны применяют для установки и закрепления заготовок, обрабатываемых шлифованием, чистовым фрезерованием, точением.

Центробежно-инерционные приводы и приводы от движущихся частей станка и сил резания.

Эти приводы применяют для быстроходных станков токарной группы. Грузы обычно размещают на шпинделе станка. Преимущества этих устройств в том, что они не требуют дополнительного источника энергии, просты в изготовлении и эксплуатации, включаются автоматически.

На рис. 1.38 показана схема центробежно-инерционного привода 1. Грузы 2 надеты на большие плечи рычагов 5, меньшие плечи связаны с тягой 6, пропущенной через полость шпинделя 7. Сам привод 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 и раскрепление заготовки производится пружинами 3. Регулирование силы зажима производится перемещением грузов по рычагам.

Силу тяги рассчитывают по формуле:

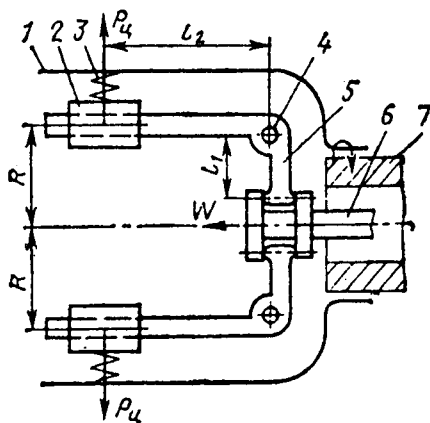


Рис. 1.38 Схема центробежно-инерционного привода

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

где G — вес груза, н; ω — угловая скорость вращения относительно оси шпинделя, c^{-1} ; g — ускорение силы тяжести, m/c^2 ; q — сила сопротивления пружины, н; n — число грузов.

Рассмотрим 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 содержит упругое звено (пружину, мембрану и т.п.), необходимое для компенсации колебаний размера заготовок.

На рис. 1.39 показан пример использования подачи вращающегося стола фрезерного станка для привода зажимных механизмов нескольких приспособлений. На вращающейся планшайбе 9, закрепленной на оси 10, имеются отверстия в которые вставляются заготовки 2. Вместе с планшайбой вращаются зажимные механизмы, состоящие из плунжеров 11, шарнирных рычагов 7 и 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 прижимает заготовку. По окончании обработки плунжер 11 соскакивает с копира, пружина 5 возвращает систему в исходное положение, а готовая деталь через отверстие "а" в основании стола проваливается в бункер.

Примером привода от сил резания может служить поводковый патрон 1 с эксцентриковыми кулачками 2, применяемый на токарных многорезцовых станках (рис.1.40). Заготовку 6 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 детали ее следует повернуть против часовой стрелки при остановленном шпинделе. Угол подъема спирали кулачков 12-20°.

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 диа-

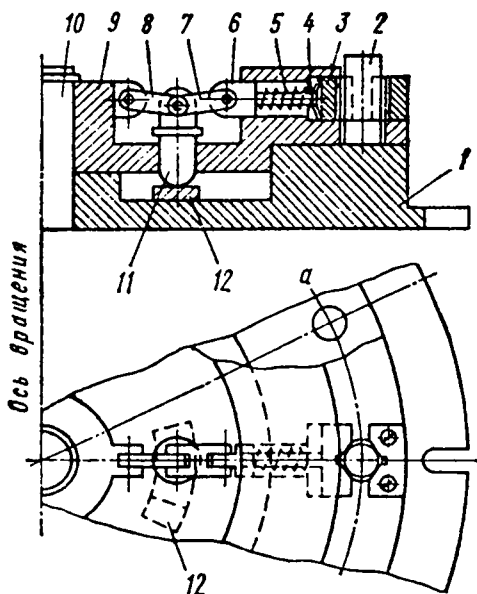


Рис. 1.39 Привод зажимных механизмов нескольких приспособлений на вращающемся столе

метра в пределах допуска; величину эксцентриситета кулачка определяют по известным формулам для эксцентриковых зажимов.

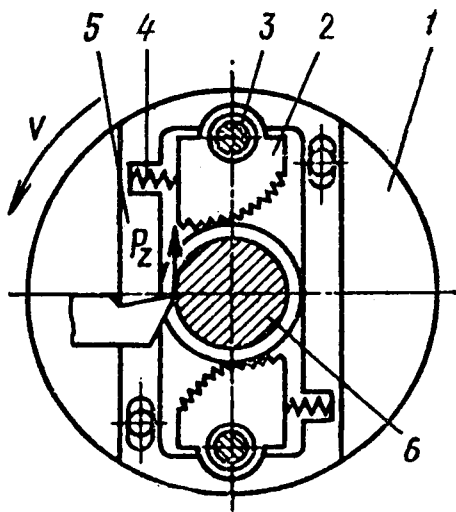


Рис. 1.40 Поводковый патрон с эксцентриковыми кулачками

1.8. Передаточные механизмы-усилители зажимных устройств приспособлений

Передаточные механизмы-усилители служат для повышения величины исходной силы механизированного привода, передаваемой зажимным устройством приспособлений для зажима заготовок. Они являются промежуточным звеном, связывающим привод с зажимным устройством приспособления, и применяются, когда для зажима обрабатываемой заготовки в приспособлении требуется большая сила, чем исходная сила механизированного привода.

По принципу действия механизмы-усилители станочных приспособлений разделяют на рычажные, клиновые, шарнирно-рычажные, плунжерно-клиновые, винтовые и комбинированные. Все они представляют собой сочетание ряда элементарных механизмов.

Величинами, характеризующими работу механизмов-усилителей, являются передаточное отношение i_n сил и передаточное отношение i_c перемещений точек приложения сил.

Передаточное отношение i_c представляет собой отношение силы зажима W детали в приспособлении к исходной силе Q привода:

$$i_c = \frac{W}{Q},$$

откуда:

$$W = i_c \cdot Q.$$

Передаточное отношение i_n представляет собой отношение перемещения S_1 точки приложения силы зажима W к перемещению S_2 точки приложения исходной силы привода Q .

$$i_n = \frac{S_2}{S_1}, \text{ откуда } S_2 = i_n \cdot S_1.$$

В комбинированных механизмах-усилителях, состоящих из сочетания элементарных механизмов, передаточные отношения i_c и i_n представляют собой произведение передаточных отношений отдельных механизмов:

$$i_c = i_{c1} \cdot i_{c2} \cdot i_{c3} \cdot \dots \cdot i_{cn},$$

где $i_{c1}, \dots, i_{cn}$ — передаточные отношения сил каждого простого механизма; $i_{п1}, \dots, i_{пn}$ — передаточные отношения перемещений каждого простого механизма, входящего в комбинированный механизм-усилитель.

Сила зажима заготовки в приспособлении с комбинированным механизмом-усилителем $W = Q \cdot i_{c1}, \dots, i_{cn}$, где Q — исходная сила привода.

Рычажные механизмы-усилители. Рассмотрим две схемы рычажных усилителей (рис. 1.41, а, б).

Увеличение исходной силы Q привода рычажными усилителями зависит от соотношения длин плеч рычагов. Сила зажима с рычагом-усилителем первого рода (рис. 1.41, а):

$$W = Q \cdot \frac{a}{b}.$$

Сила зажима W с рычагом-усилителем второго рода (рис. 1.41, б):

$$W = Q \cdot \frac{(a + b)}{b},$$

где W — сила зажима в приспособлении, н (кгс); Q — сила на штоке привода, н (кгс); a и b — длины плеч рычагов.

В приведенных формулах член при Q является передаточным отношением i_c сил.

Рычажные механизмы-усилители с рычагами первого и второго рода, размеры которых ограничены габаритами приспособления, увеличивают исходную силу привода в 2-3 раза.

Однорычажные шарнирные механизмы-усилители. На рис. 1.42 показана схема однорычажного шарнирного механизма-усилителя одностороннего действия в виде рычага 1 с роликом 2. Исходная сила Q , развиваемая механизирован-

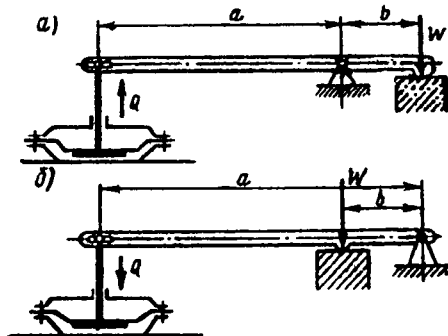


Рис. 1.41 Рычажные механизмы-усилители

ным приводом 4, через шток 3 и ролик 2 передается на рычаг 1, связанный осью с роликом 2. От ролика 2 действует сила реакции $N=W$.

Равнодействующей сил Q и N является сила R , действующая вдоль оси рычага 1. Эта сила R , приложенная в конце рычага 1 в точке C , раскладывается на две силы W и Q . При подаче сжатого воздуха в левую полость

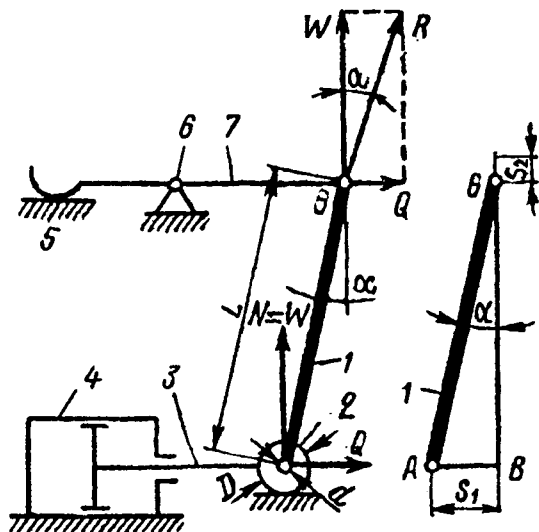


Рис. 1.42 Схема однорычажного шарнирного механизма-усилителя одностороннего действия

пневмоцилиндра 4 шток 3 перемещает нижний конец рычага 1 с роликом 2 вправо, а его верхний конец поворачивает рычаг 7 около неподвижной опоры 6 и левый конец рычага зажимает обрабатываемую заготовку 5.

Сила зажима, развиваемая таким механизмом-усилителем (рис. 1.42):

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi_{2np}}.$$

Двухрычажные шарнирные механизмы-усилители. На рис. 1.43, а показаны шарнирный, а на рис. 1.43, б — шарнирно-плунжерный двухрычажные шарнирные механизмы-усилители одностороннего действия.

Сила Q , развиваемая пневмоцилиндром 4, через шток 3, передается рычагами 1 и 2, являющимися механизмами-усилителями одностороннего действия. При подаче сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра 4 поршень 5 со

штоком 3 перемещается вправо и шток поворачивает рычаги 1 и 2, приближая их к вертикальному положению. При этом рычаг 1, шарнирно связанный с рычагом 8, поворачивает его около неподвижной опоры 7 и левый конец рычага 8 зажимает обрабатываемую заготовку 6. Сила зажима, развиваемая двухрычажным шарнирным усилителем одностороннего действия (рис. 1.43, а).

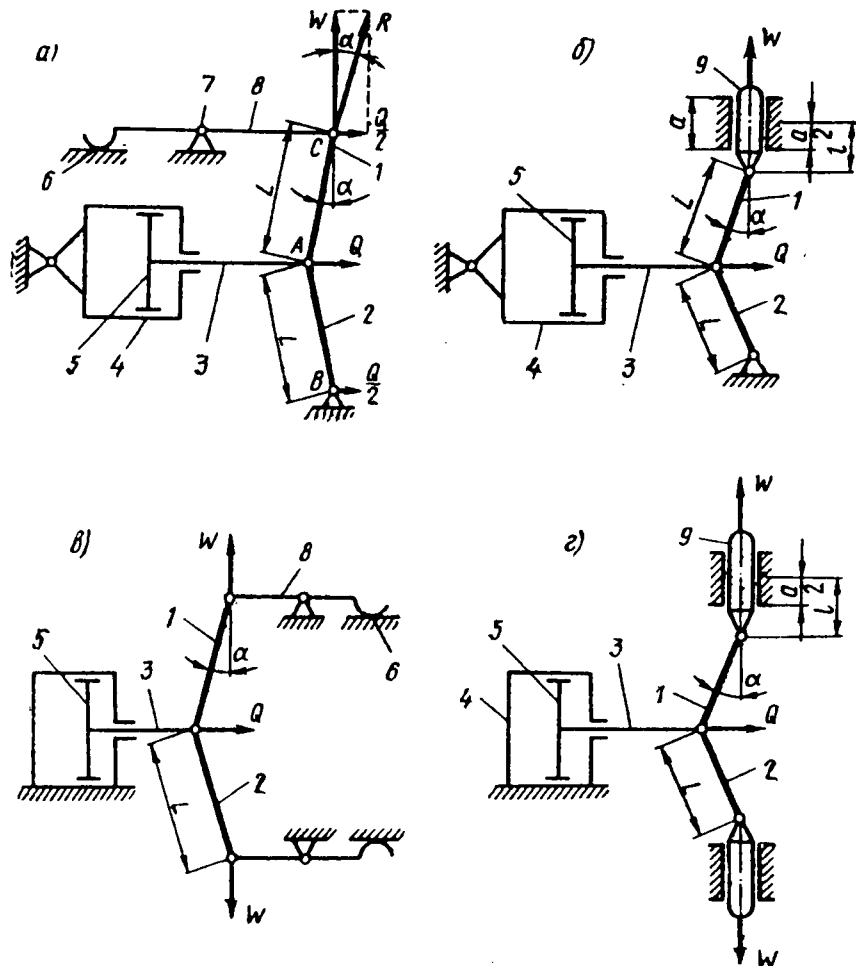


Рис. 1.43 Схемы двухрычажных механизмов-усилителей

$$W = \frac{Q}{2\operatorname{tg}(\alpha + \beta)}.$$

В двухрычажном шарнирно-плунжерном механизме-усилителе одностороннего действия с плунжером 9 (рис. 1.43, б) учитывается трение в шарнирах и трение на плунжере, сила зажима его:

$$W = Q \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{1}{2\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} - \operatorname{tg}\varphi_{3\text{пр}} \right].$$

На рис. 1.43, в показаны шарнирный, а на рис. 1.43, г — шарнирно-плунжерный двухрычажные механизмы-усилители двустороннего действия, являющиеся как бы сдвоенными однорычажными механизмами-усилителями.

При подаче сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра 4 поршень 5 со штоком 3 перемещается вправо и шток поворачивает рычаги 1 и 2, приближая их к вертикальному положению. При этом рычаги 1 и 2 поворачивают рычаги 8 около неподвижных опор и последние зажимают заготовку 6. Суммарная сила зажима, развиваемая двухрычажным шарнирным механическим усилителем двустороннего действия (рис. 1.43, в).

$$W_{\text{сум}} = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)}; \quad i_c = \frac{W_{\text{сум}}}{Q}; \quad W_{\text{сум}} = 2W.$$

На рис. 1.43, г показан двухрычажный шарнирно-плунжерный механический усилитель двустороннего действия. При подаче сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра 4 поршень 5 со штоком 3 перемещается вправо и шток через рычаги 1 и 2 перемещает плунжеры 9 от центра на зажим заготовки. Сила зажима, развиваемая механизмом,

$$W_{\text{сум}} = Q \cdot \left[\frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} - \operatorname{tg}\varphi_{3\text{пр}} \right].$$

В формулах для определения W и $W_{\text{сум}}$ для однорычажных и двухрычажных механизмов (см рис. 1.42 и 1.43, а, б, в, г) принято: W — сила зажима, н (кгс); Q — исходная сила

на штоке механизированного привода, н (кгс); $\alpha = 5-40^\circ$ — угол наклона рычага; $\beta \approx 1^\circ$ — дополнительный угол к углу наклона α , учитывающий потери на трение в скольжения в шарнирах рычага: $\beta = \arcsin f \left(\frac{d}{L} \right)$; $f \approx 0,1$ — коэффициент

трения скольжения на оси ролика и в шарнирах рычага; d — диаметр осей шарниров и отверстия ролика, мм; D — наружный диаметр опорного ролика, мм; $\frac{d}{D} = 0,5$; L — рас-

стояние между осями отверстий рычага, мм; $\frac{d}{L} = 0,2$; $\text{tg } \varphi_{2\text{пр}}$

— приведенный коэффициент трения качения, учитывающий потери на трение в роликовой опоре,

$\text{tg } \varphi_{2\text{пр}} = \text{tg } \varphi_2 \times \frac{d}{D}$; $\text{tg } \varphi_2 = 0,1$ — коэффициент трения сколь-

жения на опоре ролика; $\text{tg } \varphi_{3\text{пр}}$ — приведенный коэффициент трения, учитывающий потери на трение в консольном

(перекошенном) плунжере, $\text{tg } \varphi_{3\text{пр}} = \text{tg } \varphi_3 \times \frac{3l}{a}$; $\text{tg } \varphi_3$ — ко-

эффициент трения скольжения в двухопорном (неперекошенном) плунжере; a — длина направляющей втулки плунжера, мм; l — расстояние между осью шарнира и серединой направляющей втулки плунжера (см. рис. 1.43, б и г), мм.

При $\frac{l}{a} = 0,7$ $\text{tg } \varphi_3 = 0,10,7$ $\text{tg } \varphi_{3\text{пр}} = 0,21$.

Перемещение по вертикали точки С приложения силы зажима W на верхнем конце рычага 1 (см. рис.1.42) называют запасом хода однорычажного механизма-усилителя одностороннего действия и определяют по формуле:

$$S_2 = L \cdot (1 - \cos \alpha).$$

Перемещение по горизонтали точки А приложения исходной силы Q на нижнем конце рычага определяют из треугольника ABC (см. рис. 1.42):

$$S_1 = L \cdot \sin \alpha.$$

Передаточное отношение перемещений точек С и А приложения сил

$$i_n = \frac{S_2}{S_1} = \frac{L \cdot (1 - \cos \alpha)}{L \cdot \sin \alpha} = \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} \right).$$

Запас хода S_2 двухрычажного механизма-усилителя одностороннего действия (см. рис. 1.43, а, б), т.е. перемещение верхнего конца рычага 1 по вертикали, в 2 раза больше, чем перемещение верхнего конца рычага 1 (см. рис. 1.42) однорычажного механизма-усилителя одностороннего действия. Это следует из того, что при наличии неподвижной опоры в точке В (рис. 1.43, а) точка С перемещается не только в результате спрямления рычагов, но и за счет смещения вверх точки А.

$$\text{Запас хода } S'_2 = 2L \cdot (1 - \cos \alpha).$$

Рычажные шарнирные механизмы-усилители с пневмоприводом. На рис. 1.44, а дана схема пневматического зажима с комбинированным усилителем, состоящего из однорычажного шарнирного механизма-усилителя с роликом и двухплечего рычага. На левом конце штока 2 на оси установлены ролик и нижний конец однорычажного шарнирного механизма-усилителя 3, который верхним концом шарнирно связан с двухплечим рычагом 4.

При подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость поршень 1 со штоком 2 перемещается влево и через однорычажный шарнирный механизм-усилитель 3 перемещает горизонтальное плечо рычага 4 вверх, а вертикальное плечо рычага 4 перемещает ползун 6 вправо и зажимает заготовку 5. Во время подачи сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 1 со штоком 2 перемещается вправо и механизм 3 через рычаг 4 отводит ползун 6 влево и деталь разжимается.

На рис. 1.44, б дана схема пневматического зажима с комбинированным усилителем, состоящего из однорычажного шарнирного механизма-усилителя 3 с роликом и двухплечего рычага 4. На левом вильчатом конце штока 2 на

оси установлены ролик и нижний конец механизма-усилителя 3, последний верхним концом шарнирно связан с двуплечим рычагом 4. При подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра поршень 1 со штоком 2 перемещается влево и через однорычажный шарнирный механизм-усилитель 3 поднимает правое плечо рычага 4, а левое плечо рычага 4, опускаясь, зажимает заготовку 5. Во время подачи сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 1 со штоком 2 перемещается вправо, рычаг 4 поднимается и происходит разжим детали.

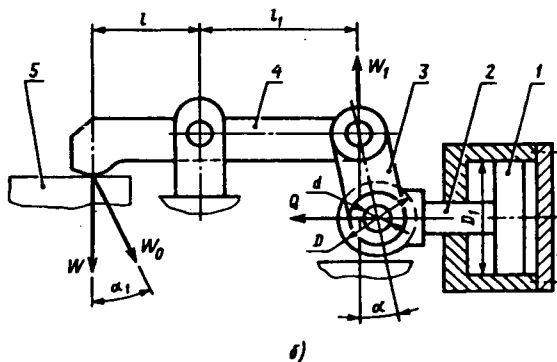
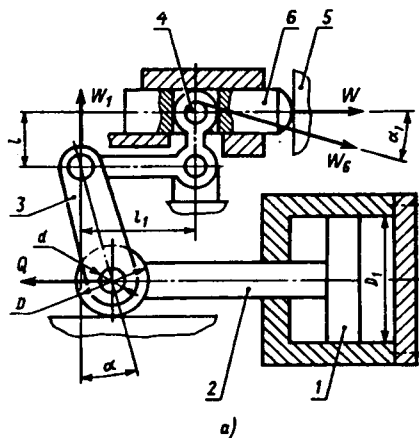


Рис. 1.44

Схемы рычажных шарнирных усилителей зажимных устройств с пневмоприводом.

Сила зажима заготовки и осевая сила на штоке цилиндра (см. рис. 1.44, а, б):

$$W = Q \cdot \frac{1}{\left[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi \cdot \frac{d}{D} \right] \cdot \frac{1}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta}},$$

$$Q = W \cdot \left[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi \cdot \frac{d}{D} \right] \cdot \frac{1}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta},$$

$$Q = W_1 \cdot \left[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi \cdot \frac{d}{D} \right],$$

где α — угол наклона рычага-усилителя; β — дополнительный угол к углу α , учитывающий трение в шарнирах рычагов, $\beta = \arcsin f \times \frac{d}{D}$; $f=0,1$ — коэффициент трения, d —

диаметр оси ролика, мм; D_1 — диаметр поршня пневмоцилиндра, мм; D — наружный диаметр ролика, мм.

$$\operatorname{tg} \varphi_{np} = \operatorname{tg} \varphi \cdot \frac{d}{D};$$

$\operatorname{tg} \varphi = f=0,1$ — коэффициент трения на опорной поверхности ролика; l и l_1 — длины плеч рычага, мм; η — коэффициент, учитывающий трение в различных трущихся соединениях; W — сила зажима обрабатываемой детали, н (кгс); W_1 — силы, действующие на оси рычага, н (кгс); Q — исходная сила на штоке пневмопривода, н (кгс).

На рис. 1.45, а дана схема пневматического зажима с рычажным механизмом-усилителем.

При подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра поршень 2 со штоком 1 перемещается вверх и шток поворачивает рычаг 7 около оси 6. Во время поворота рычаг 7 коротким плечом перемещает стержень 3 с прихватом 4 вправо и прихват коротким плечом зажимает заготовку 5. При подаче сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень со штоком перемещается вниз и поворачивает рычаг 7 около оси 6 по часовой стрелке. В этом случае короткое плечо рычага перемещает стержень 3 влево, а его головка перестает нажимать на прихват 4 и деталь разжимается. Пружина на стержне 3 отжимает прихват 4 влево для удобства установки заготовок и съема деталей в приспособление.

Сила зажима заготовки и сила на штоке для рис. 1.45, а:

$$W = Q \cdot \frac{l_3}{l_2} \cdot \frac{l_1}{1 + l_1} \cdot \eta,$$

$$Q = W \frac{(1 + l_1) \cdot l_2}{l_1 \cdot l_3 \cdot \eta}, \quad Q = Q_o \cdot \frac{l_2}{l_3} \cdot \frac{1}{\eta}, \quad Q_o = W \cdot \frac{l_1}{1 + l_1},$$

где l и l_1 — длины плеч прихвата, мм; l_2 и l_3 — длина плеч рычага усилителя, мм; Q — исходная сила на штоке пневмопривода, н (кгс); $\eta=0,9$ — коэффициент, учитывающий потери на трение в пневмоцилиндре; Q_o — сила, действующая вдоль стержня 3, н (кгс).

На рис. 1.45, б дана схема пневматического зажима с рычажным механизмом. При подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра поршень 2 со штоком 1 перемещается вверх и поворачивает рычаг 5, который левым плечом зажимает заготовку 4, около оси 3 против часовой стрелки.

Во время подачи

сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 2 со штоком 1 перемещается вниз и поворачивает ры-

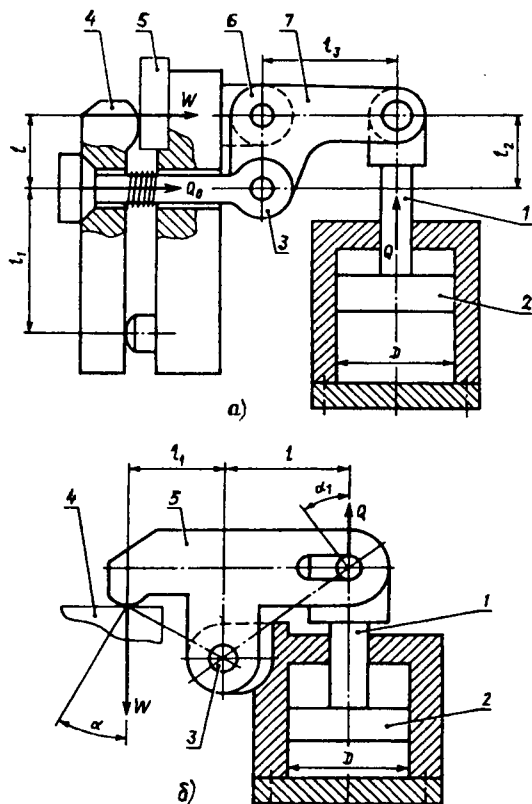


Рис. 1.45

Схемы рычажных шарнирных усилителей зажимных устройств с пневмоприводом

чаг 5 около оси 3 по часовой стрелке. При этом короткое плечо рычага 5 поднимается и деталь разжимается.

Сила зажима заготовки (рис. 1.45, б):

$$W = Q \cdot \frac{l}{l_1} \cdot \eta,$$

где l и l_1 — длина плеч рычага, мм; $\eta=0,95$ — коэффициент, учитывающий трение в пневмоцилиндре.

Клиновые механизмы. В станочных приспособлениях применяют клиновые механизмы с односкосым клином без роликов и с роликами и многоклиновые самоцентрирующие механизмы. Механизмы с односкосым клином без роликов и с роликами применяют в качестве усилителей пневмо- и гидроприводов. Многоклиновые самоцентрирующие механизмы используют в конструкциях патронов, оправок и др.

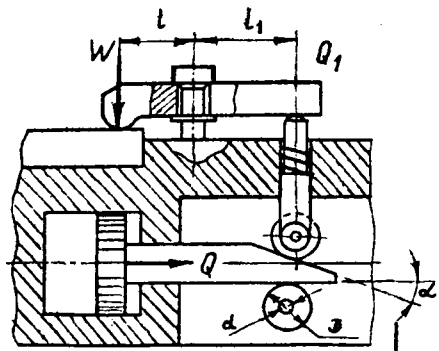


Рис. 1.46 Схема клинорычажного механизма

На рис. 1.46 показан клинорычажный механизм, работающий от гидро- или пневмопривода. Сила зажима и осевая сила на штоке:

$$W = Q \cdot \frac{l_1}{l} \cdot \frac{1}{\left[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{1np}) + \operatorname{tg} \varphi_{2np} \right]} \cdot \eta,$$

$$Q = Q_1 \cdot \left[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{1np}) + \operatorname{tg} \varphi_{2np} \right] \cdot \frac{1}{\eta}.$$

Клиновые механизмы с роликами применяют как усилители механизированных приводов с углом $\alpha \geq 10^\circ$, они не самотормозящие. В таких клиновых механизмах потери на трение клина меньше, а сила зажима больше, чем в клиновых механизмах без роликов. Например, при одинаковой исходной силе Q на штоке механизированного привода для

клинового механизма с углом $\alpha = 2^\circ$ без роликов сила зажима $W = 4,14Q$, для клинового механизма с двумя роликами $W = 8Q$ (см. рис. 1.46), а с одним верхним роликом $W = 5,4Q$.

Клиноплунжерные механизмы-усилители. Одно и двух-плунжерные механизмы применяют как усилители привода приспособлений, многоплунжерные механизмы — как центрирующие механизмы патронов, оправок. На рис. 1.47 дана схема механизма с односкосным клином и двухопорным плунжером без роликов.

Рассмотрим равновесие плунжера, а не клина и найдем зависимость между силой зажима W и исходной силой Q привода.

При равновесии плунжера:

$$P = N; \quad W = W_1 - F_3 = W_1 - N \cdot \operatorname{tg} \varphi_3.$$

Заменив в формуле N на P , получим

$$W = W_1 - F_3 = W_1 - P \cdot \operatorname{tg} \varphi_3.$$

Значения W_1 и P определяются по формулам:

$$W_1 = Q \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2}, \quad P = W_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1).$$

Подставим значение W_1 и P в формулу равновесия плунжера:

$$W = Q \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2} = Q \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \cdot \operatorname{tg} \varphi_3.$$

После преобразования получим окончательную формулу:

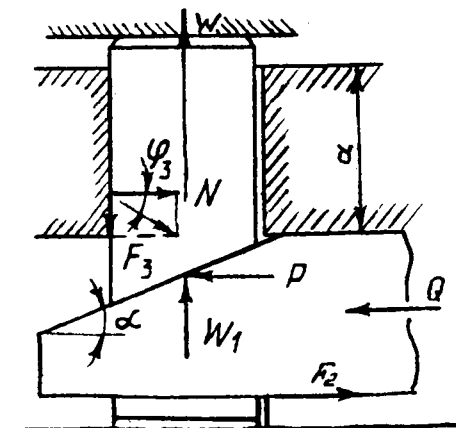


Рис. 1.47 Схема механизма с односкосным клином и двухопорным плунжером без роликов.

$$W = Q \cdot \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \cdot \operatorname{tg}\varphi_3}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2}$$

На рис. 1.48, а дана схема клиноплунжерного усиливающего устройства с двухопорным плунжером 3 и двумя роликами. При подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра поршень 1 со штоком 2 перемещается вверх и шток 2 клиновым концом, нажимая на правый ролик, переместит плунжер 3 вправо, и он качающимся башмаком зажмет заготовку 4.

Во время подачи сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 1 со штоком 2 переместится вниз и шток 2 клиновым концом, нажимая на левый ролик, переместит плунжер 3 с башмаком влево, и деталь разожмется.

Для зажимного устройства (рис. 1.48, а) сила зажима детали и осевая сила на штоке цилиндра:

$$W = \frac{Q}{\left[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{1np}) + \operatorname{tg}\varphi_2 \right] \cdot \frac{1}{\eta}},$$

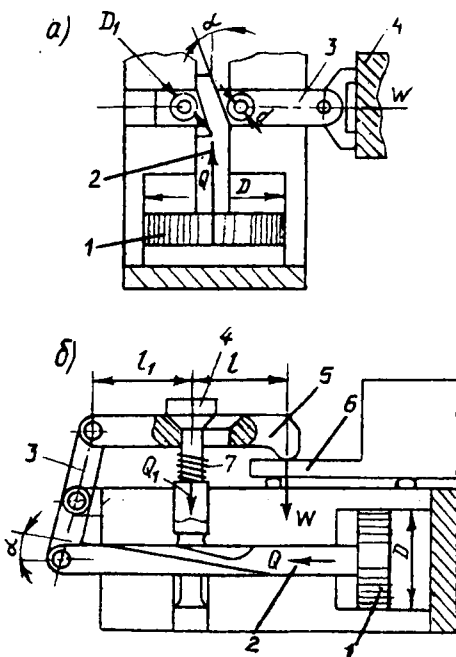


Рис. 1.48 Схемы клиноплунжерных усиливающих устройств: а — с двухопорным плунжером и двумя роликами; б — с односкосным клином и двухопорным плунжером

$$Q = W \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{инр}}) + \operatorname{tg}\varphi_2] \cdot \frac{1}{\eta},$$

при $\operatorname{tg}\varphi_{\text{инр}} = \operatorname{tg}\varphi_1 \cdot \frac{d}{D}$, где $\operatorname{tg}\varphi_1$ — коэффициент трения на скосе клина.

На рис. 1.48, б дана схема клиноплунжерного усиливающего устройства с односкосым клином и двухопорным плунжером. При подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра поршень 1 со штоком 2 перемещается. Шток 2, поворачивая рычаг 3 на оси, перемещает прихват 5 на заготовку и под головку плунжера 4, который одновременно, перемещаясь по сносу штока, опускается и головкой принимает прихват 5 к заготовке 6 и закрепляет ее. Во время подачи сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 1 со штоком 2 перемещается вправо и шток 2 скосом передвигает плунжер 4 вверх и, одновременно поворачивая рычаг 3, отводит влево прихват 5 от плунжера 4 и детали, и она разжимается. Пружина 7 на плунжере поднимает прихват 5 вверх для удобства установки заготовок и снятия деталей. Для клинорычажного устройства (см. рис. 1.48, б) сила зажима и осевая сила:

$$W = \frac{Q}{[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2] \cdot \frac{1 + l_1}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta}};$$

$$Q = \frac{W}{[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2] \cdot \frac{1 + l_1}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta}};$$

$$Q = Q_1 \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2] \cdot \frac{1}{\eta},$$

где $\operatorname{tg}\varphi_2$ — коэффициент трения в направляющей поверхности штока (клина); $\eta=0,8$ — коэффициент, учитывающий потери от трения.

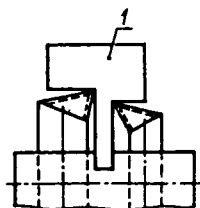
1.9. Детали приспособлений для направления и контроля положения инструмента.

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

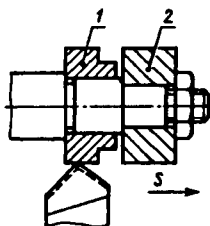
1. Для быстрой установки инструментов на размер — шаблоны, установочные;
2. Для определения положения и направления осевого инструмента — кондукторные втулки;
3. Для определения траектории относительного движения инструмента и заготовки — копиры.

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

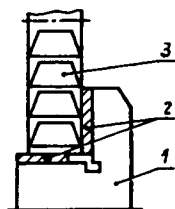
Шаблоны. При наладке и подналадке установка инструментов на рабочий настроечный размер с помощью пробных стружек и промеров занимает много времени. Для ускорения наладки станков и повышения ее точности в конструкцию приспособления вводят специальные элементы, определяющие положение инструментов, соответствующее рабочему настроечному размеру. Такими элементами являются шаблоны и установочные. Применение шаблонов типично для токарных работ, а установочных — для фрезерных. Повышение производительности труда достигается в этом случае за счет сокращения



а)



б)



в)

Рис. 1.49 Примеры использования шаблонов при обработке деталей на металлорежущих станках: а — установка двух подрезных резцов по шаблону; б — установочное шаблон-кольцо; в — установ, используемый на фрезерном станке

времени на техническое обслуживание станка $t_{\text{тех.об.}}$ в норму времени на операцию.

На рис. 1.49, а дан пример установки двух подрезных резцов по шаблону 1. Такой шаблон может быть съемным или откидным, шарнирно закрепленным. При настройке шаблон ставят в исходное положение, а после закрепления резцов снимают или откидывают в нерабочее положение. Другим примером шаблона для установки резца может служить установочное кольцо 1 (рис. 1.49, б), которое надевается на оправку вместе с обрабатываемой заготовкой 2. Резцы подводят до соприкосновения с шаблоном — кольцом 1.

Широкое распространение в конструкциях фрезерных приспособлений получили установочные кольца. На рис. 1.49, в показан установочный механизм, позволяющий установить фрезу 3 в горизонтальном и вертикальном положении относительно установочных поверхностей станка или приспособления по двум пластинкам 2, закрепленным на установочном кольце 1.

На рис. 1.50 показаны конструкции установочных приспособлений: а — для установки фрезы в одном направлении (рис. 1.50, б), для установки фрезы в двух направлениях (рис. 1.50, в). Ус-

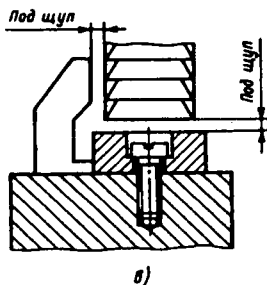
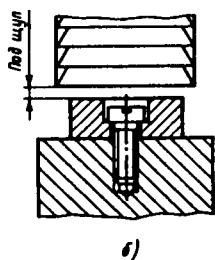
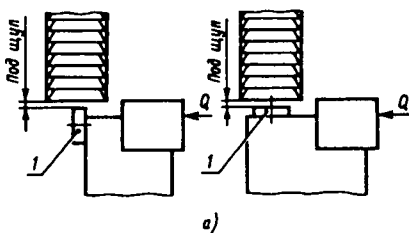


Рис. 1.50 Конструкции установочных приспособлений: а — для установки фрезы; б — для установки фрезы в одном направлении; в — для установки фрезы в двух направлениях

тановы перемещаются на приспособлении так, чтобы они не мешали при установке и обработке заготовки, но в тоже время к ним был свободный доступ инструмента (рис. 1.50, а).

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

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

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

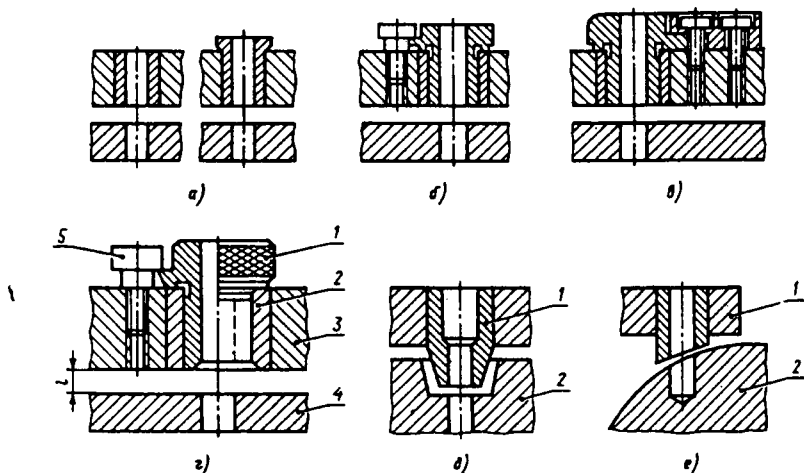


Рис. 1.51 Кондукторные втулки

Постоянные кондукторные втулки бывают без буртика (рис. 1.51, а) и с буртиком (рис. 1.51, б). Их запрессовывают

в отверстие корпуса кондуктора или в кондукторную плиту по посадке $\frac{H7}{h6}$. Эти втулки применяют при обработке отверстий одним сверлом или зенкером в мелкосерийном производстве.

Сменные кондукторные втулки (рис. 1.51, в) изготавливают с буртиком и применяют в приспособлениях, используемых в крупносерийном и массовом производствах. Заменять в приспособлении изношенные сменные втулки можно быстрее, чем постоянные. Сменные втулки устанавливают с посадкой $\frac{H7}{g6}$ в постоянные втулки, запрессованные в от-

верстия корпуса или кондукторную плиту. Для предохранения от проворачивания и подъема сменные втулки закрепляют винтами.

Быстросменные кондукторные втулки 1 (рис. 1.51, г) изготавливают с буртиками и вставляют с посадкой $\frac{H7}{g6}$ в постоянные втулки 2, запрессованные в отверстия 3 кондуктора. На буртике втулки 1 имеются две выемки: несквозная для крепления втулки головкой крепежного винта и сквозная для прохода головки винта при смене втулки. Расстояние l от нижнего торца втулки 1 до поверхности обрабатываемой заготовки 4 при сверлении принимают $1/3-l$ диаметра сверла. При зенкерование l равняется $0,3$ диаметра зенкера. Быстросменные кондукторные втулки применяют в приспособлениях в крупносерийном производстве при последовательной обработке одного отверстия различными режущими инструментами (сверлом, зенкером, разверткой) за одну установку обрабатываемой заготовки в приспособлении. При этом направление каждого режущего инструмента производится отдельной быстросменной втулкой соответствующего диаметра.

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

При обработке отверстий в корпусных деталях на расточных станках применяют приспособления с вращающимися втулками. На рис. 1.52 изображена такая вращающаяся втулка 1, которая служит для направления борштанги. В этом случае борштанга со шпонкой 2 должна совместиться в пазом вращающейся втулки 1.

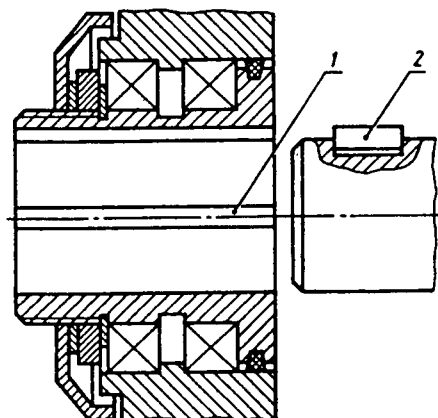


Рис. 1.52 Приспособление с вращающейся втулкой

На рис. 1.51, д показана специальная кондукторная втулка 1 для сверления отверстия в углублении детали 2, а на рис. 1.51, е, специальная кондукторная втулка 1 для сверления отверстия на цилиндрической поверхности детали 2.

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

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

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

Кондукторные плиты. Они служат для установки в их отверстиях кондукторных втулок. В зависимости от способа соединения с корпусом приспособления кондукторные плиты подразделяют на постоянные, поворачиваемые, съемные, подвесные и подъемные. Постоянные плиты изготавливают заодно с корпусом приспособления или жестко соединяют с ним сваркой или винтами. Поворачиваемые плиты вращаются на оси относительно корпуса приспособления при установке заготовки и снятии детали. Съемные плиты изготавливают отдельно от корпуса. Заготовку закрепляют в приспособлении, устанавливают съемную плиту, а после обработки съемную плиту снимают. Подвесные кондукторные плиты по краям имеют два отверстия, которыми их устанавливают на нижних концах двух направляющих скалок и закрепляют гайками. Верхние концы скалок свободно входят в отверстия втулок, запрессованных в отверстия корпуса многошпиндельной сверлильной головки, которая закреплена на гильзе шпинделя станка. Подъемные кондукторные плиты по краям имеют два отверстия, которыми их устанавливают на верхних концах двух направляющих скалок и закрепляют гайками. Нижние концы направляющих скалок входят в отверстия корпуса приспособления. Подъем и опускание направляющих скалок с кондукторной плитой производится от пневмопривода.

При расчете допусков на межцентровые расстояния кондукторных втулок в кондукторных плитах, а также на положения кондукторных втулок относительно установочных элементов приспособления приходится учитывать весь комплекс погрешностей обработки с тем, чтобы суммарная погрешность по своей величине не превосходила соответствующего допуска детали.

На рис. 1.53 приведено построение для расчета, допуска на межцентровое расстояние кондукторных втулок. Это же

построение может быть использовано для выбора посадок кондукторных втулок по заданной точности межцентровых расстояний в детали и кондукторной плите. Согласно приведенному построению, допуск на расстояние между осью отверстия и боковой установочной плоскостью при обработке с помощью кондуктора может быть определен из неравенства:

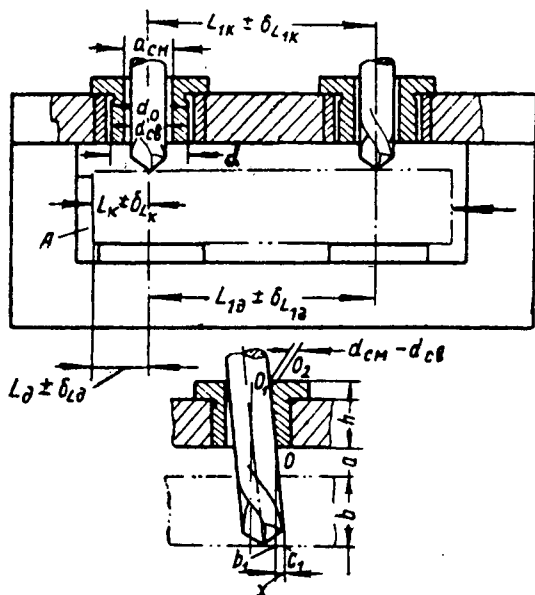


Рис. 1.53 Схема расчета допуска на межцентровое расстояние кондукторных втулок

$$\delta_{L_1} \geq \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2},$$

где δ_{L_1} — величина допуска на указанное расстояние по чертежу детали; δ_1 — допуск на расстояние между осью запрессованной втулки и боковым упором "А" для детали; δ_2 — зазор посадки инструментов во втулку; δ_3 — зазор посадки сменной втулки в постоянную; δ_4 — эксцентриситет втулок, δ_5 — погрешность от перекоса инструмента во втулке.

Допуск на расстояние между двумя отверстиями детали может быть определен по формуле:

$$\delta_{L_2} \geq \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \delta_7^2 + \delta_8^2},$$

где δ_{L_2} — величина допуска на указанное расстояние по чертежу детали; δ_1 — допуск на расстояние между осями запрессованных втулок; δ_2 — зазор посадки инструмента в

первой втулке; δ_3 — зазор посадки инструмента во второй втулке; δ_4 — зазор посадки первой сменной втулки в своей постоянной втулке; δ_5 — зазор посадки второй сменной втулки в своей постоянной втулке; δ_6 — эксцентриситет втулок; δ_7 — погрешность от перекоса инструмента в первой втулке; δ_8 — погрешность от перекоса инструмента во второй втулке.

Величины δ_7 и δ_8 могут быть найдены по формуле:

$$x = \delta = (d_{c.m} - d_{c.b.}) \cdot \frac{a + b}{h}.$$

Величины, входящие в эту формулу см. на рис. 1.53.

В рассмотренном примере кондукторная плита закреплена на корпусе неподвижно и заготовка касается упора А без зазора.

Когда плита надета на пальцы или имеет шарнирное соединение с корпусом, а также когда сама плита надета на установочный палец с зазором или касается упора не исходной базой, возникающие при этом погрешности установки плиты и изготавливаемой детали подлежат включению в правую часть формул как слагаемые.

Рассчитанная по этим формулам сумма возможных погрешностей, даже когда эта сумма не превосходит заданный допуск деталей, не может считаться контрольным допуском на межцентровые расстояния при приемке изготовленного в металле приспособления со сменными втулками. Это объясняется неизбежными ошибками в процессе измерения. Сложность теоретического установления контрольного допуска усугубляется тем, что детали приспособления невзаимозаменяемы.

Ввиду этого в практике конструирования приспособлений приняты нижеследующие допуски контрольных размеров.

Для кондукторов, предназначенных для обработки отверстий на проход болтов и винтов, а также под резьбу, контрольный допуск на межцентровые расстояния втулок принимается равным от $\pm 0,05$ до $\pm 0,1$ мм.

В кондукторах для обработки отверстий с многошпиндельной головкой, а также для обработки отверстий под более точную сборку, как, например, под подшипники для осей зубчатых колес и других случаев, предъявляющих высокие требования к параллельности осей отверстий, контрольные допуски ужесточаются до $\pm 0,02$ мм. В таких кондукторах посадки втулок выполняются по 6-му квалитету точности либо используются конструкции, позволяющие регулировать зазор до требуемых пределов.

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

Наиболее общим случаем обработки по копиру является фрезерование замкнутого контура методом круговой подачи, схема которой показана на рис. 1.54, а. Закрепленные заго-

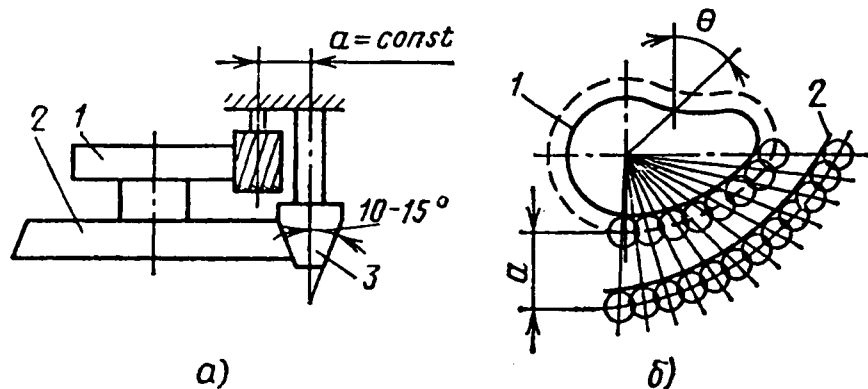


Рис. 1.54 Примеры обработки по корпусу: а — схема фрезерования замкнутого контура методом круговой подачи; б — схема построения профиля копира для фрезерования сложного профиля детали

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

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

Методика построения копира состоит из следующих этапов:

1. Вычерчивание профиля детали в натурального величину или в увеличенном масштабе.
2. Выбор диаметров фрезы и ролика и расстояния "а" между ними. Радиус фрезы должен быть меньше радиуса вогнутого участка профиля.
3. Выбор центра вращения детали. Выполнение условия: угол давления должен быть наименьшим (θ — угол между лучом из центра вращения и перпендикуляром к профилю детали). Вычерчивание лучей из центра вращения копира.
4. Построение на лучах радиусом фрезы окружности касательно профиля детали и от центра фрезы вдоль лучей, откладываются отрезки "а". Используя эти точки как центры, проводят окружности, соответствующие окружностям ролика.
5. По положению окружности ролика проводится огибающая кривая 2, (рис. 1.54, б) которая и является профилем копира.

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

1.10. Поворотные и делительные устройства

Поворотные и делительные устройства применяют в многопозиционных приспособлениях для придания обрабатываемой заготовке различных положений относительно инструмента. Делительное устройство состоит из диска, закрепляемого на поворотной части приспособления, и фиксатора. Конструкции фиксаторов приведены на рис. 1.55 и 1.56.

На рис. 1.55 показан вытяжной конусный фиксатор делительного устройства.

При фиксировании детали нужно повернуть головку 3 и ввести штифт 2 в пазы направляющей втулки 1. При этом конический фиксатор 6 под действием пружины 4 переместится влево в направляющей втулке 1, установленной в неподвижной части приспособления, и заскочит в одну из втулок 5, установленных в поворотной части приспособления. Из втулки 5 фиксатор 6 выводится головкой 3; при этом штифт 2 перемещается вправо по продольному пазу направляющей втулки 1.

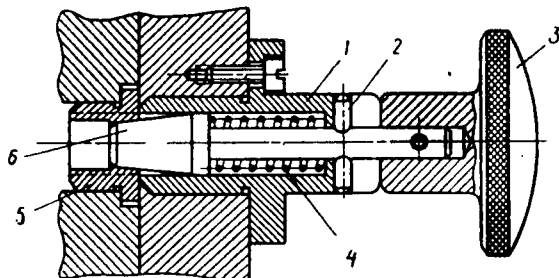


Рис. 1.55 Вытяжной конусный фиксатор делительного устройства

Выйдя из втулки 5, фиксатор 6 головкой 3 поворачивается на угол 90° и удерживается штифтом 2 в этом положении.

На рис. 1.56, а показан наиболее простой шариковый фиксатор, но который не обеспечивает точное деление и не воспринимает момент сил обработки. Его поворотная часть на следующее деление переводится вручную до характерного щелчка при западании шарика в новое углубление. Фиксатор с вытяжным цилиндрическим пальцем (рис. 1.56, б) может воспринимать момент от сил обработки, но не обеспечивает высокую точность деления из-за наличия зазоров в подвижных соединениях. В фиксаторах обычного типа со-

пряжение пальца с втулкой осуществляется по посадке $\frac{H7}{g6}$, а в фиксаторах повышенной точности — по посадке $\frac{H7}{n5}$. В особо точных конструкциях зазор принимается не более 0,01 мм.

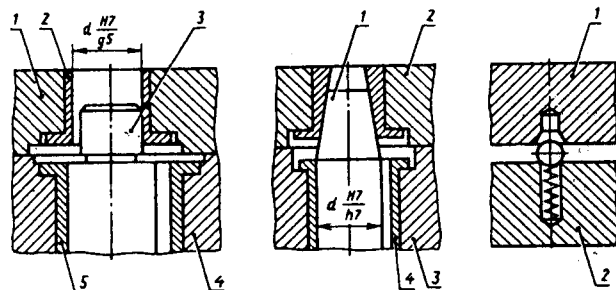


Рис. 1.56

Конструкция фиксаторов делительных устройств: а — шариковый фиксатор; б — фиксатор с вытяжным цилиндрическим пальцем; в — фиксатор с конической частью вытяжного пальца

Несколько большую точность обеспечивает фиксатор с конической частью вытяжного пальца (рис. 1.56, в). Ее угол α берут 15° .

В точных делительных устройствах фиксаторы разгружают (что повышает срок их службы) и подвижную (поворотную) часть приспособления прижимают к неподвижной специальными устройствами, повышая жесткость системы. Для уменьшения износа палец 1 и обе втулки фиксатора выполняют из закаленной стали (HRC 55-60).

Управление фиксатором в простейших приспособлениях осуществляется вытяжной кнопкой, рукояткой, закрепленной либо на ре-

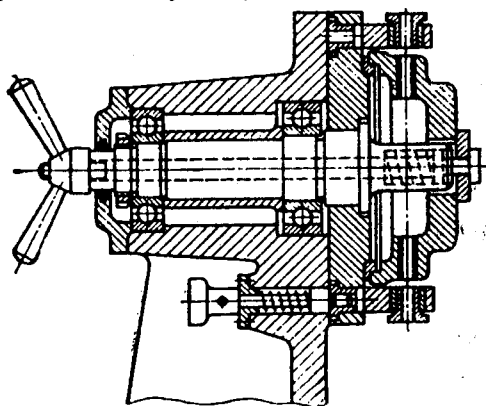


Рис. 1.57

Компоновка поворотного и делительного механизма для кондуктора с горизонтальной осью

ечном зубчатом колесе, либо посредством педали. Общая компоновка поворотного и делительного механизма для кондуктора с горизонтальной осью показана на рис. 1.57.

В автоматических приспособлениях вращение и фиксация их поворотной части происходит без участия рабочего. Устройства поворота выполняют механическими, пневматическими, гидравлическими, пневмогидравлическими. Механические устройства имеют мальтийские (с внешним или внутренним зацеплением), кулачковые, червячные или ременные механизмы.

Для поворота и деления на большой угол используют мальтийские механизмы. На рис. 1.58, а показана схема автоматического круглого стола с электроприводом. Вращение от электродвигателя 4 через червячный редуктор 5 передается на водило 1 мальтийского креста 10. Торцовый кулак 3 на валу червячного зубчатого колеса служит для вывода фиксатора 2, а кулачок 6 — для зажима стола через колодку 7 и винтовую пару 8. Отверстие в столе центрирующее. Упор, действуя на конечный выключатель, вызывает остановку стола.

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

На рис. 1.58, б показана схема пневматического механизма для автоматического поворота и фиксации стола с настройкой на различные углы поворота. При пуске сжатого воздуха в канал 20 происходит опускание поршня 18 и вывод фиксатора 15 из паза делительного диска 14. Далее про-

исходит подъем поршня 17 со штоком 21 с зубьями, входящими в зацепление с храповым колесом 12. Выдвижной упор 11 ограничивает ход поршня углом деления поворотной части, сидящей на валу 3. После отсечки и выпуска сжатого воздуха поршни 18 и 17 под действием пружин 19 и 16 занимают исходное положение, а фиксатор входит в очередной паз делительного диска. Шарнирно закрепленный шток при движении вниз отклоняется влево, отжимая подпружиненный палец 22.

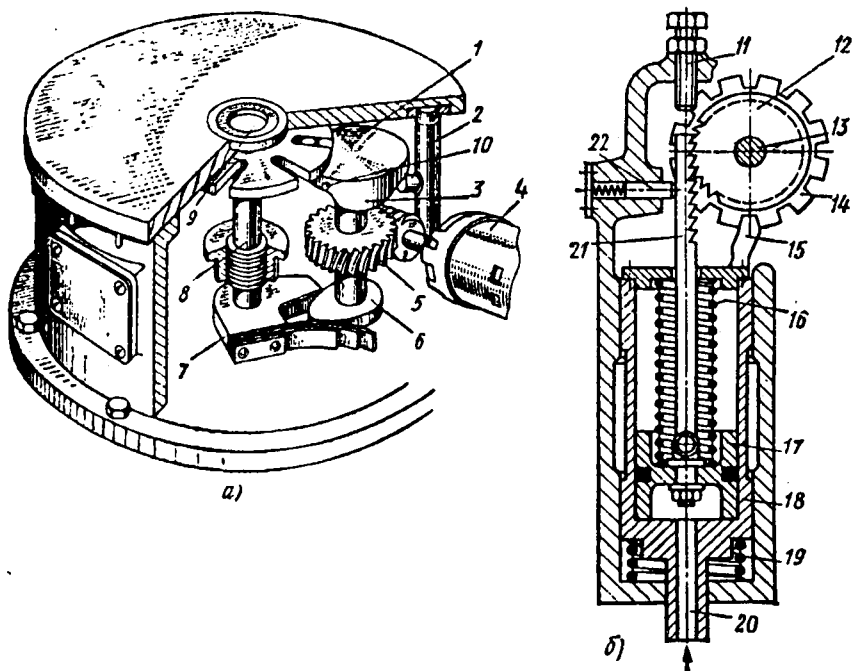


Рис. 1.58 Автоматические устройства для поворота и фиксации приспособлений: а — схема пневматического круглого стола с электроприводом; б — схема пневматического механизма для автоматического поворота и фиксации стола

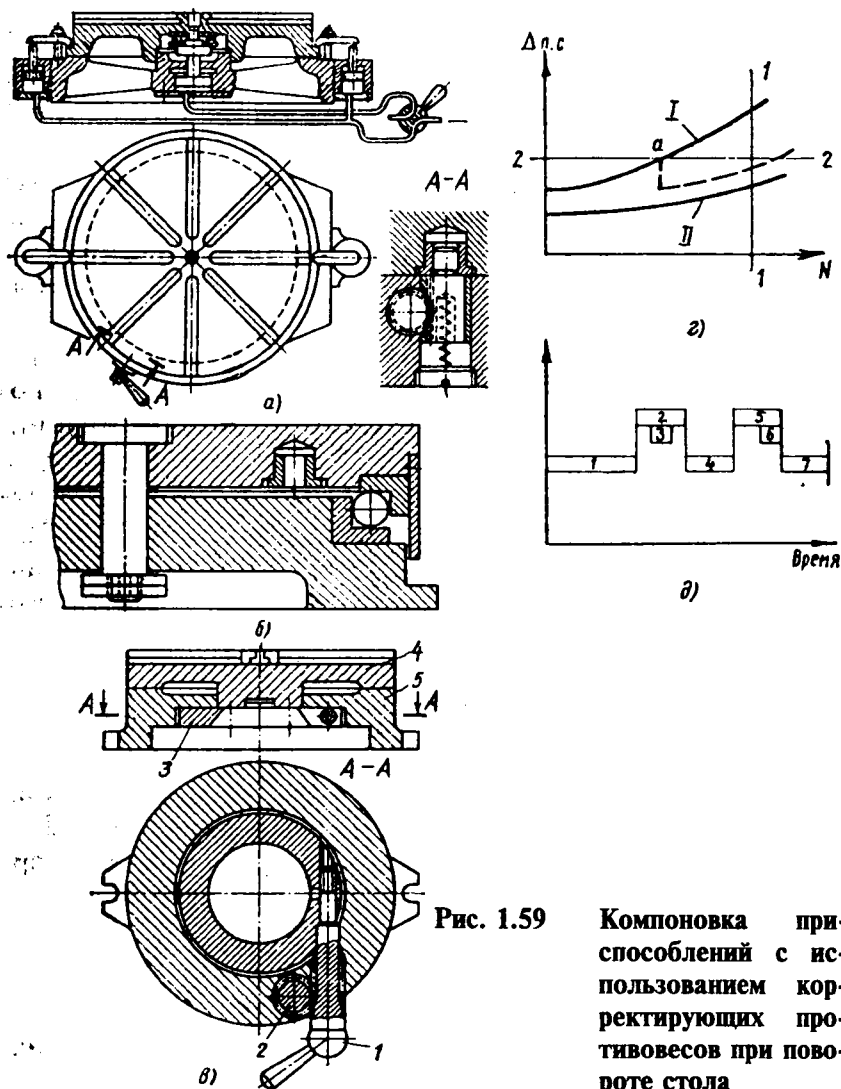


Рис. 1.59

Компоновка приспособлений с использованием корректирующих противовесов при повороте стола

Для уменьшения крутящего момента в приспособлениях с горизонтальной осью центр тяжести поворотной части (включая заготовку) должен лежать на оси вращения. Это достигается соответствующей компоновкой приспособления и использованием корректирующих противовесов. В при-

способлениях с вертикальной осью и тяжелой поворотной частью применяют упорные подшипники качения. На рис. 1.59, а показана конструкция стола, у которого верхняя часть вращается на угол, нужный при ее подъеме, на обычном упорном шарикоподшипнике. Подъем осуществляется различными механическими устройствами или (как показано на рисунке) пневмоцилиндром. При опускании стол садится на торцовую плоскость основания и плотно к нему прижимается.

Конструкция устройства другого типа показана на рис. 1.59, б. Верхняя поворотная часть не имеет подъема и покоится на упорном подшипнике больших размеров. Подшипник обеспечивает достаточную устойчивость поворотной части и, обладая значительной грузоподъемностью, позволяет выполнять обработку с большими осевыми силами. Используя упорные шарикоподшипники, значительно уменьшают момент трения при вращении поворотной части, что очень важно при ручном обслуживании приспособления.

Момент трения на опорном торце скольжения:

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} G \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2},$$

где G — вес поворотной части приспособления с заготовкой; $f=0,10-0,15$ — коэффициент трения скольжения; D и d — соответственно наибольший и наименьший диаметры торцевой поверхности скольжения.

Для шариковой опоры (приближенно):

$$M'_{\text{тр}} = G \cdot f' \cdot \frac{d'}{2},$$

где $f'=0,002-0,003$ — условный коэффициент трения; d' — диаметр отверстия подшипника.

Найдем наибольший вес стола, который можно повернуть вручную, если N приложена на радиусе $\frac{D}{2}$:

$$M = \frac{ND}{2}.$$

Обозначив $\frac{d}{D}$ через K и приравняв выражения $M_{тр}$ и M , получим:

$$G = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{f} \cdot \frac{1 - K^2}{1 - K^3}.$$

При $N=100$ н и $f'=0,15$:

$$G = 1000 \cdot \frac{1 - K^2}{1 - K^3}.$$

Из выражений $M_{тр}$ и M для шариковой опоры:

$$G = \frac{N \cdot D}{f' \cdot d'}.$$

При $N=100$ н и $f'=0,0025$ $G=4000 \frac{D}{d}$ н.

В приспособлениях для фрезерования и других видов обработки, когда в процессе резания возникают вибрации, поворотную часть необходимо прижимать к неподвижной.

На рис. 1.59, в показано механическое прижимное устройство, сблокированное с фиксатором. При правом вращении рукоятки 1 вводится реечный фиксатор 2 и одновременно сжимается разрезное, кольцо 3, притягивая сток 4 к основанию 5. При вращении в обратном направлении фиксатор выводится из гнезда и ослабляется затяжка разрезного кольца.

Из анализа вышеприведенных конструкций видно, что делительные механизмы достаточно сложны, они включают поворотные механизмы с приводом, делительные устройства с приводом и с фиксатором, прижимы, тормоза и систему автоматического управления рабочим циклом. К этим механизмам предъявляются высокие требования по точности, безотказности, долговечности и быстродействию в работе. От их точности зависит точность взаимного расположения обрабатываемых на разных позициях поворотного устройства поверхностей (соосность ступенчатых отверстий, межосевые расстояния и угловое положение радиальных отверстий. По условиям изготовления деталей современных машин часто

требуется обеспечить точность углового положения стола (планшайбы) по окружности наибольшего диаметра в пределах 0,03 мм. Такая точность должна сохраняться длительное время (3-5 лет). Для новых столов погрешность положения стола после его поворота и фиксации находят по формуле:

$$\Delta'_{п.с} = \sqrt{\Delta_{д.с.л}^2 + \Delta_{фик}^2},$$

где $\Delta_{дел}$ — погрешность деления; $\Delta_{фик}$ — погрешность фиксатора; $\Delta_{дел}$ определяется погрешностями: диаметрами отверстий делительного диска, расположению их по углу и радиусу, формы их поверхностей и неперпендикулярности отверстий к зеркалу стола; $\Delta_{фик}$ определяется погрешностями диаметров фиксатора и втулки, неперпендикулярности фиксатора к зеркалу стола. При современном уровне производства достигается $\Delta_{дел}=0,025$ мм и $\Delta_{фик}=0,02$ мм. Тогда на радиусе расположения отверстий под фиксатор $\Delta_{п.с}=0,03$ мм.

Работа многих делительных механизмов в конце поворота сопровождается ударами, воспринимаемыми фиксаторами. Это вызывает износ и перекосы фиксатора, что снижает точность деления. С учетом этого фактора погрешность положения стола:

$$\Delta_{п.с} = \sqrt{\Delta_{д.с.л}^2 + \Delta_{фик}^2} + a \cdot N^k,$$

где "а" — коэффициент, зависящий от конструкции делительного механизма и определяемый экспериментально, "а"=(0,5-3) 10^{-5} ; N — число поворотов стола, равное числу заготовок, умноженному на число делений; k — показатель степени, определяемый экспериментально (k=1-1,3).

На рис. 1.59, г кривая I характеризует некачественно изготовленный и быстро теряющий точность делительный механизм, кривая II соответствует более точному и конструктивно лучшему механизму. При заданной программе выпуска изделий (линия 1-1) величина $\Delta_{п.с}$ не превысит допустимую (линия 2-2). При варианте "I" для тех же условий необходим ремонт механизма (точка а). Повышение долговечности делительного механизма достигается, в частности, применением двойного фиксирования стола — предвари-

тельного и окончательного. Первое осуществляется мальтийским механизмом, второе — цилиндрическим фиксатором. Мальтийский механизм воспринимает в конце поворота большие инерционные моменты, обеспечивая благоприятные условия работы цилиндрическому фиксатору.

Для повышения производительности выполнение элементов рабочего цикла следует совмещать во времени. На рис. 1.59, д показана циклограмма работы круглого стола с частичным совмещением (перекрытием) элементов цикла: 1 — обработка, 2 — вывод фиксатора, 3 — отжим стола, 4 — поворот стола, 5 — ввод фиксатора, 6 — зажим стола, 7 — обработка на следующей позиции и т.д.

1.11. Корпуса приспособлений

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

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

Действие сил зажима и сил резания, воспринимаемое заготовкой, закрепленной в приспособлении, передается корпусу приспособления. Поэтому корпус приспособления должен быть достаточно жестким, прочным и обеспечивать быструю, удобную установку и снятие обрабатываемых деталей. К корпусу должен быть удобный доступ для очистки его установочных элементов от стружки, быстрой и правильной установки

приспособления на столе станка (на корпусе имеются направляющие детали или поверхности). При соблюдении всех технических требований трудоемкость изготовления корпуса и его себестоимость должны быть минимальными. Размеры корпусной детали, назначенные при проектировании и достигнутые при изготовлении, определяющие взаимное

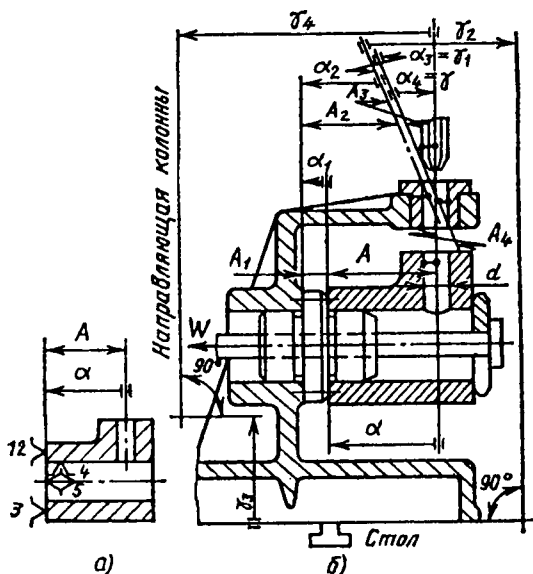


Рис. 1.60

Схема сверлильного приспособления для окончательной обработки отверстия

положение установочных поверхностей, основных и вспомогательных баз, играет важнейшую роль в образовании величины погрешности обработки $\omega_{обр}$.

На рис. 1.60 приведена схема сверлильного приспособления для окончательной обработки отверстия диаметром d в корпусной детали. Положение обрабатываемого отверстия задано размерами A и α . Точность заданных размеров достигается в технологических размерных цепях A и α технологической системы, описывающих ее статическое состояние.

В этих цепях звенья A_2 и α_2 являются размерами корпуса приспособления. Эти размеры определяют положение отверстия под кондукторную втулку относительно торца отверстия под установочный палец (рис. 1.60, б). Однако этих двух размеров корпуса приспособления недостаточно для обеспечения нормальных условий достижения точности размеров A и α на заготовке. Для нормальной работы развертки необходимо обеспечить параллельность ее оси относительно отверстия кондукторной втулки. Отклонение от параллельности не должно превышать величину α_4 , обусловленную характером посадки между разверткой и отверстием втулки и длиной направляющего отверстия. Непараллельность $\alpha_4 = \gamma_\Delta$ является замыкающим звеном технологической цепи γ , в которую составляющим звеном входят неперпендикулярность γ_2 оси отверстия под кондукторную втулку в плоскости основания корпуса (основная база приспособления).

В решении задач обеспечения точности размеров A и α корпус приспособления участвует размерами A_2 , α_2 и γ_2 (рис. 1.61, а). Однако такая простановка размеров неудобна с точки зрения технологии обработки корпуса. Ни торец отверстия под установочный палец, ни ось отверстия под кондукторную втулку не могут служить направляющими технологическими базами для получения α_2 и γ_2 как с точки зрения точности базирования, так и с точки зрения удобства: установки корпуса, при обработке. Удобной установочной технологической базой будет служить плоскость осно-

вания корпуса, поэтому правильное на корпусе задать размеры A_2 , α_2 и φ (рис. 1.61, б), что позволит вести обработку корпуса по принципу единой базы. Рассмотренный пример показывает, на-

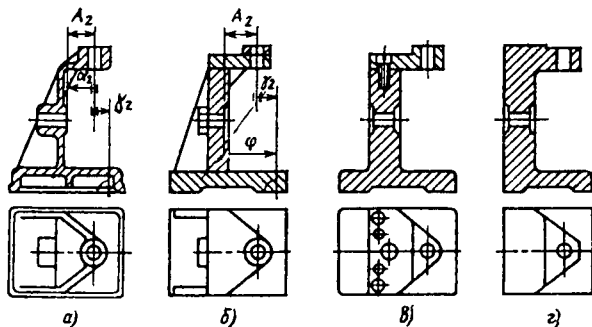


Рис. 1.61 Влияние конструкции корпуса приспособления на его точность

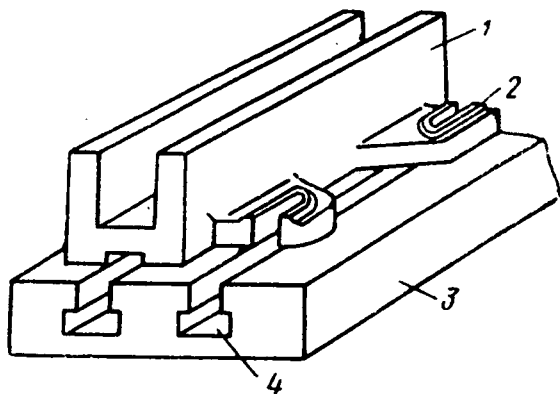
сколько важно на этапе проектирования корпуса приспособления не только выявить участвующие в образовании погрешности обработки размеры, но и разработать наиболее целесообразную систему простановки размеров с точки зрения технологии его изготовления.

Конфигурации и размеры основной базы корпуса обусловлены необходимостью обеспечить возможно большую устойчивость приспособления на станке и установку его на станок без выверки. Устойчивость приспособления обеспечивается прерывистостью основной базы, в результате чего локализуется в определенных пределах места контакта ее с установочными поверхностями станка. Например, у корпуса сверлильного приспособления на рис. 1.61, а-г, во всех вариантах его изготовления основная база выполнена в виде плоскостей опорных лапок. При этом уменьшается влияние макрогеометрических погрешностей базовой плоскости корпуса и плоскости стола на устойчивость приспособления.

Для установки приспособления на станок без выверки конфигурация и размеры основной базы корпуса должны быть выполнены в соответствии с посадочными местами стыков. Например, для токарных патронов основная база зависит от конструкции и размеров конца шпинделя. Для фрезерных приспособлений основной базой являются, как правило, опорные плоскости или шпонки, или пальцы, вхо-

дящие в Т-образный паз стола и обеспечивающие параллельность оси приспособления по отношению к направлению подачи стола.

Корпус 1 приспособления (рис. 1.62) крепится на столе 3 станка болтами, которые головками входят в пазы 4 стола, а верхним концом с гайкой входят в проушины 2 корпуса приспособления.



Корпуса приспособлений изготавливают:

Рис. 1.62

Схема крепления приспособления на столе станка

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

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

На рис. 1.63, а, б показаны отлитая из чугуна СЧ 12 заготовка корпуса приспособления из швеллера с ребрами и расположение его в приспособлении.

Заготовка корпуса, отлитая из чугуна СЧ 12, из неравнобокого угольника и его расположение в приспособлении приведены на рис. 1.64, а, б. Применение таких стандартных заготовок значительно уменьшает трудоемкость и стоимость изготовления корпусов и всего приспособления.

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

Недостаток чугунных корпусов заключается

в возможности их коробления, поэтому после предварительной механической обработки их подвергают термообработке (естественное или искусственное старение).

Следующим этапом после стандартизации чугунных корпусов является

конструктивно-размерная нормализация простых по форме заготовок корпусов, из которых без обработки или с небольшой обработкой можно собирать различной формы корпуса для фрезерных и сверлильных приспособлений, которые используют для обработки деталей размерами

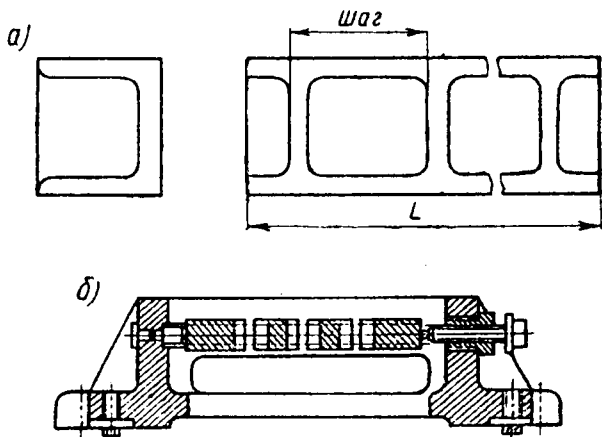


Рис. 1.63 Конструкция корпуса приспособления из швеллера (а) и его расположение в приспособлении (б)

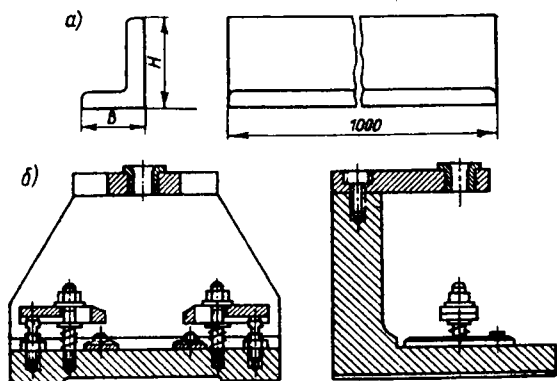


Рис. 1.64 Заготовка корпуса приспособления из неравнобокого угольника (а) и расположение его в приспособлении (б)

400x440x700 мм. На рис. 1.65, а-п даны некоторые типы нормализованных заготовок корпусов. Все заготовки корпусов изготавливают из чугуна СЧ 12, СЧ 18, СЧ 32.

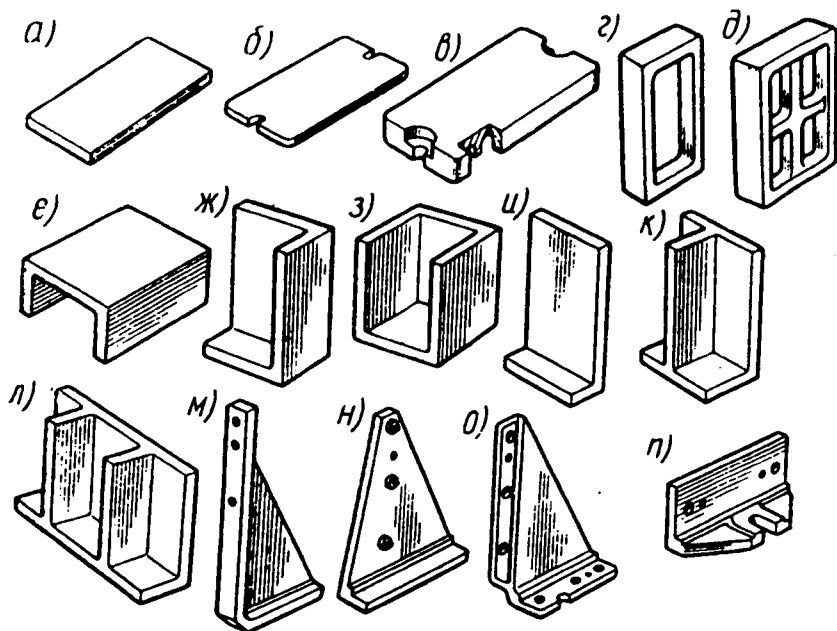


Рис. 1.65 Типы нормализованных элементов корпусов: а — плиты стальные; б-в — плиты чугунные; г-д — коробки; е — швеллеры; ж — трехгранник; з — четырехгранник; и — угольники; к-л — угольники с ребрами; м-о — ребра; п — планки

Рабочие поверхности корпусов обработаны с шероховатостью поверхностей $Ra=2,5-1,25$ мкм; отклонение от параллельности и перпендикулярности рабочих поверхностей корпусов 0,03-0,02 мм на длине 100 мм.

Сварные стальные корпуса применяют в основном в приспособлениях для обработки заготовок крупных деталей. Заготовки деталей для сварных корпусов размещают и вырезают из сороковой стали толщиной 8-10 мм. Сварные сталь-

ные корпуса по сравнению с литыми чугунами имеют меньший вес, проще в изготовлении и стоят дешевле.

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

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

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

Глава 2. Основы проектирования приспособлений

2.1. Исходные данные и задачи конструирования приспособлений. Типы приспособлений

Конструирование приспособления тесно связано с разработкой технологического процесса изготовления данной детали.

В задачи технолога входят:

- выбор заготовки и технологических баз;
- установление маршрута обработки;
- уточнение содержания технологических операций с разработкой эскиза обработки, дающих представление об установке и закреплении заготовки;
- определение промежуточных размеров по всем операциями допусков на них;
- установление режимов резания;
- определение штучного времени на операцию по элементам;
- выбор типа, модели станка.

В задачи конструктора входят:

- конкретизация принятой технологом схемы установки;
- выбор конструкции и размеров установочных элементов приспособления;
- определение величины необходимой силы зажима;
- уточнение схемы и размеров зажимного устройства;
- определение размеров направляющих деталей приспособления;
- общая компоновка приспособления с установлением допусков на изготовление деталей и сборку приспособления.

Несмотря на четкое разделение функций, между технологом и конструктором должны существовать тесное взаимодействие и творческое содружество.

В качестве исходных данных конструктор должен иметь чертежи заготовки и детали с техническими требованиями их приемки; операционный чертеж на предшествующую и

выполняемую операции; операционные карты технологического процесса изготовления данной детали. Из них выявляют последовательность и содержание операций, принятое базирование заготовки, используемое оборудование и инструменты, режимы резания, а также запроектированную производительность с учетом времени на установку, закрепление заготовки и снятие детали. Конструктору необходимы стандарты на детали и узлы станочных приспособлений, а также альбомы нормализованных конструкций. Полезно ознакомиться с аналогичными приспособлениями по литературным источникам и патентным материалам.

Из чертежей заготовки и готовой детали выявляют размеры, допуски, шероховатость поверхностей, а также марку и вид термообработки материала заготовки. Из технологического процесса получают сведения о станке, на котором ведут обработку: его размерах, связанных с установкой приспособления (размеры стола, размеры и расположение Т-образных пазов, наименьшее расстояние от стола до шпинделя, размеры конуса шпинделя и т.д.), и общем состоянии. Необходимо также ознакомление со станком в цехе для выявления особенностей приспособления и наиболее выгодного расположения органов его управления.

Все эти сведения нужно иметь при конструировании каждого специального приспособления. При конструировании переналаживаемых и групповых приспособлений необходимо, кроме того, определить: номенклатуру деталей, изготавливаемых с использованием данного приспособления и иметь по каждой детали перечисленные выше сведения.

Конструктору необходимо учитывать технологические возможности изготовления приспособления в условиях данного завода и программу выпуска изделий, чтобы выбрать наиболее рентабельную конструкцию и обосновать решение о применении в конструируемом приспособлении сменных быстроизнашиваемых деталей.

Полезно изучение опыта эксплуатации аналогичных приспособлений. Проработка исходных данных может привести к более рациональному построению технологических

операций и иной схеме приспособления. Такие изменения после согласования с технологом вносят в карту технологического процесса.

Схема конструируемого приспособления в основном определяется принятым построением данной операции обработки. По числу устанавливаемых для обработки заготовок схемы станочных операций делят на одно- и многоместные, а по числу инструментов — на одно- и многоинструментальное. В зависимости от порядка работы инструментов и расположения заготовок в приспособлении эти схемы могут быть последовательного, параллельного и параллельно-последовательного выполнения. При сочетании указанных признаков образуется несколько различных схем. Варианты схем оценивают по производительности и себестоимости с безусловным обеспечением заданного качества обработки.

Выбирая схему, стремятся к уменьшению штучного времени: при поточном производстве это время должно быть равно такту выпуска изделий для обеспечения заданной производительности линии. Уменьшение штучного времени достигается технологическими мероприятиями и мерами по совершенствованию конструкции приспособления. Повышая, например, жесткость приспособления, обеспечивают обработку с более производительными режимами резания и совмещение различных переходов обработки во времени. Вспомогательное время уменьшают, применяя быстродействующие зажимные устройства и совмещая вспомогательное время с основным путем использования поворотных приспособлений с отдельной позицией загрузки и снятия заготовки.

Приведенные признаки классификации станочных операций могут быть использованы для построения схем приспособлений. Рассмотрим их характеристики применительно к задачам конструирования приспособлений на примере обработки отверстий в заготовке корпусной детали (рис. 2.1, а).

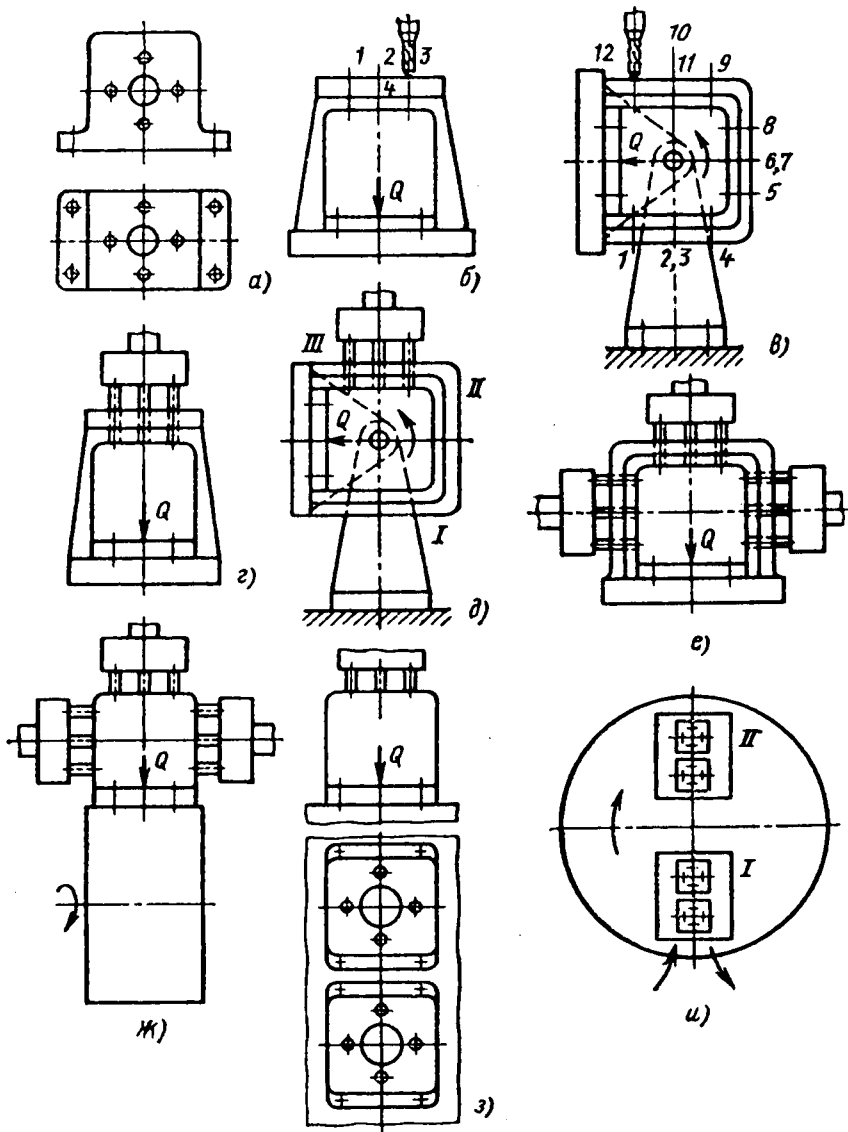


Рис. 2.1. Признаки классификации станочных приспособлений, применительно к задачам конструирования

Признак 1 — по числу устанавливаемых заготовок: одно- и многоместные приспособления (соответственно на рис. 2.1, б и 2.1, з, и). Признак влияет на компоновку и конструкцию приспособления.

Признак 2 — по числу используемых инструментов (одно- и многоинструментальные приспособления) соответственно рис. 2.1, в, г. Вид и размеры расположения инструментов влияют на конструкцию приспособления. При одновременном использовании нескольких инструментов требуется усиленное закрепление заготовки и расширение рабочей зоны для их размещения. По одновременному использованию нескольких инструментов приспособления можно разделить на одно- и многосторонние (рис. 2.1, г, е).

Признак 3 — по порядку применения инструментов и расположения заготовок: приспособления для последовательной (рис. 2.1, в), параллельной (рис. 2.1, г) и параллельно-последовательной обработок (рис. 2.1, д). Этот признак может оказать влияние на компоновочные и конструкционные решения в части размещения установочных, зажимных и поворотных элементов приспособления.

Кроме приведенных, рассмотрим дополнительные признаки классификации приспособлений.

Признак 4 — по числу позиций, занимаемых заготовкой по отношению к инструменту: одно- и многопозиционные (рис. 2.1, г, в). Многопозиционные приспособления, в свою очередь, могут быть использованы для последовательного выполнения технологических переходов обработки (рис. 2.1, в) и для параллельной обработки, когда на различных позициях совмещаются во времени обработка с установкой и снятием заготовки (рис. 2.1, и).

Признак 5 — по степени непрерывности обработки: приспособления для дискретной и для непрерывной обработки. В последних установка и снятие заготовок происходит без остановки станка, а затраченное на это время перекрывается основным временем. Схема работы такого приспособления показана на рис. 2.1, ж.

Признак 6 — по участию человека в обслуживании приспособления: ручные, полуавтоматические и автоматические.

Можно иметь большое количество различных схем приспособлений, комбинируя рассмотренные признаки. Переходя от одноместных, одноинструментальных приспособлений последовательного действия к многоместным многоинструментальным приспособлениям с параллельным выполнением переходов обработки и приспособлениям многопозиционного типа, можно на одном и том же станке многократно повысить производительность обработки заготовок небольших размеров. Концентрируя обработку на приспособлениях последнего типа, можно сократить число операций, уменьшить число станков и производственные площади. Применяя приспособления автоматического типа, высвобождают рабочую силу в результате более широкого внедрения многостаночного обслуживания. Использование этих приспособлений во многих случаях позволяет автоматизировать производство на базе дешевых универсальных станков, что дает соответствующий экономический эффект.

В предложенной технологом схеме приспособления должен быть четко указан принцип его действия. Выбор типа и степени автоматизации приспособления обосновываются заданной производительностью, точностью обработки и условиями многостаночного обслуживания. Производительность оценивают в первом приближении по величине оперативного времени. В таблице 2.1 (см. приложение 1) приведены формулы для расчета оперативного времени при различных компоновочных схемах приспособлений для сверления n одинаковых отверстий в каждой из k сторон ($k=3$) небольшой корпусной детали (см. рис. 2.1, а).

2.2. Последовательность проектирования специальных приспособлений

Расположение детали на схеме приспособления должно соответствовать ее положению в станочном приспособлении при обработке заготовки на соответствующем станке. В случае установки заготовки в приспособление не по основным конструкторским, а по вспомогательным базам технолог должен рассчитать погрешности базирования и произвести перерасчет допусков на базисные размеры и на чертеже детали представить новые расчетные допуски. Конструктор, получив задание на разработку специального приспособления для обработки деталей на станке, проводит следующую работу:

1. Изучает принципиальную схему конструкции специального приспособления, разработанного технологом, в которой указан способ базирования и закрепления заготовки;
2. Изучает рабочие чертежи заготовки и готовой детали с техническими условиями;
3. Знакомится по технологической карте с технологическим процессом изготовления детали;
4. Изучает операционный эскиз механической обработки заготовки на соответствующей операции и станке и схему ее установки и закрепления в проектируемом приспособлении;
5. Знакомится с техническими данными станка, на котором будет установлено проектируемое специальное приспособление;
6. Изучает в механическом цехе условия работы проектируемого приспособления и решает с инженерно-техническими работниками цеха возникшие вопросы и выявляет их предложения и пожелания;
7. В заключение конструктор с технологом решают ряд вопросов, возникших у него в результате ознакомления с заданием: уточняет годовую программу выпуска деталей, обсуждают схему конструкции приспособления, определяют экономический эффект при-

менения приспособления и окончательно устанавливают вариант схемы конструкции приспособления;

8. Далее конструктор на основании принятой схемы приспособления конструктивно оформляет элементы приспособления и его общую компоновку с необходимыми проекциями и разрезами.

При проектировании конструкции приспособления конструктор использует следующие материалы:

1. Нормали, стандарты и ГОСТы на различные детали и узлы станочных приспособлений;
2. Чертежи приспособлений, применяемых на данном заводе для обработки аналогичных деталей;
3. Нормали, стандарты и ГОСТы на детали и узлы механизированных приводов;
4. Чертежи конструкций универсальных, специальных и групповых приспособлений.

После разработки конструкции приспособления конструктор должен передать технологу чертежи приспособления и получить его согласие на изготовление данной конструкции в металле.

При проектировании приспособления конструктор должен проводить работу в определенной последовательности. Рассмотрим последовательность проектирования приспособления для конкретной детали. Дано задание спроектировать конструкцию кондуктора для сверления трех отверстий в заготовке детали, эскиз которой представлен на рис. 2.2. Требуется просверлить одноступенчатое отверстие 4 в малой головке рычага (корпуса), одно отверстие 2 в приливе 12 и одноступенчатое отверстие 10 с резьбой в приливе 9. Базовые поверхности: обработанное отверстие 8 большой головки диаметром 35 мм с шероховатостью $Ra=2,5$ мкм и нижние торцы 1 и 3 большой и малой головок, обработанные с шероховатостью $Ra=5$ мкм.

Вначале вычерчивают контур изготавливаемой детали в требуемом количестве проекций на таком расстоянии, чтобы оставалось достаточно места для размещения на этих проекциях всех деталей и узлов приспособления. Контур изго-

тавливаемой детали показывают тонкими сплошными или штрихпунктирными линиями, чтобы она выделялась на чертеже приспособления.

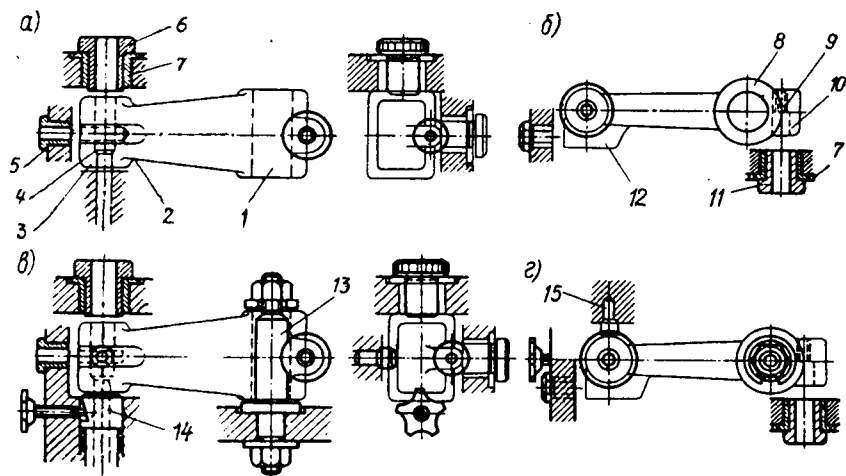


Рис. 2.2. Последовательность проектирования приспособления-кондуктора для сверления трех отверстий

Вокруг указанного контура сначала вычерчивают направляющие детали приспособления, в данной конструкции сменные кондукторные втулки 5, 6, 11, установленные в постоянные втулки 7 (рис. 2.2, а, б). Затем выбирают и вычерчивают установочные (центрирующие) или опорные детали приспособления: неподвижный установочный палец 13, упор 15 и подвижную опору 14 (рис. 2.2, в, г). Далее определяют и вычерчивают зажимные и вспомогательные детали приспособления (рис. 2.3, а, б). В заключение выбирают форму и размеры, а также материал корпуса приспособления и монтируют все детали и узлы в корпусе приспособления (рис. 2.3, в, г).

Спроектированную конструкцию специального приспособления вычерчивают в нескольких проекциях, а также дают требуемые разрезы и сечения, необходимые для поясне-

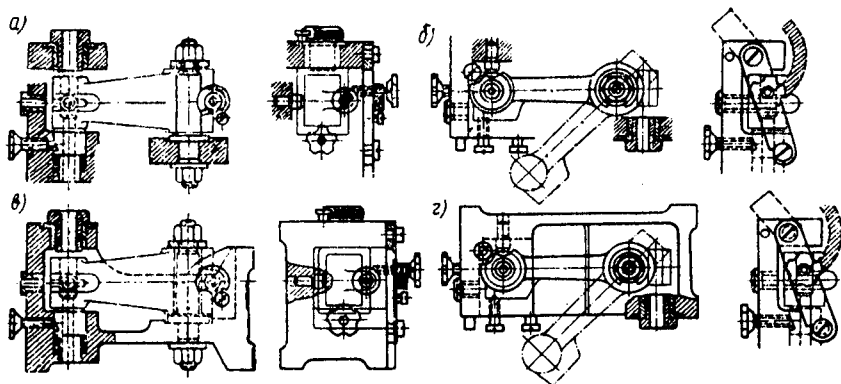


Рис. 2.3. Вычерчивание зажимных и вспомогательных деталей приспособлений (а, б), а затем всего приспособления (в, г)

ния работы конструкции приспособления. Общие виды проекции приспособления следует вычерчивать в масштабе 1:1. Проекция общих видов приспособления должны иметь габаритные размеры. На проекциях проставляют контрольные размеры с допусками, определяющими точность взаимного расположения деталей приспособления, которые обеспечивают точность расположения поверхностей изготавливаемых деталей в данном приспособлении.

Точность работы приспособления проверяют путем контроля размеров деталей, изготавливаемых в данном приспособлении.

Для спроектированного кондуктора контрольными размерами являются размеры диаметров направляющих кондукторных втулок, расстояние от этих осей до базовых поверхностей установочных или опорных деталей приспособления.

На чертеже общего вида приспособления указывают технические условия на изготовление приспособления.

На чертеже проекций приспособления на сопрягаемых поверхностях деталей должна быть проставлена точность с посадками, а также допуски на взаимную непараллельность, перпендикулярность поверхностей установочных элементов и осей центрирующих деталей приспособления.

В технических условиях задают требуемую точность сборки отдельных деталей приспособления и указывают способы его отладки, методы проверки при установке на станке и т.д.

На чертеже общего вида приспособления дают нумерацию всех деталей, входящих в приспособление, их спецификацию с указанием материала и марки, номера ГОСТов или нормалей.

После изготовления проекций общего вида приспособления производится его детализовка. Рабочие чертежи приспособления изготавливают только на специальные детали.

Приспособление считается годным, если изготовленная в нем деталь соответствует чертежу и техническим условиям на ее изготовление.

При проектировании приспособлений следует рассчитать:

1. Погрешность установки заготовки;
2. Погрешность настройки станка;
3. Погрешность обработки;
4. Суммарную погрешность обработки заготовки в данном приспособлении;
5. Силы зажима заготовки в приспособлении в зависимости от сил резания и их моментов, действующих на заготовку при ее обработке на станке;
6. Для приспособлений с механизированным приводом диаметр цилиндра (поршня) или диаметр диафрагмы и осевую силу на штоке механизированного привода, передаваемую через промежуточные звенья зажимным устройством приспособления.

При разработке конструкции станочного приспособления необходимо строго придерживаться единой системы конструкторской документации (ЕСКД), в которой указаны общие правила выполнения чертежей.

На рис. 2.4, 2.5 и 2.6 показана последовательность проектирования приспособления для базирования и закрепления заготовки корпусной детали при фрезеровании ее основания (основной конструкторской базы) на фрезерном станке.

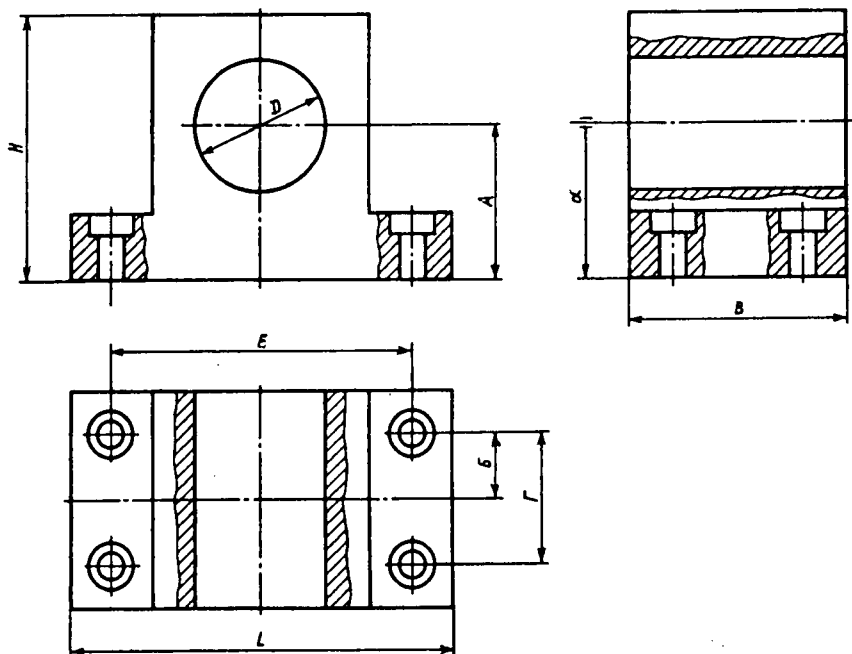


Рис. 2.4. Эскиз детали, подлежащей обработке

На рис. 2.4 приведен эскиз детали, подлежащей изготовлению с указанием основных размеров. На рис. 2.5 показана схема базирования детали, позволяющая получить требуемые размеры с наибольшей точностью при фрезеровании на станке (размеры ΔA , ΔD , $\Delta Ж$, $\Delta К$). При этом деталь необходимо забазировать в конусах по "черным" отверстиям заготовки.

На рис. 2.6 приведена последовательность разработки приспособления, т.е. показаны базисные элементы приспособления, реализующие требуемую схему базирования (рис. 2.6, а), зажимное устройство (гидроцилиндр) (рис. 2.6, б), вычерчен корпус приспособления (рис. 2.6, в), и, наконец, показан чертеж всего приспособления полностью в двух проекциях с указанием технических условий на изготовление приспособления и основных размеров (рис. 2.6, г).

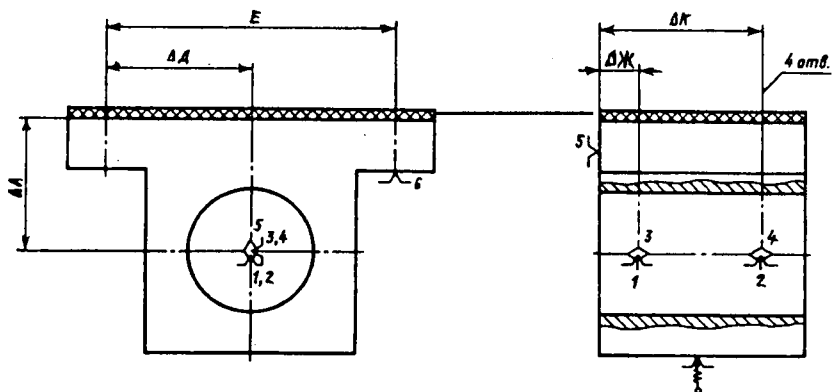


Рис. 2.5. Схема базирования детали в проектируемом приспособлении

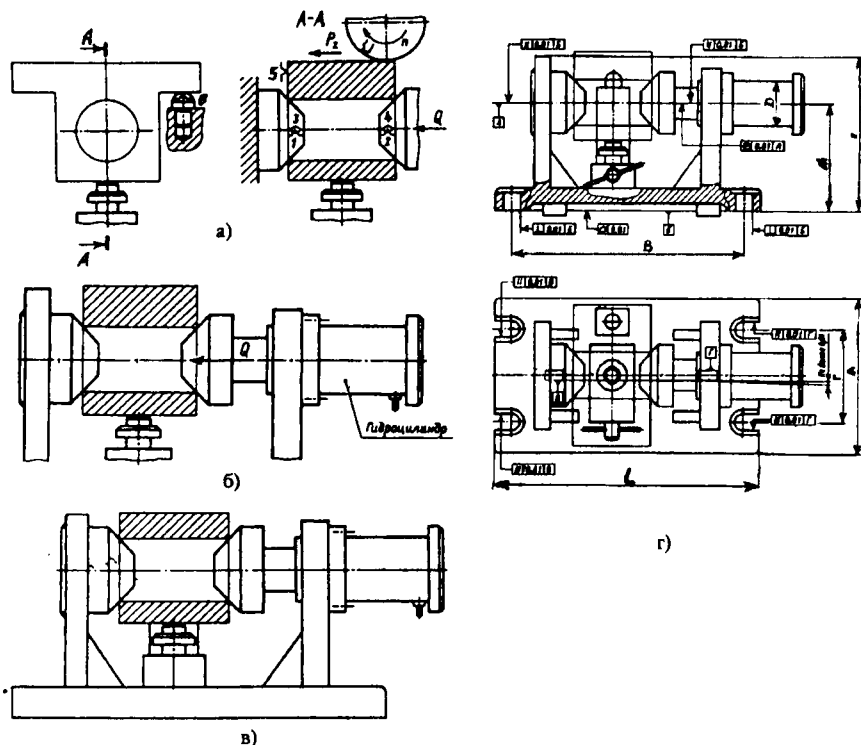


Рис. 2.6. Последовательность проектирования приспособления

Глава 3. Погрешности базирования и закрепления заготовок в приспособлении

3.1. Базирование заготовок в приспособлении

При разработке технологического процесса механической обработки технолог выбирает комплект базовых поверхностей для изготовления детали, которые определяют точность получения тех или иных размеров детали. Установка заготовки базовыми поверхностями в приспособлении определяет ее положение относительно режущего инструмента. Применяют три основных способа установки заготовки для обработки на станке:

1. С индивидуальной выверкой ее положения по соответствующим поверхностям;
2. С выверкой ее положения по рискам разметки;
3. Непосредственная установка в приспособлении.

Первые два способа весьма трудоемки и применяются при изготовлении деталей на станках в единичном и мелкосерийном типах производства. Третий способ установки является наилучшим, так как он обеспечивает точное положение заготовки в рабочей зоне станка, требует минимальной затраты вспомогательного времени; применяется в массовом, крупносерийном и серийном типах производств.

Базовыми или установочными поверхностями заготовки изготавливаемой детали называются такие поверхности, которые определяют ее положение относительно исполнительных поверхностей станка или приспособления.

Заготовки деталей, устанавливаемых в станочные приспособления имеют различные комплекты базирующих поверхностей в зависимости от их геометрической формы.

Черновыми базами называют необработанные поверхности заготовки, используемые для ее установки в приспособлении при обработке на первой операции.

Чистовыми базами называют обработанные поверхности заготовки, служащие для ее установки в приспособлении.

ях при обработке на всех последующих операциях технологического процесса.

Конструкторскими базами называют поверхность или сочетания поверхностей, которые определяют положение детали относительно других деталей, сопряженных с ней в сборочной единице.

Технологическими базами называют поверхности или сочетания поверхностей, которые определяют положение заготовки (детали) относительно исполнительных поверхностей приспособления или станка в процессе обработки или сборки.

Измерительными базами называют поверхности или сочетания поверхностей, которые определяют положение измеряемой детали относительно исполнительных поверхностей измерительного средства.

Из теоретической механики известно, что твердое тело имеет шесть степеней свободы: три связаны с перемещением тела вдоль трех взаимно перпендикулярных осей координат OX , OY и OZ и три — с возможным его поворотом относительно этих осей (рис. 3.1). При установке заготовки в приспособлении каждая из ее степеней свободы отнимается путем прижима детали к соответствующей неподвижной точке (опоре) приспособления. Каждая опора лишает тело одной степени свободы, следовательно, для лишения заготовки всех шести степеней свободы необходимо, чтобы в приспособлении было шесть неподвижных

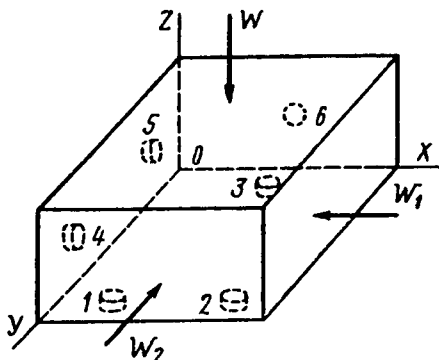


Рис 3.1.

Схема базирования в приспособлении в “координатный угол” и расположение усилий зажима заготовки в приспособлении

ных опорных точек (правило шести точек). Эти точки находятся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: точки 1, 2 и 3, расположенные в плоскости XOY, лишают заготовку трех степеней свободы — возможности перемещаться вдоль оси OZ и вращаться вокруг осей OX и OY; точки 4 и 5, расположенные на плоскости ZOY, лишают ее двух степеней свободы — возможности перемещаться вдоль оси OX и вращаться вокруг оси OZ; точка 6, расположенная на плоскости XOZ, лишает ее шестой степени свободы — возможности перемещаться вдоль оси OY. Силы зажима W, W_1, W_2 , действующие в направлениях, перпендикулярных к трем плоскостям, прижимают заготовку к шести неподвижным опорам. Число неподвижных опор в приспособлении не должно быть больше шести, так как в противном случае создается неустойчивое положение обрабатываемой заготовки в приспособлении.

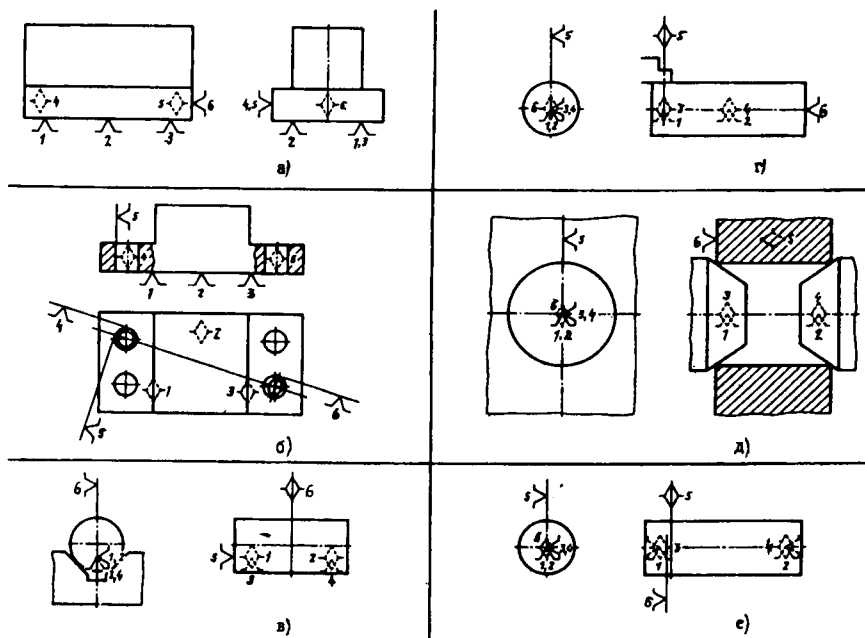


Рис. 3.2. Способы базирования в приспособлениях

Как говорилось выше, устанавливаемые в приспособлении заготовки деталей имеют различные комплекты баз, в зависимости от их геометрической формы. На рис. 3.2 показаны способы базирования заготовок в приспособлениях.

В "координатный" угол базируются заготовки, имеющие призматическую форму (рис. 3.2, а). На второй и последующих операциях заготовки корпусной детали, как правило, базируются по плоскости и двум отверстиям на базирующие штыри (цилиндрический и призматический) (рис. 3.2, б). Заготовки деталей цилиндрической формы в зависимости от вида обработки могут базироваться в призму (рис. 3.2, в), в кулачках самоцентрирующего патрона, цанги и т.д. (рис. 3.2, г), а также в центрах при токарной обработке или фрезеровании (рис. 3.2, е). Заготовки корпусных деталей, имеющих "пролитое" главное отверстие могут базироваться по отверстию на двух конусах (рис. 3.2, д).

3.2. Погрешности базирования в приспособлениях

Суммарная погрешность при выполнении любой операции механической обработки состоит из:

1. Погрешности установки заготовки;
2. Погрешности настройки станка;
3. Погрешности обработки, возникающей в процессе изготовления детали.

Погрешность установки ϵ_y — одна из составляющих суммарной погрешности выполняемого размера детали. Она возникает при установке обрабатываемой заготовки в приспособлении и складывается из погрешности базирования ϵ_b , погрешности закрепления ϵ_z и погрешности положения заготовки $\epsilon_{пр}$, зависящей от неточности приспособления и определяемой ошибками изготовления и сборки его установочных элементов и их износа при работе.

Погрешность настройки станка Δ_n возникает при установке режущего инструмента на размер, а также вследствие неточности копиров и упоров для автоматического получения заданных размеров на детали.

Погрешность обработки $\Delta_{обр}$, возникающая в процессе изготовления детали на станке, объясняется:

1. Геометрической неточностью станка;
2. Деформацией технологической системы под действием сил резания;
3. Неточностью изготовления и износом режущего инструмента и приспособления;
4. Температурными деформациями технологической системы.

Для получения годных деталей суммарная погрешность при обработке на станке должна быть меньше допуска δ на заданный размер детали. Это условие выражается неравенством $\epsilon_y + \Delta_n + \Delta_{обр} = \delta$.

Погрешностью базирования ϵ_b называют разность предельных расстояний измерительной базы относительно установленного на заданный размер детали режущего инстру-

мента. Погрешность базирования возникает, когда технологическая установочная база обрабатываемой заготовки не совмещена с измерительной.

На рис. 3.3, а дана схема установки, при которой технологическая направляющая база 1 обрабатываемой заготовки одновременно является и измерительной базой для поверхности 3. Поэтому погрешность базирования для размера "А" равна нулю: $\epsilon_{6A}=0$. База 5 является технологической установочной, а измерительной базой для обрабатываемой поверхности 4 служит поверхность 2. На настроенном станке ось фрезы занимает определенное положение, а измерительная база 2 для партии изготавливаемых деталей будет изменять свое положение от $C_{\max}$ до $C_{\min}$, т.е. в пределах допуска δ на размер C . Поэтому погрешность базирования для размера B равна допуску на размер C между технологической установочной 5 и измерительной 2 базами.

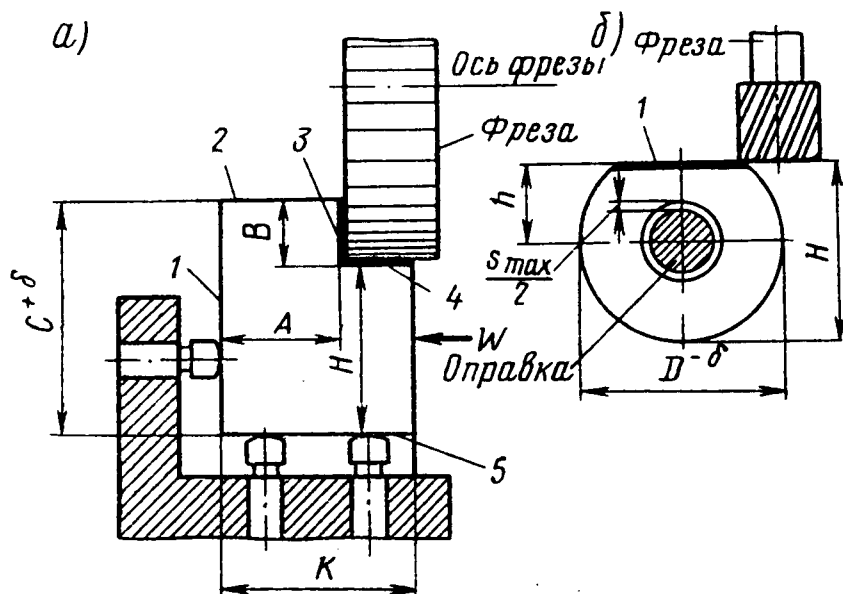


Рис. 3.3. Схемы установки заготовок в приспособлении

Круглую заготовку устанавливают отверстием на жесткую оправку для обработки лыски фрезой на фрезерном станке (рис. 3.3, б). При такой установке между отверстием заготовки и жесткой оправкой приспособления образуется зазор S и возникает погрешность базирования. Измерительной базой для обрабатываемой поверхности 1 является ось обрабатываемой заготовки, а осью установочной поверхности — ось оправки. Вследствие зазора S оси детали и оправки не совпадают и измерительная база — ось заготовки может перемещаться вверх и вниз; при смещении заготовки только в одну сторону получается максимальный зазор $S_{\max}$. Следовательно, погрешность базирования $\epsilon_{\text{бн}} = S_{\max}$.

Погрешностью закрепления ϵ_z называют разность между наибольшей и наименьшей величинами проекций смещения измерительной базы в направлении получаемого размера вследствие приложения к обрабатываемой заготовке силы зажима W . Основная причина, влияющая на погрешность закрепления заготовки — деформация базовых поверхностей деталей и стыков цепи, по которой передаются силы зажима (механизированный привод, промежуточные звенья, корпус, установочные и зажимные детали приспособления, обрабатываемая заготовка).

Большое влияние на погрешность закрепления оказывают форма и габаритные размеры обрабатываемой заготовки, точность и чистота базовых поверхностей, конструкция приспособления и постоянство сил зажима. Следовательно, погрешности закрепления необходимо определять для конкретных схем установки детали в приспособлении опытным путем. При обработке заготовок в достаточно жестких приспособлениях погрешность закрепления оказывает незначительное влияние на точность обработки и ее можно в расчетах не учитывать.

Погрешность положения $\epsilon_{\text{пр}}$ заготовки относительно режущего инструмента возникает в результате неточного изготовления и сборки приспособления и износа его установочных элементов в процессе эксплуатации. Неточность

при изготовлении приспособления возникает и от погрешностей изготовления его деталей, сборки и регулировки.

Точность изготовления приспособления задается в рабочем чертеже и в технических условиях.

На погрешность положения заготовки в приспособлении наибольшее влияние оказывает износ его постоянных установочных опор. Различные детали приспособления контролируют в установленные сроки и при износе проходят соответствующий вид ремонта.

Обозначим погрешность изготовления приспособления и износ его опор через $\epsilon_{\text{пр}}$. Так как ϵ_6 , ϵ_3 и $\epsilon_{\text{пр}}$ представляют собой поля рассеивания случайных величин, подчиняющихся закону нормального распределения, то погрешность установки ϵ_y как суммарное поле рассеивания выполняемого размера детали определяют по формуле:

$$\epsilon'_y = \sqrt{\epsilon_6^2 + \epsilon_3^2 + \epsilon_{\text{пр}}^2}.$$

При выборе способа установки необходимо сравнивать полученную для данной установки погрешность ϵ'_y с допустимой погрешностью ϵ_y . Для принятой схемы установки необходимо выполнять условие $\epsilon'_y \leq \epsilon_y$.

Рассмотрим пример расчета действительных погрешностей базирования при установке обрабатываемых заготовок в приспособлении плоской поверхностью. На рис. 3.4, а показана заготовка, установленная на постоянные опоры приспособления нижней базовой плоскостью 1, которая является измерительной базой, так как связана с обрабатываемой поверхностью 2 размером $45_{-0,50}^{-0,17}$ мм. В этом случае погрешность базирования для размера $45_{-0,50}^{-0,17}$ мм, полученного после фрезерования равна 0 и не входит в суммарную погрешность, влияющую на точность размера. Зажим детали производится силой W .

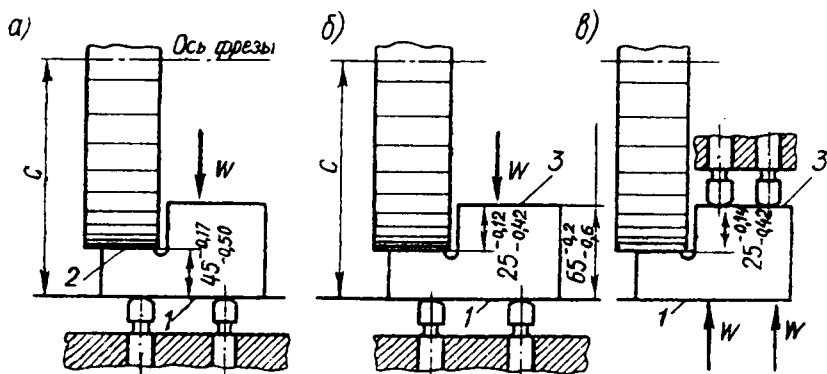


Рис. 3.4. Схемы расчета действительных погрешностей базирования при установке заготовок

На рис. 3.4, б показана заготовка, так же установленная в приспособлении нижней базовой плоскостью 1, но измерительной базой является плоскость 3, непосредственно связанная с обрабатываемой плоскостью 2 размером $25_{-0,42}^{+0,12}$ мм. В этом случае возникает погрешность базирования, определяемая следующим путем. Размер С между осью фрезы и нижней установочной базовой плоскостью 1 обрабатываемой заготовки является постоянным. Следовательно, положение оси фрезы при обработке поверхности 2 остается неизменным относительно установочной базовой поверхности 1. Измерительная база 3 при фрезеровании плоскости 2 у партии заготовок будет перемещаться относительно наружного диаметра фрезы в пределах допуска $0,40$ мм на размер $65_{-0,60}^{+0,20}$ полученный на предыдущей операции. В данном случае допуск на размер $65_{-0,60}^{+0,20}$ между установочной поверхностью 1 и измерительной поверхностью 3 и определяет погрешность базирования заготовки в приспособлении $\epsilon_{y65}=0,40$ мм. Погрешность ϵ_{y65} входит в суммарную погрешность размера $25_{-0,42}^{+0,12}$, получаемого при данном способе установки заготовки в приспособлении.

Следовательно, на погрешности настройки станка и обработки остается малая величина: $0,1 - 0,28 = 0,12$ мм.

Чтобы фрезеровать поверхность 2, необходимо или устранить погрешность базирования ϵ_{765} , установив обрабатываемую заготовку так, как показано на рис. 3.4, в, или изменить допуски на размеры $25_{-0,42}^{-0,12}$ и $65_{-0,60}^{-0,20}$. Так как произвести установку по рис. 3.4, в неудобно и технолог не может без согласия конструктора увеличить допуск на размер $25_{-0,42}^{-0,12}$, остается одна возможность уменьшить допуск на размер $65_{-0,60}^{-0,20}$ и, следовательно, уменьшить погрешность базирования.

Новый уменьшенный допуск на размер 65 мм можно найти из равенства

$$\delta_{65} = \epsilon_6 = \delta_{25} - \Delta,$$

где: δ_{65} и δ_{25} — допуски на размеры 65 и 25 мм; Δ — суммарная погрешность (без учета погрешности базирования), определяемая для размера 25 мм из таблиц средней экономической точности обработки поверхностей деталей.

Вновь принятый допуск на размер 65 мм технолог представляет на операционном эскизе и выдает рабочему для фрезерования плоскости 1 на предыдущей операции. Например, при $\Delta = 0,1$ допуск $\delta_{65} = \delta_{25} - \Delta = 0,28 - 0,1 = 0,18$ мм. Следовательно, на операционном эскизе обрабатываемой детали должны быть проставлены размеры с допусками $25_{-0,42}^{-0,12}$ и $65_{-0,60}^{-0,20}$ мм.

3.3. Расчет приспособлений на точность

Для получения требуемой точности изготавливаемой детали в приспособлении необходимо выбрать такую схему приспособления, при которой действительные погрешности базирования ϵ_6 заготовки в приспособлении были бы меньше или равны допустимым значениям $\epsilon_{\text{доп}}$ погрешности базирования: $\epsilon_6 \leq \epsilon_{\text{доп}}$.

Допускаемое значение погрешностей базирования обрабатываемой детали в приспособлении ориентировочно

$$\epsilon_{\text{доп}} = \delta - \omega,$$

где δ — допуск получаемого размера детали; ω — точность обработки детали, достигаемая при выполнении данной операции.

Если отсутствуют необходимые данные о точности обработки детали при выполнении данной операции, то можно принимать среднюю экономическую точность обработки, указанную в таблицах справочников для соответствующего способа обработки.

Действительное значение погрешностей ϵ_6 базирования деталей в приспособлении определяют из геометрических связей в соответствии со схемой базирования.

Формулы для определения действительного значения погрешностей базирования для встречающихся схем базирования приведены в таблице 3.1 (см. приложение 2).

Расчетная суммарная погрешность приспособления

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (K_1 \epsilon_6 + \Delta_y + K_2 \omega),$$

где δ — допуск на полученный размер детали; ϵ_6 — погрешность базирования этой детали; $K_1=0,8-0,85$ — коэффициент; $K_2=0,6-1,0$ — коэффициент; ω — точность обработки на размер детали при выполнении данной операции; Δ_y — погрешность установки заготовки.

Значения погрешности установки можно выбирать из справочников. При установке и закреплении обрабатываемая заготовка в приспособлении смещается. Величина этого смещения зависит от типа приспособления и вида зажимно-

го устройства и не зависит от схемы базирования и способа обработки.

Определив погрешность базирования ε_b и найдя по таблицам погрешность установки Δ_y детали и точность обработки ω , рассчитывают погрешность приспособления (суммарную), которую распределяют по отдельным составляющим звеньям размерной цепи.

Суммарная погрешность приспособления состоит из следующих погрешностей, являющихся звеньями размерной цепи:

$$\Delta_y = \Sigma \delta_{\text{и}} + \delta_y + \delta_z + \delta_{\text{п}},$$

где $\delta_{\text{и}}$ — погрешность изготовления деталей приспособления; δ_y — погрешность установки приспособления на станке; δ_z — погрешность вследствие конструктивных зазоров, требуемых для посадки деталей на установочные элементы приспособления; $\delta_{\text{п}}$ — погрешность перекоса или смещения инструмента, возникающая вследствие неточности изготовления направляющих элементов приспособления; если направляющих элементов нет, погрешность $\delta_{\text{п}} = 0$.

Глава 4. Конструкции приспособлений

4.1. Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков

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

Центры подразделяют на следующие типы:

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

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

Невращающиеся центры станков от трения сильно нагреваются и изнашиваются.

Для уменьшения износа и увеличения срока их службы применяют вращающиеся задние центры, менее точные, чем невращающиеся. Задний центр (рис. 4.1) применяют для установки

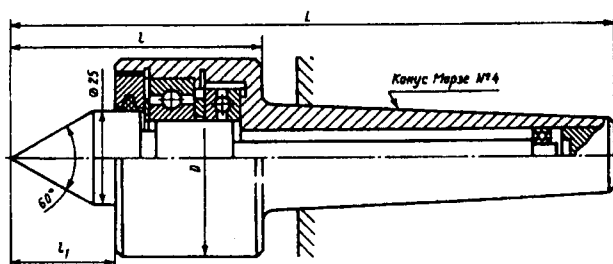


Рис. 4.1 Вращающийся задний центр

для установки

заготовок с центровыми отверстиями, а задний центр, показанный на рис. 4.2 для обработки заготовок полых деталей.

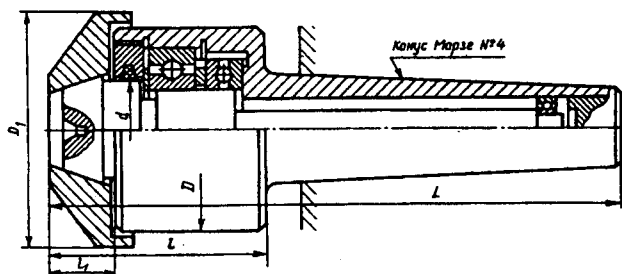


Рис. 4.2 Задний вращающийся центр для обработки заготовок полых деталей

Основные размеры вращающихся центров нормализованы. Размеры центров приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

Конус Морзе	Серия	d	D	L	l	D ₁	l ₁
		Не более				Не менее	
2	Нормальная	22	56	160	90	56	24
3		25	63	180	94	63	26
4		28	71	210	101	71	30
5		32	80	240	104	80	34
4	Усиленная	36	75	210	111	75	36
5		40	90	250	114	90	45
6		56	125	340	150	125	56

При обработке ступенчатых валов на многорезцовых станках для получения заданных линейных размеров заготовку вала устанавливают на плавающий (подпружиненный) передний центр. На рис. 4.3

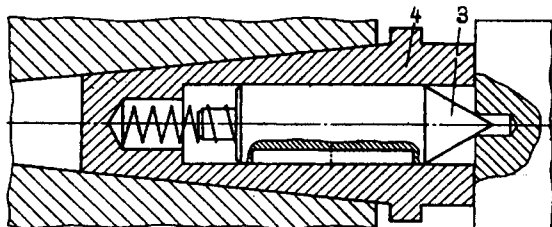


Рис. 4.3 Подпружиненный центр для токарных станков с ЧПУ

показана конструкция такого подпружиненного центра. Такие центры применяют также при обработке на станках с ЧПУ. На рис. 4.4 показана обработка валика в центрах токарного станка с размещением главного привода справа, в корпусе задней бабки.

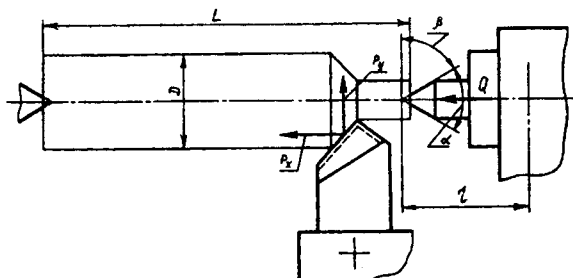


Рис. 4.4

Схема обработки валика в центрах токарного станка с приводом в корпусе задней бабки

размещением главного привода справа, в корпусе задней бабки. Сила зажима обрабатываемой заготовки с механизированным приводом пиноли задней бабки станка:

$$Q = K \sqrt{P_z^2 + \left(P_y - P_x \frac{D}{2L} \right)^2} \cdot \frac{1 - \operatorname{tg}(\beta + \varphi_1) \left(\frac{3\ell}{a} \right) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\beta + \varphi_1)}$$

Обработка валика в центрах токарного станка с поводковым устройством для вращения заготовки представлена на рис. 4.5. Сила для вдавливания поводков в торец обрабатываемой заготовки:

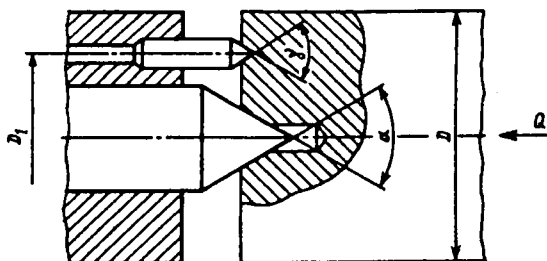


Рис. 4.5

Поводковое устройство для вращения заготовки

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

При обработке заготовки в центрах с рифленным центром (рис. 4.6), представляющим собой поводок, вращающий деталь при обработке, сила, требуемая для вдавливания рифленного поводкового центра в заготовку:

$$Q \geq \frac{2P_z \operatorname{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \frac{D}{D_1}, \quad Q \geq 4P_z \frac{D}{D_1}.$$

при $\alpha = 60^\circ$ и $\gamma = 90^\circ$. В случае обработки в центрах токарного станка при вращении заготовки с помощью поводковых устройств или рифленным поводковым центром требуемую силу зажима Q центров определяют по первой формуле, а по второй и третьей формуле проверяют эту силу.

Здесь Q — требуемая сила механизированного привода, н (кгс); K — коэффициент запаса; P_x, P_y, P_z — составляющие силы резания; н (кгс); D — диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм; L — длина обрабатываемой заготовки, мм; $\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$ — угол между образующей конуса центра задней бабки и осью суппорта, град; α — угол при вершине центра, град; $\phi_1 \approx 3^\circ$ — угол трения на поверхности конуса, град; $\phi_2 \approx 3^\circ$ — угол трения на поверхности пиноли задней бабки станка, град; l — расстояние от середины центрального отверстия до середины пиноли, мм; β' — угол при вершине поводка, град; D — диаметр окружности расположения поводков, мм; v — угол при вершине

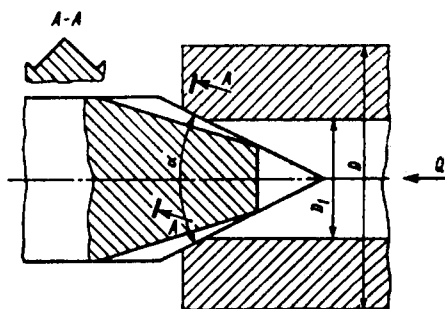


Рис. 4.6 Рифленный поводковый центр

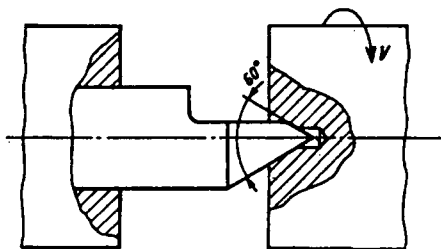


Рис. 4.7 Срезанный центр для обработки торцов заготовки

сечения рифа, град; a — длина пиноли задней бабки, мм.

Срезанные центры (рис. 4.7) позволяют обрабатывать торец заготовки, закрепленной в центрах.

Поводковые приспособления применяют для передачи вращательного движения (крутящего момента) от шпинделя станка к обрабатываемой заготовке 2, установленной в центрах, на оправке или в патроне. К поводковым приспособлениям относятся хомутики 1, поводковые планшайбы 5, поводковые патроны (рис. 4.8).

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

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

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

Для удобной установки заготовки в центры применяют поводковые патроны с автоматическими раскрывающимися кулачками. Равномерный зажим заготовки всеми кулачками обеспечивается тем, что применяют плавающие кулачки или кулачки с независимым перемещением. Самозажимные поводковые патроны позволяют устанавливать кулачки на раз-

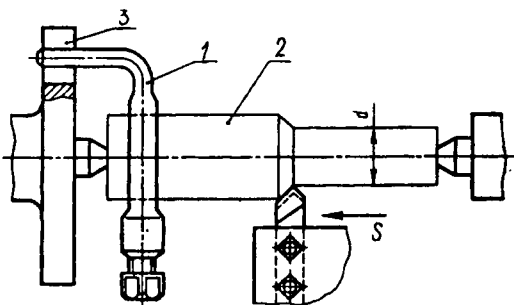


Рис. 4.8

Схема поводкового приспособления для вращения детали при обработке на токарном станке

личный диаметр обрабатываемых заготовок в определенном диапазоне. Эти патроны применяют при центровой обработке на многорезцовых станках или станках с ЧПУ для передачи заготовке от шпинделя станка больших крутящих моментов.

На рис. 4.9 показан поводковый патрон с двумя эксцентриковыми сменными кулачками. Фланец 8 патрона устанавливают коническим отверстием на шпиндель и крепят винтами к его фланцу. Корпус 10 патрона соединяется с фланцем 8 винтами 7, проходящими через распорные втулки 6, он имеет ведущие пальцы 9, на которых установлены кулачки 2. Для одновременного зажима заготовки двумя кулачками корпус 10 может перемещаться относительно фланца в направлении его пазов и пружиной 3 поворачиваться в начальное положение.

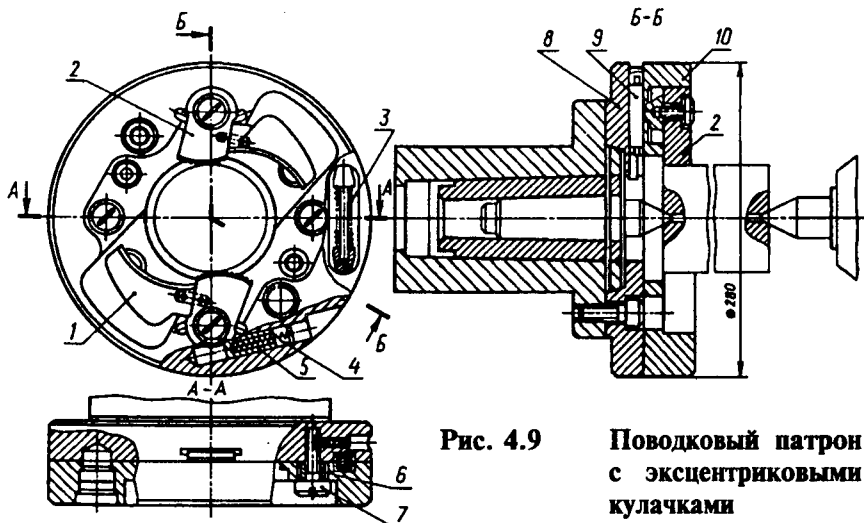


Рис. 4.9 Поводковый патрон с эксцентриковыми кулачками

В момент включения станка шпиндель с патроном начинает вращаться и кулачки 2 под действием центробежных сил от грузов 1, мгновенно поворачиваясь на пальцах, предварительно зажимают заготовку, предупреждая ее проворачивание в начале резания. Окончательный зажим заготовки производится в начальный момент резания от составляющей

силы резания P . После обработки станок выключается, шпиндель не вращается, кулачки 2 толкателями 5 под действием пружин 4 поворачиваются на пальцах 9 в исходное положение и деталь разжимается.

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

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

$$P_{ц} = m\omega^2 R,$$

или через массу и линейную скорость:

$$P_{ц} = \frac{mv^2}{R},$$

где $P_{ц}$ — величина центробежной силы, н (кгс); $m = \frac{G}{g}$ — масса груза, кг (кгс); G — вес вращающихся грузов, н (кгс); g — ускорение силы тяжести, м/сек²; ω — угловая скорость вращения грузов относительно оси шпинделя станка, 1/сек: $\omega = \frac{\pi n}{30}$; n — число оборотов шпинделя станка в минуту; R — расстояние от центра тяжести груза до оси вращения патрона, м или см; v — линейная скорость вращения центра тяжести груза, м/сек или см/сек; $v = \omega R$, откуда $\omega = \frac{v}{R}$.

Суммарная сила зажима кулачками патрона:

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

где Z — число кулачков патрона.

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

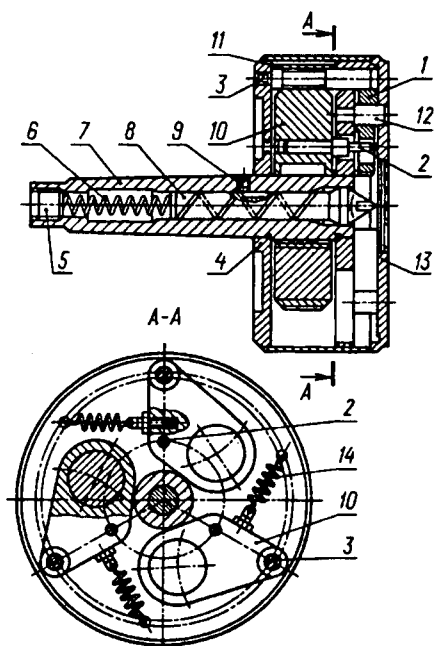
На рис. 4.10 показан самозажимной трехкулачковый поводковый патрон с плавающим центром. В конусной части 7 сварного корпуса 4 патрона установлены резьбовая пробка 5, пружина 6 и плавающий центр 8. В корпусе 4 расположены три груза 10, качающихся на оси 3. На передней части патрона установлены на осях 12 три кулачка 1. Грузы

10 соединены с кулачками 1 пальцами 2. Продольное перемещение плавающего центра 8 ограничивается винтом 9. Зажим обрабатываемой заготовки, установленной в центрах, производится автоматически поворачивающимися на осях 12 кулачками 1 под действием центробежных сил от грузов 10 и сил резания.

При остановке станка шпиндель с патроном перестает вращаться и пружины 14 разводят грузы 10 и кулачки 1 и деталь разжимается. Во время установки заготовки в центрах, центр задней бабки выдвигается и, нажимая на заготовку, перемещает ее с передним плавающим центром влево пока его коническая шейка плотно совместится с коническим гнездом в корпусе патрона. Для безопасности работы патрон закрыт крышкой 11 и кожухом 11.

Центробежные силы, развиваемые каждым грузом с отверстием, залитым свинцом, при вращении шпинделя с патроном поворачивают кулачки 1, и они сил резания не повернулись.

Окончательный зажим заготовки кулачками патрона происходит под действием сил резания, вызывающих трение между профильной поверхностью кулачков и поверхностью детали. Чем больше момент резания, тем сильнее происходит зажим заготовки кулачками патрона.



**Рис. 4.10 Самозажимной трех-
кулачковый патрон с
плавающим центром**

Величина центробежной силы, развиваемая каждым грузом патрона и действующая на один из трех кулачков,

$$P_u = 0,01 \frac{GRn^2}{g} = 0,001GRn^2,$$

где $g=9,81$ м/сек² — ускорение силы тяжести; R — расстояние от центра тяжести груза до оси вращения патрона.

Трехкулачковые патроны нормализованы. Диаметр поверхностей деталей, зажимаемых кулачками патрона 12-85 мм.

Для определения размеров и профиля кулачков патрона (рис. 4.11) необходимо иметь следующие данные: усилие резания P_z , диапазон диаметральных размеров изготавливаемых деталей, зажимаемых комплектом сменных кулачков патрона; размер между осью детали и осью качания (поворота) кулачка. Принимаем, что профиль рабочей части поверхности кулачка изготовлен по логарифмической спирали с постоянным углом подъема $\theta = 0,310$ рад = 18° ($1^\circ = 0,017453$ рад).

Наибольший вектор кулачка:

$$r_{\max} = h - R_{\min} + 0,5\theta^2 R_{\min} (1 - R_{\min} / h).$$

Наименьший вектор кулачка:

$$r_{\min} = h - R_{\max} + 0,5\theta^2 R_{\max} (1 - R_{\max} / h).$$

Угол (град) поворота кулачка при зажиме поверхности обрабатываемой заготовки:

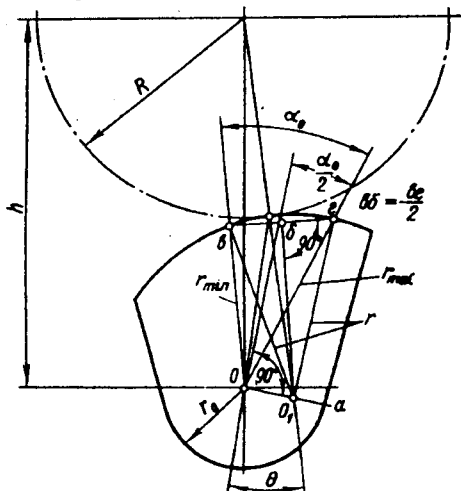


Рис. 4.11 Схема расчета размеров и профиля кулачков поводковых само-зажимных патронов

$$\alpha_0 = 2,31 \lg \left(\frac{r_{\max}}{r_{\min}} \right) / \theta ,$$

где $R_{\max}$ и $R_{\min}$ — максимальный и минимальный радиусы зажатой кулачками части заготовки, мм; α_0 — угол поворота кулачка при зажиме, рад или град; θ — угол подъема профиля кулачка, рад.

Сила зажима детали одним кулачком патрона:

$$Q = M_{\text{рез}} / \left[n R_{\max} \sin \left(\theta + \frac{4r^\circ \mu}{\pi r_{\min}} \right) \right],$$

где $M_{\text{рез}} = P_z r_p$ — момент от силы резания P_z , н·мм; n — число кулачков патрона; r_0 — радиус тыльной упорной поверхности кулачка, мм; $\mu = 0,15$ — коэффициент трения на тыльной, упорной поверхности кулачка; $R_{\max}$ — максимальный радиус заготовки, которую можно зажать в патроне, мм; r_p — радиус наибольшей шейки обрабатываемого ступенчатого вала, мм.

Оправки для обработки заготовок полых деталей и деталей с центральным отверстием бывают консольные и центровые. Они служат для закрепления заготовок деталей с центральным отверстием: втулок, колец, шестерен, обрабатываемых на многорезцовых, шлифовальных и других станках.

При изготовлении партии таких деталей требуется получить высокую соосность наружных и внутренних поверхностей и заданную перпендикулярность торцов к оси детали.

В зависимости от способа установки и центрирования обрабатываемых заготовок консольные и центровые оправки можно подразделить на следующие виды:

1. Жесткие (гладкие) для установки заготовок с зазором или натягом;
2. Разжимные цанговые;
3. Клиновые (плунжерные, шариковые);
4. С тарельчатыми пружинами;
5. Самозажимные (кулачковые, роликовые);
6. С центрирующей упругой втулкой.

На рис. 4.12 показана гладкая оправка 2, на цилиндрической части которой установлена заготовка 3. Тяга 6, закрепленная на штоке пневмоцилиндра, при перемещении поршня со штоком влево головкой 5 нажимает на быстросменную

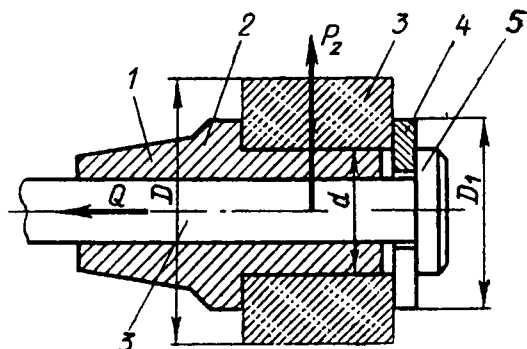


Рис. 4.12 Гладкая оправка для обработки заготовок полых деталей

шайбу 4 и зажимает заготовку 3 на гладкой оправке 2, которая конической частью 1 вставляется в конус шпинделя станка. При зажиме заготовки на оправке осевая сила Q на штоке механизированного привода вызывает между торцами шайбы 4, уступом оправки и обрабатываемой деталью 3 момент от силы трения, больший, чем $M_{рез}$ от силы резания P_z . Зависимость между моментами:

$$Q \cdot f \frac{D_1 + d}{4} = KP_z \left(\frac{D}{2} \right) = KP_z R,$$

откуда сила на штоке механизированного привода

$$Q \cong 2KP_z D / [(D_1 + d)f].$$

По уточненной формуле:

$$Q = KP_z D / \frac{2}{3} f \left(\frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} \right),$$

где $K=1,5-2,0$ — коэффициент запаса; P_z — вертикальная составляющая сила резания, н (кгс); D — наружный диаметр поверхности обрабатываемой детали, мм; D_1 — наружный диаметр быстросменной шайбы, мм; d — диаметр цилиндрической установочной части оправки, мм; $f=0,1-0,15$ — коэффициент трения сцепления.

На рис. 4.13 показана оправка 2 с разрезной втулкой 6, на которой устанавливают и зажимают заготовку 3. Конической частью 1 оправки 2 вставляют в конус шпинделя станка. Зажим и разжим детали на оправке производится механизированным приводом. При подаче сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра поршень, шток и тяга 7 двинутся влево и головка 5 тяги с шайбой 4 перемещает разрезную втулку 6 по конусу оправки, пока она не зажмет заготовку на оправке. Во время подачи сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра поршень, шток и тяга перемещаются вправо, головка 5 с шайбой 4 отходят от втулки 6 и деталь разжимается.

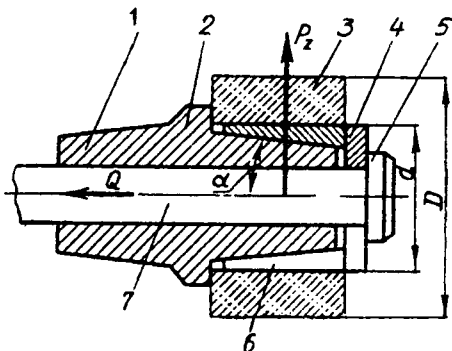


Рис. 4.13 Оправка с разрезной втулкой для обработки заготовок полых деталей

Крутящий момент от вертикальной силы резания P_z должен быть меньше момента от сил трения на цилиндрической поверхности разрезной втулки 6 оправки. Осевая сила на штоке механизированного привода для оправки (см. рис. 4.13).

$$Q = \left(\frac{K P_z D}{d f} \right) [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + f],$$

где $\alpha = 15^\circ$ — половина угла конуса оправки, град; $\varphi \approx 6^\circ$ — угол трения на поверхности контакта оправки с разрезной втулкой, град; $f = 0,15 - 0,2$ — коэффициент трения.

Оправки с тарельчатыми пружинами обеспечивают прочное закрепление по внутренней или наружной цилиндрической поверхности и точное центрирование в пределах 0,01-0,02 мм. На рис. 4.14 показана консольная оправка для закрепления заготовки 2 по внутренней цилиндрической

поверхности. Втулка 3, сидящая на штоке 4 механизированного привода, своим торцом сжимает набор тарельчатых пружин 1. Пружина представляет собой коническое кольцо сплошное или с двумя рядами прорезей для повышения эластичности. От осевой силы Q пружины частично

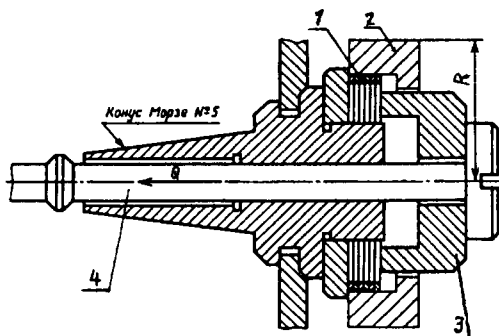


Рис. 4.14 Консольная оправка с тарельчатыми пружинами

сплющиваются, и диаметр их наружной поверхности увеличивается на 0,1-0,4 мм в зависимости от их размеров. Пружины выполняют из стали 60С2А и термически обрабатывают до твердости HRC 40-45. Толщина пластины берется 0,5-1,25 мм. При перемещении штока механизированного привода вправо пружины возвращаются в исходное положение и деталь легко снимается с оправки.

На рис. 4.15, б показана схема оправки с двумя пакетами тарельчатых пружин. На корпус 1 надеты два пакета тарельчатых пружин 4, между которыми расположена втулка 3. Если стержень 5 будет перемещаться влево, то пакеты сплющиваются, увеличиваются в диаметре и заготовка 2 центрируется и закрепляется. Базирующие поверхности заготовок могут быть 7-11 квалитета.

Для определения необходимой величины осевой силы W (см. рис. 4.15, б) рассмотрим равновесие тарельчатой пружины в конечном положении (рис. 4.15, а). Наличие радиальных прорезей позволяют с достаточной точностью для практических расчетов рассматривать пружину как наклонную распорку между корпусом 1 и заготовкой 2 (см. рис. 4.15, б). Из силового треугольника (рис. 4.15, а):

$$0,75W = Q \frac{1}{\operatorname{tg} \beta},$$

где β — угол наклона пружины с $d < 50$ мм в деформированном состоянии; для пружин $\beta = 9-10^\circ$; с $d > 50$ мм $\beta = 12^\circ$; коэффициент 0,75 введен из расчета, что 25% силы тяги расходуется на деформацию пружины в пределах зазора между базовым отверстием заготовки и пружиной в недеформированном виде.

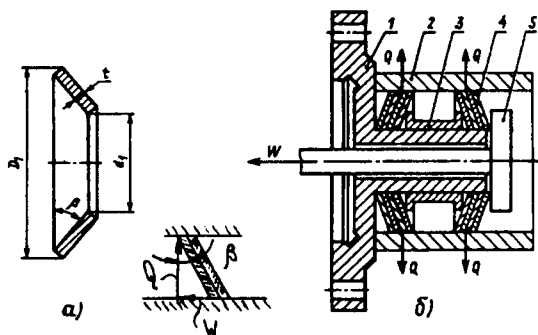


Рис. 4.15 Консольная оправка с двумя пакетами тарельчатых пружин: (а — конструкция тарельчатой пружины; б — конструкция оправки)

Мембранные механизмы применяют для центрирования по наружной и внутренней поверхности заготовки. Основной деталью такого механизма является мембрана. На рис. 4.16 обрабатываемая заготовка 5 зажимается внутренними силами упругости мембраны 3 посредством ее кулачков 4. Сила тяги Q разводит кулачки при откреплении детали (рис. 4.16, б).

Силовой расчет такого механизма можно провести, рассматривая мембрану как круглую, заделанную по контуру пластинку, нагруженную равномерно распределенным по окружности расположением кулачков изгибающим моментом.

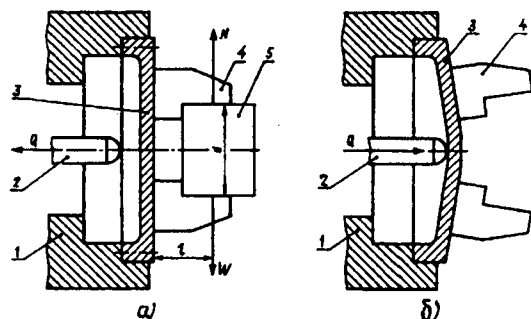


Рис. 4.16 Схема мембранного патрона: а — в рабочем состоянии; б — при разведенных кулачках

Конструкции и основные параметры мембранных патронов стандартизованы.

Оправки кулачковые шпиндельные предназначены для закрепления полых заготовок деталей типа тел вращения. При перемещении штока механизированного зажима перемещается и коническая деталь 1, которая раздвигает кулачки 2, в результате чего происходит зажим заготовки. Кулачковая шпиндельная оправка крепится на шпинделе токарного или круглошлифовального станка (см. рис. 4.17, а).

Клиноплунжерные механизмы часто используют в патронах для токарной обработки для центрирования как по внутренней, так и наружной цилиндрической поверхностям.

Схема механизма приведена на рис. 4.17, б. Три плунжера 2, расположенные под углом 120° друг к другу, пере-

мещаются в трех радиальных пазах корпуса 1. Перемещение плунжеров осуществляется клином 3, имеющим соответственно три клиновых скоса. Клин 3 соединен со штоком силового привода. При движении клина 3 влево плунжеры

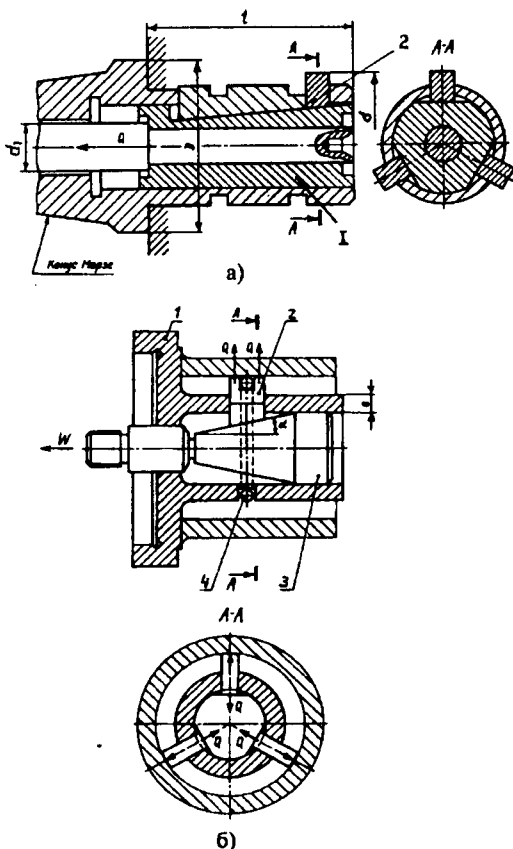


Рис. 4.17

Оправки кулачковые: а — оправка кулачковая шпиндельная; б — оправка кулачковая плунжерная

расходятся, центрируя и закрепляя заготовку. При движении клина 3 вправо плунжеры сходятся к центру под действием усилия сжатия пружины 4.

Силу тяги привода W , необходимую для обеспечения силы зажима Q можно определить по формуле, приняв, что $\operatorname{tg}\varphi_2 = 0$, так как клин 3 под действием трех одинаковых сходящихся в его центре сил как бы плавает, не прижимаясь к направляющим:

$$W = Q \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)}{1 - \frac{3l}{a} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \cdot \operatorname{tg}\varphi_3}.$$

Погрешность центрирования в клиноплунжерных механизмах составляет 0,2—0,5 мм. Поэтому патроны с такими механизмами обычно применяют для установки по черным базам на черновых операциях. Токарные патроны с клиноплунжерными кулачками выполняют по ГОСТ 16886—71.

Оправки и патроны с гидропластмассой с самоцентрирующимися тонкостенными втулками 4 наполненными гидропластмассой, применяют, для установки по наружной или внутренней поверхности заготовок обрабатываемых на токарных или круглошлифовальных станках.

На приспособлениях с тонкостенной втулкой заготовки наружной или внутренней поверхностью устанавливают на цилиндрическую поверхность втулки. При разжиме втулки гидропластмассой заготовки центрируются и зажимаются.

Формы и размеры тонкостенной втулки должны обеспечивать достаточную ее деформацию для надежного зажима заготовки на втулке при обработке на станке.

При конструировании патронов и оправок с тонкостенными втулками с гидропластмассой рассчитывают:

1. Основные размеры тонкостенных втулок;
2. Размеры нажимных винтов и плунжеров у приспособлений с ручным зажимом;
3. Размеры плунжеров, диаметр цилиндра и ход поршня для приспособлений с механизированным приводом.

Исходными данными для расчета тонкостенных втулок является диаметр и длина l_d отверстия изготавливаемой детали.

Для расчета тонкостенной самоцентрирующей втулки (рис. 4.18) примем следующие обозначения: D — диаметр установочной поверхности центрирующей втулки 2, мм; h — толщина тонкостенной втулки, мм; T — длина опорных поясков втулки, мм; t — толщина опорных поясков втулки, мм; $\Delta D_{\text{доп}}$ — наибольшая диаметральная упругая деформация втулки (увеличение или уменьшение диаметра в ее средней части), мм; S_{max} — максимальный зазор между установочной поверхностью втулки и базовой поверхностью обрабатываемой заготовки 1 в свободном состоянии, мм; l — длина контактного участка упругой втулки с установочной поверхностью заготовки после разжима втулки, мм; L — длина тонкостенной части втулки, мм; l_3 — длина обрабатываемой заготовки, мм; D_3 — диаметр базовой поверхности обрабатываемой заготовки, мм; d — диаметр отверстия опорных поясков втулки, мм; p — давление гидропластмассы, требуемой для деформации тонкостенной втулки, Мн/м^2 (кгс/см^2); r_1 — радиус закругления втулки, мм; $M_{\text{рез}} = P_z r$ — допустимый крутящий момент, возникающий от силы резания, н·см (кгс·см); P — сила резания, н (кгс); r — плечо момента силы резания, см.

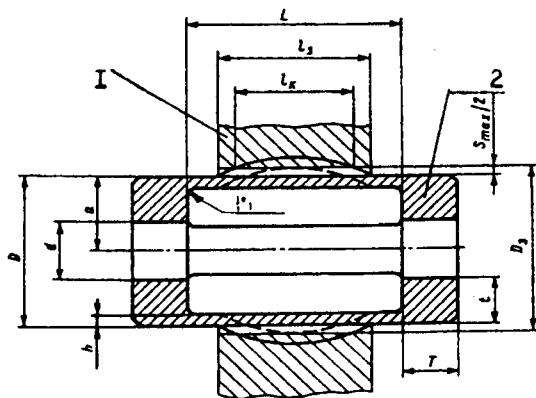


Рис. 4.18 Тонкостенная втулка

ки, мм; t — толщина опорных поясков втулки, мм; $\Delta D_{\text{доп}}$ — наибольшая диаметральная упругая деформация втулки (увеличение или уменьшение диаметра в ее средней части), мм; S_{max} — максимальный зазор между установочной поверхностью втулки и базовой поверхностью обрабатываемой заготовки 1 в свободном состоянии, мм; l — длина контактного участка упругой втулки с установочной поверхностью заготовки после разжима втулки, мм; L — длина тонкостенной части втулки, мм; l_3 — длина обрабатываемой заготовки, мм; D_3 — диаметр базовой поверхности обрабатываемой заготовки, мм; d — диаметр отверстия опорных поясков втулки, мм; p — давление гидропластмассы, требуемой для деформации тонкостенной втулки, Мн/м^2 (кгс/см^2); r_1 — радиус закругления втулки, мм; $M_{\text{рез}} = P_z r$ — допустимый крутящий момент, возникающий от силы резания, н·см (кгс·см); P — сила резания, н (кгс); r — плечо момента силы резания, см.

Расчет тонкостенной втулки осуществляется в следующей последовательности (рис. 4.18): диаметр D принимают по рабочему чертежу изготавливаемой детали.

1. Определяют наружный или внутренний диаметр $D=2a$ в зависимости от наружного или внутреннего диаметра D_3 базовой поверхности заготовки. Базовая поверхность заготовки должна быть обработана по 6-7 квалитету точности. Такую же точность должна иметь и установочная поверхность тонкостенной втулки с посадкой с зазором;
2. Длину L средней части тонкостенной втулки (без утолщенных бортов) принимают $L=(1,0-1,2)l_3$;
3. Толщина h тонкостенной части L втулки:

при $D > 150$ мм и $L > 0,3D$

$$h = pD^2 / 2E\Delta D ;$$

при $D > 150$ мм и $L < 0,3D$

$$h = 0,8 \frac{pD^2}{E\Delta D} \cdot \frac{1}{R} ,$$

где p — удельное давление гидропластмассы в полости втулки, Мн/м² (кгс/см²); R — радиус установочной поверхности втулки, см.

Для определения h можно пользоваться следующими формулами:

Таблица 4.2

При соотношении	Для втулок диаметром $D=10\div 50$ мм	Для втулок диаметром $D=50\div 150$ мм
$L > D/2$	$h = 0,015D + 0,5$	$h = 0,025D$
$D/2 > L > D/4$	$h = 0,01D + 0,5$	$h = 0,02D$
$D/4 > L > D/8$	$h = 0,01D + 0,25$	$h = 0,015D$

4. Максимальный радиальный зазор $S_{\max}$ между установочной поверхностью тонкостенной втулки и базовой поверхностью заготовки, когда она не зажата: при зажиме по внутренней поверхности заготовки

$$S_{\max} = D_{3\max} - D_{\min} ;$$

при зажиме по наружной поверхности заготовки

$$S_{\max} = D_{\max} - D_{3\min} .$$

Практически принимают $S_{\max}=0,01-0,3$ мм.

5. Допустимая деформация тонкостенной части втулки (увеличение диаметра) в ее средней части:

$$\Delta D_{\text{доп}} = \frac{\sigma_{\tau}}{EK} D ,$$

где G_{τ} — предел текучести материала центрирующей втулки, Мн/м² (кгс/см²); $E=2,06 \cdot 10^{11}$ (2,1·10⁶) — предел упругости, Мн/м² (кгс/см²); $K=\sigma_{\tau}/[\sigma]_{\text{доп}}=1,2-1,5$ — коэффициент запаса прочности втулки, принимают $K=1,4$; $[\sigma]_{\text{доп}}$ — допустимое напряжение стальной втулки, Мн/м² (кгс/мм²).

При $L > 0,3D$

$$\Delta D_{\text{доп}} = 0,003D .$$

В случае деформации короткой втулки при $L < 0,3D$ в зоне контакта тонкостенной втулки с опорными поясками возникают сложные напряжения, создаваемые изгибающим моментом, поэтому коэффициент запаса прочности принимают $K=2$, тогда максимальное увеличение диаметра втулки:

$$\Delta D_{\text{доп}} = 0,002D .$$

6. Натяг при зажиме заготовки

$$\delta = \Delta D_{\text{доп}} - S_{\max} ,$$

при $\Delta D_{\text{доп}} > S_{\max}$ втулка центрирует и зажимает заготовку; при $\Delta D_{\text{доп}} = S_{\max}$ втулка только центрирует, но не зажимает заготовку; при $\Delta D_{\text{доп}} < S_{\max}$ втулка не центрирует и не зажимает заготовку, т.е. ее нельзя применять.

7. Гидростатическое давление Мн/м² (кгс/см²) в полосе тонкостенной втулки, требуемое для зажима заготовки:

$$p = 2\Delta DEh / D^2 \text{ при } L > 0,3D ,$$

$$p = 1,25 \Delta D E h / D^2 n \quad \text{при } L < 0,3D,$$

$$\text{где } n = \frac{L}{D}.$$

8. Определяют, допустимый крутящий момент н·см (кгс·см) при резании $M_{\text{рез}}$, который стремится повернуть обрабатываемую заготовку на втулке.

Чтобы заготовка во время обработки не повернулась на втулке, максимальный крутящий момент M_{max} , от силы трения на поверхности втулки и заготовки должен быть больше $M_{\text{рез}}$:

$$M_{\text{max}} > M_{\text{рез}} = P_z r,$$

$$M_{\text{max}} = 5 \cdot 10^2 (2h / D) \sqrt{2h / D} \cdot \delta D^2,$$

где h , D , δ выражены в мм.

9. Требуемая продольная сила н (кгс) зажима заготовки на тонкостенной втулке:

$$Q = 10^4 \frac{2h}{D} \cdot \sqrt{\frac{2h}{D}} \cdot \delta D,$$

где h , D , δ выражены в мм; δ — запас деформации, создающий натяг при зажиме заготовок втулкой.

10. Коэффициент длины контакта:

$$a' = \frac{Lk}{L} = 0,5 - 0,8.$$

11. Высота рабочей полости тонкостенной втулки под гидропластмассу:

$$t - h = H = 2\sqrt[3]{D}.$$

12. Длина посадочного пояса втулки:

$$T = 2,5\sqrt[3]{D}.$$

13. Диаметр d отверстия для втулки с наружной установочной поверхностью для заготовки с базовой поверхностью, изготовленной по 7 качеству точности

$$d = D - 2h - 2H - 2\text{мм};$$

по 8 качеству точности

$$d = D - 2h - 2H + 2\text{мм}.$$

Материал для изготовления тонкостенных втулок: при $D < 40$ мм — сталь 40Х с термообработкой до HRC 40; при $D > 40$ мм сталь У7А с термообработкой до HRC 36.

Технические требования на изготовление тонкостенных втулок:

1. Допускаемая разностенность тонкостенной части втулки — 0,03 мм при $D < 40$ мм; 0,05 мм при $D > 40$ мм.
2. Допускаемое биение установочной поверхности тонкостенной втулки относительно поверхности посадочных поясков и базовой поверхности приспособления не более 0,01 мм;

Сопряжение втулки с корпусом выполняют по посадке с натягом 7 квалитета точности.

Диаметр d_0 плунжера для передачи внешней силы давления на гидропластмассу, находящуюся в полости тонкостенных втулок:

$$d_0 = 1,2 \sqrt{D} \quad \text{при } 0,125D < \ell < 0,25D$$

$$d_0 = 1,5 \sqrt{D} \quad \text{при } 0,25D < \ell < 0,5D$$

$$d_0 = 1,8 \sqrt{D} \quad \text{при } 0,5D < \ell < 1D.$$

Принимают $d_0 = 10-20$ мм.

Материал плунжеров сталь 45 с термообработкой до HRC 40-45.

Для лучшей герметичности плунжеры притираются по отверстию для получения зазора не более 0,01 мм.

Приспособления с тонкостенной втулкой рассчитываются в следующей последовательности:

1. Определяют силу Q на штоке гидроцилиндра. При этом по формулам находят диаметр d_0 плунжера и гидростатическое давление p Мн/м² (кгс/см²) в полости приспособления и подставляют в формулу для определения силы Q н (кгс):

$$Q = \frac{\pi d_0^2}{4} p.$$

2. Определяют диаметр m (см) поршня цилиндра:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p_b \eta}},$$

где P_b — давление воздуха в сети, Мн/м^2 (кгс/см^2);
 $\eta=0,85$ — коэффициент полезного действия привода.

3. Определяют ход поршня и плунжера:

$$L' = \frac{4(D - 2h) \cdot (\ell k S_{\max} + \ell H k_1 k_2)}{d_0^2},$$

где $K_1=1,15-1,2$ — коэффициент запаса гидропласта в каналах; $K_2=5 \cdot 10^5 \cdot p$ — коэффициент упругости гидропласта при заданном давлении гидропластмассы.

На рис. 4.19 показана консольная оправка с тонкостенной втулкой и гидропластмассой. Обрабатываемую заготовку 4 с базовым отверстием устанавливают на наружную поверхность тонкостенной втулки 5. При подаче сжатого воздуха в полость пневмоцилиндра поршень со штоком перемещается в пневмоцилиндре влево и шток через тягу 6 и рычаг 1 передвигает плунжер 2, который нажимает на гидропластмассу 3. Гидропластмасса равномерно давит на внутреннюю поверхность втулки 5, втулка разжимается; наружный диаметр втулки увеличивается, и она центрирует и закрепляет заготовку 4.

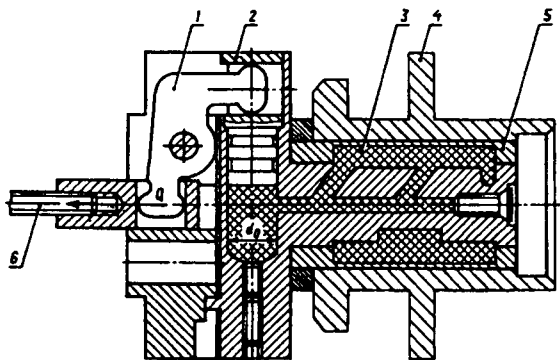


Рис. 4.19 Консольная оправка с гидропластмассой

Центровые оправки применяют для установки заготовок полых деталей, обрабатываемых по всей длине и по торцам за одну установку, или заготовок деталей класса “диски” с базированием по центральному отверстию.

Опорной базой является торцовая поверхность заготовки, определяющая ее положение на оправке (рис. 4.21) в продольном направлении. Центровые гладкие конусные оправки 1 (рис. 4.20) применяют

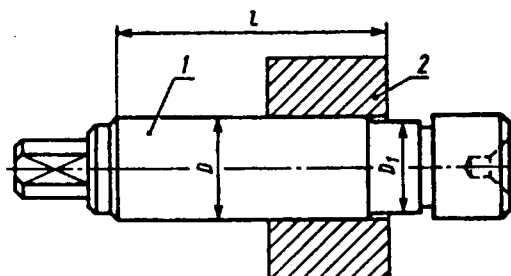


Рис. 4.20 Центровая гладкая конусная оправка

при шлифовании заготовок полых деталей 2 по наружному диаметру. Базовое отверстие заготовки должно быть обработано по 7 квалитету точности. Заготовка насаживается на оправку при ударах торцом оправки о стальную подставку.

На рис. 4.21 показана гладкая центровая оправка 1, на ее цилиндрическую поверхность устанавливают базовым отверстием заготовку 3, затем надевают сменную шайбу 5. Ключом, завинчивая гайку 4, зажимают заготовку

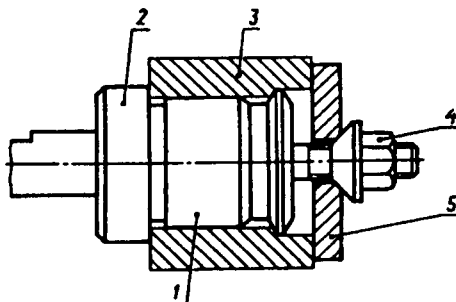


Рис. 4.21 Гладкая центровая оправка

3 с упором ее торцом в плоскость фланца 2 оправки 1. Такие оправки применяют при обработке на круглошлифовальных станках.

В массовом производстве, заготовки, обрабатываемые на многорезцовых станках устанавливают на гладкие со шпонкой (рис. 4.22) центровые оправки с помощью небольшого

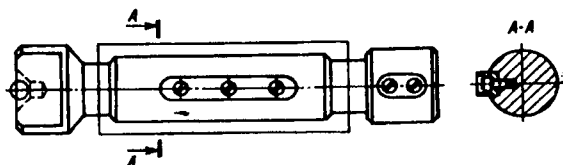


Рис. 4.22 Гладкая оправка со шпонкой

пневмопресса, расположенного рядом со станком.

На рис. 4.23 приведена конструкция оправки под запрессовку. Такие оправки, как и конусные позволяют получить высокую точность центрирования. Применяя упорные кольца при напрессовке, можно точно ориентировать положение заготовки по длине оправки. Использова-

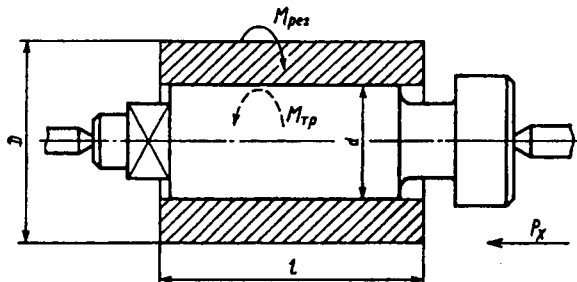


Рис. 4.23 Оправка под запрессовку

ние таких оправок позволяет производить одновременную подрезку обоих торцов заготовки. Недостаток оправок — необходимость установки на механическом участке дополнительного оборудования — прессов для запрессовки и распрессовки оправок.

При конструировании оправок под запрессовку необходимо определить диаметр их рабочей части. При обработке заготовки возникают моменты от силы резания $M_{рез}$, осевая сила P_x стремящаяся повернуть и сдвинуть заготовку на оправке.

Для нормальной работы оправки необходимо обеспечить условия:

$$M_{тр} = KM_{рез} = KP_z \frac{D}{2}; P_{тр} = KP_x, \quad (a)$$

где $M_{рез}$ и P_x — момент и сила трения на поверхности контакта отверстия заготовки — оправка; K — коэффициент запаса; D — диаметр обрабатываемой заготовки.

Так как заготовку насаживают на оправку с натягом, по рабочей поверхности создается некоторое равномерно распределенное удельное давление p и тогда:

$$M_{тр} = fp' \frac{\pi d^2 \ell}{2}; P_{тр} = fp'' \pi d \ell, \quad (б)$$

где f — коэффициент трения между заготовкой и оправкой; d — номинальный диаметр отверстия заготовки; l — длина рабочей части оправки; p' и p'' — удельные давления.

Из выражений а и б определяем

$$p' = \frac{K P_z D}{f \pi d^2 \ell}; \quad p'' = \frac{K P_x}{f \pi d \ell}.$$

При одновременном действии $M_{\text{рез}}$ и P_x

$$P = \frac{K}{f \pi d \ell} \sqrt{\frac{P_z^2 D^2}{d^2} + P_x^2}. \quad (\text{в})$$

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

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

где d — внутренний диаметр заготовки; E_a и E_b — модули упругости заготовки и оправки;

$$C_a = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \mu_a; \quad C_b = \frac{d_b^2 + d_0^2}{d_b^2 - d_0^2} - \mu_b; \quad (\text{д})$$

где D — наружный диаметр заготовки; d_b и d_0 — наружный и внутренний (при полной оправке) диаметр оправки; μ_a и μ_b — коэффициенты Пуассона для материала заготовки и оправки (для чугуна $\mu = 0,25$, для стали $\mu = 0,3$).

Подставляя в формулу (г) формулу (в) получим выражение для расчета минимально необходимого натяга:

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

Для определения диаметра оправки рассмотрим расположение полей допусков соединения оправка-заготовка (рис. 4.23, а). Здесь d и δ_0 — диаметр и допуск базового отверстия заготовки; $\delta_{\text{изг}}$ и $\delta_{\text{изп}}$ — допуски на изготовление и износ оправки. Исполнительный диаметр оправки d_b можно определить так:

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

Следовательно, рассчитав $i_{\min}$, зная δ_o и выбрав $\delta_{изг}$ и $\delta_{изн}$ можно рассчитать диаметр оправки. Обычно выбирают $\delta_{изг}=0,01-0,02$; $\delta_{изн}=0,02-0,03$ мм. Выбор мощности прессы производят по максимальному натягу.

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

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

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

Универсальные люнеты устанавливают на станке (неподвижные), или на каретке станка, с которой они перемещаются (подвижные). На рис. 4.24 показан неподвижный универсальный люнет. В корпус 4 люнета вместо кулачков установлены два шарикоподшипника 5. В отверстие крышки 6 вставлен валик 9 с пружиной, на конце которого подвижно закреплена серьга 11 с двумя шарикоподшипниками 5. При закреплении обрабатываемого вала 7 опускают крышку

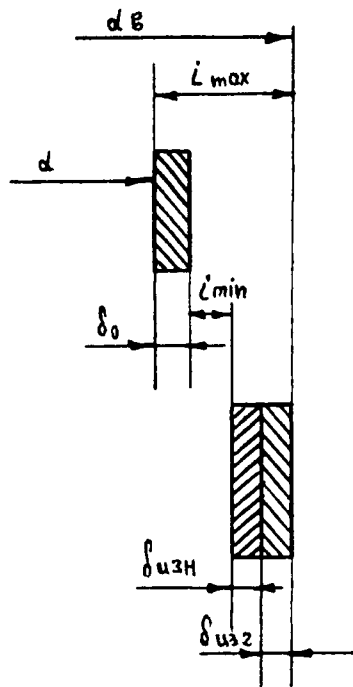


Рис. 4.23, а Расположение полей допусков соединения оправка-заготовка

6 люнета и верхней гайкой 8 регулируют положение валика 9. Затем рукояткой 1 поворачивают эксцентрик 2, в спиральный паз которого входит штифт 3, установленный в крышке 6, и крышка перемещается к центру люнета. При этом пружина 10 прижмет серьгу 11 с верхними подшипниками 5 к валу 7, и он зажимается между верхними и нижними подшипниками люнета.

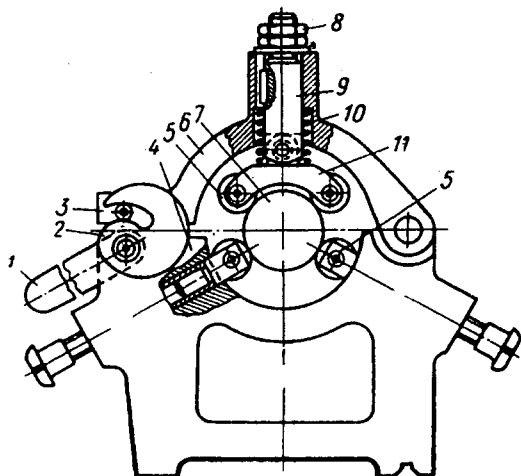


Рис. 4.24 Неподвижный универсальный люнет

Цанговые патроны применяют для зажима калиброванных прутков разного профиля, обрабатываемых на revolverных станках и автоматах, и для зажима заготовок тонкостенных деталей на revolverных и шлифовальных станках. В цанговых патронах центрирование и зажим прутка или заготовок цангой производятся осевой силой N на штоке механизированного привода патрона.

Размеры цанг нормализованы. Для возможности зажима в цанговом патроне прутков разных размеров (диаметров и форм) к нему прилагается комплект сменных цанг.

При зажиме в цанговом патроне обеспечивается концентричность установки заготовки 0,02-0,05 мм. Базовую поверхность заготовок или прутков, зажимаемых в цангах обрабатывают по 7-му качеству точности. В цанговых патронах требуемую осевую силу на штоке механизированного привода для сжатия лепестков цанги определяют в зависимости от необходимой силы зажима обрабатываемой заготовки. Осевая сила N (рис. 4.25, а) на штоке механизированного привода для зажима заготовки втягиваемой цангой дета-

ли при отсутствии внутри цанги упора для точной установки заготовки по длине:

$$N = (Q_{\text{сум}} + Q') \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right),$$

где $Q_{\text{сум}}$ — потребная суммарная сила зажима, равномерно действующая по базовой поверхности заготовки, н (кгс); Q' — сила предварительного сжатия лепестков цанги для уничтожения зазора между лепестками цанги и поверхностью зажимаемой заготовки, н (кгс); $\alpha = 30-40$ — угол при вершине конуса цанги, град; $\varphi = 6-8$ — угол трения между конической поверхностью цанги и зажимаемой втулкой, град: $\operatorname{tg} \varphi = 0,1-0,15$.

Суммарная сила зажима:

$$Q_{\text{сум}} = \frac{K}{f} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + P_x^2}.$$

Каждый лепесток цанги является консольно закрепленной деталью, поэтому сила:

$$Q' = \left(\frac{3EJf_1}{\ell^3} \right) n,$$

где $f=0,25-0,5$ — коэффициент трения между цангой и заготовкой (зависит от вида рабочих поверхностей лепестка

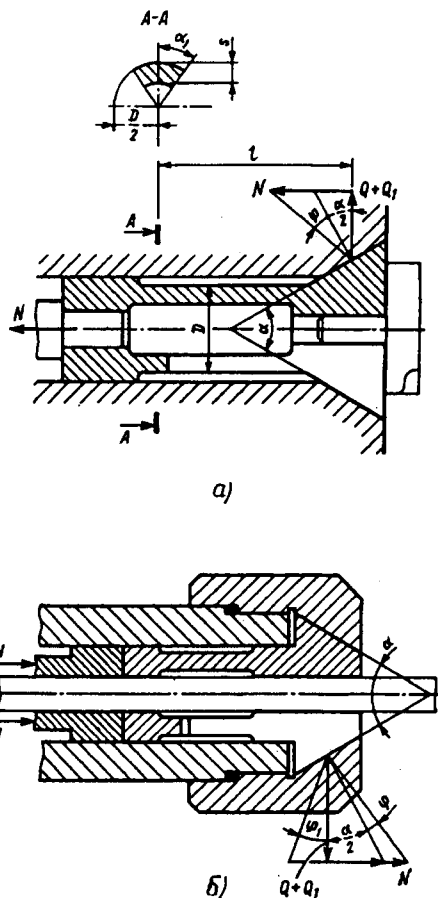


Рис. 4.25 Зажим заготовки во втягиваемой (а) и выдвигной цангах (б)

цанги); $K=1,2-1,5$ — коэффициент запаса; M — момент, передаваемый цангой, н м (кгс см); r — радиус базовой заготовкой части заготовки, мм; P_x — осевая составляющая силы резания, н (кгс); $E=21157 \cdot 10^5$ (22000) — модуль упругости материала цанги, Мн/м² (кгс/мм²); J — момент инерции сектора тонкого кольца в месте задела лепестка цанги, мм⁴ (сечение А-А на рис. 4.25, а); f_1 — стрела прогиба лепестка цанги, равная половине диаметрального Δ зазора между цангой и базовой поверхностью заготовки, мм; l — длина лепестка цанги от места ее задела до середины корпуса цанги, мм; n — число лепестков цанги.

Момент инерции (мм⁴) сектора тонкого кольца в месте задела лепестка:

$$J = \left(\frac{D^3 S}{8} \right) (\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - 2 \sin 2\alpha_1 / \alpha_1),$$

где D — наружный диаметр изгибающихся лепестков цанги, мм; S — толщина изгибающегося лепестка цанги в сечении А-А, мм; α_1 — половина угла сектора лепестка цанги (сечение А-А), град.

Подставив в формулу для Q' полученное значение момента инерции, тогда:

$$Q' = \frac{3Ef_1 n D^3 S}{\ell^3 8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right).$$

Подставим в формулу для Q' вместо E его значение $21157 \cdot 10^5$ Мн/м² (22000 кгс/мм²) и вместо f_1 его значение $\frac{\Delta}{2}$ и произведя преобразование, получим более простую формулу:

$$\text{для трехлепестковой цанги } Q' = \frac{600 D^3 S}{\ell^3};$$

$$\text{для четырехлепестковой цанги } Q' = \frac{200 \Delta D^3 S}{\ell^3}.$$

Подставив в формулу для определения осевой силы N найденные значения для силы $Q_{\text{сум}}$ и Q' , получим формулу для трехлепестковой цанги:

$$N = \left(\frac{K}{f} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + P_x} + 600 \Delta D^3 S / \ell^3 \right) \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right).$$

Осевая сила N , действующая на штоке механизированного привода для зажима выдвижной цангой заготовки при наличии осевого упора для заготовки (рис. 4.25, б):

$$N = (Q_{\text{сум}} + Q') \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right) + \operatorname{tg} \varphi_1 \right].$$

Подставив в формулу вместо $Q_{\text{сум}}$ и Q' их значения, тогда:

$$N = \left(\frac{K}{f} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + P_x^2} + 600 \frac{\Delta D^3 S}{\ell^3} \right) \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right) + \operatorname{tg} \varphi_1 \right].$$

При осевом упоре возникает трение между лепестками цанги и зажимаемой поверхностью заготовки, поэтому вводится угол трения φ_1 : $\operatorname{tg} \varphi_1 = 0,2-0,8$.

Цанги изготовляют из углеродистых и легированных сталей, они проходят термическую обработку до твердости HRC 53-62 на лепестках и до твердости HRC 40-45 в хвостовой части.

Универсальные кулачковые патроны применяют для установки и зажима заготовок различных деталей, обрабатываемых на токарных и шлифовальных станках. В зависимости от количества кулачков патроны разделяются на двух-, трех- и четырехкулачковые. Патроны двух- и трехкулачковые являются самотормозящими; четырехкулачковые патроны изготовляют в основном с независимым перемещением кулачков, но бывают и самоцентрирующие. На рис. 4.26, а показан универсальный двухкулачковый патрон с ручным винтовым приводом (зажимом), расположенным сбоку и служащим для перемещения кулачков при зажиме и разжиме заготовок небольших или фасонных деталей. На рис. 4.26, б дана схема для расчета силы и момента, действующих

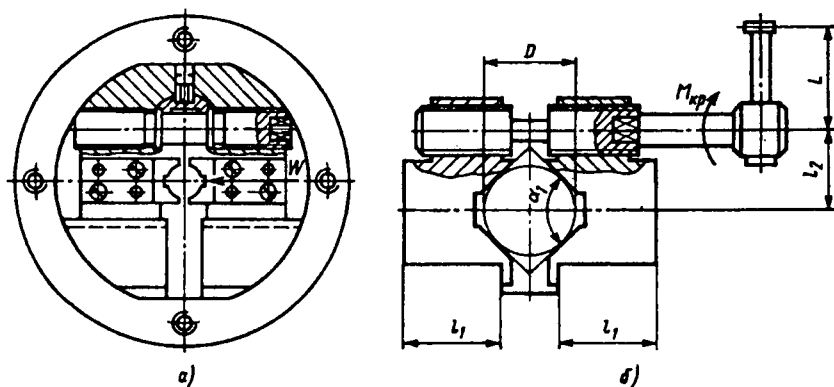


Рис. 4.26 Универсальный двухкулачковый патрон (а), и схема к расчету его (б)

на патрон. Двухкулачковые патроны с центральным винтом обеспечивает большую точность центрирования деталей, чем двухкулачковые патроны с боковым винтом, потому что боковой винт действует на кулачки сбоку и вызывает их перекос. Двухкулачковые патроны нормализованы, их изготовляют с наружным диаметром 150, 200, 250, 300 и 375 мм. При зажиме цилиндрической части обрабатываемой заготовки в двухкулачковом патроне требуется сила W н (кгс) зажима на каждом кулачке.

$$W = K P_z \frac{\sin\left(\frac{\alpha'}{2}\right)}{n f} \cdot \frac{D_1}{D}.$$

Требуемый крутящий момент на торцовом ключе, вращающем винт, который перемещает кулачки патрона при зажиме цилиндрической части заготовки:

$$M_{кр} = Q L = P_z \frac{\sin\left(\frac{\alpha'}{2}\right) r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})}{f \left(1 - \frac{3\ell}{\ell_1} f'\right) \cdot \left(1 - \frac{3\ell_2}{\ell_1} f'_1\right) \frac{W}{2}},$$

где $Q=98-137$ (10-14) — исходная сила, приложенная рабочим на рукоятке ключа, н (кгс); L — длина рукоятки ключа, см; n — число кулачков патрона; P_z — тангенсальная составляющая силы резания, н (кгс); D_1 — диаметр обрабатываемой поверхности заготовки, мм; D — диаметр зажатой поверхности заготовки, мм; K — коэффициент запаса, его величина зависит от следующего соотношения:

$\frac{L_1}{D}$	0,5	1,0	1,5	2,0
K	1,0	1,5	2,5	4,0

L_1 — расстояние от середины зажатой части заготовки до места приложения силы резания; $\alpha=2^\circ-3^\circ30'$ — угол подъема резьбы винта; $\alpha'=90^\circ$ — угол призмы кулачка, град; $\varphi_{пр}$ — приведенный угол трения в резьбе; $f=0,3-0,5$ — коэффициент трения на рабочих поверхностях призм или кулачков в зависимости от вида поверхности; $f_1=0,1-0,15$ — коэффициент трения в направляющих пазах кулачков; l — вылет кулачка от его опоры до центра приложения силы зажима, мм; l_1 — длина направляющей части кулачка, мм; l_2 — расстояние между осью зажимного винта и продольной осью призмы, мм; $r_{ср}$ — средний радиус резьбы винта для кулачков, мм; W — сила зажима.

Универсальные трехкулачковые самоцентрирующие патроны с ручным зажимом торцовым ключом применяют для установки и зажима по цилиндрической поверхности заготовок различных деталей в единичном и серийном производстве.

Наибольшее применение имеют универсальные трехкулачковые спирально-реечные патроны. На рис. 4.27 показан трехкулачковый спирально-реечный самоцентрирующий патрон, устанавливаемый на резбовом конце шпинделя токарного станка. В корпусе 1 патрона расположен диск 2, имеющий на одном торце коническое зубчатое колесо, а на другом — спиральные реечные пазы, находящиеся в зацеплении с рейками 3. В крестообразном пазу реек 3 устанавливают и закрепляют винтами 4 прямые или обратные на-

кладные кулачки 5. При вращении торцовым ключом одного из трех конических колес 6, находящихся в зацеплении с коническим колесом диска 2 последний поворачивается и перемещает рейки 3 с кулачками 5 к оси патрона при зажиме заготовки и от оси — при разжиме.

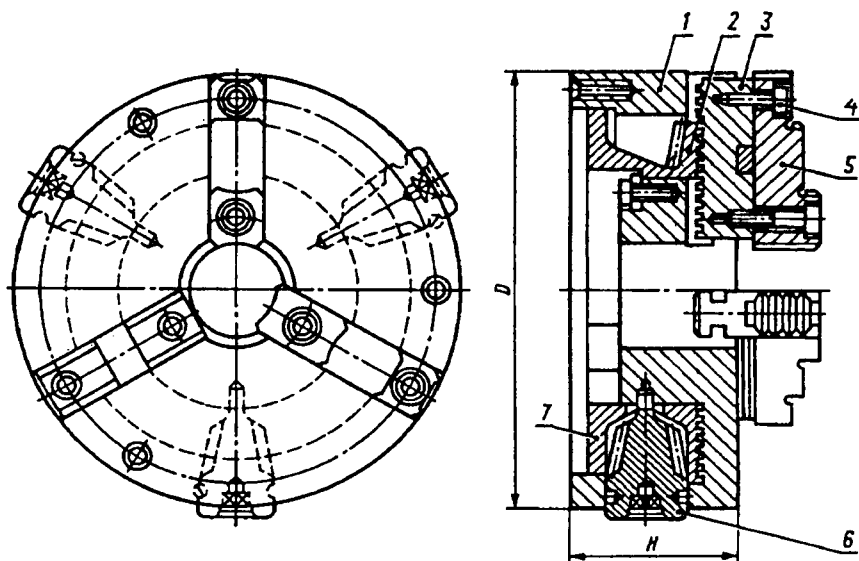


Рис. 4.27 Трехкулачковый спирально-реечный самоцентрирующий патрон

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

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

происходит не по всей поверхности, а по небольшим узким участкам.

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

Универсальные четырехкулачковые патроны применяют для установки и зажима заготовок некруглой формы, обрабатываемых на токарных, револьверных, сверлильных станках в единичном и серийном производствах. На рис. 4.28 показан универсальный четырехкулачковый патрон с механизированным приводом для перемещения кулачков к оси и от оси патрона.

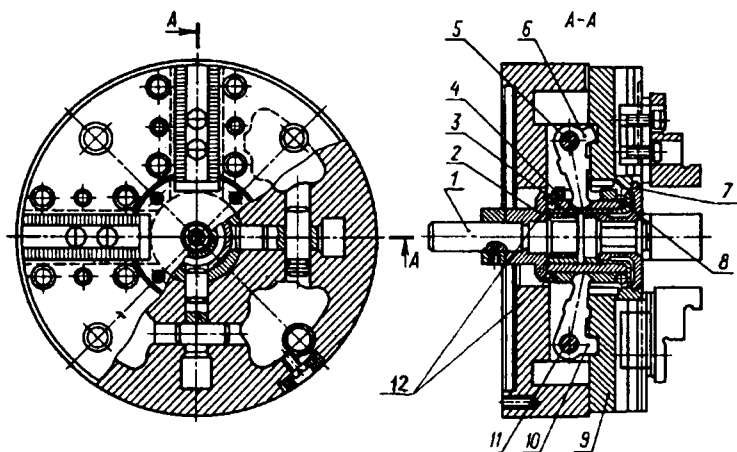


Рис. 4.28 Универсальный четырехкулачковый патрон с механизированным приводом

Каждый кулачок независимо от других можно устанавливать на требуемое расстояние от оси патрона в соответствии с формой и размерами обрабатываемых заготовок. Предварительный зажим заготовки производится одной парой кулачков и затем — второй, окончательный, всеми че-

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

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

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

На рис. 4.29 показан трехкулачковый самоцентрирующий клиновой патрон с механизированным приводом, применяемый для зажима заготовок, обрабатываемых на токарных и revolverных станках и многошпиндельных полуавтоматах в крупносерийном и среднесерийном производствах. В пазах корпуса 1 патрона установлены три кулачка 2, к которым винтами 4 и сухарями 3 прикреплены сменные кулачки 5. В корпусе 1 патрона установлена втулка 6, которая винтом 8 и тягой соединена со штоком поршня пневмоцилиндра. Во втулке 6 имеются три паза "а" с углом наклона 15° , в которые входят наклонные выступы "б" кулачков 2, образуя клиновые сопряженные пары. Во время подачи сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень со штоком перемещается в пневмоцилиндре влево, шток через тягу, винт 8 и

втулку 6 передвигает выступы "б" кулачков 2 вниз по наклонным пазам "а" втулки 6. При этом сменные кулачки 5, перемещаясь к оси патрона, зажимают обрабатываемую заготовку.

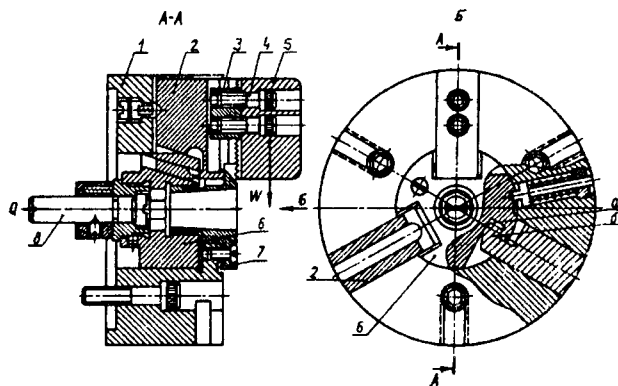


Рис. 4.29 Универсальный трехкулачковый патрон с механизированным приводом

После обработки заготовки сжатый воздух подается в безштоковую полость. Шток через промежуточные звенья передвигает втулку 6 вправо, выступы "б" кулачков 2 перемещаются по наклонным пазам втулки 6 вверх и сменные кулачки 5 расходятся от оси патрона и деталь разжимается.

Для замены кулачков в шестигранное отверстие во втулке 6 вставляют торцовый ключ, который поворачивает втулку против часовой стрелки на угол 15° , кулачки 2 выходят из пазов корпуса 1 и тогда их вынимают. Втулка 7 предохраняет патрон от засорения. Клиновые патроны обладают высокой жесткостью и износоустойчивостью.

Основные размеры рычажных и клиновых стандартизованы. Диаметры деталей, зажимаемых в клиновых патронах, 50-100 мм и осевая сила на штоке привода для различных типоразмеров патронов 29400-39200 н (3000-4000 кгс).

Расчет суммарной силы $W_{\text{сум}}$ зажима в кулачковых патронах и осевой силы Q на штоке механизированного привода осуществляется следующим образом: силу Q на штоке механизированного привода для рычажных кулачковых патронов определяют в зависимости от требуемой силы зажима обрабатываемой заготовки. На деталь 1 (рис. 4.30, а), закрепленной в трехкулачковом патроне 2, действуют составляющие силы резания P_z , P_x , P_y .

Сила P_z создает на обрабатываемой заготовке 1 крутящий момент $M_{рез}$, сила P_x — осевой сдвиг и сила P_y — опрокидывающий момент. Величина крутящего момента $M_{рез}$ зависит от силы P_z , радиуса R_0 обработанной поверхности детали и отношения $\frac{D}{D_0}$, где D и

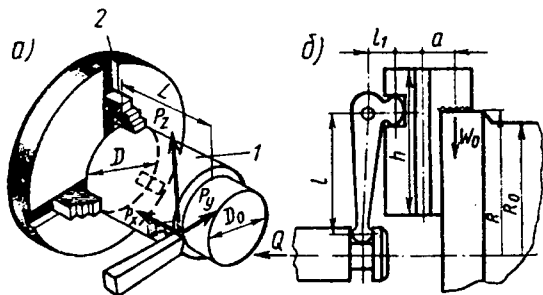


Рис. 4.30

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

D_0 — диаметры до и после обработки. Чем больше это отношение, тем меньше влияние крутящего момента на заготовку. Величина опрокидывающего момента зависит от силы P_y и отношения $\frac{L}{D}$, где L — расстояние от торца заготовки до вершины режущих кромок резца. Чем больше это отношение, тем больше влияние опрокидывающего момента на заготовку.

Момент от сил трения $M_{тр}$ и сила зажима $W_{сум}$ заготовки всеми кулачками патрона в основном зависят от крутящего момента $M_{рез}$ и коэффициента трения (сцепления) между поверхностями заготовки и кулачками патрона:

$$M_{тр} = W_{сум} f R = K M_{рез} = K P_z R_0,$$

$$W_0 n = W_{сум} = K M_{рез} / f R = K P_z R_0 / f R.$$

Сила зажима заготовки одним кулачком патрона:

$$W_0 = W_{сум} / n.$$

В патронах (рис. 4.30, б) с рычажным перемещением кулачков сила на штоке механизированного привода патрона:

$$Q = K_1 \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \frac{\ell_1}{\ell} W_{\text{сум}},$$

откуда:

$$W_{\text{сум}} = \frac{Q}{K_1 \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \frac{\ell_1}{\ell}}.$$

В трехкулачковых клиновых патронах (см. рис. 4.29) сила зажима детали всеми кулачками

$$W_{\text{сум}} = \frac{Q}{K_1 \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \operatorname{tg}(\beta + \varphi)}.$$

Требуемая сила на штоке механизированного привода патрона:

$$Q = K_1 \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \operatorname{tg}(\beta + \varphi) W_{\text{сум}}.$$

Сила зажима заготовки одним кулачком патрона:

$$W_o = \frac{W_{\text{сум}}}{n} = \frac{K P_z R_o}{fR}.$$

В приведенных формулах принято: $\mu_1=0,15-0,2$ — коэффициент трения между направляющей поверхностью кулачка и пазом корпуса патрона; f — коэффициент трения (сцепления) между рабочей поверхностью кулачков и заготовкой (его величина зависит от вида рабочей поверхности кулачков: при гладкой поверхности $f=0,2$; с кольцевыми канавками $f=0,3-0,4$; с продольными и кольцевыми канавками $f=0,45-0,5$; с рифленной поверхностью $f=0,8-1,0$); $K=1,3-1,6$ — коэффициент запаса; $K_1=1,05-1,2$ — коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне; R_o — радиус обрабатываемой части детали, см; R — радиус зажатой кулачками части заготовки, см; n — число кулачков патрона; a — вылет кулачка от середины его опоры в пазу патрона до центра приложения силы зажима W_o на одном кулачке, см; l_1 и l — длины короткого и длинного плеч двухплечего рычага.

чага $\left(\frac{1_1}{1} = \frac{1}{3} \div \frac{1}{4}\right)$; h — длина направляющей части кулачка,

соприкасающаяся с пазом корпуса патрона, см; $\beta=15$ — угол наклона пазов скользящей втулки для клиновой пары патрона, град; $\varphi = 5^\circ 43'$ — угол трения наклонной поверхности клиновой пары патрона.

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

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

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

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

На рис. 4.31 показан мембранный патрон с пятью кулачками для шлифования отверстия в цилиндрических зубчатых колесах. Эти патроны обеспечивают высокую точность центрирования колес, надежны в эксплуатации и

просты в изготовлении. В патроне можно закреплять цилиндрические колеса с прямыми зубьями с наибольшим наружным диаметром 175 мм и числом зубьев, кратным пяти.

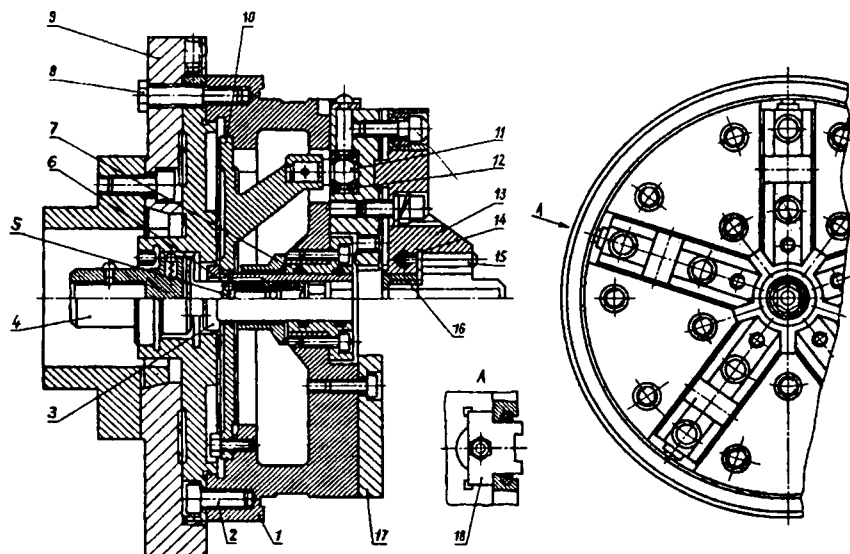


Рис. 4.31 Мембранный патрон для шлифования центрального отверстия в прямозубых зубчатых колесах

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

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

верстие вставлены резиновые стержни 4, в которые ввинчены ролики 15.

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

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

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

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

На рис. 4.32 показан мембранный патрон также для шлифования центрального отверстия в прямозубчатых цилиндрических колесах. В качестве установочных элементов применяют ролики для прямозубых цилиндрических колес, а также зубчатые эксцентричные секторы в специальных патронах для цилиндрических колес. Ролики и шарики размещают во впадинах зубчатого венца для контакта их с эвольвентными участками зубьев обрабатываемого колеса. Роликов берут три, а шариков шесть (по два в каждую впадину) (рис. 4.32, а, б).

В мембранном патроне (рис. 4.32) точное центрирование колеса обеспечивается кулачками 9 упругой мембраны с привернутыми сухарями 6. Осевую установку колеса производят по упорам 7. При закладывании колеса шток 2 прогибает мембрану 1, и кулачки расходятся. При его отводе мембрана выпрямляется и колесо закрепляется. Колесо 3 закладывают в патрон с надетой на него обоймой 4, несущей ролики 5. Для устранения биения сухарей их шлифуют на месте, закладывая в уступы кулачков распорное кольцо 8.

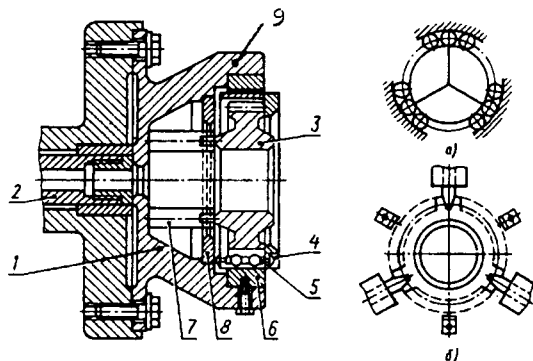


Рис. 4.32 Мембранный патрон с пятью кулачками для шлифования отверстий в цилиндрических зубчатых колесах

Расчет диаметра ролика (шарика) к мембранным и клиновым патронам для прямозубых цилиндрических колес при шлифовании центрального отверстия осуществляется следующим образом. Для расчета примем обозначения: $R_в$ — радиус окружности выступов колеса (рис 4.33), мм; R_2 — радиус оси зубчатого колеса (патрона) до точки касания ролика с профилем зубчатого колеса, мм; R_d — радиус делительной окружности зубчатого колеса, мм; R_1 — радиус основной окружности колеса, мм; $\alpha_1=15-20$ — угол закрепления колеса, град; "х" — расстояние между осью колеса и осью ролика, расположенного во впадине колеса, мм; m — модуль зацепления колеса, мм; d — диаметр ролика, мм; ω — толщина зуба по делительной окружности для некорректированных колес: $\omega=\pi R_d/z=\pi m/2$; z — число зубьев шлифуемого колеса; $\pi/2$ — половина угла между серединой двух смежных зубьев, рад ($1^\circ=0,00174$ рад).

Из рис. 4.33 определяем: $\alpha/2=OK-MK$ или $\alpha=2(OK-MK)$.

Из треугольника O_1MK найдем $MK=R_2\sin\alpha_2$, а из треугольника O_1OK — $OK=R_1\lg(\gamma+\alpha_2)$.

Подставив в равенство вместо OK и MK найденные значения, получим диаметр ролика:

$$d = 2[R_1\lg(\gamma + \alpha_2) - R_2 \sin \alpha_2].$$

В данной формуле радиус R_1 задан; радиус R_2 принимают равным радиусу окружности выступов, уменьшенному на 1-2 мм, и угол α_2 определяют из формулы:

$$\cos \alpha_2 = \frac{R_1}{R_2}.$$

Угол (рад)

$$\gamma = \frac{\pi}{z} - \left[\frac{\omega}{2R_d} + \theta_1 \right] + \theta_2.$$

Затем угол переводят в градусы.

Полярные углы:

$$\theta_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 - \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 - \frac{\alpha_1 \pi}{180^\circ},$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg} \alpha_2 - \alpha_2 = \operatorname{tg} \alpha_2 - \frac{\alpha_2 \pi}{180^\circ}.$$

Величину полярных углов θ_1 и θ_2 можно выбрать по таблицам эвольвентных функций.

Расстояние между осями ролика

$$\chi' = \frac{R_1}{\cos(\gamma + \alpha_2)},$$

где $\cos(\gamma + \alpha_2) = \cos \alpha_2'$.

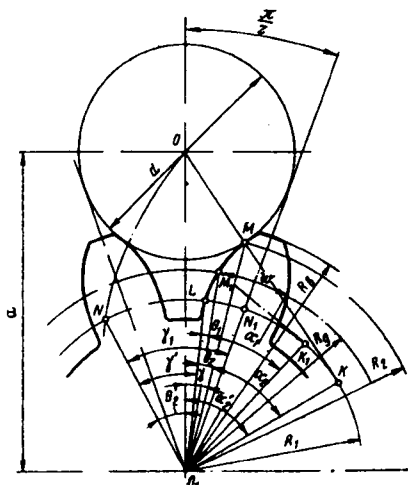


Рис. 4.33

Схема расчета диаметра ролика к мембранным и клиновым патронам для шлифования отверстий в прямозубых зубчатых колесах

Если при расчете диаметр ролика d получится дробным, его округляют до меньшего целого числа и проводят повторный расчет X' и радиуса R_2' для принятого значения d' :

$$\chi' = R_1' / \cos \alpha_2',$$

$$\theta_2' = \operatorname{tg} \alpha_2' - \alpha_2',$$

где θ_2' — полярный угол для принятого размера d_1 :

$$\theta_2' = \frac{\omega}{2R_d} + (\operatorname{tg} \alpha_1 - \alpha_1) + \frac{d'}{2R_1} - \frac{\pi}{z}.$$

Определив величину полярного угла θ_2' , находят угол $\alpha_2' = \alpha_2 + \gamma$ и подставляют в формулу для X' . Затем для принятого d' получают:

$$R_2' = \sqrt{\left(x' \sin \alpha_2' - \frac{d}{2}\right)^2 + (R_1')^2},$$

полученная величина R_2' должна быть меньше R_b для того, чтобы точка касания ролика находилась на профиле зубьев колеса.

Четырехкулачковые патроны с независимым перемещением кулачков применяются на обдирочных работах при обработке некруглых заготовок, а также заготовок сложной конфигурации на токарных, револьверных, сверлильных, фрезерных и других станках. В зависимости от конструкции шпинделя станка патроны имеют два исполнения: тип А — для резьбовых концов шпинделей; тип Б — для фланцевых концов шпинделей.

Патрон (рис. 4.34) устроен следующим образом: с лицевой стороны в чугунном корпусе 1 патрона имеются четыре паза, расположенных во взаимно перпендикулярных направлениях. В каждом пазу смонтирован кулачок 4 с винтом 3. Винт 3 используют для независимого перемещения кулачков по пазам в радиальном направлении. От осевого перемещения винт удерживается специально встроенным в паз сухарем 2. Путем перестановки кулачков на 180° патрон может быть использован для зажима заготовок и по внутрен-

нему диаметру. Четырехкулачковые патроны выпускаются диаметрами 250, 320, 400, 500 мм.

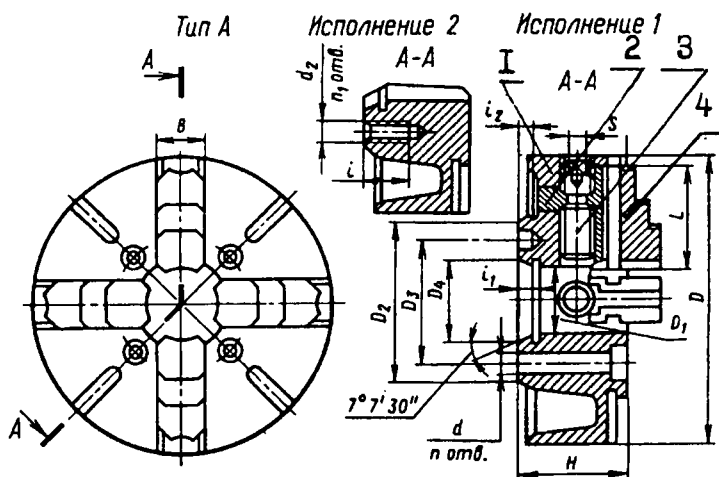


Рис. 4.34 Четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков

На рис. 4.35 показана конструкция двухкулачкового поводкового патрона с механизированным приводом.

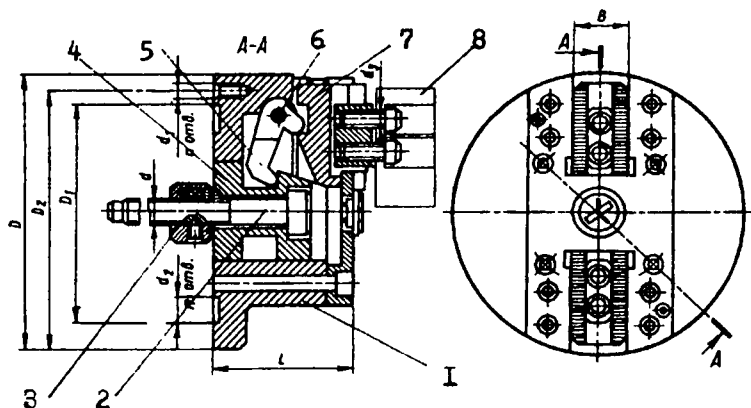


Рис. 4.35 Двухкулачковый поводковый патрон с механизированным приводом

Вал в поводковом патроне с механизированным приводом устанавливается и закрепляется двумя кулачками 8, перемещающимися только в радиальном направлении и находящимися в жестких ползунах 7. Необходимое перемещение кулачков достигается в данном случае при помощи рычагов 5, поворачивающихся вокруг осей 6, неподвижно укрепленных в корпусе 1 патрона. Различный угол поворота рычагов при необходимости создания неодинакового радиального перемещения кулачков вследствие неровной или эксцентричной поверхности вала обеспечивается плавающей муфтой 4, шарнирно связанной с тягой привода винтом 2 с гайкой 3.

Эта конструкция позволяет закрепить обрабатываемую заготовку до пуска станка и производить ее установку и снятие детали без остановки шпинделя.

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

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

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

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

На рис.4.36 показан патрон с постоянным магнитом с наружным диаметром 265 мм. Патрон имеет корпус 8 из силумина, верхнюю 11 и нижнюю 14 плиты. В корпусе размещается магнитный блок, состоящий из цилиндрических по-

стоянных магнитов 6 и пластин 7 из железа Армко, залитых эпоксидным клеем. Магнитный блок смонтирован на промежуточной плите 16, на которой закреплены крайние пластины 5 и 12 магнитного блока. В пластине 5 закреплена гайка 4 с внутренней трапецеидальной

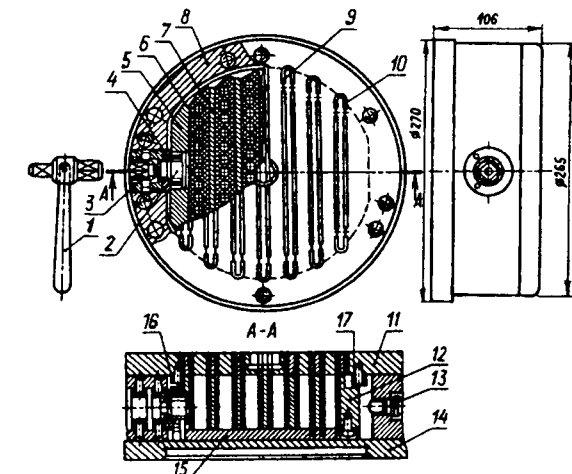


Рис. 4.36 Патрон с постоянным магнитом

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

На рис. 4.36 показано включенное положение магнитного патрона; при этом пластины 7 магнитного блока совпадают со вставками 9 из железа Армко верхней плиты 11. В этом положении патрона магнитный поток должен пройти через обрабатываемую заготовку. Магнитный блок во включенном положении патрона фиксируется упором 17, в который после перемещения магнитного блока упирается пластина 5.

Для выключения патрона ключом 1 вращают гайку 4 и перемещают магнитный блок на 4,25 мм, при этом крайняя пластина 12 блока прижимается к упору 18.

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

Верхнюю 11 и промежуточную 16 плиты изготавливают из железа Армко, а нижнюю 14 — из стали.

Для точного размещения элементы магнитного блока перед заливкой эпоксидным клеем устанавливают на промежуточной плите 16 между медными штифтами 15.

Симметричное расположение вставок из железа Армко относительно фасонных вырезов верхней плиты 11 достигается установкой с двух сторон и штифтом 10 между вставками и стенками выфрезеровок. Зазор между вставками и стенками выфрезеровок заливают эпоксидным клеем.

Магнитный патрон крепят к шпинделю станка с помощью переходной план-шайбы, на которую его устанавливают выточкой в плите 14 (непараллельность плоскостей "К" и "М" не более 0,01 мм). Во включенном положении гайка 4 поворачивается ключом 1 на винте 2 так, чтобы ее торец упирался в торец втулки 3.

Усилие притяжения заготовки магнитным патроном определяется:

$$P = \frac{B^2 S}{8\pi},$$

где P — сила притяжения, н (кгс); B — число силовых линий на 1 см² поверхности патрона; S — площадь поверхности патрона, см²; 8π — постоянная величина.

Фактическая сила притяжения патрона зависит от многих причин: размеров детали, ее материала, состояния базовой поверхности и т.д. Например, стальная заготовка, закрепленная на поверхности магнитного патрона, требует силу 400 кгс для отрыва ее в направлении оси патрона, а для сдвига этой заготовки по плоскости патрона в направлении, перпендикулярном оси патрона, требуется сила 80 кгс, т.е. в пять раз меньше. Поэтому для предупреждения сдвига заготовки в радиальном направлении следует применять упоры.

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

На рис. 4.37 показана конструкция круглого электромагнитного патрона к токарному станку для закрепления заготовок тонких плоских деталей.

Электромагнитный патрон состоит из корпуса 4, в выточке которого установлен каркас с намотанной на него катушкой 6. Концы катушки выведены через отверстие в корпусе 4 и соединены с двумя контактными кольцами 8 с помощью двух шпилек 11. Контактные кольца 8 электрически изолированы между собой и корпусом 4.

Каркас с катушкой 6 неподвижно установлен в корпусе 4 и предохраняется от попадания пыли и грязи гайкой 5. Контактное устройство электромагнитного патрона состоит из хомута 9 с текстолитовым щитом 2, щеткодержателями и щетками 12, скользящими по цилиндрической поверхности контактных колец 8. Щеткодержатели со щетками 12 закрыты металлическим кожухом 1.

Контактное устройство крепят на неподвижной гайке 7 передней бабки станка. Для предохранения от абразивной пыли контактного устройства на корпус патрона установлено лабиринтное кольцо 3.

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

Магнитные силовые линии пройдут через стальной корпус 4 через заготовку, затем вернутся в корпус и в нем

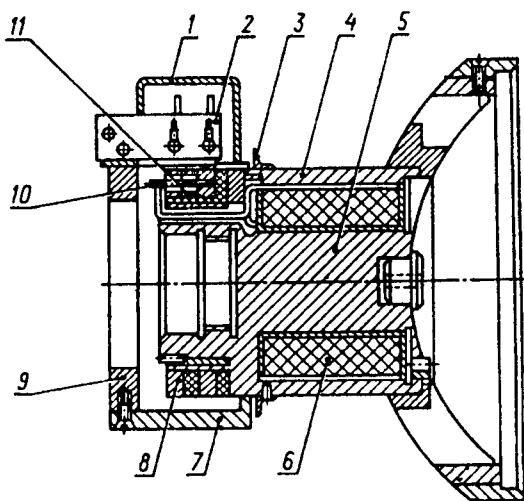


Рис. 4.37 Круглый электромагнитный патрон для закрепления заготовок тонких плоских деталей

завернутся. Электромагнитный патрон резьбовым отверстием 10 устанавливается на шпиндель станка.

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

4.2. Приспособления для сверлильных станков

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

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

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

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

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

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

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

Поворотные приспособления применяются для обработки отверстий, расположенных с разных сторон детали или по ее окружности, и при многопозиционной обработке с применением многошпиндельных головок. Они могут

иметь горизонтальную, вертикальную или наклонную ось вращения. Наибольшее применение имеют поворотные приспособления с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Такие приспособления обычно состоят из неподвижного корпуса (стойки) и поворотной части, несущей технологические наладки с закрепленной одной или несколькими обрабатываемыми заготовками.

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

Стационарные приспособления разделяют на специальные и универсальные. Специальные стационарные приспособления применяют для обработки отверстий в заготовках деталей одного или нескольких типов, схожих по форме и размерам, в крупносерийном и массовом производствах. Универсальные стационарные приспособления применяют при групповой обработке деталей, закрепленных за определенным станком, в среднесерийном и мелкосерийном производствах. Число различных типоразмеров деталей, обрабатываемых в универсальных стационарных приспособлениях, можно значительно увеличить применением сменных наладок.

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

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

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

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

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

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

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

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

Наибольшее практическое применение получили кондукторы с реечно-конусным механизмом и с пневматическим приводом. На рис. 4.38 показан нормализованный скальчатый кондуктор консольного типа с встроенным пневматическим приводом. Кондуктор служит для обработки отверстий в заготовках деталей средних размеров. Нижняя часть корпуса 9 кондуктора является пневмоцилиндром, в котором перемещается поршень 12 со штоком 3. Постоянная кондукторная плита 5 установлена на направляющих скалках 2, 4 и на штоке 3.

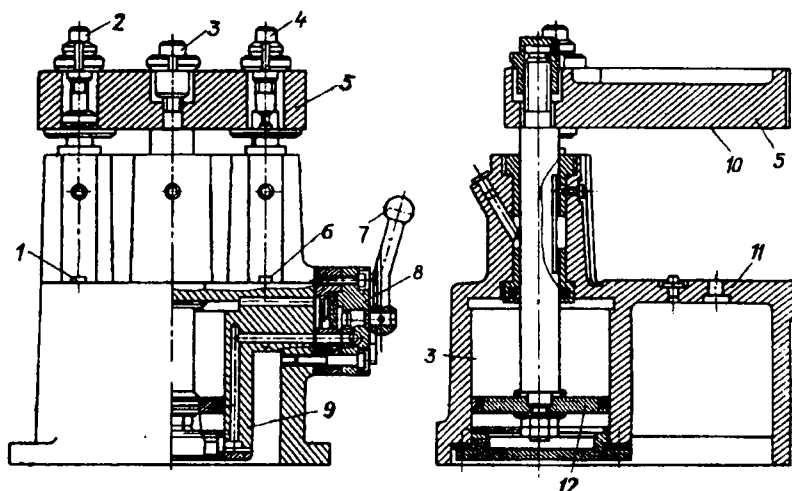


Рис. 4.38 Нормализованный скальчатый кондуктор консольного типа с встроенным пневматическим приводом.

На нижней плоскости 10 кондукторной плиты 5 установлена и закреплена сменная кондукторная плита с кондукторными втулками. Сменная наладка для установки и закрепления заготовок помещается на плоскости 11 стола корпуса приспособления. На столе имеется два фиксирующих пальца 1 и 6 и четыре отверстия диаметром 13 мм, которые служат для фиксации и закрепления сменных наладок.

При поступлении сжатого воздуха в верхнюю полость пневмоцилиндра 9 поршень 12 со штоком 3 перемещаются вниз. В этом случае шток 3 с направляющими скалками 2 и 4 с постоянной кондукторной плитой 5 и прикрепленной к ее плоскости 10 сменной плитой, опускаясь, зажмут заготовку, установленную в сменной наладке на столе 11. Во время подачи сжатого воздуха в нижнюю полость пневмоцилиндра 9 поршень 12 со штоком 3, скалками 2 и 4, перемещаясь вверх, поднимает кондукторную плиту 5, постоянную и прикрепленную к ней сменную, и деталь разжимается. При повороте рукоятки 7 распределительного крана 8 в соответствующую сторону, сжатый воздух поочередно подается в верхнюю или нижнюю полость пневмоцилиндра 9.

На рис. 4.39 показана схема установки и закрепления сменной кондукторной плиты и сменной наладки в скальчатом кондукторе консольного типа с пневматическим приводом. На плоскости корпуса и установочных пальцах 1 помещена сменная наладка (подставка 8), в нее круглым концом устанавливают заготовку, в прямоугольном фланце которой требуется просверлить четыре отверстия 9. На нижней плоскости постоянной кондукторной плиты 6 с прямоугольной выемкой установлена на паль-

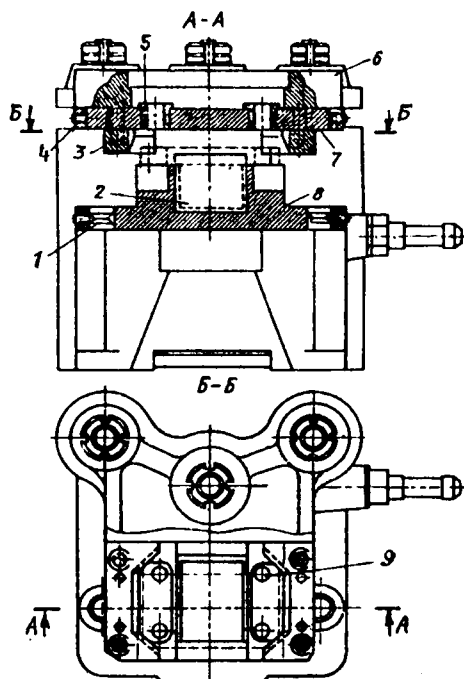


Рис. 4.39

Схема установки и закрепления сменной кондукторной плиты в скальчатом кондукторе с пневмоприводом

цах 7 сменная кондукторная плита 4 с четырьмя кондукторными втулками 5. К сменной кондукторной плите 4 винтами прикреплены призмы 3, которые при опускании кондукторных плит 4 и 6 производят ориентацию и зажим заготовки 2 в сменной наладке скальчатого кондуктора.

На рис. 4.40 показано стационарное приспособление — универсальный трехкулачковый самоцентрирующий патрон (пневматический), применяемый при сверлении и зенкеровании центрального отверстия в заготовках деталей с цилиндрической наружной поверхностью диаметром 50-220 мм. На корпус патрона в зоне "К" можно установить кронштейн с кондукторной втулкой для направления сверла или зенкера.

Заготовки в зависимости от их формы и размеров устанавливают на сменную втулку 2 или на три планки 1. Центрирование и зажим заготовки производится кулачками 8 с насечкой. При поступлении сжатого воздуха в бесштоковую полость "Г" пневмоцилиндра поршень 7 со штоком-рейкой 5 перемещается к оси патрона. Шток-рейка 5, находясь в зацеплении с одной из шестерен-валиков 4, поворачивает его около вертикальной оси на некоторый угол. При этом шестерня — валик 4, находящаяся в зацеплении с центральным зубчатым колесом 3, повернет через него две других шестерни-валика на тот же угол. На верхних концах шестерен-валиков 4 установлены и жестко закреплены кулачки 8, рабочая поверхность которых имеет, форму спирали с насечкой. При одновременном повороте кулачков обрабатываемая деталь центрируется и предварительно зажимается. Окончательный зажим заготовки кулачками производится автоматически под действием сил резания. Во время поступления сжатого воздуха в штоковую полость "Д" пневмоцилиндра поршень 3 со штоком-рейкой 5 перемещается от оси патрона, разводит кулачки и деталь разжимается. Последовательная подача сжатого воздуха в полость "Г" или "Д" пневмоцилиндра производится поворотом рукоятки 6 распределительного крана в соответствующую сторону. Патрон снабжен двумя комплектами кулачков для зажима заготовок диаметром 50-160 и 160-220 мм. Так как ход штока-рейки 5

ограничен, то для зажима заготовок различных наружных диаметров одним комплектом кулачков производится их переналадка для установки на требуемый размер.

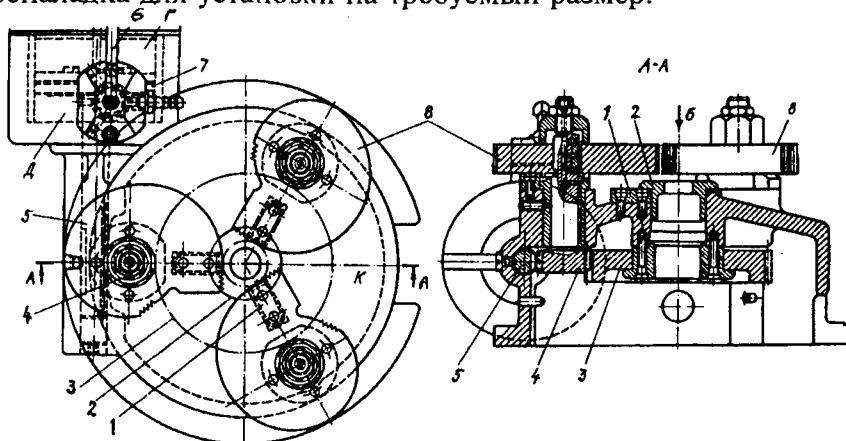


Рис. 4.40 Универсальный трехкулачковый патрон с пневмоприводом

На рис. 4.41 показано стационарное универсальное приспособление — пневматические тиски, применяемые для центрирования и зажима заготовок цилиндрических деталей, в которых сверлят или зенкеруют отверстия на вертикально-сверлильных станках.

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

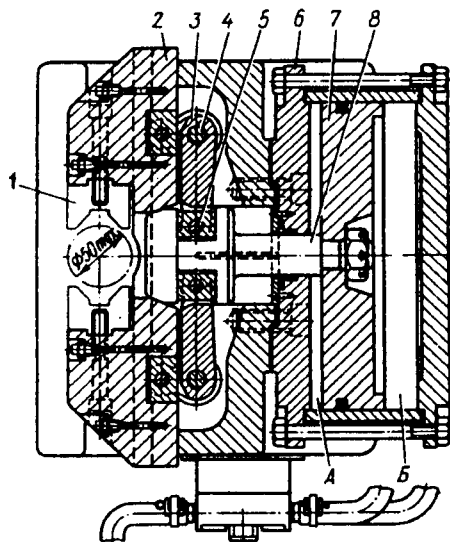


Рис. 4.41 Стационарные универсальные пневматические тиски

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

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

Поворотные приспособления применяют, как было сказано выше, для обработки отверстий, расположенных на разных поверхностях детали или по окружности, а так же при обработке отверстий на нескольких позициях стола станка многшпиндельными головками с различным режущим инструментом.

При последовательной обработке отверстий в заготовках установленных в поворотных приспособлениях, приспособления с заготовками периодически поворачиваются около своих осей.

Поворотные приспособления применяют с вертикальной, горизонтальной или наклонной осями вращения. Поворотные приспособления с вертикальной осью вращения называют столами, а с горизонтальной осью — стойками.

Стойки бывают одно- и двухопорные. Поворотные столы и стойки состоят из корпуса (неподвижная часть) и планшайбы (поворотная часть).

На поворотной части стола или стойки крепят сменные наладки с кондукторными втулками и с установочно-зажимными элементами, в которых устанавливают и зажимают заготовки. Углы поворота подвижных частей столов и стоек на одно деление отсчитывают по круговой шкале с конусом или фиксатором. Столы и стойки поворачивают вручную или механизированным приводом.

Поворотные столы и стойки нормализованы, их применяют в единичном, мелкосерийном и среднесерийном производствах и частично в крупносерийном и массовом производствах.

На рис. 4.42 приведен универсальный поворотный стол, применяемый для последовательного сверления отверстий, расположенных по окружности. Стол состоит из корпуса 6 (неподвижная часть) и планшайбы 5 (поворотная часть).

ружности диаметром 265 мм расположены 23 отверстия, а по окружности диаметром 286 мм — 30 отверстий. Точная индексация поворота планшайбы на определенный угол производится одним из реечных фиксаторов 8, последовательно входящих в отверстия соответствующего ряда в кольце 9, под действием пружин, расположенных в двух втулках 11, запрессованных в корпус 6.



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

В пневмоцилиндре размещается поршень 4 со штоком 3, на конце которого установлена втулка 1. При поступлении сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра, поршень со штоком и втулкой перемещается вниз и втулка прижимает планшайбу к корпусу. Когда выпускают сжатый воздух из штоковой полости через распределительный кран в атмосферу, поршень 4 со штоком 3 и втулкой 1 под действием пружины 2 перемещаются вверх и планшайба 5 отжимается от корпуса 6. Сменные наладки для установки и закрепления заготовок устанавливают на верхней плоскости 7 планшайбы 5 и крепят болтами, установленными в пазах 13 планшайбы.

На рис. 4.43 показан универсальный поворотный стол с встроенными пневмоцилиндрами для позиционной обработки отверстий на вертикально-сверлильных станках. На четырех позициях I-IV поворотной планшайбы стола расположены и закреплены четыре одинаковых кондуктора, в которых устанавливают и зажимают заготовки. Позиция I — загрузочно-разгрузочная, а позиции II-IV рабочие, на которых производится обработка отверстий. На рабочих позициях планшайбы многошпиндельной сверлильной головкой, закрепленной на шпинделе вертикально-сверлильного станка, можно обрабатывать отверстия одновременно в трех заготовках в следующей последовательности: на позиции II — сверление, на позиции III — зенкерование и на позиции IV — развертывание всех отверстий.

Станина 4 поворотного стола установлена на направляющих 17 и закреплена клином 13 и винтами 12. Стол поднимается и опускается по винту 3, установленному во

втулке 2, являющейся осью кронштейна 1. На кронштейне закреплена втулка 6, внутри которой проходит ось 7 поворотного стола. К нижней поверхности поворотной планшайбы 9 стола прикреплены четыре пневмоцилиндра 15, в которых размещаются поршни 16 со штоками. Концы двух штоков пневмоцилиндров находятся выше поверхности планшайбы и перемещают по вертикали зажимные устройства кондукторов при зажиме и разжиме обрабатываемых деталей. Штоки двух других пневмоцилиндров через двуплечие рычаги 11 и ползуны 10 установлены на планшайбе и перемещают зажимные устройства кондукторов по горизонтали.

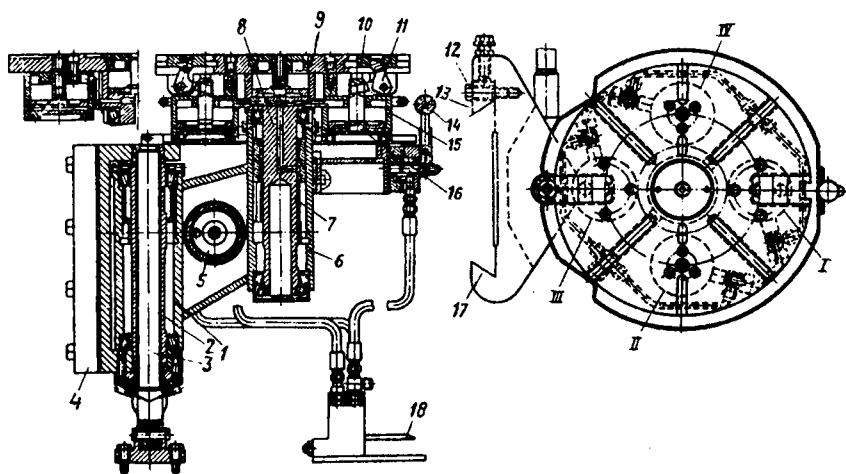


Рис. 4.43 Универсальный поворотный стол с встроенным пневмоприводом

Сжатый воздух по воздушным каналам в оси 8 поступает в полости пневмоцилиндров. Стол оснащен тормозным цилиндром 5, управляемым педалью 18. При нажиме на педаль планшайба стола освобождается, при снятии нажима с педали — зажимается.

Рукоятка 14 распределительного крана переключает золотник, управляющий подачей сжатого воздуха в верхнюю

или нижнюю полость пневмоцилиндров 15 на поворотном столе. Исходная сила на каждом штоке пневмоцилиндра 2440 н (250 кгс), ход каждого штока 25 мм.

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

На рис. 4.44 показана одноопорная поворотная стойка с пневмогидравлическим зажимом заготовок. Стойка состоит из корпуса 1 с установленным в нем шпинделем 3, на конце которого закреплена поворотная планшайба 6 с пазами для крепления сменных наладок. Планшайба 6 вместе со шпинделем поворачивается в цилиндрической выточке корпуса 1. Положение планшайбы после поворота на определенный угол определяется фиксатором Ж, заскакивающим в соответствующее гнездо планшайбы.

После поворота и фиксации планшайбы 6 поворачивают рукоятку 4 с эксцентриковым валиком 5, который перемещает планку с двумя пальцами к планшайбе 6.

На рис. 4.45 показана сменная наладка, применяемая на одноопорной поворотной стойке для обработки радиально расположенных отверстий. Заготовку 1 устанавливают центральным отверстием на цилиндрический палец 6 и отверстием в правом торце — на срезанный палец 8. Опускают прихват 5 и вводят винт 2 в паз прихвата. Вращая рукоятку

4, перемещают втулку 3 по винту вправо. Втулка, нажимая на конец прихвата 5, поворачивает его на оси, и прихват выступом зажимает заготовку. Кондукторные втулки 7 установленные в сменной наладке, направляют режущий инструмент. После обработки детали вращают рукоятку 4 в другую сторону, освобождают прихват 5, поднимают его вверх, снимают обработанную деталь и устанавливают следующую заготовку.

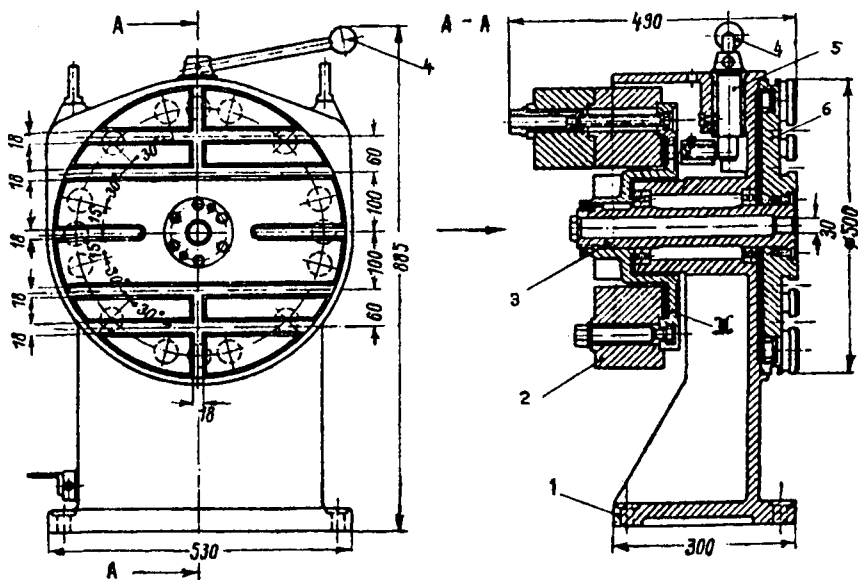


Рис. 4.44 Одноопорная поворотная стойка с пневмогидравлическим зажимом

Автоматизированные кондукторы применяются для обработки отверстий в заготовках небольших деталей в крупносерийном и массовом производствах. Цикл работы такого кондуктора состоит из следующих движений:

1. Подача заготовки из автоматического загрузочного устройства в кондуктор;
2. Автоматический зажим заготовки в кондукторе;
3. Обработка отверстий на станке;

4. Автоматический разжим детали в кондукторе после обработки;
5. Съем обработанной детали из кондуктора.

На станке устанавливают автоматическое загрузочное приспособление для последовательной подачи заготовок в кондуктор.

Автоматизированный кондуктор имеет пневматический или пневмогидравлический привод для автоматизации зажима и разжима.

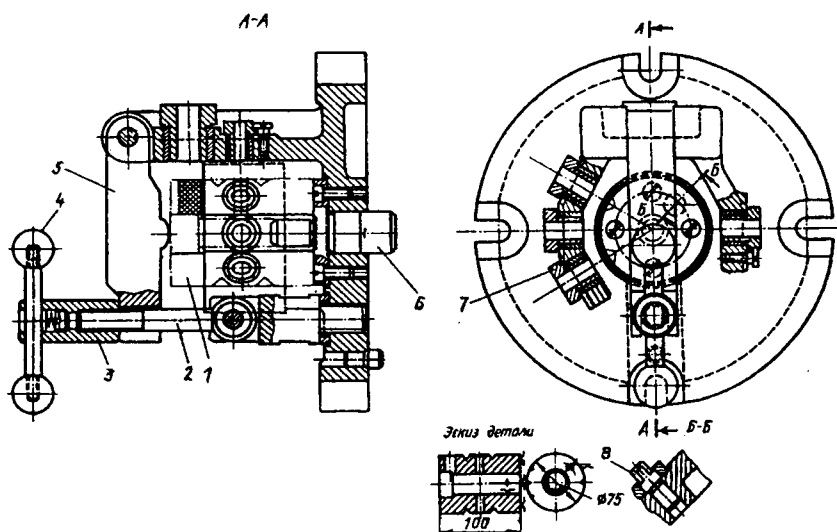


Рис. 4.45 Сменная наладка, применяемая на одноопорной поворотной стойке

На рис. 4.46, а приведен пневматический автоматизированный скальчатый кондуктор. В кондукторе автоматизированы зажим посредством распределительного крана автоматического управления (рис. 4.46, б). Кондуктор состоит из корпуса со встроенным пневмоцилиндром, в котором перемещается поршень 11 со штоком-рейкой 3. Шток-рейка вращает зубчатый валик 4, который в зависимости от направления вращения через зубчатые рейки направляющих

скалок поднимает или опускает эти скалки с закрепленной на них кондукторной плитой 8. Рабочий устанавливает на призму 5 до упора 7 с гайкой 6 обрабатываемую заготовку. Расстояние между торцом упора и осью кондукторной втулки регулируют в зависимости от длины между осью отверстия и торцом обрабатываемой детали.

На валике 13 подачи шпинделя установлен диск 12, на котором закреплен копир 14. При вращении штурвала, сидящего на валике 13, шпиндель со сверлом перемещается к заготовке. В это время диск 12 вместе с копиром 14 перемещает ролик 15 с золотником 18 распределительного крана вправо. Сжатый воздух поступает через штуцер 16 в корпус золотника и направляется золотником через штуцер 20 в полость "А" пневмоцилиндра. При этом поршень 11 со штоком-рейкой 3 перемещается влево и рейка поворачивает валик-колесо 4. Последнее находится в зацеплении с рейками, нарезанными на направляющих скалках 2, и при вращении перемещает скалки с кондукторной плитой

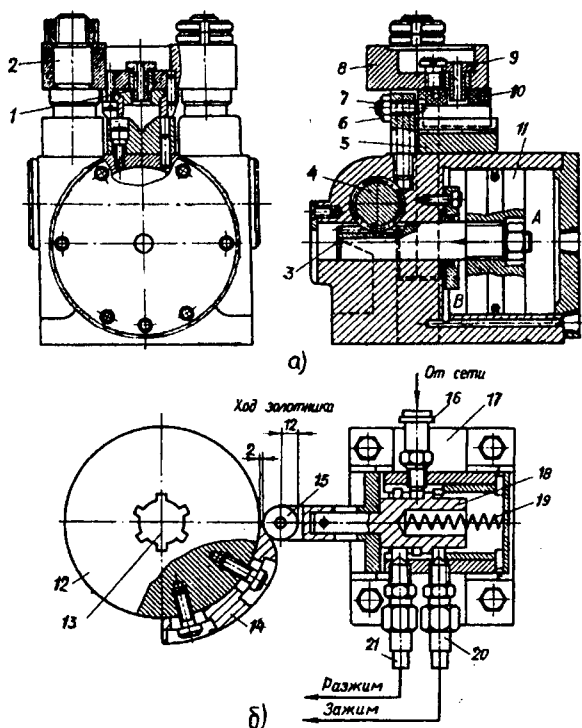


Рис. 4.46 Пневматический автоматизированный скальчатый кондуктор (а) и распределительный кран автоматического управления зажимом и разжимом заготовки

8 и втулкой 9 вниз. Кондукторная плита с сухарями 1, опускаясь, резиновой прокладкой 10 зажимает заготовку. Затем производится обработка отверстия в детали. После обработки отверстия штурвал на валике 13 вращается в другом направлении, шпиндель со сверлом поднимается. Диск 12 с копиром 14 также поворачиваются на валике 13, и копир сходит с ролика 15, золотника 18 под действием пружины 19 возвращается в исходное положение. При этом сжатый воздух из сети через штуцер 21 поступает в левую полость "В" пневмоцилиндра кондуктора, поршень со штоком-рейкой перемещается вправо и, поворачивая ролик — колесо 4, поднимает скалки 2 с кондукторной гайкой 8, и деталь разжимается. Распределительный кран 17 крепится на станине станка.

Многошпиндельные и револьверные сверлильные головки применяют при одновременной обработке (сверлении, зенкерования, развертывании, нарезании резьбы) нескольких отверстий в одной заготовке или для последовательной позиционной обработки отверстий в нескольких заготовках одновременно на агрегатном станке. На каждую позицию круглого стола агрегатного станка закрепляют по приспособлению, в которых устанавливают и зажимают заготовки. Каждая позиция круглого стола агрегатного станка при повороте стола проходит загрузочно-разгрузочную зону, в которой из приспособления обработанную деталь снимают и в него ставят следующую заготовку. В это время на всех рабочих позициях стола станка производится соответствующая обработка отверстий.

Многошпиндельные сверлильные головки подразделяются на специальные и универсальные. Специальные головки применяют при обработке отверстий в заготовках деталей одного типоразмера, поэтому расстояние между осями шпинделей, в таких головках постоянно. Универсальные головки применяют для обработки отверстий в заготовках деталей, различных по форме и размерам; расстояние между осями шпинделей в этих головках можно изменять в соответствии с расположением отверстий в деталях.

Универсальные и специальные многошпиндельные головки могут иметь шестеренчатый или кривошипно-шатунный привод. Многошпиндельные головки применяют в крупносерийном и массовом производствах, а универсальные головки — в среднесерийном производстве. Для обработки отверстий различными режущими инструментами в серийном производстве следует применять насадные револьверные головки.

Головки с шестеренчатым приводом состоят из следующих элементов: корпуса; центрального вала с ведущей шестерней; промежуточных валиков с паразитными шестернями, рабочих шпинделей с ведомыми шестернями и державками для закрепления режущих инструментов.

Многошпиндельную сверильную головку центрируют по буртику фланца гильзы шпинделя вертикально-сверильного или агрегатного станка и закрепляют на фланце шпильками и гайками.

Ведущий валик многошпиндельной головки соединяют со шпинделем станка, от которого он вращается. В зависимости от расстояний между осями обрабатываемых отверстий головки изготовляют с одно- или двухъярусным расположением паразитных зубчатых колес. Эти колеса передают вращение с ведущего на ведомые зубчатые колеса, установленные на рабочих шпинделях, и обеспечивают их вращение по часовой стрелке.

При обработке отверстий с близко расположенными осями применяют головки с двухъярусным расположением паразитных шестерен, устанавливаемых на рабочих шпинделях. В одноярусных головках паразитные шестерни устанавливают на промежуточные валики, они находятся в одной плоскости с ведомыми шестернями рабочих шпинделей головки. Зубчатые колеса обычно устанавливают между опорами шпинделей.

На рис. 4.47 показана специальная четырехшпиндельная головка с одноярусным расположением шестерен для одновременного сверления четырех отверстий, расположенных на детали по окружности диаметром 124 мм. Головка установлена и закреплена на фланце гильзы шпинделя станка. Шпиндель станка вращает ведущий валик 2 с зубчатым колесом 4, которое через зубчатые колеса 3 передает вращение

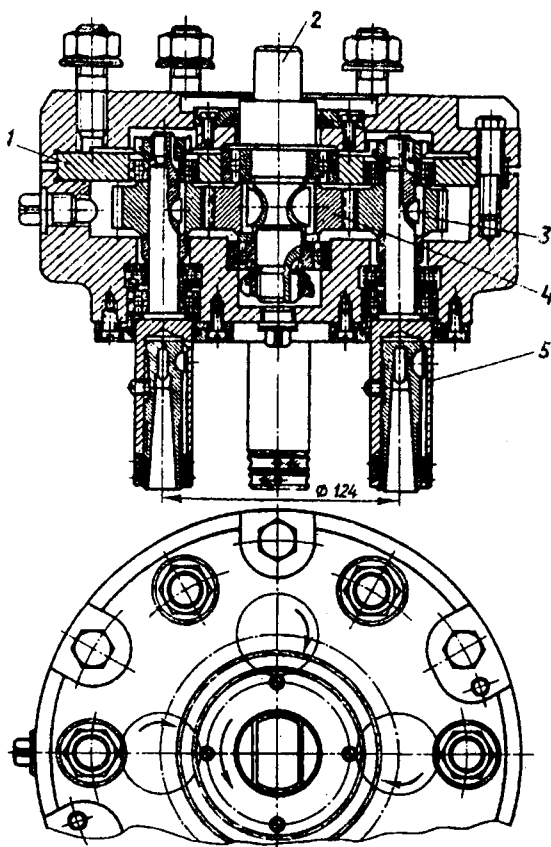


Рис. 4.47 Специальная сверлильная четырехшпиндельная головка

одновременно четырем рабочим шпинделям 5. Ведущий валик и рабочие шпиндели с зубчатыми колесами установлены на двух шарикоподшипниковых опорах. Зубчатые колеса на ведущем валике и рабочих шпинделях установлены по посадке с натягом и удерживаются от проворота шпонками. Для удобства сборки в головке имеется промежуточный диск 1, в отверстиях которого установлены шарикоподшипниковые опоры шпинделей. Диск является центрирующей

деталью при соединении нижней и верхней частей корпуса головки. В головке нет паразитных шестерен, поэтому рабочие шпиндели имеют правое вращение только при левом вращении шпинделя станка.

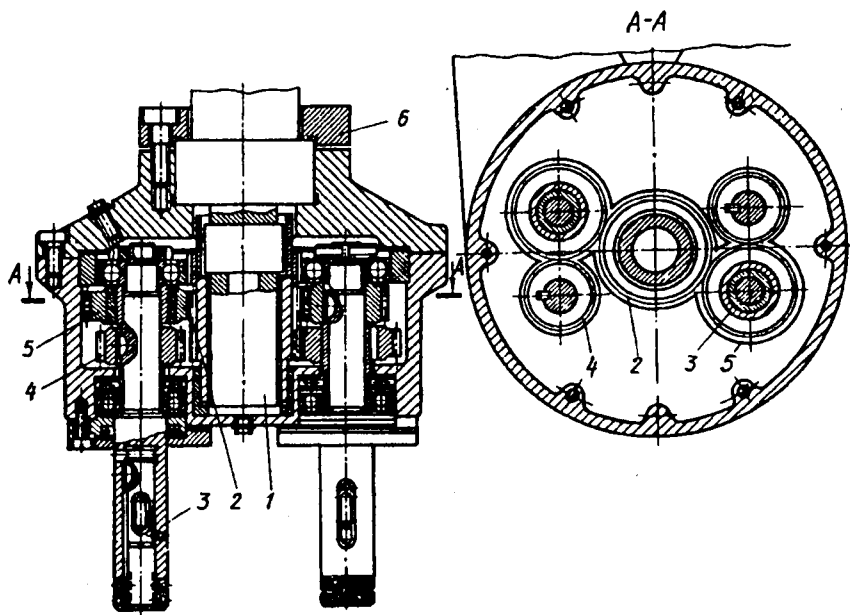


Рис. 4.48 Специальная сверлильная четырехшпиндельная головка

На рис. 4.48 показана специальная сверлильная четырехшпиндельная головка для сверления четырех отверстий, расположенных по окружности небольшого диаметра. Поэтому выбирают головку с двухъярусным расположением шестерен для одновременной обработки четырех отверстий. В головке установлены четыре паразитных зубчатых колеса 5 на четырех рабочих шпинделях 3 в два ряда: два в верхнем и два в нижнем.

На центральном ведущем валу 1 сидит длинное ведущее зубчатое колесо 2, которое находится в зацеплении с четырьмя паразитными зубчатыми колесами 5 и вращает их. В свою очередь паразитные зубчатые колеса 5 через зубчатые колеса 4 передают вращение четырем рабочим шпинделям 3

сверлильной головки. Рабочие шпиндели установлены на шариковых подшипниках. Осевые силы воспринимаются радиально-упорными подшипниками. В рабочих шпинделях установлены оправки с конусными гнездами для закрепления режущего инструмента. Сверлильную головку центрируют и крепят на конце гильзы шпинделя двумя полукольцами 6.

Многошпиндельные сверлильные головки с внутренним зацеплением зубчатых колес применяются для обработки отверстий, расположенных по окружности малого диаметра. В этом случае применить многошпиндельную головку с наружным зацеплением нельзя, так как ее шпиндели должны находиться на близком расстоянии между собой, и поэтому установить на них паразитные зубчатые колеса невозможно.

На рис. 4.49 показана специальная сверлильная четырехшпиндельная сверлильная головка с внутренним зацеплением колес. Центральный валик головки изготовлен заодно с ведущим зубчатым колесом 3 с внутренними зубьями. Ведущее колесо на-

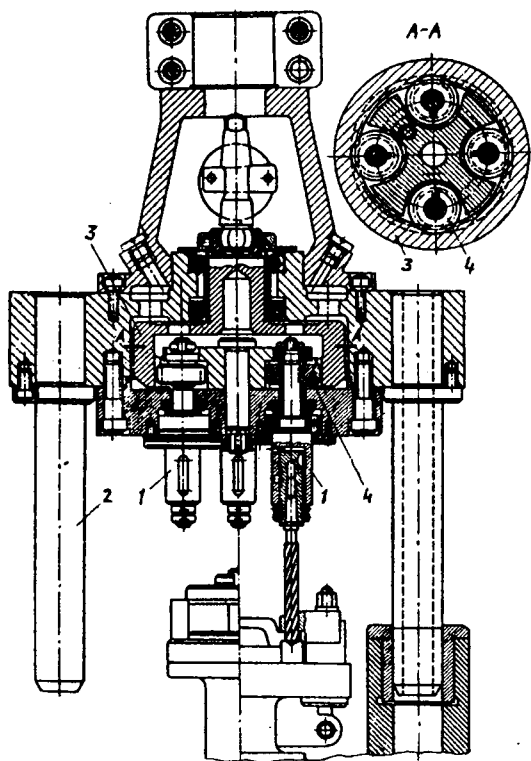


Рис. 4.49

Специальная сверлильная четырехшпиндельная головка с внутренним зацеплением зубчатых колес

ходится в зацеплении с четырьмя ведомыми колесами 4, установленными на рабочих шпинделях 1. Масло для смазки подшипников и зубчатых колес подается через отверстие в корпусе головки. Сверлильная головка имеет две направляющие скалки 2 для центрирования головки с кондукторной плитой.

Многошпиндельные сверлильные головки, несущие режущие инструменты объединены с кондукторными плитами и приспособлениями для установки и закрепления заготовок. Это необходимо для точного совпадения осей рабочих шпинделей головки с осями кондукторных втулок и отверстий в обрабатываемой заготовке.

Кондукторную плиту можно изготовить заодно с корпусом приспособления или отдельно от него, т.е. подвесной. На рис. 4.50 показана подвесная кондукторная плита 8, изготовленная отдельно от корпуса 1 приспособления (для упрощения чертежа показана обработка только одного отверстия).

Многошпиндельная головка 7 связана с кондукторной плитой 8 двумя скалками 5. Скалки нижними концами жестко закреплены в кондукторной плите гайками 2, а верхними концами они свободно перемещаются

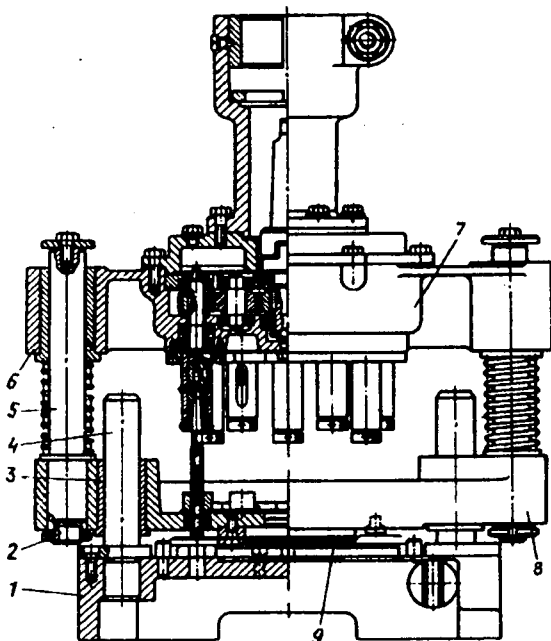


Рис. 4.50

Многошпиндельная сверлильная головка с подвесной кондукторной плитой.

в отверстии 6 втулок, запрессованных в корпусе 7 многошпиндельной головки. С корпусом 1 станочного приспособления многошпиндельная головка 7 и кондукторная плита 8 связана двумя направляющими пальцами 4, которые нижними концами жестко закреплены в корпусе приспособления. Пальцы 4 входят в направляющие втулки 3 подвесной плиты 8 и обеспечивают связь и правильное направление осей кондукторных втулок подвесной плиты относительно осей отверстий детали 9, установленной в приспособлении. Пружины на направляющих скалках 5 при соприкосновении кондукторной подвесной плитой с обрабатываемой заготовкой начинают сжиматься и при дальнейшем опускании головки прижимают плиту к заготовке, и она зажимается.

В станочных приспособлениях с подвесными плитами удобно устанавливать заготовки и снимать обработанные детали.

В универсальных и револьверных многошпиндельных головках положение рабочих шпинделей относительно оси головки можно изменять, поэтому одной головкой можно обрабатывать различное число отверстий, расположенных на разных диаметрах окружностей деталей.

Имеется два типа универсальных сверлильных головок с приводом от зубчатых колес. К первому типу относятся головки колокольного типа, в которых держатели шпинделей и шарнирно-телескопические приводные валики могут перемещаться по окружности головки и сдвигаться или раздвигаться по радиусам относительно оси головки в зависимости от расположения обрабатываемых отверстий на деталях. Ко второму типу относятся головки с поворотно-передвижными кронштейнами, в которых размещены рабочие шпиндели головки. Конструкция головок второго типа более совершенна и поэтому они применяются больше, чем головки первого типа.

На рис. 4.51 показана универсальная восьмишпиндельная сверлильная головка колокольного типа, которую устанавливают и закрепляют на фланце 5 хомута 3. Хомут со сверлильной головкой закрепляют на гильзе шпинделя станка. На нижнем торце колокола 2 головки имеется два кольцевых пазов 6, в которых установлены болты 9 для крепления кронштейнов 10, несущие рабочие шпиндели 11. Шпиндель станка вращает центральный валик 4 с ведущим зубчатым колесом 6. Ведущее колесо через зубчатые колеса 7 и шарнирно-телескопические валики 1 передает вращение держателям шпинделей 11. Рабочие шпиндели устанавливают в требуемое положение для обработки отверстий в различных деталях путем перемещения кронштейнов с их держателями как в радиальном направлении, так и по окружности пазов 8 колокола 2 до момента ввода режущих инструментов, установленных в шпинделях 11, в кондукторные

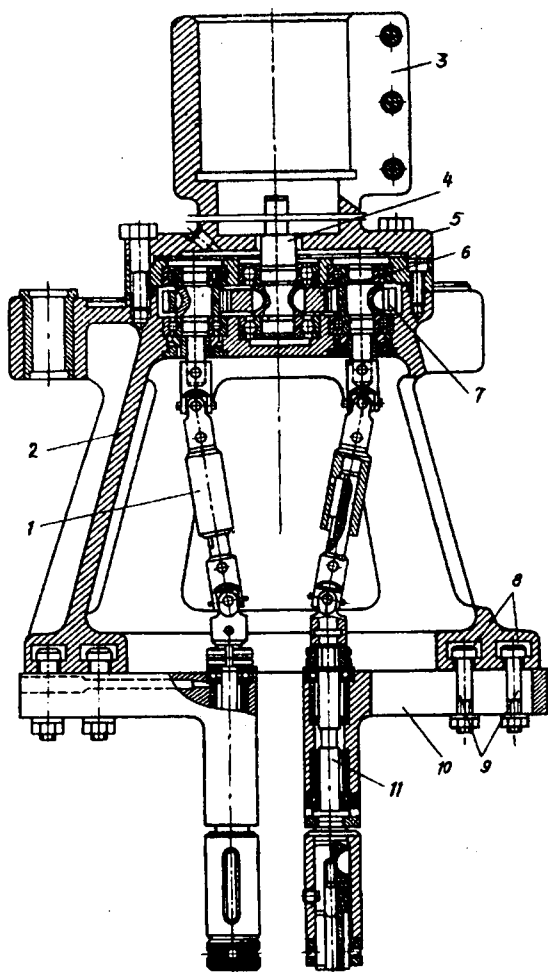


Рис. 4.51 Универсальная восьмишпиндельная сверлильная головка

втулки плиты приспособления. В требуемом положении рабочие шпиндели с кронштейнами закрепляются в пазах 8 болтами 9 с гайками.

Сверление отверстий в заготовках различных деталей производится в кондукторах, закрепленных на столе вертикально-сверлильного станка. Диаметр окружности, по которой могут быть размещены отверстия, 60-180 мм; максимальный диаметр сверления 12 мм.

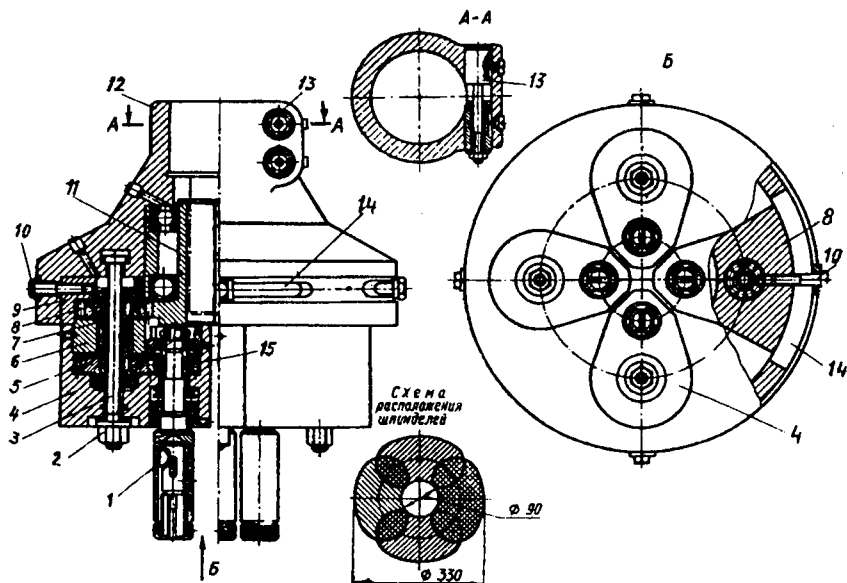


Рис. 4.52 Универсальная четырехшпиндельная сверлильная головка со схемой расположения шпинделей по заданным координатам

Для обработки отверстий в заготовках различных деталях на вертикально-сверлильных станках применяют четырех- и шестишпиндельные головки с поворотно-передвижным кронштейном. На рис. 4.52 показана типовая универсальная четырехшпиндельная сверлильная головка с поворотно-передвижными кронштейнами. Сверлильную головку центральным базовым отверстием в силуминовом корпусе 12

устанавливают на гильзу шпинделя станка и закрепляют двумя винтами 13. Шпиндель станка вращает установленное на шпонке на его конце ведущее зубчатое колесо 11, которое через промежуточные зубчатые колеса 8 и 5 передает вращение четырем рабочим колесам 15, сидящим на рабочих шпинделях 1. В цилиндрическом пазу корпуса 12 установлены четыре сектора 9 с отверстиями, в которых расположены шарикоподшипники, сидящие на верхних концах пустотелых валиков 7.

В четырех поворотных кронштейнах 4 находятся шарикоподшипники для нижних концов пустотелых валиков 6, промежуточная втулка и рабочий шпиндель 1 головки. Ослабив гайку 2 на валике 7, кронштейн 4 с рабочим шпинделем 1 можно повернуть вокруг оси болта 3 на 360° . В требуемом положении каждый рабочий шпиндель крепится болтом 3 при завинчивании гайки 2 и винта 10. Болт 3 с гайкой 2 прижимает кронштейн 4 и сектор 9 к горизонтальной плоскости корпуса 12, а винт 10 — сектор 9 к цилиндрической поверхности корпуса. При ослаблении винта 10 сектор 9 с кронштейном 4 и рабочим шпинделем 1 можно повернуть на определенный угол относительно оси головки. При повороте сектора 9 винт 10 перемещается в пазах 14 корпуса головки.

На рис. 4.52 внизу дана схема для проверки расположения шпинделей по заданным координатам, состоящая из четырех заштрихованных участков. Каждый шпиндель 1 может занимать любое положение в пределах своего заштрихованного участка. Данная головка применяется для сверления отверстий, расположенных в детали по окружности или по диагонали на вертикально-сверлильном станке; максимальный диаметр обрабатываемых отверстий 18 мм.

На рис. 4.53, а приведена конструкция шестишпиндельной револьверной головки для последовательной обработки отверстия различными режущими инструментами. В головке устанавливают сменные шпиндели, приводы которых имеют различные передаточные числа. Такая конструкция головки позволяет без остановки и переналадки верти-

кально-сверлильного станка при последовательном повороте шпинделей выполнить различные виды обработки отверстия: сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и цекование торцов.

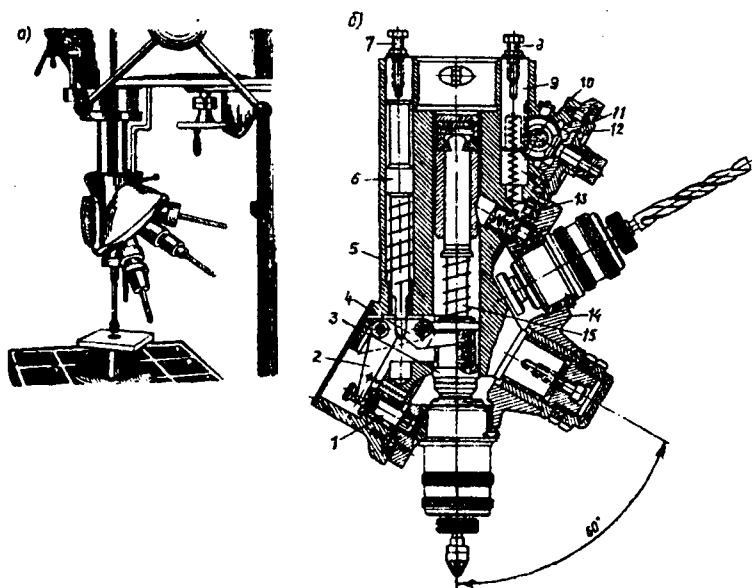


Рис. 4.53 Шестишпиндельная револьверная головка: а — общий вид; б — разрез

Каждый шпиндель головки поворачивается в вертикальное положение для последующей обработки отверстия соответствующим режущим инструментом автоматически без остановки станка и переключения скорости.

Для включения в работу очередного шпинделя с инструментом револьверная головка, закрепленная на пиноли станка, поднимается, регулировочный винт 7 упирается в торец шпиндельной бабки и при дальнейшем подъеме головки он перемещает вниз стержень 6, которой нажимает на рычаг 4. Рычаг, поднимая муфту 3 и соответствующий рабочий шпиндель, перестает вращаться. Затем стержень 6 нажимает на рычаг 2 и поворачивает его на оси. При повороте

рычаг 2 выводит фиксатор 1 из втулки. Во время дальнейшего подъема головки регулируемый болт 8 упирается в торец шпindleйной бабки и перемещает вниз стержень 9 с зубчатой рейкой. При этом рейка на стержне 9 вращает зубчатое колесо 10, которое через пару конических зубчатых колес 11 и храповой механизм в свою очередь вращает зубчатое колесо 12 и находящееся с ним в зацеплении зубчатое колесо 13, которое поворачивает корпус 14 с соответствующим шпинделем в вертикальное рабочее положение.

Шариковый фиксатор (на рис. 4.53, б) предварительно фиксирует поворот головки. При перемещении вниз револьверная головка работает в обратной последовательности и фиксатор 1 под действием пружины фиксирует точное положение очередного шпинделя при повороте головки. Корпус головки не может повернуться в обратную сторону потому, что храповой механизм проскакивает вхолостую. Пружина, установленная на шпинделе 15, включает зубчатую муфту 3, и шпиндель с режущим инструментом начинает вращаться и производит соответствующую обработку отверстия. Максимальный диаметр сверла, устанавливаемого в сменном шпинделе головки, 15 мм. Сменные шпиндели расположены под углом 30° к плоскости разъема корпусов 5 и 14 и под углом 60° к оси вращения поворотного корпуса 14.

Расчет многошпиндельных револьверных головок. При расчете специальных многошпиндельных сверлильных головок необходимо иметь следующие исходные данные:

1. Чертеж обрабатываемой детали с техническими условиями;
2. Технологическую карту с процессом обработки детали, с элементами режимов резания и штучного времени на каждую операцию;
3. Наименование, размеры и материал режущих инструментов, а также форму и размеры их хвостовиков;
4. Паспортные данные станка для которого проектируют головку, и мощность электродвигателя станка;
5. Максимально допустимую осевую силу на шпинделе станка (силу подачи);

6. Величины подач и числа оборотов шпиндели станка;
7. Форму и размеры нижней части шпинделя станка, которые связывают шпиндель с головкой;
8. Вылет шпинделя от направляющих станины станка;
9. Максимальный ход шпинделя станка;
10. Величину вертикального перемещения стола станка;
11. Чертеж приспособления для установки и зажима обрабатываемой заготовки с техническими условиями.

Расчет многошпиндельных сверлильных головок производится в следующей последовательности:

1. Выбирают элементы режимов резания по справочникам для каждого режущего инструмента и корректируют их с паспортными данными станка;
2. Определяют крутящие моменты, мощности и силы подачи для каждого режущего инструмента;
3. Определяют мощности для привода головки;
4. Определяют числа оборотов шпинделя станка;
5. Определяют подачи шпинделя для привода головки;
6. Определяют суммарную силу подачи от всех режущих инструментов;
7. Выбирают кинематическую схему сверлильной головки;
8. Рассчитывают размеры валиков, рабочих шпинделей и зубчатых колес головки;
9. Корректируют зубчатые колеса;
10. Рассчитывают и подбирают подшипники;
11. Подбирают узлы для ведущего и рабочих шпинделей, валов, паразитных зубчатых колес;
12. Окончательно оформляют конструкцию головки.

Примерная схема расчета многошпиндельной сверлильной головки:

1. Выбор элементов режима резания для каждого режущего инструмента головки с учетом их стойкости. По справочнику режимов резания или по формулам теории резания находят величину скорости подачи и скоростей резания. По принятой скорости v резания определяют числа оборотов n

рабочих шпинделей для соответствующего режущего инструмента.

Величина скорости подачи (мм/об):

для сверления и зенкерования

$$S = C_s D^{0,6};$$

для развертывания

$$S = C_s D^{0,7},$$

где C_s — коэффициент, выбирают по справочку; D — диаметр режущего инструмента, мм.

Скорость резания (м/мин) при сверлении диаметром $D=10-60$ мм:

стали с $\sigma_s=75$ кг/мм²

$$v = \frac{7D^{0,4}}{T^{0,2}S^{0,5}};$$

чугуна с HB 190

$$v = \frac{12,2D^{0,25}}{T^{0,125}S^{0,4}}.$$

Скорость резания (м/мин) при зенкеровании с $t=1$ мм и $T=100$ мин:

стали с $\sigma_s=75$ кгс/мм²

$$v = \frac{16,3D^{0,3}}{T^{0,3}S^{0,5}t^{0,2}};$$

чугуна с HB 190

$$v = \frac{96500D^{0,3}}{T^{0,4}S^{0,45}t^{0,15}HB^{1,3}}.$$

Скорость резания (м/мин) при развертывании с $t=0,1$ мм и $T=100$ мин:

чугуна с HB 190

$$v = \frac{15,6D^{0,2}}{T^{0,3}t^{0,1}S^{0,5}};$$

стали с $\sigma_s=75$ кгс/мм²

$$v = \frac{10,5D^{0,3}}{T^{0,4}t^{0,2}S^{0,55}},$$

где D — диаметр режущего инструмента, мм; S — подача, мм/об; t — глубина резания, мм; T — стойкость режущего инструмента, мин.

По принятой скорости v (м/мин) резания определяют числа оборотов n (об/мин) для соответствующего режущего инструмента:

$$n = 1000v / \pi D .$$

2. Определение осевой силы подачи, крутящих моментов и требуемой мощности головки. Для каждого вида режущего инструмента определяют суммарную силу подачи (осевую силу резания) от всех одновременно работающих инструментов по формулам теории резания, или по нормативным справочникам. Далее определяют крутящие моменты и мощность, необходимую для режущих инструментов.

Мощность (кВт), потребляемая сверлильной головкой:

$$N_{г ол} = \frac{R_1 N_1 + R_2 N_2 + R_3 N_3 + \dots + R_n N_n}{\eta_{г ол}} ,$$

где $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ — число одинаковых режущих инструментов, одновременно работающих в головке; $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ — мощность, потребляемая каждым режущим инструментом, кВт; $\eta_{гол}=0,8-0,9$ — к.п.д. сверлильной головки.

Если все шпиндели головки работают одинаковыми режущими инструментами, то суммарная мощность (кВт) головки:

$$N_{г ол} = \frac{RN}{\eta_{г ол}} .$$

Суммарная мощность, потребляемая всеми режущими инструментами головки, одновременно участвующих в работе, не должна превышать приведенной мощности (кВт) сверлильного станка:

$$N_{ст} \geq \frac{N_{г ол}}{\eta_{ст}} ,$$

где $N_{ст}$ — мощность электродвигателя станка, кВт; $\eta_{ст}$ — к.п.д. механизма станка (для сверлильных станков $\eta_{ст}=0,8$).

Если мощность станка меньше мощности головки, то следует выбирать более мощный станок или снизить принятые элементы режимов резания. Если мощность станка значительно больше мощности головки, то необходимо выбрать станок с меньшей мощностью.

3. Определение передаточных чисел. Передаточные числа являются отношением числа оборотов режущего инструмента $n_{инс}$ к числу оборотов шпинделя станка $n_{ст}$ в минуту:

$$i = \frac{n_{инс}}{n_{ст}} = \frac{Z_{вед}}{Z_{раб}},$$

где $n_{инс}$ — число оборотов режущего инструмента в минуту; $n_{ст}$ — число оборотов ведущего шпинделя станка в минуту; $Z_{вед}$ — число зубьев шестерен ведущего шпинделя; $Z_{раб}$ — число зубьев шестерен рабочего шпинделя.

Число оборотов шпинделя станка выбирают в зависимости от вида обработки детали. При работе сверлильной головки с разными режущими инструментами передаточные числа должны быть определены для каждого рабочего шпинделя отдельно.

4. Определение величины скорости подачи шпинделя сверлильного станка осуществляют из условия равенства минутных подач шпинделя станка и режущего инструмента.

$$\begin{aligned} S_{ст, мин} &= S_{инс, мин}, \\ S_{ст, мин} &= S_{ст, об} n_{ст} = S_{инс, об} n_{инс}, \\ S_{инс, об} &= S_{ст, об} n_{ст} / n_{инс}, \\ S_{ст, об} &= S_{инс, об} n_{инс} / n_{ст}, \end{aligned}$$

где $S_{ст, мин}$ — минутная подача станка, мм/мин; $S_{инс, мин}$ — минутная подача инструмента, мм/мин; $S_{ст, об}$ — подача станка, мм/об; $S_{инс, об}$ — подача инструмента, мм/об.

Найденное значение подачи $S_{ст, об}$ должно совпадать с одной из подач, имеющихся на принятом станке, или быть немного больше нее. Если выполнить это требование невозможно, то следует выбрать другое число оборотов станка или найти другое передаточное отношение i . При обработке отверстий головкой с разными режущими инструментами

скорость подачи необходимо принимать по лимитирующему режущему инструменту.

5. Определение суммарного усилия подачи головки. Суммарная осевая сила подачи равна сумме сил подач от всех одновременно работающих режущих инструментов. Суммарная осевая сила не должна превышать максимальную силу подачи, допускаемую сверлильным станком.

$$P_{\text{гол. сум}} = R_1 P_1 + R_2 P_2 + \dots + R_n P_n \leq P_{\text{ст max}},$$

где $P_1, P_2, \dots, P_n$ — осевые силы, действующие на инструмент.

Если это требование на выбранном станке невыполнимо, следует выбрать другой станок или изменить элементы режимов резания.

6. Выбор кинематической схемы многошпиндельной головки.

При выборе кинематической схемы многошпиндельной головки необходимо выполнять следующие требования:

1. Показать на схеме расположение осей рабочих шпинделей головки, которые должны совмещаться с осями отверстий в детали;
2. Определить координаты расположения рабочих шпинделей головки по соответствующим формулам справочника и силу подачи для каждого режущего инструмента, а также координаты расположения оси ведущего шпинделя;
3. Размещать ось ведущего шпинделя в центре давления головки, т.е. в точке приложения равнодействующей сил подачи режущих инструментов;
4. Не рекомендуется передавать вращение на рабочие шпиндели через зубчатые колеса других шпинделей;
5. Применять в головке минимальное количество паразитных зубчатых колес, для чего следует производить вращение от одного паразитного зубчатого колеса нескольких рабочих шпинделей;
6. Должно быть нечетным число паразитных промежуточных валов, так как при определении направления

вращения рабочих шпинделей необходимо, чтобы все они имели правое вращение;

7. Размещать паразитные зубчатые колеса вокруг ведущего шпинделя по возможности равномерно, так как при этом уменьшается радиальная нагрузка подшипника ведущего шпинделя;
8. Желательно размещать все зубчатые колеса головки в одной плоскости; при небольшом расстоянии между осями рабочих шпинделей — в двух и более плоскостях;
9. Начинать разработку кинематической схемы головки с определения диаметров делительных окружностей и модулей зубчатых колес для рабочих и ведущего шпинделей;
10. Учитывать при выборе зубчатых колес, что:
 - а) минимально допускаемое число зубьев некоррегированных зубчатых колес $Z_{\min}=16$;
 - б) применяемые модули должны соответствовать стандартному ряду: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5;
 - в) ширина венца зубчатого колеса $b=(6-10)m$;
 - г) наибольшие передаточные числа на замедление $i=4-5$ и на ускорение $i=2-2,5$; желательно применять передачи на замедление;
 - д) наибольшие допускаемые скорости для прямозубых зубчатых колес 7-й степени точности 10-12 м/сек и для 8-й — 5-6 м/сек.
11. Провести коррегирование зацепляющихся зубчатых колес при увеличении или уменьшении межцентрового расстояния между осями колес против теоретического.
7. Расчет шпинделей зубчатых колес, валиков головки. Центральный валик головки является наиболее нагруженным. При выборе модуля зацепления для всех зубчатых колес головки принимают нагрузку, действующую на зуб колеса, установленного на центральном ведущем валике.
Диаметр (см) ведущего валика (центрального шпинделя) определяют по величине крутящего момента, переда-

ваемого одновременно всеми работающими режущими инструментами:

$$d = \sqrt{\frac{16M_{кр}}{\pi[\tau]}},$$

где d — диаметр центрального шпинделя головки, см; — допускаемое напряжение кручения, н/м² (кгс/см²); $M_{кр}$ — крутящий момент, н·м (кгс·см).

$$M_{кр} = 97400 \frac{N}{n} = 71620 \frac{N}{n},$$

где N — мощность электродвигателя станка, кВт; n — максимальное число оборотов шпинделя станка, об/мин.

Диаметр D направляющей (хвостовой) части рабочих шпинделей определяют в зависимости от диаметра режущего инструмента по таблицам или выбирают по отверстию подшипника на шпинделе. Модуль ведомой шестерни на рабочем шпинделе следует также выбирать в зависимости от диаметра режущего инструмента по таблице.

Ширину зубчатых колес головки принимают равной 10 модулям. Зубчатые колеса с числом зубьев 13-15 изготавливают с укороченным зубом. Диаметры валиков для паразитных зубчатых колес выбирают равным диаметру D рабочих шпинделей головки.

Подшипники выбирают по диаметральным размерам валов, на которые их насаживают. Затем выбранные подшипники проверяют по коэффициенту работоспособности "С" и сроку работы, т.е. на долговечность h в часах. Для многошпиндельных головок срок работы подшипников h 2,5-3,5 тыс. часов основного времени.

8. Проверочный расчет на прочность. Этот расчет выполняют для деталей сильно нагруженных: зубчатых колес, некоторых валов, подшипников.

При расчете зубчатых колес прочность зубьев колес следует проверить по величине контактных напряжений, действующих в поверхностном слое зубьев, и напряжений изгиба у основания зубьев, которые должны быть меньше

допускаемых. Эту проверку можно выполнить косвенным путем, вычислив по допускаемым напряжениям и заданным условиям работы величину модулем и сравнив ее с принятым расчетным модулем.

При проверке можно использовать следующие формулы:

из условия усталости поверхностного слоя материала профиля зубьев, модуль (мм):

$$m_{\text{пов}} = \sqrt[3]{\frac{i+1}{i\psi} \cdot \left(\frac{180000}{z[\sigma]_k} \right)^2 \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K_k}{K}};$$

из условия прочности зуба на изгиб модуль (мм):

$$m_{\text{и}} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{455}{z\psi y[\sigma]_{\text{и}}} \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K_{\text{и}}}{K}},$$

где Z — число зубьев колеса; i — передаточное отношение (отношение числа зубьев большего колеса к числу зубьев меньшего колеса); $\psi=8-12$ — отношение ширины колеса (длины зуба колеса) к модулю; $[\sigma]_k=830$ (85) — допускаемое напряжение смятия (контактные напряжения), Мн/м² (кгс/мм²); $[\sigma]_{\text{и}}=196$ (20) — допускаемое напряжение изгиба, Мн/м² (кгс/мм²); K_k и $K_{\text{и}}$ — коэффициенты долговечности по контактным напряжениям и напряжениям изгиба; при постоянной или мало меняющейся нагрузке на зубчатые колеса они могут быть приняты равными единице (кроме закаленных колес); y — коэффициент формы зуба принимают по справочнику: $y=0,108$ для $Z=25$; $y=0,114$ для $Z=30$; $y=0,126$ для $Z=43$ и т.д.; K_v — коэффициент скорости определяется по формуле Барта: $K_v=6/(v+6)$, v — окружная скорость зубчатого колеса.

Используя полученные ранее при расчете данные и материалы из таблиц, определяют модули $m_{\text{пов}}$ и $m_{\text{и}}$ для зубчатой пары: колеса, сидящего на рабочем шпинделе головки, и паразитного колеса. При этом, если ранее принятый модуль зубчатой пары больше модулей $m_{\text{пов}}$ и $m_{\text{и}}$, то, следовательно, он удовлетворяет заданным условиям и по контактными напряжениям и по напряжениям изгиба.

9. Расчет валов головки. Валы для зубчатых колес рассчитывают на прочность и жесткость из условия нормальной работы зубчатых колес и подшипников, являющихся их опорами. При расчете на жесткость диаметральные размеры валов получаются больше, чем при расчете на прочность, поэтому в основном валы работают при малых напряжениях. Валы на прочность рассчитывают по формуле

$$R_b \geq \sqrt{\frac{M_n^2 + 0,45M_{кр}^2}{W}},$$

где R_b — допускаемое напряжение материала вала, н/м² (кгс/мм²); M_n — изгибающий момент в опасном сечении вала, н·м (кгс·мм); $M_{кр}$ — крутящий момент в опасном сечении вала, н·м (кгс·мм); W — момент сопротивления в опасном сечении вала, мм³; для круглого сплошного сечения валом $W=0,1d^3$, мм³ (d — диаметр вала, мм).

Под действием внешних сил валы подвергаются упругим деформациям на изгиб и кручение. При расчете вала на жесткость определяют угол наклона в расчетном сечении

$$\theta = \frac{Q\ell^2 K_\theta}{10^6 d^4}$$

и прогиб в опасном сечении

$$y = \frac{Q\ell^3 K_y}{10^6 d^4},$$

где Q — сила, действующая на вал, н (кгс); ℓ — расстояние между опорами вала, мм; d — диаметр вала, см; K_θ , K_y — коэффициенты (выбирают по справочникам).

Расчетные величины угла наклона и прогиба не должны быть больше допускаемых. Максимальный допустимый прогиб вала можно принимать равным 0,0001-0,0005 длины между опорами, или 0,01-0,03 модуля зубчатых колес, а наибольшие углы наклона вала в его опорах принимать примерно 0,001 рад.

10. Расчет подшипников качения. Долговечность, нагрузка и число оборотов в минуту шариковых и роликовых

подшипников (упорных и радиальных) для валов головки связаны формулой:

$$C = Q(nh)^{0,3},$$

где Q — условная нагрузка подшипника, н (кгс); n — число оборотов подшипника с валом в минуту; h — долговечность работы подшипника; C — коэффициент работоспособности, зависящий от его конструкции, размера и материала подшипника (указан в каталогах на подшипники).

При расчете подшипников определяют одну из входящих в формулу величин, задавшись двумя остальными. В справочниках приводятся номограммы для выбора необходимых величин, определяющих коэффициент работоспособности подшипника.

Изменяя режим работы (обработки) отверстий в детали, необходимо учитывать, что долговечность подшипника при увеличении нагрузки резко снижается (например, при увеличении нагрузки в 2 раза долговечность подшипника уменьшается в 8-10 раз). Для многошпиндельных головок долговечность подшипников принимают 2500-4500 ч.

Рабочие шпиндели изготавливают из сталей 45 и 40Х, зубчатые колеса — из сталей 20Х и 40Х, корпуса головок — из серого чугуна СЧ 12 или из алюминиевого сплава АЛ9.

Компоновка производится в соответствии с принятой кинематической схемой и рассчитанными размерами основных деталей головки. Размеры и форма всех остальных деталей, входящих в головку, принимают по конструктивным соображениям, но с учетом стандартов.

Вспомогательные инструменты для сверлильных станков включают:

1. Переходные втулки для закрепления режущих инструментов;
2. Быстросменные патроны шариковые, кулачковые для закрепления режущих инструментов;
3. Самоустанавливающиеся и предохранительные патроны для закрепления метчиков;
4. Самоустанавливающиеся патроны для закрепления метчиков и разверток.

Многие виды вспомогательного инструмента нормализованы.

Конические отверстия шпинделей сверлильных станков в зависимости от их размера изготавливают с конусом Морзе с номером 1-5. Шпиндель сверлильного станка имеет коническое отверстие, соответствующее одному номеру конуса Морзе.

При обработке отверстий режущий инструмент необходимо вставлять в коническое отверстие шпинделя с определенным номером конуса Морзе с хвостовиками, имеющими меньший номер конуса Морзе. В таких случаях переходные втулки внутренним конусным отверстием надевают на конусный хвостовик режущего инструмента, а наружной конусной поверхностью переходную втулку с режущим инструментом вставляют в коническое отверстие шпинделя станка. Следовательно, переходные втулки служат для крепления режущего инструмента в конусном отверстии шпинделя станка.

Наружный конус переходной втулки соответствует конусу Морзе отверстия шпинделя, а внутренний — конусу Морзе хвостовика режущего инструмента.

Для уменьшения вспомогательного времени на смену различных режущих инструментов, применяемых при последовательной обработке одного отверстия используют быстросменные патроны (рис. 4.54), допускающие смену режущего инструмента при вращении шпинделя.

Хвостовик корпуса патрона закрепляют в коническом отверстии шпинделя станка. В отверстие корпуса 1 патрона вставляют сменную втулку 7 с режущим инструментом. На наружной поверхности втулки имеется два углубления 8, а в корпусе патрона — отверстия, в которых установлены два шарика 5. В случае смены режущего инструмента рабочий одной рукой берется за кольцо 4 и поднимает его до упора в пружинное кольцо 2. При этом шарики 5 выдавливаются втулкой 7 из ее углублений и размещаются в отверстиях корпуса 1. Вставив в отверстие корпуса 1 втулку 7 с другим режущим инструментом, опускают кольцо 4, которое нажи-

мает на шарики 5 и вводит их в углубления 8 втулки. Кольцо 4 опускается до упора в стопорное кольцо 6. Шпиндель станка через конусный хвостовик корпуса 1 патрона и два шарика 5 передает вращение сменной втулке 7 с режущим инструментом.

На рис. 4.54, а показан быстросменный патрон с незажатой, а на рис. 4.54, б с зажатой переходной втулкой 7. При сверлении отверстий с горизонтальной осью кольцо 7 фиксируется на корпусе 1 шариком 3 с пружиной.

Перед началом обработки отверстия различные режущие инструменты закрепляют в соответствующих сменных втулках. Шариковые быстросменные патроны применяют для обработки отверстий небольшого диаметра; для обработки отверстий большого диаметра быстросменные двухкулачковые патроны.

Выбор конструкции патрона для крепления метчиков зависит от способа нарезания резьбы метчиком и от вида отверстия: сквозное или глухое. Применяют два способа нарезания резьбы метчиком:

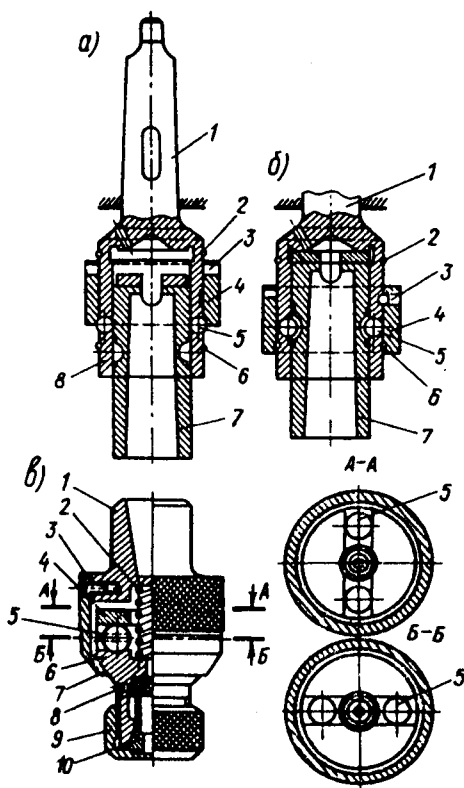


Рис. 4.54

Быстросменный патрон для сверлильного станка с незажатой (а) и зажатой переходной втулкой (б); в — плавающий самоцентрирующий патрон для крепления метчиков

1. Способ самозатягивания метчика без принудительной подачи;
2. Копирный способ с принудительной подачей метчика.

Наибольшее применение имеет первый способ нарезания резьбы метчиком.

При нарезании резьбы в глухих отверстиях и в других случаях, когда возможна перегрузка и поломка метчика, применяют предохранительные патроны, предупреждающие поломку метчиков при перегрузке. Эти патроны позволяют регулировать величину передаваемого ими крутящего момента и автоматически прекращают вращение и осевое перемещение метчика, если момент от сил резания получается больше допустимого крутящего момента.

На вертикально-сверлильных станках, шпиндели которых не имеют реверсивного (обратного) хода, для вывинчивания метчика из отверстия после нарезания резьбы, применяют предохранительные реверсивные патроны с ручной подачей. В конце рабочего хода метчика, когда шпиндель дойдет до упора, вращение патрона с метчиком прекращается. Патрон переключается на обратный ход, шпиндель поднимается вверх и вращается в обратную сторону и метчик быстро вывинчивается из отверстия детали.

Когда ось жестко закрепленного метчика трудно совместить с осью нарезаемого отверстия, метчики закрепляются в плавающих самоцентрирующих патронах, в которых метчик может качаться около вертикальной оси.

На рис. 4.54, б показан плавающий самоцентрирующий патрон для крепления метчиков. Хвостовик 1 патрона скреплен с кожухом 3 винтами. Внутри кожуха на его конической поверхности установлена плавающая оправка 6 с двумя перпендикулярными пазами на верхнем торце. В каждом из этих пазов находится по два шарика 5. Сверху на шарики опирается диск 4, также имеющий два паза.

В нижнем конце оправки 6 имеется коническое отверстие, в которое вставляют цангу 10, а в цангу вставляют метчик. При завинчивании гайки 9 цанги 10, перемещаясь вверх по конической поверхности оправки, зажимает мет-

чик. Штифт 8 предохраняет цангу от проворачивания в оправке. Внутри кожуха 3 установлена пружина 2, опирающаяся одним концом на торец хвостовика 1, а вторым — на торец оправки 6. При нарезании резьбы метчиком оправка 6 с шариками 5 и кольцом 4 перемещается вверх до тех пор, пока верхняя плоскость кольца не нажмет на нижнюю плоскость хвостовика 1, вследствие чего на этих поверхностях появятся силы трения. В это же время между коническими поверхностями 7 кожуха 3 и оправки 6 возникает зазор, который позволяет венчику колебаться вокруг вертикальной оси и совместить ось метчика с осью нарезаемого отверстия.

Шпиндель станка через хвостовик 1, кольцо 4, шарики 5, оправку 6 и цангу 10 передает вращение метчику. Когда патрон не работает, пружина 2 прижимает оправку конусной поверхностью 7 к конусной поверхности кожуха, кольцо отходит от нижней горизонтальной плоскости хвостовика и между ними образуется зазор.

При жестком закреплении разверток конусным хвостовиком в шпинделе станка не обеспечивается получение точных отверстий, так как при этом на отверстия переносятся все неточности работы шпинделя сверлильного станка. Следовательно, для получения отверстия 7-ого качества развертки следует закреплять в самоустанавливающихся патронах. Эти патроны бывают двух типов: качающиеся и плавающие. После закрепления в качающемся патроне развертка может при обработке отверстия отклоняться на небольшой угол относительно вертикальной оси патрона, а в плавающем патроне — перемещаться на небольшую величину параллельно вертикальной оси, поэтому обеспечивается совпадение оси развертки и оси отверстия детали. В патронах обоих типов между отдельными деталями имеются конструктивные зазоры, которые позволяют развертке при обработке отверстия перемещаться параллельно своей вертикальной оси и поворачиваться на небольшой угол относительно этой оси. Вследствие этого между двумя типами самоустанавливающихся патронов нет большого различия.

Для крепления разверток следует применять плавающие патроны, по конструкции схожие с конструкцией плавающих патронов для крепления метчиков.

В таблице 4.3 (см. приложение 3) даны формулы для определения сил зажима заготовок, обрабатываемых на сверлильных станках при различных схемах зажима.

4.3. Приспособления для фрезерных станков

Приспособления для фрезерных станков по виду подачи стола разделяют на приспособления к станкам с прямолинейной, круговой и сложной копирной подачей. По степени совмещения вспомогательного времени с основным эти приспособления подразделяют на две группы:

1. Приспособления, в которых при обработке вспомогательное время совмещается с основным;
2. Приспособления, у которых при обработке это время не совмещается.

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

Основное время, затрачиваемое при обработке на фрезерных станках, в различных типах производства составляет 50-80% штучного времени. Большие резервы для повышения производительности труда на фрезерных станках появляются при замене старых конструкций приспособлений с ручным зажимом новыми приспособлениями с механизированным приводом для зажима и разжима деталей.

Машинные тиски являются универсальным приспособлением, их применяют для обработки заготовок различных по форме и размерам деталей. Тиски имеют постоянные детали — корпус, салазки и механизм зажима — и сменные: губки, которые используют при обработке различных типов размеров деталей. Тиски бывают с одной или с двумя подвижными губками, с плавающими губками. В тисках применяют ручные зажимы: винтовые, эксцентриковые, механизированные, пневматические, гидравлические, пневмогидравлические. В зависимости от направления силы зажима, действующей на подвижную губку, тиски бывают с тянущей или толкающей силой зажима.

На рис. 4.55 показаны универсальные самоцентрирующие тиски с двумя постоянными подвижными губками 1 и сменными губками 2 и 3. При вращении винта 4 с правой резьбой на одном конце и левой на другом, губки 1 тисков

сдвигаются (при зажиме заготовки) или раздвигаются (при разжиме детали). В тисках левая призматическая губка для уменьшения перемещения губок при установке и снятии деталей заменена плоской.

На рис. 4.56 показаны универсальные переналаживаемые поворотные тиски с встроенным диафрагменным пневмоприводом. На

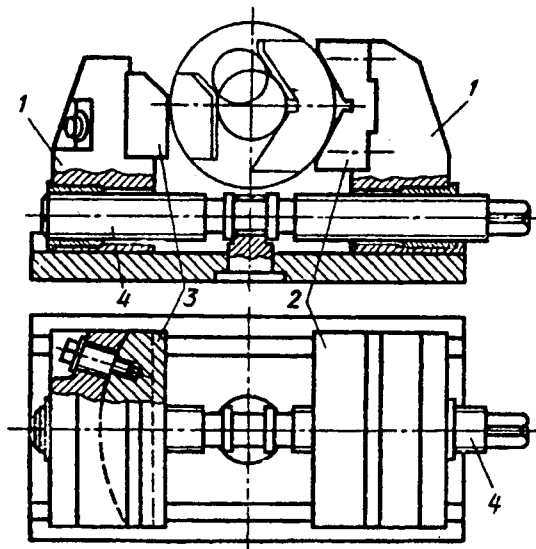


Рис. 4.55 Универсальные самоцентрирующие тиски с двумя постоянными подвижными губками

них можно устанавливать заготовки размером 200x250 мм. Сменные наладки, применяемые для установки различных заготовок, закрепляют на торцовых или верхних поверхностях неподвижной 7 и подвижной 9 губок тисков.

При поступлении сжатого воздуха в нижнюю полость пневмокамеры диафрагма 11 прогибается и перемещает шток 8 вверх. Шток через рычаг 6, упор в гайке 5, винт 4 и втулку 3 перемещает влево рамку 2 с подвижной губкой 9, и обрабатываемая деталь зажимается губками 7 и 9. При разжиме обрабатываемой детали поворотом рукоятки 13 распределительного крана сжатый воздух выпускается из нижней полости пневмокамеры в атмосферу, диафрагма 11 выпрямляется, подвижная губка 9 перемещается вправо под воздействием пружины 12. Подвижная губка при зажиме детали перемещается пневмоприводом влево на 5-6 мм. Подвод и отвод губки 9 на большее расстояние и предвари-

тельный зажим губками заготовки производится вручную винтом 4 с рукояткой 1. Предварительный ручной зажим необходим, потому, что пневматический привод перемещает зажимные устройства недостаточно плавно. Поэтому заготовки с неустойчивыми базовыми поверхностями при зажиме их пневмоприводом могут сместиться и занять неправильное положение, если они предварительно не были зажаты вручную.

Зажим заготовки в тисках регулируется с помощью приставки силой 4900-334800 н (500-3600 кгс) при давлении сжатого воздуха в пневмокамере 0.39 Мн/м^2 (4 кгс/см²). Тиски поворачиваются на плите 10 в горизонтальной плоскости на 360°. Тиски устанавливают на столе фрезерного станка и закрепляют болтами, заведенными в ушки. На рис. 4.57 показаны универсальные поворотные тиски с встроенным пневмоприводом двустороннего действия. В отверстии неподвижного основания 8 тисков встроен пневмоцилиндр 11, с которым винтами соединен полый поворотный корпус 12. К корпусу прикреплен распределительный кран 6 с рукояткой 7 для переключения золотника при поочередном впуске сжатого воздуха в верхнюю или нижнюю полость пневмоцилиндра 11 и выпуска воздуха в атмосферу. На верхней части пово-

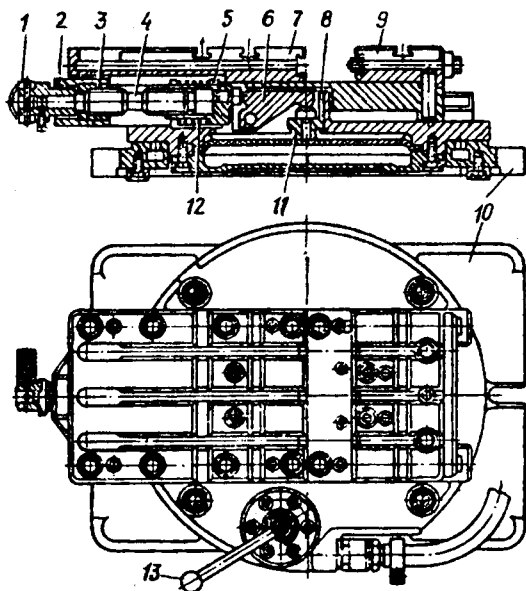


Рис. 4.56 Универсальные переналаживаемые поворотные тиски с встроенным пневмоприводом

ротного корпуса 12 тисков закреплена стальная плита 5. В плите и подвижной губке 1 имеются Т-образные пазы под головки болтов для крепления к тискам специальных сменных наладок. На верхней части плиты 5 закреплена регулируемая губка 3, которую в зависимости от размеров обрабатываемых деталей можно перемещать винтом 4 или переставлять в пазах плиты 5.

При обработке заготовок крупногабаритных деталей губку 5 снимают. Во время зажима заготовки в сменной наладке тисков сжатый воздух поступает в верхнюю полость пневмоцилиндра

11 и перемещает поршень 10 со штоком 9 вниз. При этом длинное плечо рычага 2, находящееся в пазу штока 9, опускается, а короткое плечо перемещает подвижную губку и заготовка зажимается губками 1 и 3. Во время поворота рукоятки 7 золотник крана 6 пропускает сжатый воздух в нижнюю полость пневмоцилиндра 11. Сжатый воздух, нажимая на поршень 10 перемещает его со штоком 9 вверх. При этом длинное плечо рычага 2 поднимается вверх, а короткое плечо отводит губку 1 от центра — деталь разжимается.

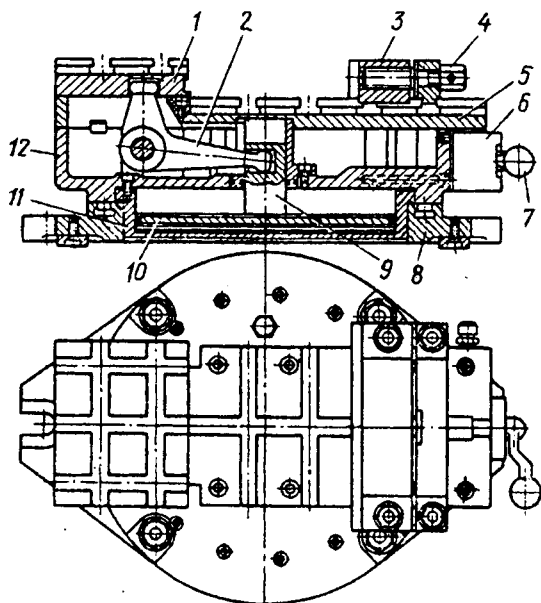


Рис. 4.57 Универсальные поворотные тиски с встроенным пневмоприводом двустороннего действия

Сила зажима в тисках такой конструкции 39200 н (4000 кгс) при давлении сжатого воздуха в пневмоцилиндре 0,39 Мн/м² (4 кгс/см²). Верхняя часть тисков поворачивается на основании 8 в горизонтальной плоскости на 360°.

Машинные тиски с винтовым зажимом (рис. 4.58) получили широкое распространение при обработке заготовок на фрезерных станках. Тиски устроены следующим образом. По направляющим корпуса 1 перемещается прижатая к ним планками 10 подвижная губка 5 с гайкой 7, через которую проходит винт 8. В шпоночном пазу на неподвижной губке корпуса закреплена шпонка 11, предназначенная для фиксации наладочных сменных губок. В подвижной губке 5 выполнен сегментный паз, в котором может быть установлена губка для закрепления заготовок с непараллельными поверхностями. К обеим губкам прикреплены винтами закаленные рифленные накладки 2 и 4. Тиски установлены на градуированной подставке 6, центрируются на ней пальцем 3 и закрепляются болтами 9.

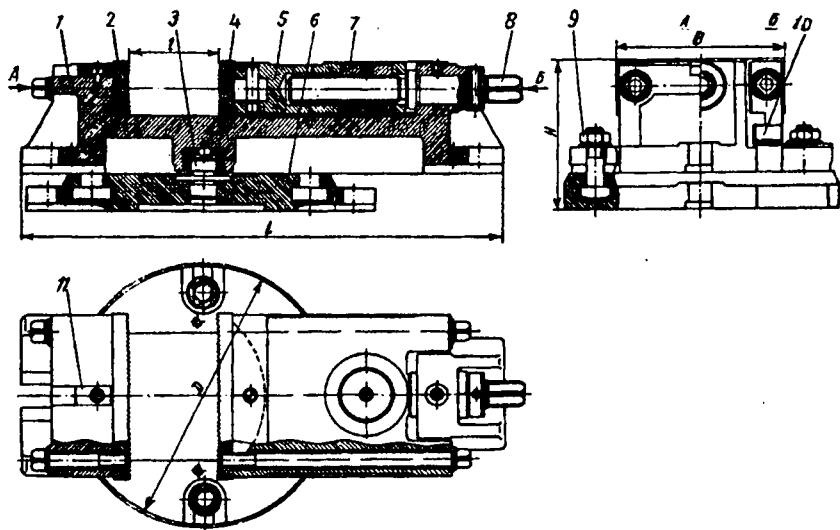


Рис. 4.58 Машинные тиски с ручным винтовым приводом

Размеры тисков ($B \times l \times H \times D$):
 125×65×115×200
 180×125×180×250
 220×180×210×250
 260×250×220×325 мм,

здесь **B** — ширине губок; **l** — наибольшее раскрытие губок; **H** — высота тисков; **D** — диаметр поворотной подставки.

Большое распространение получили эксцентрикые тиски с силой зажима до 35 кН, что в семь-восемь раз больше, чем у обычных тисков и в два-три раза больше, чем у винтовых тисков; при этом на закрепление затрачивается значительно меньше времени. Механизм зажима тисков обеспечивает быстрое передвижение губки на 25 мм и движение с небольшой скоростью на длине 2 мм для окончательного закрепления детали (рис. 4.59).

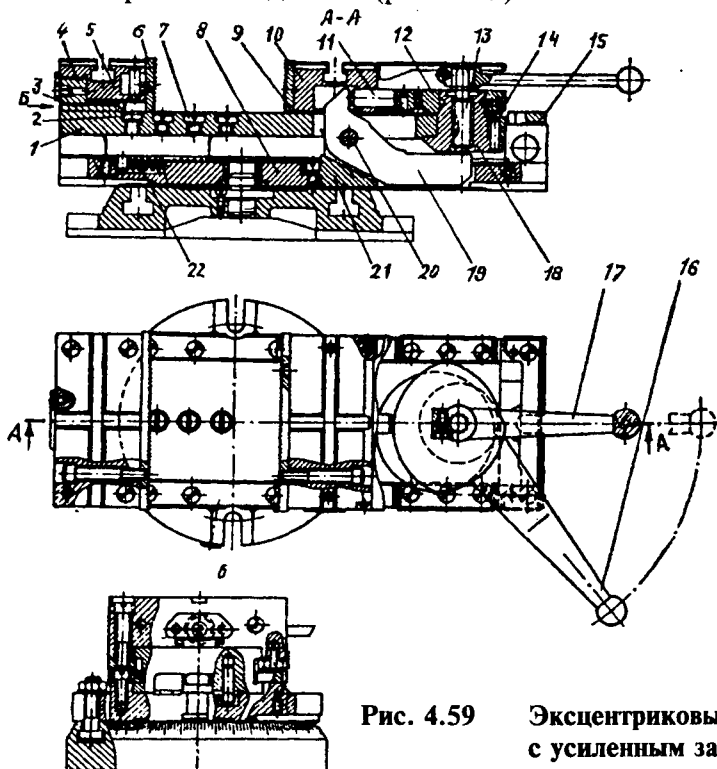


Рис. 4.59 Эксцентрикые тиски с усиленным зажимом

К корпусу 8 тисков прикреплен упор 10 с неподвижной губкой 9. Второй упор 5 с губкой 6, закрепленный на ползуне 1, можно устанавливать на ползуне в различных положениях. Для этой, цели предусмотрен вкладыш 3 с пальцем 2, который вставляется в отверстия ползуна. Упор соединяется с вкладышем при помощи винта 4, служащего для точной установкой упора. Закрепление упора производится пальцем 2 и винтом 4. Для предохранения отверстий (под палец 2 в ползуне) от засорения служат пробки 7.

Механизм для передвижения ползуна и закрепления заготовки состоит из двух эксцентриков и винторычажного узла. Рычаг 19 поворачивается на оси 20, закрепленной во вкладыше 21, который неподвижно соединен с корпусом. Эксцентрики 12, 14 и винт 13 помещены на втулке 18, которая, в свою очередь закреплена в ползуне 1. При вращении рукоятки 16 против часовой стрелки эксцентрик 14, упираясь в планку 15, передвигает ползун 1 влево, отводя губку от заготовки. При вращении рукоятки по часовой стрелке эксцентрик 12, отталкиваясь от штифта 11, который через рычаг 19 упирается в винт 13, передвигает ползун вправо, подводя губку к заготовке. Таким образом, при закреплении эксцентриком упором для ползуна с подвижной губкой служит винт 13. Окончательное закрепление заготовки осуществляют поворотом винта 13 посредством рукоятки 17. Винт, поворачивая разноплечий рычаг 19 через штифт 11, отталкивает эксцентрик, передвигая таким образом ползун. При вращении винта 13 против часовой стрелки пружины 22 отводят ползун с губкой от изделия.

Эксцентриковые тиски с усиленным зажимом выполняются с шириной губок 180 и 200 мм при наибольшем раскрытии губок 125 и 180 мм.

На рис. 4.60 приведены эксцентриковые тиски с двумя подвижными губками. Тиски данного типа имеют быстрый и надежный эксцентриковый зажим и предназначены в основном для обработки заготовок на фрезерных станках.

В отличие от эксцентриковых тисков данные тиски имеют обе подвижные губки.

Расход губок регулируется зубчатой рейкой и держателем эксцентрика. Корпус тисков может устанавливаться на круглый поворотный стол.

Основные размеры тисков.

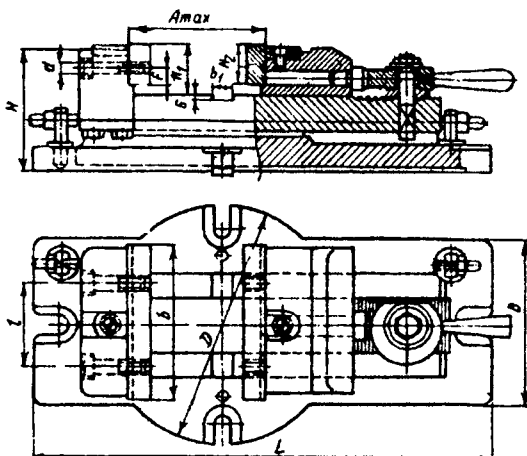


Рис. 4.60 Эксцентриковые тиски с двумя подвижными губками

Таблица 4.4

A	B	D	L	H	H ₁	H ₂	b	l	F	d	b ₁
90	110	160	310	91	35	30	106	74	12	M8	14H7
150	180	250	490	130	50	38	162	110	16	M12	18H7

Универсальные делительные переналаживаемые столы применяются для позиционной обработки одной или нескольких заготовок комплектом фрез на фрезерных станках. Заготовки устанавливаются и закрепляются в сменных наладках, которые размещаются на верхней поворотной части стола.

В основном делительные столы имеют ручной привод, но имеются делительные столы и с механизированным приводом для поворота, фиксации и закрепления подвижной части стола и дня зажима и разжима обрабатываемых деталей.

На рис. 4.61 показан общий вид универсального делительного стола УПГ-4, а на рис. 4.62 — его разрез. Заготовку 3 (рис. 4.61) устанавливают и закрепляют на верхнем поворотном столе 1 или в специальных сменных наладках 2,

расположенных на поворотном столе. На столе 1 устанавливают заготовки, требующие в процессе их обработки поворота стола. Поворот по окружности может быть разделен на 2, 3, 4, 6, 8 или 12 равных частей.

На неподвижном корпусе 1 (рис. 4.62) стола установлена поворотная опора 2, жестко связанная с верхним поворотным столом 4. Внутри поворотного стола и его опоры 2 имеются выемки, образующие пневмокамеру. Диафрагма 7 пневмокамеры зажата по наружным плоскостям между поворотным столом 4 и опорой 2; внутренние плоскости диафрагмы жестко закреплены между двумя стальными дисками 6, установленными на штоке 5.

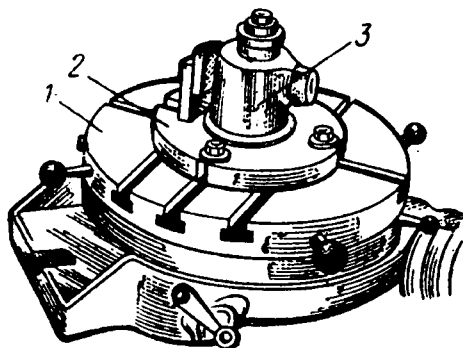


Рис. 4.61 Общий вид универсального стола УПГ-4

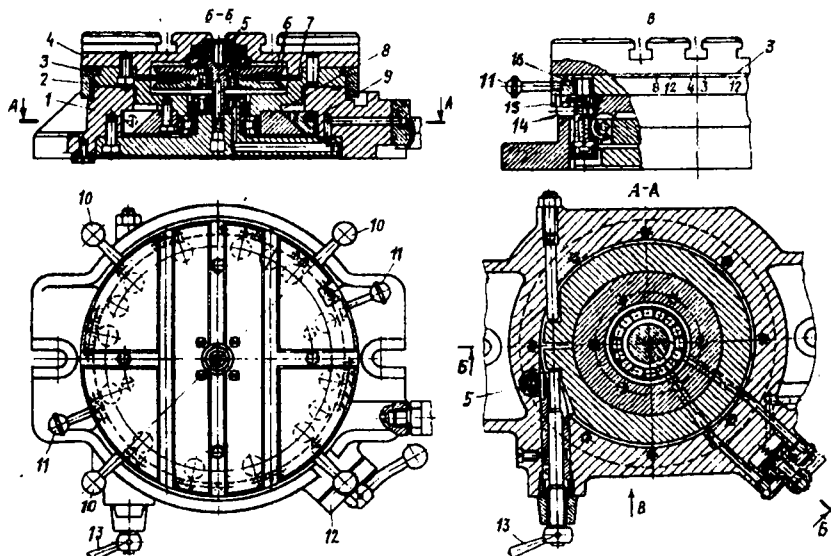


Рис. 4.62 Универсальный делительный стол УПГ-4

Поворачивая рукоятку распределительного крана 12 в соответствующую сторону, производят поочередную подачу сжатого воздуха в верхнюю или нижнюю полость пневмокамеры. При этом диафрагма 7 прогибается вниз или вверх и перемещает в соответствующих направлениях шток 5, который через промежуточные звенья в сменных наладках передвигает зажимные устройства к оси стола при зажиме детали и от оси при разжиме ее. Когда сжатый воздух выпускается из любой полости пневмокамеры через распределительный кран в атмосферу, то диафрагма 7 под действием упругих сил выпрямляется и возвращает шток 5 в исходное положение.

Чтобы повернуть стол на нужный угол, перемещают рукоятку 15 фиксатора в соответствующую сторону. При повороте рукоятки по часовой стрелке фиксатор 15 под действием пружины входит в расположенную в делительном кольце втулку 16 и фиксирует поворот стола 4.

Одновременно с вводом фиксатора 15 во втулку или выводом его из втулки поворотом рукоятки 13 стягивают или освобождают разрезной хомут 9. При стягивании хомут внутренней конической поверхностью нажимая на кольцо 8, соединенное с поворотной опорой 2, прижимает опору с поворотным столом 4 к неподвижному корпусу 1. Во время поворота рукоятки 13 в другую сторону хомут 9 разжимается, фиксатор 15 выводится из втулки 16 и сжимает пружину, а стол 4 освобождается и поворачивается на требуемое деление. Стол с делительным кольцом поворачивают вручную рукояткой 10.

Заданное число делений окружности устанавливают по кольцу 3, поворачиваемому относительно оси стола 4 и закрепляемому на поворотной опоре 2 рукояткой 11 в таком положении, при котором цифра на кольце 3, соответствующая заданному числу делений, совмещается с риской на делительном столе 4. На внутренней поверхности кольца 3 имеются пазы, в которые входит штифт 14, запрессованный в фиксатор 15.

Фиксатор может войти в фиксирующую втулку поворотной опоры 2 только в том случае, если паз на кольце 3 под штифт 4 совпадает с втулкой, соответствующей заданному числу делений. В другие втулки фиксатор не войдет.

При обработке заготовок на данном универсальном поворотном столе различные цикловые приемы выполняют вручную.

Делительные головки применяют для установки, зажима и периодического поворота или непрерывного вращения заготовок небольших деталей, обрабатываемых на фрезерных станках. Имеются различные конструкции делительных головок. Делительные головки в основном состоят из следующих частей: корпуса, поворотной части, делительного устройства (фиксатора) и механизма зажима поворотной части. Имеются головки, в которых делительный механизм и механизм зажима заблокированы и управляются одной рукояткой. Делительные головки отличаются от делительных столов тем, что заготовки устанавливают и зажимают в делительных головках, в центрах, трехкулачковых патронах, цангах, закрепляемых в шпинделе головки. Головки изготовляют с горизонтальным или вертикальным расположением шпинделя или со шпинделем, который можно устанавливать в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Поворот, фиксацию и зажим поворотной части до обработки заготовки и разжим поворотной части, вывод фиксатора после обработки на многих делительных головках осуществляют вручную. Имеются делительные головки, в которых некоторые элементы рабочего цикла головки автоматизированы.

На рис. 4.63 показана универсальная головка с пневматическим цанговым зажимом; ее применяют для фрезерования шлицев, шестигранников и квадратов на заготовках круглого и других сечений. Головку устанавливают и закрепляют на столе фрезерного станка. Шпиндель головки можно устанавливать в вертикальное и горизонтальное положение.

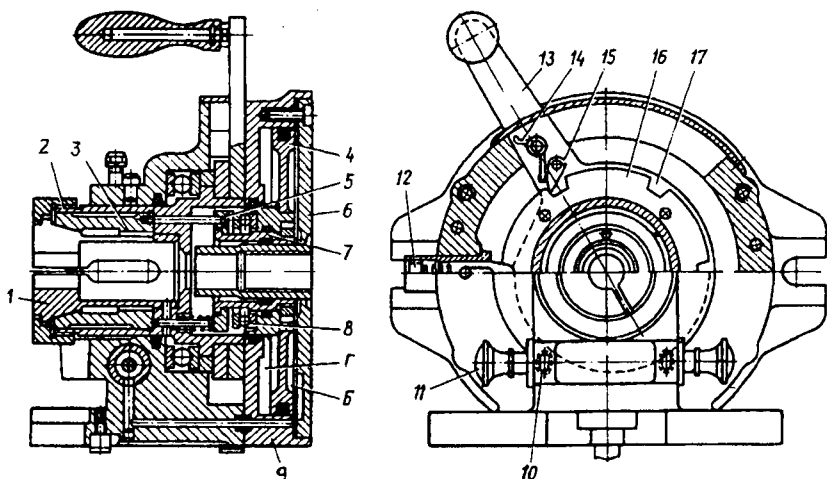


Рис. 4.63 Универсальная делительная головка с цанговым пневматическим зажимом

Делительная головка состоит из корпуса 9 со встроенным пневмоцилиндром, крышки 6, поршня 4 с уплотнением, полого штока 7, на котором установлены поршень 4 и радиально-упорный подшипник 8. Зажимной механизм головки включает в себя втулку 3 с внутренним конусом, винты 5, соединяющие шток 7 с втулкой 3, упорную гайку 2 и цангу 1 для зажима детали.

Сжатый воздух через штуцер 10 по каналу распределительного клапана 11 подается в полость Б пневмоцилиндра, встроенного в корпусе 9, и перемещает поршень 4 со штоком 7 и втулкой 3 влево. При этом втулка, перемещаясь по конической поверхности цанги 1, сжимает ее лепестки и заготовка установленная в цанге закрепляется. После обработки детали сжатый воздух по другому штуцеру через клапан 11 поступает в полость Г пневмоцилиндра в корпусе 9; одновременно воздух из полости Б выходит в атмосферу. Под давлением сжатого воздуха поршень со штоком и втулкой перемещается вправо. Втулка прекращает нажим на лепестки цанги, и они под действием упругих сил расходятся, обработанная деталь разжимается.

Шпиндель головки с цангой и обрабатываемой заготовкой на требуемый угол поворачивают рукояткой 13. При вращении по часовой стрелке рукоятка поворачивает эксцентриковый диск, который спиральной наружной поверхностью выталкивает фиксатор 12 из паза 17 делительного диска 16, а собачка 15 под действием пружины 14 заскакивает и следующий паз диска 16. Во время вращения рукоятки 13 против часовой стрелки собачка 15 поворачивает делительный диск 16 вместе с цангой 1 и обрабатываемой деталью до тех пор, пока фиксатор 12 не попадет в следующий паз делительного диска 16 и этим не зафиксирует поворот обрабатываемой детали в требуемое положение.

Сила зажима заготовки в цанге 11760 н (1200 кгс), диаметр отверстия шпинделя 30 мм. Головка работает при давлении сжатого воздуха 0,39-0,49 Мн/м² (4-5 кгс/см²). К головке прилагается комплект сменных цанг для зажима заготовок разных диаметров и поперечных сечений.

Поворотные приспособления с вертикальной и горизонтальной осью вращения.

К приспособлениям, работающим без использования машинного времени для смены заготовок, относятся круглые столы.

В отличие от сверлильных они должны иметь надежное крепление поворотной части к неподвижной.

Это вызывается необходимостью противодействовать вибрации при обработке и вместе с тем усложняет управление приспособлением, так как для каждого угла поворота стола необходимо тратить время на управление фиксатором и упомянутым креплением поворотной части.

Поэтому в целях экономии времени на обработку в конструкциях таких столов стараются объединить поворот, фиксацию и крепление, а в отдельных случаях механизировать их путем использования пневматики и гидравлики.

На рис. 4.64 показана конструкция стола с пневматическим приводом. Для установки и крепления заготовок стол оснащен сменными специальными наладками, устанавливаемыми на его поверхности. Зажимающие элементы налад-

дочного устройства связаны со штоком 1 пневмопривода. Ход штока при заданных размерах стола 12 мм. При давлении воздуха в сети $P_{из} = 0,39$ Мн/м² (4 кгс/см²) усилие на штоке составляет 14700 н (1500 кгс). Управление зажимом и раскреплением осуществляют рукояткой 2 распределительного крана.

На рис. 4.65 приведена конструкция круглого поворотного стола с механическим приводом.

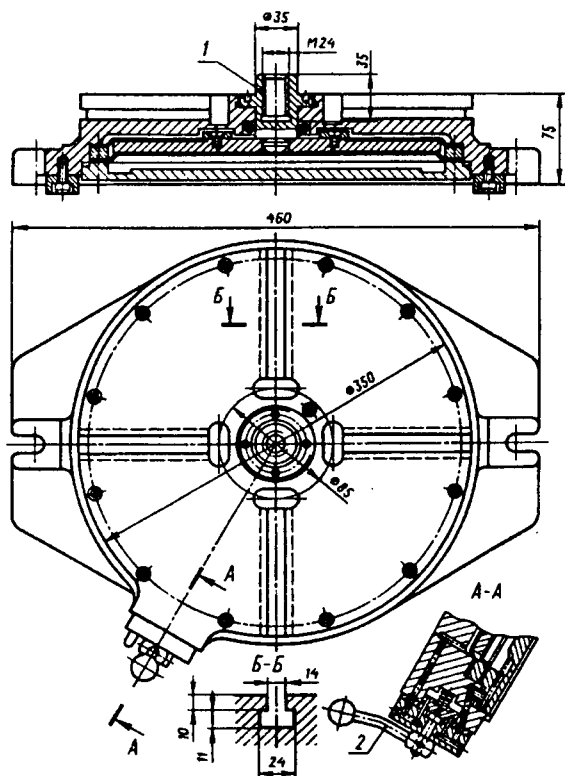


Рис. 4.64 Стол с пневматическим приводом

Заготовки могут устанавливаться непосредственно на столе или в установленном на нем приспособлении. Стол имеет отверстие для центрирования и пазы для крепления заготовок и приспособлений.

Для настройки стола на требуемый угол поворота служат пальцы 3, установленные и закрепленные в кольцевом пазу стола. Упором для пальцев является выдвижной фиксатор 2. Поворот производится от механического привода или вручную. Направление вращения стола может изменяться переключением реверсивного механизма посредством рукоятки 1.

h и h_1 — размеры высоты паза (h — нижней части).

В таблице 4.5 приведены размеры стола:

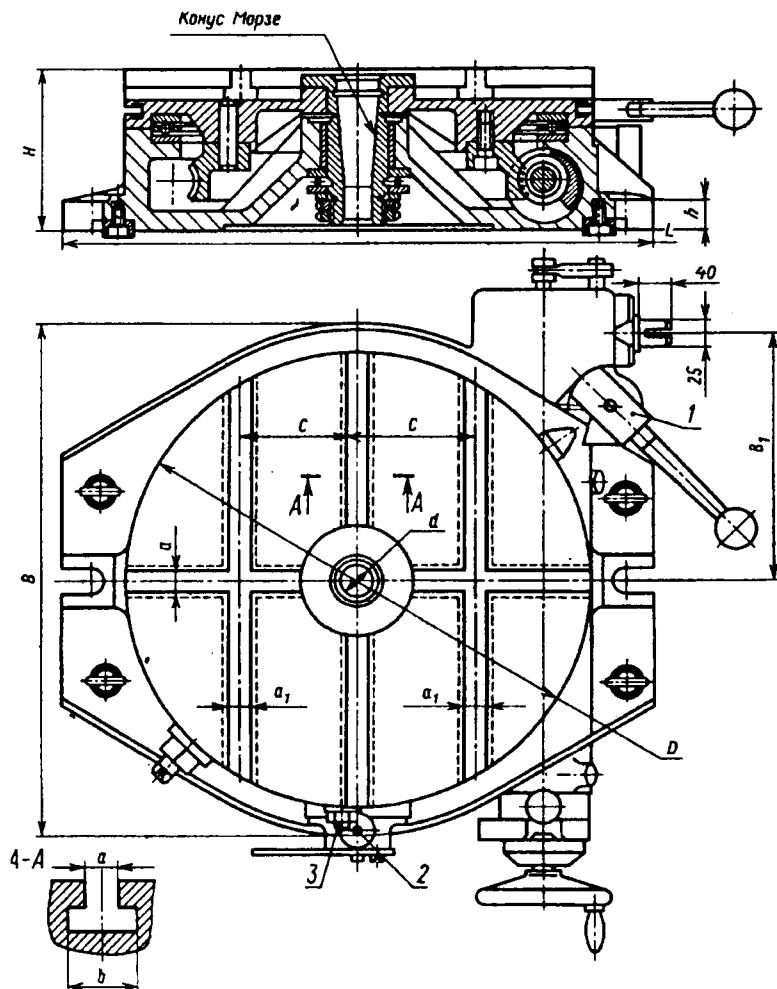


Рис. 4.65 Круглый поворотный стол с механическим приводом

Таблица 4.5

D	L	B	B ₁	H	C	a	a ₁	b	h	h ₁	d	Конус Морзе
350	480	385	193	155	85	18	18	30	14	14	30	3
500	630	556	275	170	125							
700	820	760	312	185	200	22	22	36	16	18	50	3

Стол с одновременным фиксированием и креплением поворотной части приведен на рис. 4.66.

Стол предназначен для легких работ на фрезерном станке. Управление зажимом осуществляют через рычаг 5, шарнирно закрепленный в точке А. Для фиксирования и крепления поворотной части стола следует повернуть рукоятку 7 с насаженным на нее эксцентриком. При повороте эксцентрика кулачок 4 заходит в паз делительного диска 1, фиксируя заданный угол поворота. Одновременно эксцентрик отжимает вниз рычаг 5, который через палец 6 осуществляет закрепление. Палец 2 служит для предварительной установки стола на заданный угол.

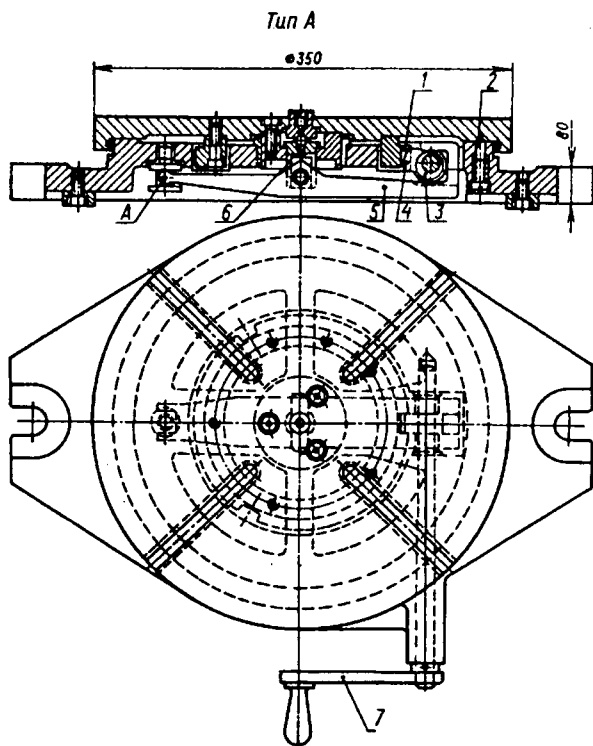


Рис. 4.66 Стол с одновременным фиксированием и креплением поворотной части

На рис. 4.67 показана конструкция стола также с одновременным фиксированием и креплением поворотной части.

Стол предназначен для легких и средних работ. В столе имеются делительные отверстия, расположенные по окружности через 45°. Поворотом рукоятки 5 стол фиксируют и

закрепляют в заданном положении. При этом фиксирующий палец 4 при помощи пружины вводится во втулку 3, и клиновой наконечник 6 разводит сегменты 7, помещенные между закрепленной в корпусе втулкой 1 и шайбой 2; последняя отжимается сегментами вниз, обеспечивая надежное крепление стола. Поворот стола осуществляют с помощью ручек. При усилии на рукоятке, равном 147 н (15 кгс), крутящий момент составляет 22 н·м (225 кгс·см).

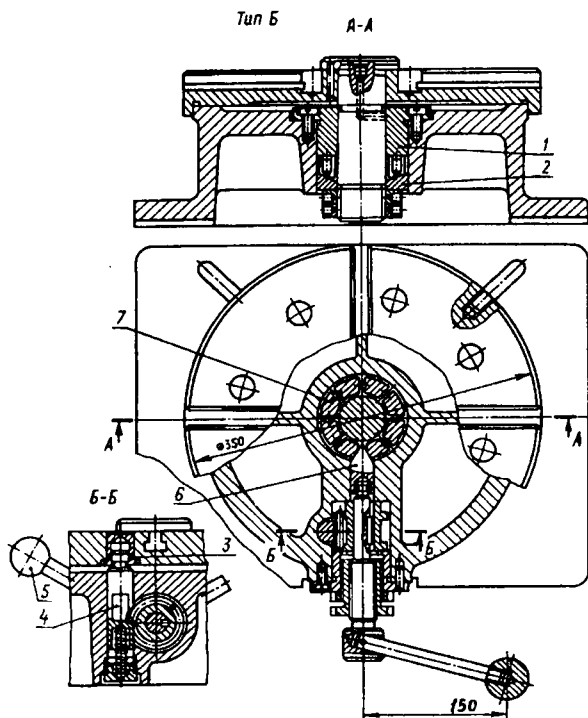


Рис. 4.67 Стол с одновременным фиксированием и креплением поворотной части

Конструкции углового стола для закрепления небольших заготовок при сверлении и фрезеровании приведена на рис. 4.68.

Для установки кондукторной плиты служат пальцы 1. Наладочные устройства устанавливают по пазам стола. Для этой же цели служит выступающая часть втулки 2. Закрепление производят через шток от пневматического привода. Усилие на штоке при давлении воздуха в сети $p_{из}=0,39$ Мн/м² (4 кгс/см²) составляет 2450 н (250 кгс). Зажимающий ход штока 10-12 мм.

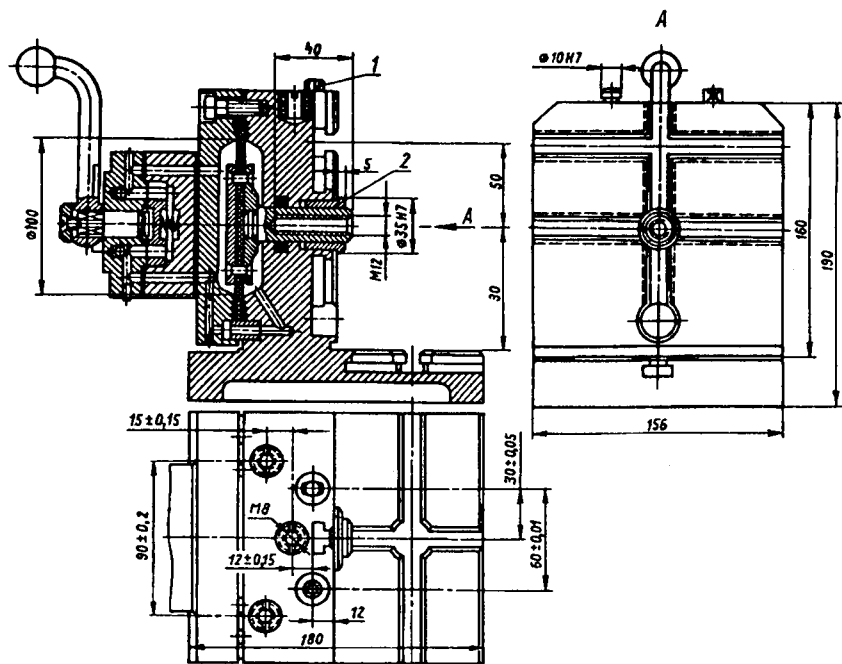


Рис. 4.68 Угловой стол для крепления небольших заготовок при сверлении и фрезеровании

На рис. 4.69 приведена конструкция стола делительного универсального. Предназначен стол для фрезерных работ. Поворот при делении осуществляют вокруг вертикальной или горизонтальной осей.

Для установки стола на заданный угол используют сменные делительные диски 1. Один делительный диск обеспечивает деление на 2, 3, 4, 5, 8, 12 частей. Стол закрепляют поворотом рукоятки 2. Для установки наладочного устройства используют посадочное отверстие $d=80H7$. Стол можно устанавливать по двум взаимно перпендикулярным поверхностям.

Поворотный стол, предназначенный для фрезерования по радиусу фасок, байонетных пазов и других, приведен на рис. 4.70. Заготовку устанавливают на оправку или непосредственно на поворотную часть 1. Вращение при обработ-

ке осуществляют маховичком 3 через червячную пару. Для установки на заданный угол поворота служат два подвижных упора 2, переставляемые по кольцевому пазу крышки стола.

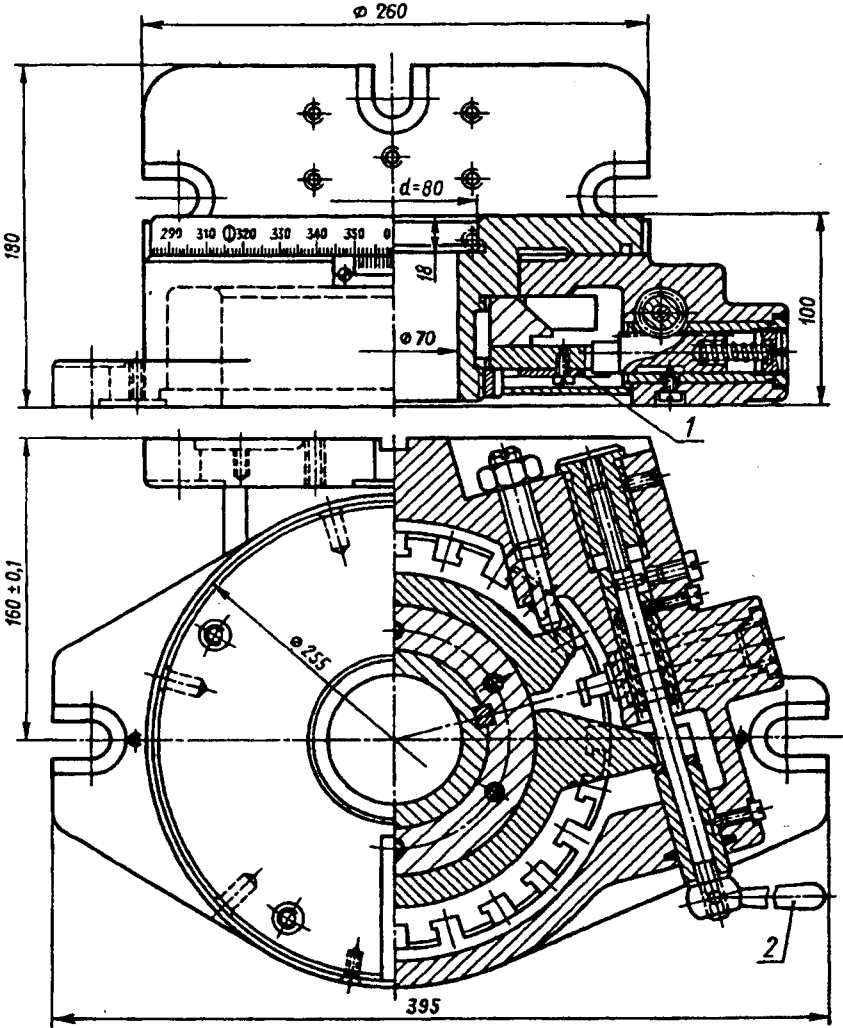


Рис. 4.69 Делительный универсальный стол

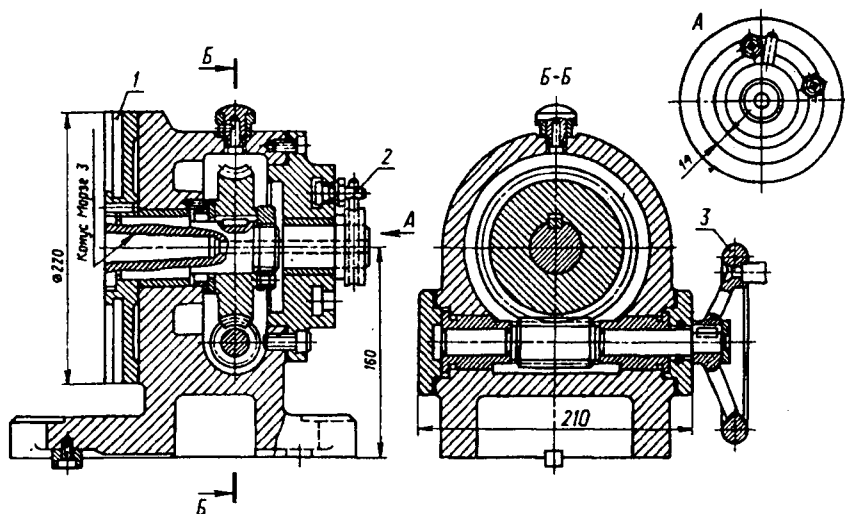


Рис. 4.70 Поворотный стол для фрезерования фасок по радиусу, фрезерования байонетных пазов

Приспособления для фрезерования группы последовательно закрепленных деталей является приспособлением для фрезерования с использованием машинного времени на смену обрабатываемых заготовок.

Наиболее простой способ использования машинного времени для установки заготовок и снятия готовых деталей на станках с прямолинейной подачей заключается в последовательном фрезеровании группы отдельно закрепленных заготовок, расположенных вдоль стола станка.

Станок включается после закрепления первой или первых двух заготовок, остальные же устанавливаются на ходу. По мере выхода деталей они могут быть сняты на ходу станка. После окончания рабочего хода стола он быстро возвращается в исходное положение.

При конструировании подобных приспособлений надо располагать соседние заготовки возможно ближе одна к другой, чтобы сократить холостой ход стола. Когда же они предназначаются для изготовления крупных деталей (карте-

ров двигателей, коробок скоростей и т.п.), рекомендуется проектировать отдельное приспособление для каждой детали. В этом случае рекомендуется располагать один и тот же зажимной механизм для двух соседних приспособлений.

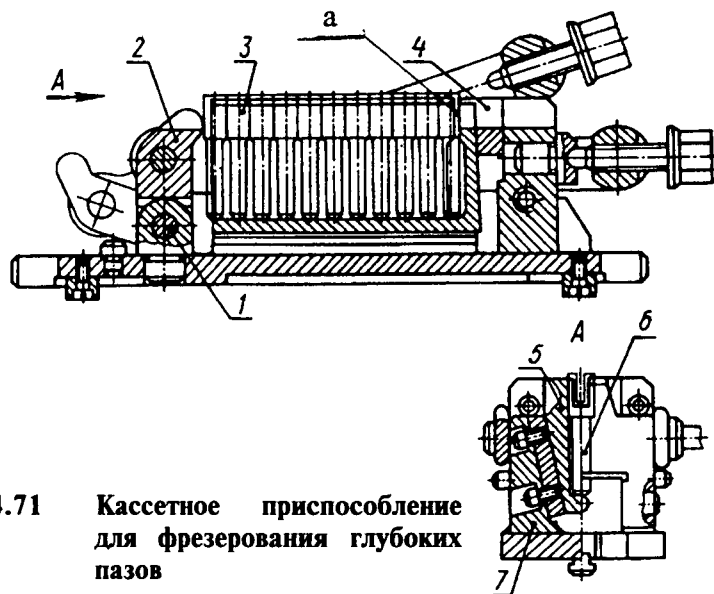


Рис. 4.71 Кассетное приспособление для фрезерования глубоких пазов

При изготовлении мелких деталей достигают повышения производительности применением так называемых *кассетных* приспособлений. Предварительная загрузка заготовок в запасную кассету повышает степень совмещения машинного и вспомогательного времени. На рис. 4.71 показано кассетное приспособление для фрезерования глубоких пазов в заготовках деталей типа вилки. Здесь кассета 7 представляет собой клинообразную деталь, в продольном пазу которой располагаются друг к другу заготовки 3. Поверхности соприкосновения заготовок между собой и с приспособлениями предварительно обработаны. Будучи заложенной в клинообразный паз корпуса 7 приспособления, кассета несколько деформируется в поперечном направлении и сжимает заготовки. Это способствует выдерживанию допуска на

ширину обрабатываемого паза. Кроме того, заготовки непосредственно сжимаются в продольном направлении. Поскольку прихват 2 покачивается вокруг оси 1 и кассета упирается в наклонную деталь 4, прикрепленную к корпусу, зажим имеет тенденцию прижимать кассету и заготовки книзу. Прорезь "а" кассеты способствует получению необходимой поперечной деформации кассеты. Сила резания в этой конструкции воспринимается корпусом, а не зажимом. Специального "габарита" для фрезы в конструкции не предусмотрено, а установка фрезы осуществляется по крайнему (правому по чертежу) пазу кассеты.

Значительное повышение производительности при использовании кассет можно получить, пользуясь устройством, позволяющим не прекращать работу станка при перезарядке кассет.

Приспособления для непрерывного фрезерования с круговой подачей можно использовать при обработке на карусельно-фрезерных станках моделей 621 и 622 и на станках общего пользования (консольных). В последнем случае на прямоугольный стол станка ставится дополнительный вращающийся стол, приводимый в действие от коробки скоростей или ходового винта станка. Применение ручных зажимов заготовок на станках карусельного типа весьма утомительно для рабочего. Автоматизация зажима при такой обработке осуществляется силовым приводом (пневматическим или гидравлическим) и при помощи пружин.

Приспособление с пневмоприводом к станку 621 показано на рис. 4.72. В нем устанавливается 12 заготовок. Каждая пара деталей 5, 6 автоматически зажимается одним общим пневмоприводом 11. Обработке подлежат две торцовые параллельные плоскости. С одной из позиций снимают полностью обработанную деталь, на ее место укладывают обработанную с одной стороны повернутую заготовку с предыдущей позиции, и на место последней устанавливают необработанную заготовку. Для удобства очистки приспособления от стружки вся пневмоаппаратура, кроме распределительной муфты, помещена над верхней плитой 2, привин-

ченной к корпусу 7, а для удобства демонтажа, наблюдения и ремонта на плите предусмотрен ряд легко открывающихся люков (см. разрез по А-А). Одновременный зажим двух заготовок производится через качающееся коромысло 8, действующее на две рейки 12, связанные с зубчатыми валиками 10, которые перемещают расположенные над плитой под внутренние призмы 9. В центре стола располагается воздухораспределительное устройство, последовательно питающее сжатым воздухом шесть цилиндров. Работа этого устройства видна в сечении по Б-Б. По каналу "а" воздух поступает в полость "А" неподвижного кольца 3 и по трем радиальным и по трем вертикальным отверстиям вращающегося стержня 4 он направляется к трем цилиндрам в зоне фрезерования. В это время через отверстие "в", полость "Б" и канал "б" воздух загрузочной позиции выходит в атмосферу.

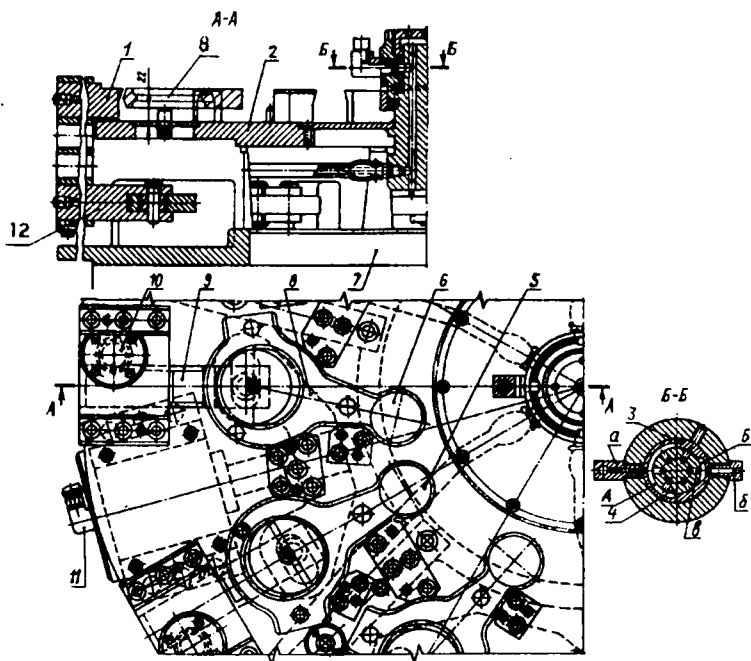


Рис. 4.72 Многоместное поворотное приспособление с пневмоприводом.

Такой метод крепления допускается лишь в том случае, когда характер установочных баз заготовок гарантирует правильное и устойчивое их расположение при зажатии. Когда такой уверенности нет, рекомендуется управлять работой каждого зажима отдельным краном.

Приспособления для фасонного фрезерования используют для обработки фасонных поверхностей деталей на универсально-фрезерных или на специальных копировальных станках. Заготовки устанавливают и закрепляют в специальном приспособлении с копиром, который обеспечивает требуемое движение стола с заготовкой относительно фрезы. Подача производится с помощью следящих (электрических, гидравлических) или механических следящих копировальных устройств. В электрических, гидравлических следящих копировальных устройствах копиры работают без нагрузки, а в механических — под значительной нагрузкой от сил резания. Поэтому копиры механических копировальных устройств должны быть износоустойчивыми и жесткими, а копиры следящих систем не требуют особой прочности.

При фасонном копировальном фрезеровании продольное перемещение обрабатываемой заготовки производится вместе со столом фрезерного станка, а поперечное ее перемещение — специальным суппортом, передвигающимся поперек стола станка реечным устройством с подвешенным грузом. Груз прижимает ролик или копирный палец к копиру, сообщая ему поперечное движение суппорту.

При обработке фасонных поверхностей деталей в копировальных приспособлениях с поступательно-вращательным движением непрерывное перемещение (вращение) круглого стола станка с заготовкой производится вручную или механически, а поступательное движение создается салазками стола через копир. При сложении двух движений на заготовке получается заданный фасонный профиль детали.

На рис. 4.73 показано копировальное приспособление для механической копировальной обработки на вертикально-фрезерном станке. Нормализованный круглый стол 7 установлен и закреплен на специальной каретке 8, передви-

гающейся по плите 9 вдоль стола станка. На плите установлен кронштейн 1, в котором закреплена державка 2 с роликом 3; на оси 10 — шкив 11 с закрепленными на нем тросом и грузом. Каретка 8 связана с осью 10 тросом 12. Под действием груза шкив 11 с осью, стремясь повернуться против часовой стрелки, через трос 12 и каретку 8 прижимает во время обработки детали копир 6 к ролику 3. Обрабатываемая заготовка 5 установлена на оправке над копиром 6. Фрезерование фасонного профиля производится при поступательно-вращательном движении стола 7 с копиром 6 и деталью 1 относительно фрезы 4. Следовательно, фасонный профиль детали на копировально-фрезерных станках обрабатывают при продольном перемещении стола и поперечном движении каретки.

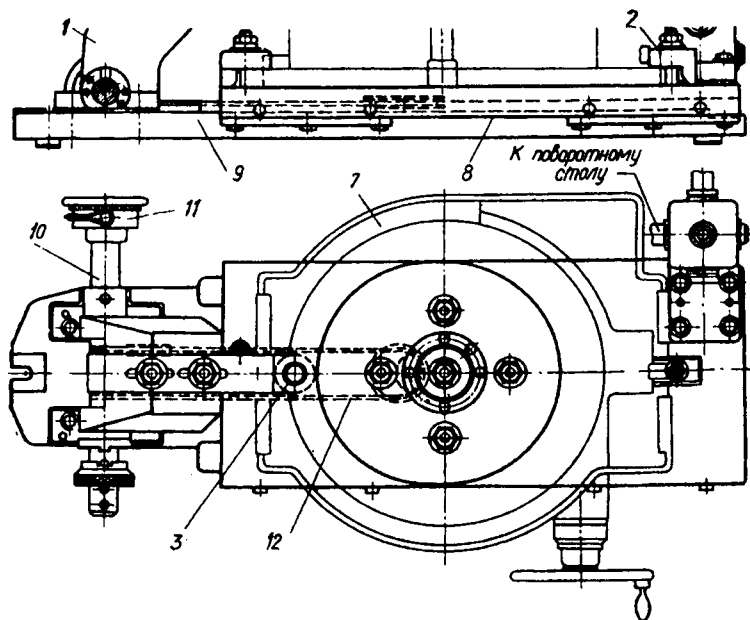


Рис. 4.73 Приспособление для фрезерования профиля деталей по копиру

Профиль копира получают графическим или расчетным способом. Схема графического построения профиля копира для случая одностороннего фрезерования детали дана на рис. 4.74. Профиль 1 детали 2 делят на равные участки, через которые проводят параллельные линии. Из точек 3, лежащих на пересечении этих линий с осью фрезы, проводят окружности 4 диаметром, равным диаметру фрезы. Эти окружности должны касаться обра-

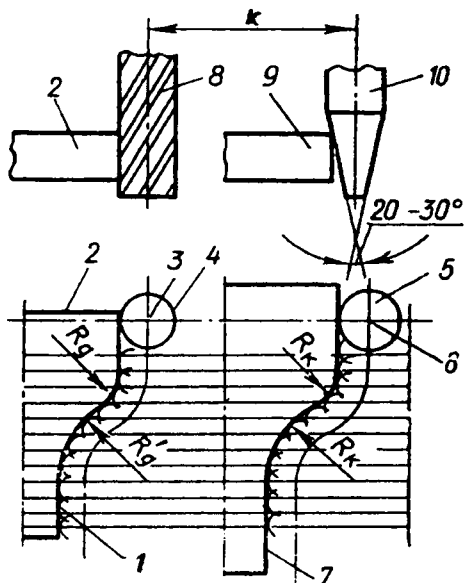


Рис. 4.74 Схема построения профиля копира для одностороннего фрезерования детали

ботанного профиля 1 детали 2. Затем из точек 3 откладывают вправо на параллельных линиях одинаковые отрезки k (const), равные расстоянию между осями фрезы 8 и копирного ролика 10, т.е. определяет путь копирного ролика по профилю копира 9.

Из точек 6, лежащих на оси ролика копира проводят окружности 5 диаметром, равным диаметру ролика 10. Далее проводят кривую 7 через точки касания, лежащих на окружностях 5. Кривая 7 является профилем копира. Радиус фрезы должен быть меньше минимального радиуса вогнутой поверхности обрабатываемой детали.

Для механических копирующих приспособлений радиус профиля:

выпуклой поверхности копира

$$R_k = R_d + r_\phi - r_p;$$

вогнутой поверхности копира

$$R'_k = R'_d - r_f + r_p,$$

где R_k и R'_k — радиусы выпуклой и вогнутой поверхностей профиля копира; R_d и R'_d — радиусы выпуклой и вогнутой поверхностей профиля соответствующего участка обрабатываемой детали; r_f — радиус фрезы; r_p — радиус ролика копира.

Из формул следует, что если $r_f = r_p$, то $R_k = R_d$, т.е. профили копира и обрабатываемой детали одинаковы.

На рис. 4.75 дана схема графического построения профиля копира для фрезерования детали, имеющей полузамкнутый или замкнутый наружный фасонный профиль, когда фреза и копирный палец расположены по одну сторону от оси вращения детали. Профиль 10 обрабатываемой детали 7 делят на равные отрезки. Из центра O вращения детали проводят через концы отрезков профиля радиальные линии. Из точек 4, расположенных на пересечении радиальных линий с осью фрезы, проводят окружности 1 диаметром, равным диаметру фрезы 6. Эти окружности должны касаться обработанного профиля 10 детали 7. Далее из точек 4 вдоль радиальных линий откладывают отрезки k (const), равные расстоянию между осями фрезы и копирным роликом 5. Из точек 3, лежащих на оси копирного ролика 5 проводят окружности 2 диаметром, равным диаметру ролика. Затем проводят кривую 9 через точки касания, лежащие на окружностях 2.

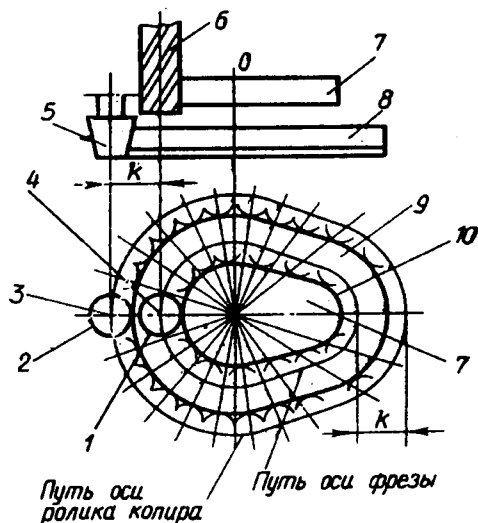


Рис. 4.75 Схема построения профиля копира для фрезерования наружного профиля детали

Кривая 9 является профилем копира 8. Для этого случая радиус профиля копира:

$$R_k = k + R_d + r_\phi - r_p,$$

где k (const) — расстояние между осями фрезы и копирным роликом, остальные обозначения прежние.

Копир и ролик изготавливают из стали 20, 20Х с термообработкой до твердости HRC 58-62. Комплексная автоматизация фрезерных станков. При комплексной автоматизации автоматизируются все движения стола станка, а также работа станочного приспособления и загрузочного устройства для подачи деталей в приспособление и удаление обработанных деталей из него.

На рис. 4.76 показана схема пневмогидравлического устройства для автоматизации цикла обработки деталей на горизонтально-фрезерном станке. Схема пневмогидравлического устройства включает: I — узел с пневмоаппаратурой для изменения направления подачи стола; II — узел с гидроаппаратурой для изменения величины подачи стола; III — пневмогидравлический цилиндр, в котором левая полость заполняется сжатым воздухом, а правая — маслом.

Последовательность цикла работы фрезерного станка следующая: при открытии пускового крана 1 (рис. 4.76, а) сжатый воздух из сети через распределительный золотник 5, по трубе 6 поступает в левую полость А пневмогидравлического цилиндра 14 и производит ускоренное перемещение цилиндра влево вместе со столом 15 станка, с которым он жестко скреплен, а поршень 13 и его шток закреплены на неподвижной части станка и не перемещаются. При перемещении цилиндра 14 влево масло, находящееся в правой его полости Б, выдавливается через трубку "г" открытый клапан 8 гидравлической коробки и трубку 11 в бачок 12. Этот период цикла соответствует быстрому подводу стола с приспособлением и обрабатываемой деталью к фрезе. Во время дальнейшего перемещения стола упор 16, закрепленный в его боковом пазу, нажмет на ролик рычага 7, который переместит клапан 8 вниз, и подача масла в трубку 8 пре-

кратится. При этом масло, вытесняемое из правой полости Б цилиндра 14, проходит через редукционный клапан 9, дроссель 10 и по трубке 11 поступает в бачок 12. Дроссель 10 уменьшает количество масла, проходящего в сети в единицу времени, поэтому скорость перемещения стола замедляется и происходит обработка заготовки. Редукционный клапан 9 обеспечивает постоянное давление перед дросселем 10 для получения постоянной рабочей подачи при изменении сил резания в процессе обработки детали на станке.

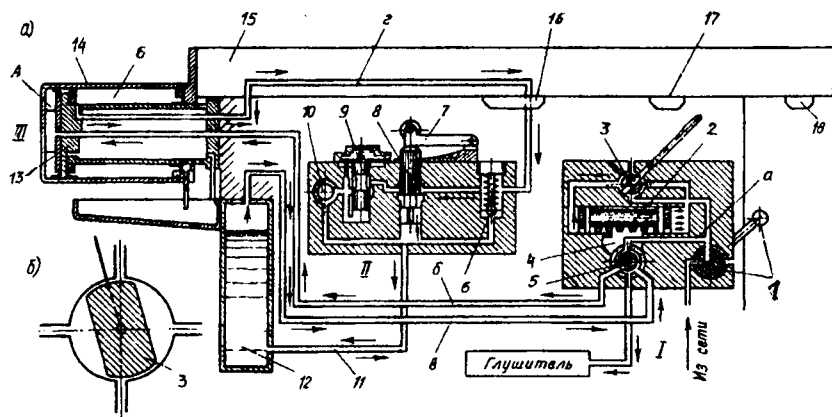


Рис. 4.76 Схема пневмогидравлического устройства автоматизации цикла работы фрезерного станка

Упоры 17 и 18, закрепленные на столе станка, поворачивая рукоятку вспомогательного золотника 3, автоматически переключают распределительный золотник 5 и изменяют направление движения стола с заготовкой в процессе ее обработки. В конце рабочего хода стола упор 18 поворачивает рукоятку вспомогательного золотника 3, при этом поршень 2 вспомогательного цилиндра, перемещаясь вправо, переключает основной золотник 5 и сжатый воздух из сети по трубопроводу "в" поступает в верхнюю часть бачка 12. Под давлением сжатого воздуха масло вытесняется из бачка и по трубке 11 через обратный клапан 6 и трубку "г" поступает в правую полость Б цилиндра 14 и быстро перемещает

цилиндр 14 со столом и обработанной деталью вправо. При этом, находящийся в левой полости А цилиндра 14 воздух через трубку "б", золотник и глушитель уходит в атмосферу.

При перемещении стола станка вправо в конечном положении упор 17 повернет рукоятку вспомогательного золотника 3 и цикл движения стола повторится в описанной последовательности. Вспомогательный золотник 3 обеспечивает мгновенное переключение основного распределительного золотника 5. При "мертвом" положении вспомогательного золотника 3 (рис. 4.76, б) воздух из сети поступает в золотник 5 по каналу "а" и затем по трубке "б" в цилиндр. Поэтому рабочая подача стола станка продолжается. Когда золотник 3 пройдет вертикальное положение, воздух из сети мгновенно переместит поршень 2 вправо и повернет золотник 5, связанный с зубчатым колесом 4 и с поршнем 2. При этом воздух из цилиндра 14 выходит в атмосферу, а воздух из сети — в резервуар 12, а стол 15 быстро перемещается вправо. Затем упор 17 снова переключает золотники 5 и 1 и снова повторяется цикл работы станка.

Применение пневмогидравлических устройств для автоматизации цикла работы станка не требует значительных изменений конструкции станка.

В таблице 4.4 (см. приложение 4) даны формулы для определения сил зажима заготовок, обрабатываемых на фрезерных станках при различных схемах зажима.

4.4. Приспособления для многоцелевых станков с ЧПУ

На многоцелевых фрезерно-сверлильно-расточных станках с ЧПУ приспособления устанавливаются на плитах-спутниках, автоматически закрепляемых на поворотном столе станка. Особенностью этих приспособлений является их высокая жесткость. Заготовка может обрабатываться с четырех-пяти сторон.

Модульные приспособления состоят из модулей: базовых плит и угольников, на которые komponуются модульные установочные и зажимные элементы.

Комплекты используют для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования по обработанным плоскостям и двум отверстиям заготовок корпусных деталей при обработке их на станках с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы и многоцелевых станках с ЧПУ.

Приспособления устанавливают на стол станка.

Габаритные размеры плит: $700 \times 1120 \times 100$; $700 \times 800 \times 100$; $1120 \times 1250 \times 150$.

Габаритные размеры угольников: $230 \times 600 \times 300$; $600 \times 1000 \times 700$; $600 \times 1000 \times 800$

Комплект 1 сменных установочных и зажимных элементов komponуется на базовых плитах 3 и угольниках 2 (рис. 4.77). Элементы базируют по координатно-фиксирующим отверстиям диаметром 12, 16 и 20 мм и закрепляют болтами, установленными в Т-образных пазах шириной 11, 18 или 22 мм плиты или угольника. Точное расположение заготовок относительно начала отсчета координат станка достигается наличием сетки координатно-фиксирующих отверстий. При использовании гидравлических зажимных устройств шланги от источника давления присоединяют к штуцерам 4.

Приведенный на рис. 4.78 комплект предназначен для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей в точно фиксированном положении относительно системы координат при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ, ГПС и ГПМ.

В комплект входят унифицированные универсальные столы-спутники 1 и универсальные угольники 2, имеющие сетку ступенчатых (гладких и резьбовых) координатно-фиксирующих отверстий. Наличие комплекта различных установочных 3 и зажимных 4 элементов обеспечивает большое количество разнообразных компоновок приспособлений для обработки заготовок большой номенклатуры деталей на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях единичного и мелкосерийного производства.

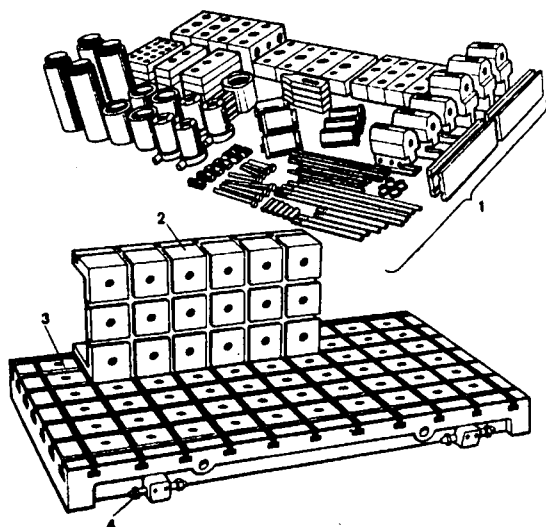


Рис. 4.77 Комплект элементов. 1 — комплект установочно-зажимных элементов, 2 — угольник, 3 — плита, 4 — штуцеры

Комплект элементов, приведенный на рис. 4.79 используется для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования и закрепления широкой номенклатуры заготовок корпусных деталей при обработке их на многоцелевых станках с ЧПУ, ГПС и ГПМ.

Приспособления могут быть установлены как на столе станка, так и на спутниках. Комплект состоит из призмы 1, плиты 2 и сменных установочных зажимных элементов (3-25). Габаритные размеры призмы 160x320x270 мм. Наличие на призмах сетки точно расположенных комбинированных (цилиндрических и резьбовых) отверстий обеспечивает точное базирование заготовок относительно точки отсчета (начала координат). Буквенно-цифровая индикация координатно-

фиксирующих отверстий обеспечивает быструю компоновку приспособлений по составленной технологической карте наладки. Переналадка приспособлений осуществляется перекомпоновкой сменных элементов на базовых элементах или их регулированием.

Комплект элементов состоит из: 1 — призма (2 шт), 2 — плита (2 шт), 3 — опора (34 шт), 4 — упор (36 шт), 5 — удлинитель (90 шт), 6 — кольцо (64 шт), 7 — прихват (38 шт), упор регулировочный (6 шт), 9 — опора (20 шт), 10 — винт (20 шт), 11 — шпилька (12 шт), 12, 13 — гайки (24 шт), 14 — корпус (5 шт), 15 — клин (5 шт), 16 — шпилька (5 шт), 17 — хомут (6 шт), 18 — винт (11 шт), 19 — шпилька (16 шт), 20 — болт (5 шт), 21, 22 — гайки (35 шт), 23 — шайба (12 шт), 24 — штифт (12 шт), 25 — винт (6 шт).

Для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования и закрепления широкой номенклатуры заготовок корпусных деталей при обработке их на многоцелевых станках с ЧПУ, ГПС и ГПМ используется комплект элементов, приведенный на рис. 4.80. приспособления могут быть установлены как на столе станка, так и на спутниках. Комплект состоит из призм (1-3) и сменных установочных и зажимных устройств (4-25).

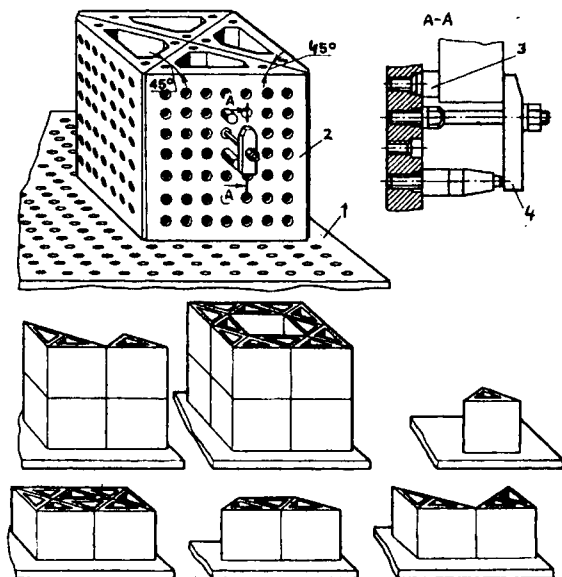


Рис. 4.78

Комплект элементов: 1 — плита, 2 — угольник универсальный, 3 — элемент установочный, 4 — элемент зажимной

Габаритные размеры призм: 300х300х150 мм; 300х300х500 мм; 460х500х600 мм.

Наличие на призмах сетки точно расположенных комбинированных (цилиндрических и резьбовых) отверстий обеспечивает точное базирование заготовок относительно точки отсчета (начала координат). Буквенно-цифровая индикация координатно-фиксирующих отверстий обеспечивает быструю компоновку приспособлений по составленной технологическим картой наладки. Переналадка приспособлений осуществляется перекомпоновкой сменных элементов на базовых элементах или их регулированием.

Конструкции модульных приспособлений предназначены для базирования и закрепления заготовок корпусных и плоскостных деталей при их обработке на многоцелевых станках.

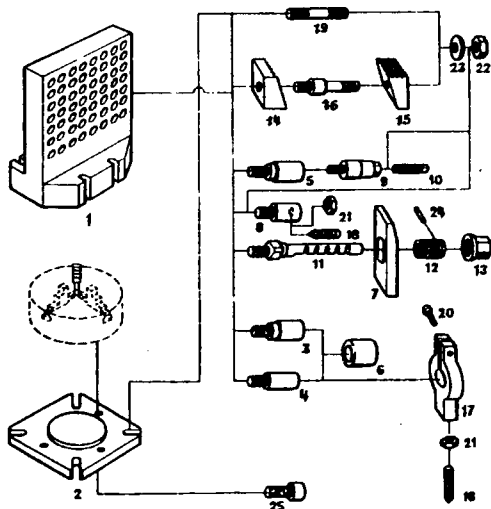


Рис. 4.79 Комплект элементов "Система-320"

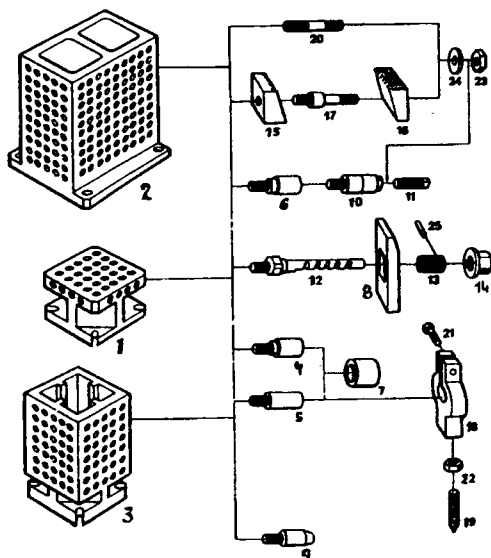
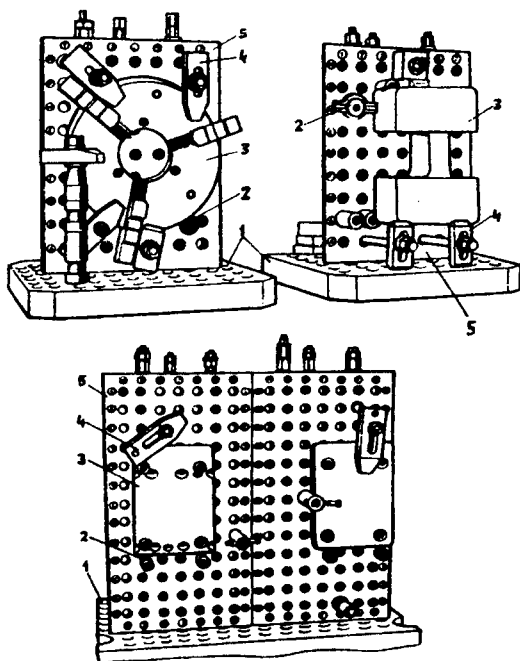


Рис. 4.80 Комплект элементов "Система-500"

На рис. 4.81 представлены приспособления для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ.

Заготовку 3 устанавливают на угольники 5, закрепленные на плите 1. Заготовки базируют по установочным элементам 2 (штырям) и закрепляют зажимным элементом 4 (прихватом).



Сборно-разборные приспособления (СРП) для многоцелевых станков с ЧПУ состоят из базовых плит и базовых секционных угольников, на которые крепят как модульные, так и специальные зажимы и крепежные элементы.

Комплект элементов, представленный на рис. 4.82 состоит из базовых плит и угольников, установочных, зажимных и крепежных элементов.

Из комплекта komponуют сборно-разборные приспособления, предназначенные для базирования и закрепления заготовок корпусных и плоскостных деталей при их обработке на многоцелевых фрезерно-сверлильно-расточных станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

Комплект состоит из: 1 — плиты опорные, 2 — секции угольника, 3 — распорки регулируемые, 4 — плиты базовые, 5 — опоры регулируемые универсальные, 6 — плиты квадратные, 7 — домкраты, 8 — опоры, 9 — подпорки винтовые,

10 — прижимы клиновые, 11 — прижимы секционные гидравлические, 12 — планки опорные трехпазовые.

К базовым элементам СРП относится квадратная плита с габаритными размерами 1000х1000х100 мм с Т-образными крепежными пазами "а" шириной 22 мм и сеткой координатно-фиксирующих отверстий "б" диаметром 20 мм, предназначенных для фиксации сменных наладок (рис. 4.83). Шаг между пазами и отверстиями 100 мм. Для предохранения отверстий от грязи и от стружки они закрыты подпружиненными пробками. Центральное отверстие предназначено для фиксации плиты относительно центрального отверстия стола станка. На нижней поверхности плиты имеются два отверстия для крепления и фиксации по

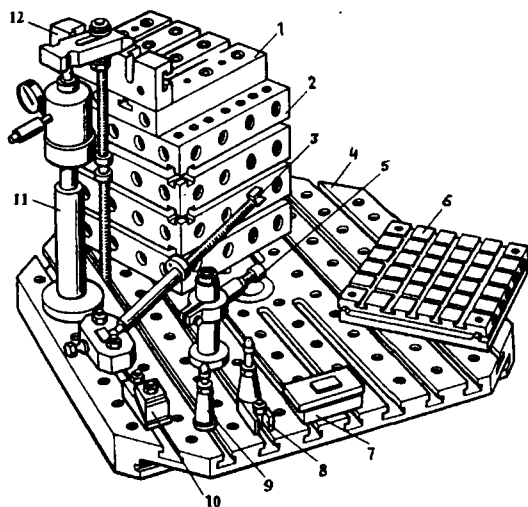


Рис. 4.82 Комплект элементов СРП

отверстиям "б" диаметром 20 мм, предназначенных для фиксации сменных наладок (рис. 4.83). Шаг между пазами и отверстиями 100 мм.

Для предохранения отверстий от грязи и от стружки они закрыты подпружиненными пробками. Центральное отверстие предназначено для фиксации плиты относительно центрального отверстия стола станка. На нижней поверхности плиты имеются два отверстия для крепления и фиксации по

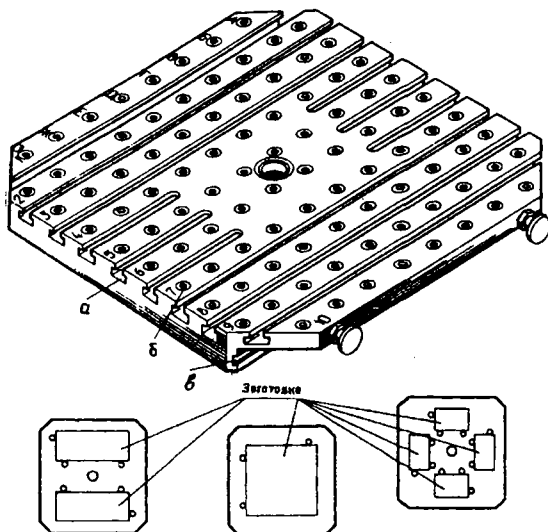


Рис. 4.83 Базовая плита

центральному пазу стола станка с помощью шпонок. Для крепления плиты к столу станка выполнены два П-образных паза "в". К боковым плоскостям могут быть прикреплены опорные планки с Т-образными пазами. Координатно-фиксирующие отверстия имеют буквенно-цифровую индикацию. На плите может быть установлена одна, две или четыре заготовки.

К базовым сборочным единицам относится секционный угольник. Секция угольника представляет собой куб (рис. 4.84) с габаритными размерами 400х400х400 мм, на двух взаимно перпендикулярных плоскостях которого размещены Т-образные пазы "а" и сетка координатно-фиксирующих отверстий "б".

Сетка отверстий "в" имеет буквенно-цифровую индикацию. На основании угольника имеются два отверстия для фиксации угольника на плите или столе станка, а в центре основания выполнено отверстие для фиксации угольника по центральному пазу плиты. Схемы вариантов сборки угольников могут быть различны. Для установки заготовок на пяти плоскостях угольника предусмотрена верхняя плита с Т-образными пазами и сеткой координатно-фиксирующих отверстий. Максимальные размеры рабочей поверхности сборного угольника 800х800 мм.

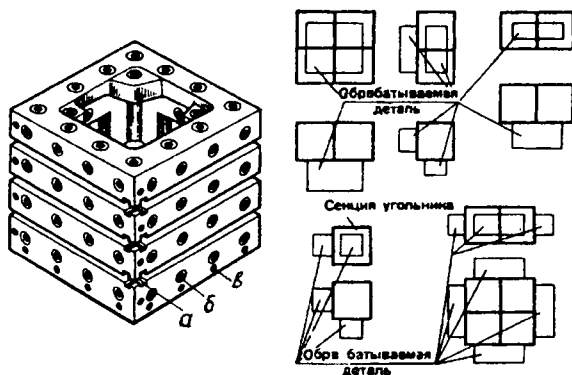


Рис. 4.84 Базовый секционный угольник

Универсальная сборная переналаживаемая оснастка (УСПО) состоит из комплектов элементов и сборочных единиц различных конструкций, имеющих конкретное функциональное назначение, из которых методом агрегати-

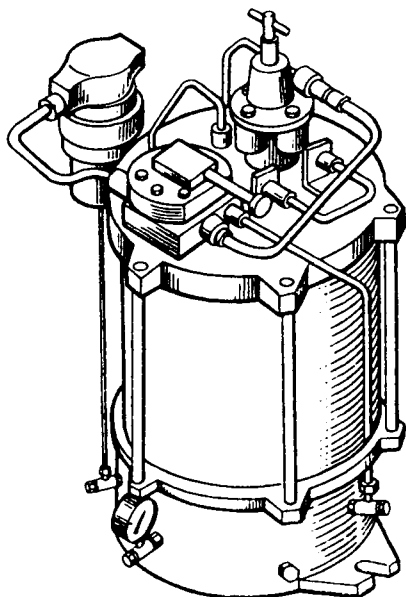
рования можно компоновать без пригонки приспособления для выполнения любых операций. В отличие от систем УСП вместо шпоночного соединения элементов приняты беззазорные способы базирования элементов. УСПО устанавливаются на плитах-спутниках, применяемых при работе на многоцелевых станках с ЧПУ.

Комплект элементов УСПО предназначен для компоновки приспособлений для базирования и закрепления заготовок при обработке их на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГПМ и ГПС в условиях серийного производства.

Комплект УСПО содержит три серии элементов: серия 8 (диаметр крепежа 8 мм, шаг 20 мм), серия 12 (диаметр крепежа 12 мм, шаг 30 мм), серия 16 (диаметр крепежа 16 мм, шаг 40 мм).

Комплект включает различные по функциональному назначению элементы (рис. 4.85, а, б) (детали и сборочные единицы):

- базовые плиты и угольники, служащие основанием приспособления;
- корпусные (опоры, подкладки, прокладки, планки для сбора корпуса приспособления);
- направляющие (призмы, установовы, планки, пальцы, установочные втулки для создания баз и направления режущего инструмента);



а)

Рис 4.85 а Комплект элементов УСПО серии 8 — пневмогидропреобразователь

- зажимные (прихваты, тисочные губки, прижимы для закрепления заготовок);
- крепежные (винты, шпильки, гайки, предназначенные для сборки приспособлений и закрепления заготовки);
- средства механизации (гидроцилиндры, рукава, арматура, гидроаккумуляторы, разъемные соединения).

Элементы УСПО соединяются между собой с помощью конических штифтов и разжимных втулок, обеспечивающих беззастывшее соединение в сочленении "штифт-отверстие".

По функциональному назначению элементы комплекса УСПО подразделяют на следующие группы: базовые, корпусные, установочные, направляющие, зажимные, крепежные, средства механизации зажима заготовок, разные.

К группе базовых деталей относятся квадратные, прямоугольные и круглые плиты, угольники и тумбы; к группе корпусных — элементы комплекта, предназначенные для создания корпусов приспособлений. В этой группе имеются опоры квадратного и прямоугольного сечения, приставки, установочные угольники, соединительные планки, опоры различных форм с отверстиями и т.д. Все корпусные детали почти на всех своих плоскостях имеют установочные и крепежные отверстия, расположенные в соответствии со схемой, характерной для

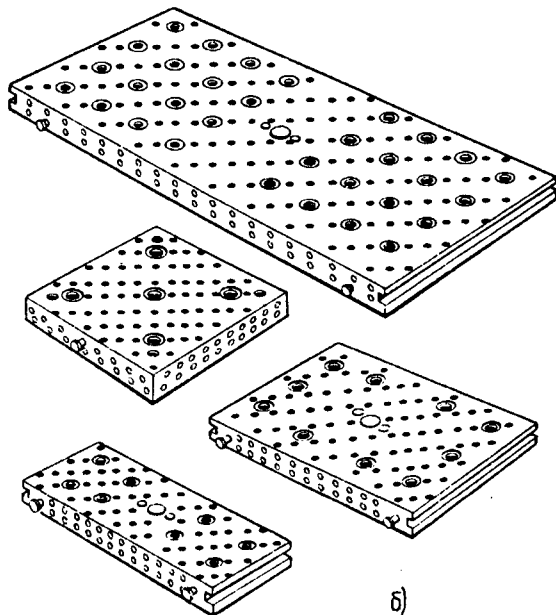


Рис 4.85 б Комплект элементов УСПО серии 8 — гидроплиты

каждой серии элементов. Основой построения конструкций всех элементов группы корпусных деталей является модуль, т.е. квадрат, размер которого зависит от номера серии. Для серии 8, 12 и 16 сторона квадрата соответственно равна 30, 45 и 60 мм. В углах квадратов соответственно расположены четыре отверстия диаметром соответственно 8, 10 и 12 мм с межцентровым расстоянием 20, 30 и 40 мм и центральным отверстием с зенковкой 10/16; 14/23; 18/28.

Установочные детали (колпачковые опоры, диски, пальцы, упоры, штыри и т.д.) используются в компоновках приспособлений в качестве баз. Конструкция элементов этой группы аналогична конструкции таких же элементов системы УСП.

К направляющим деталям относятся шпонки, штифты, втулки, валики, колонки и другие детали, используемые при компоновке приспособлений для взаимной ориентации относительно друг друга, а также для ориентации инструмента относительно базовых элементов приспособлений.

К зажимным крепежным деталям относятся прихваты различных конструкций, прижимы, зажимы, планки, качалки, быстросъемные шайбы, предназначенные для закрепления обрабатываемых заготовок.

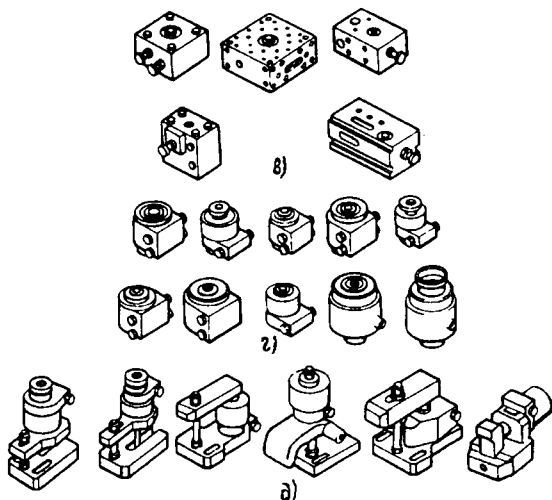


Рис 4.85 в-д Комплект элементов УСПО серии 8: в — гидроблоки; г — гидроцилиндры одностороннего и двустороннего действия; д — гидравлическое зажимное устройство

Базовые механизированные сборочные единицы используют при сборке механизированных приспособлений для станков с ЧПУ в условиях мелкосерийного и серийного производства. К ним относятся базисные агрегаты, например, самоцентрирующие агрегаты тисочного типа, а также базовые механизированные сборочные единицы, предназначенные для сборки базисных агрегатов, например, тисочные подвижные губки с одним или двумя боковыми прижимами.

Для компоновки механизированных приспособлений может использоваться гидроплита, на верхней плоскости которой выполнена сетка координатно-фиксирующих и резьбовых отверстий, предназначенных для установки и закрепления сменных наладок для установочных и зажимных единиц комплекта УСПО. В центре плиты имеется отверстие, с которым связана сетка координатно-фиксирующих отверстий. В корпус плиты встроены гидроцилиндры. По конструкции и назначению гидроплиты УСПО близки к гидроплитам СРП. Отличием является отсутствие Т-образных пазов, функцию которых выполняет сетка резьбовых отверстий.

К средствам механизации относятся пневмогидропреобразователь, (рис. 4.85, а), гидроплиты (рис. 4.85, б); гидроблоки (рис. 4.85, в), гидроцилиндры одностороннего и двустороннего действия (рис. 4.85, г), гидравлические зажимные устройства (рис. 4.85, д), а также трубопроводы, цилиндры со встроенными аккумуляторами. Отличие средств механизации УСПО от средств механизации УСПМ-ЧПУ состоит в том, что все гидравлические устройства рассчитаны на большее давление, а вместо Т- и П-образных пазов на гидроблоках нанесена базирующая сетка крепежных отверстий.

На рис. 4.86 показана базовая гидрофицированная плита 1, имеющая сетку координатно-фиксирующих отверстий и сетку резьбовых отверстий. В плите выполнены также резьбовые отверстия, в которые ввинчены штуцеры гидроцилиндров 2. Эти отверстия соединены с выполненными в

плите каналами для масла, которые соединены с быстроразъемным соединением.

Гидроцилиндры одностороннего действия с вертикальными и горизонтальными штоками для зажима заготовки сверху или сбоку ввинчивают в отверстия плиты, предварительно вывинтив резьбовую пробку.

Блок гидравлический 3 применяется в качестве базового и зажимного элемента приспособлений, собираемых из элементов УСПО. Гидроблок представляет собой гидроцилиндр одностороннего действия, встроенный в прямоугольный корпус, что позволяет присоединять его к базовым плитам УСПО, собирая из гидроблоков каркасные основания при обработке заготовок больших габаритов.

Конструкции универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО) предназначены для базирования и закрепления заготовок при их обработке на фрезерных, сверлильных и многоцелевых станках с ЧПУ.

На рис. 4.87 приведено двухместное гидравлическое приспособление для установки корпусной детали. Приспособление предназначено для базирования и закрепления двух заготовок корпусных деталей при обработке на многоцелевых станках с ЧПУ.

Заготовки 4 базируют по плоскостям на опорах 3 и 6 и закрепляют четырьмя прихватами 5, взаимодействующие с

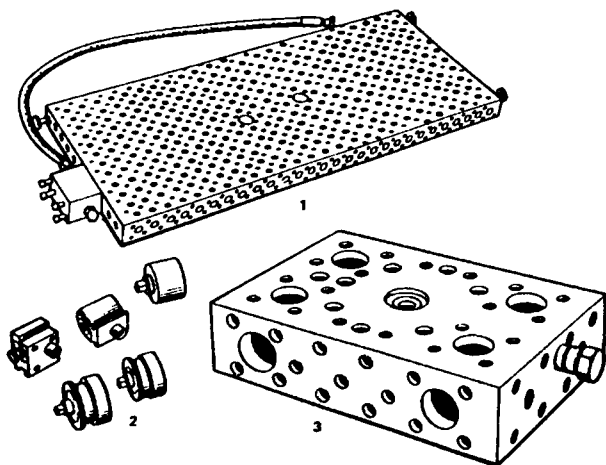


Рис. 4.86 Базовые плиты и гидроцилиндры: 1 — плита базовая, 2 — гидроцилиндры, 3 — блок гидравлический

гидроцилиндрами 7, расположенными на угольниках 2. Угольники 2 крепят к плите 1. Зажим заготовок осуществляется в горизонтальной плоскости.

Девятиместное гидравлическое приспособление для установки фланца приведено на рис. 4.88. Приспособление предназначено для базирования и закрепления заготовок деталей типа "фланец" при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

Заготовки 4 базируются по торцу и внутренней цилиндрической поверхности, устанавливаются на стаканы 3 и за-

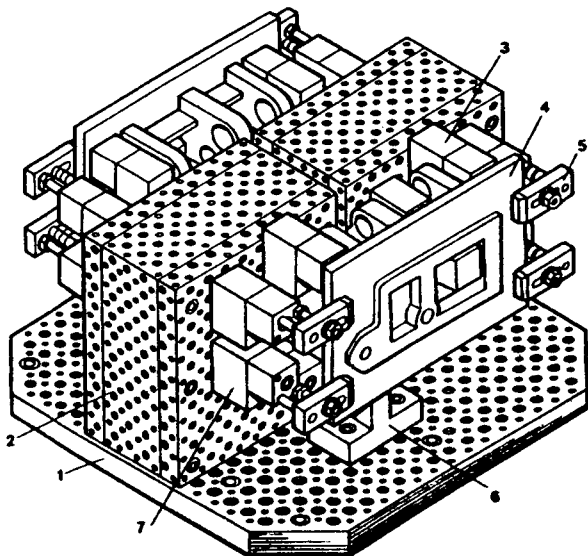


Рис. 4.87 Двухместное гидравлическое приспособление для установки корпусной детали

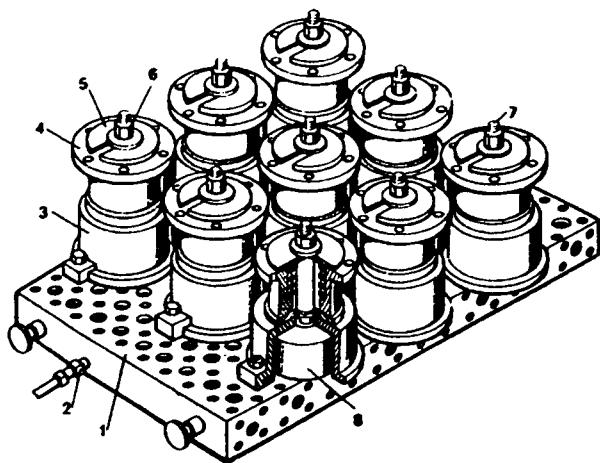
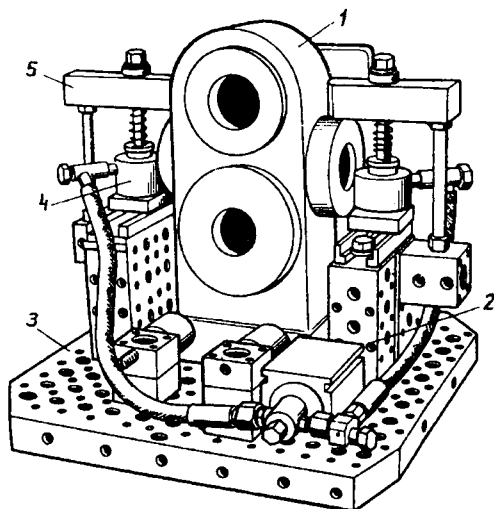


Рис. 4.88 Девятиместное гидравлическое приспособление для установки фланца

крепляют быстросъемными шайбами 5 с помощью гаек 6 и шпилек 7, ввинченных в штоки поршней гидроцилиндров 8. Стаканы 3 базируют и закрепляют на плите 1. Гидроцилиндры 8 ввинчены в отверстия плиты. Быстроразъемные соединения 2 предназначены для соединения каналов плиты с источником давления масла.



На рис. 4.89 приведена конструкция гидравлического приспособления для установки заготовки корпусной детали. Приспособление предназначено для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

Рис. 4.89 Гидравлическое приспособление для установки заготовки корпусной детали

Заготовку 1 устанавливают на планки 2, закрепленные на плите 3, и закрепляют двумя прихватами 5, сила зажима которым передается от гидроцилиндров 4.

Двухместное приспособление для установки корпусной детали приведено на рис. 4.90. Приспособление предназначено для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ.

Заготовку 2 базируют по трем плоскостям, устанавливают на опоры 5 и доводят до опоры 1 и двух упоров 4. Заготовку закрепляют двумя горизонтальными гидроцилиндрами 3, закрепленными на гидроплите 8 болтами 6. Гидроцилиндры ввинчены в резьбовые отверстия гидроплиты 8, соединенные каналами со штуцером 7.

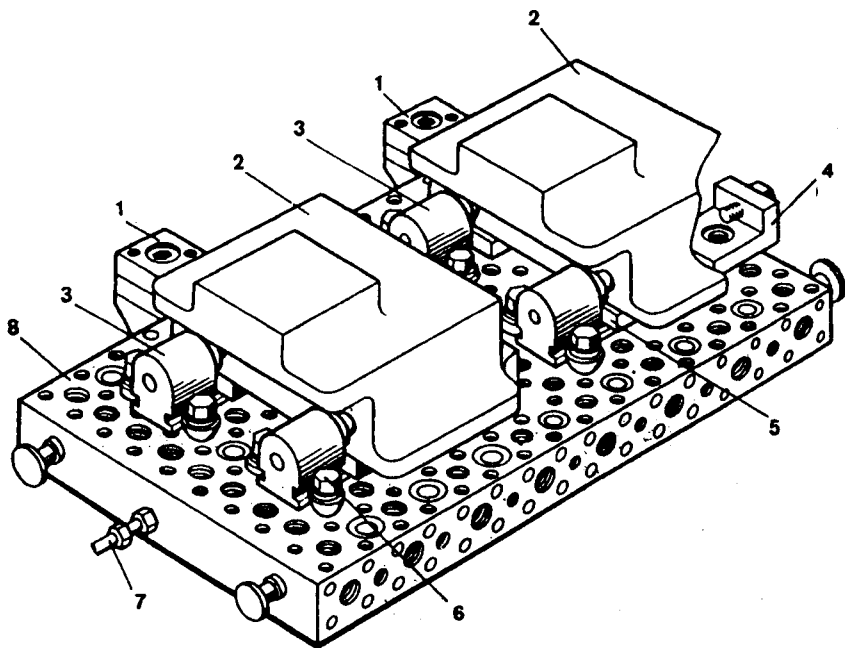


Рис. 4.90 Двухместное приспособление для установки заготовки корпусной детали

4.5. Приспособления для гибких производственных систем (ГПС)

В ГПС на базе многоцелевых станков с ЧПУ широко применяются приспособления, устанавливаемые или komponуемые на спутниках. При этом независимо от конфигурации и базовых поверхностей заготовки базирующие элементы спутников и базирующие элементы станков будут одинаковыми при установке различных заготовок в приспособлениях, устанавливаемых или komponуемых на спутниках. Это позволяет выполнить автоматическую смену различных приспособлений (без участия человека). Заготовки на станциях загрузки-разгрузки закрепляются в приспособлениях, установленных на спутниках, и поступают для хранения на склад, либо, исходя из требований сборки, автоматически поступают на станки в требуемой последовательности.

На многоцелевых станках ГПС и гибких производственных модулях применяют модульные приспособления системы УЧПО и системы УСПО-С. Приспособления устанавливают на плиты-спутники или komponуют установочные и зажимные приспособления на плитах-спутниках, выполняющих функции базовых элементов приспособлений.

На рис. 4.91 приведено устройство для базирования и закрепления спутников на столах станков.

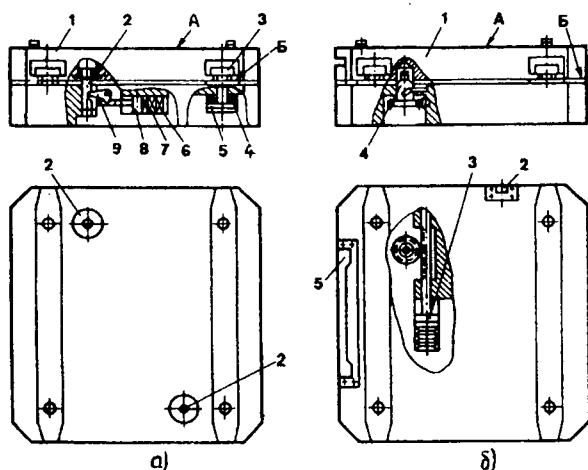


Рис. 4.91 Устройство базирования и закрепления спутников

Спутник 1 (рис. 4.91, а) базируют по плоскости и двум отверстиям на поверхность Б устройства и два цилиндра фиксатора 2. Две зажимные планки 3 входят в Т-образные пазы спутника при его подаче на стол станка. Поршень 8 гидроцилиндров 6, перемещаясь под действием тарельчатых пружин 7, выдвигает рычагами 9 фиксаторы 2, которые входят в отверстия спутника 1. Спутник зажимается двумя планками 3 под действием пружин 4, установленных в четырех гидроцилиндрах 5. Для зажима и фиксации спутника масло поступает в гидроцилиндры 5 и 6. Базирование спутника 1 (рис. 4.91, б) по двум плоскостям (в координатный угол) осуществляется планками 2 и 5. Устройство автоматической смены спутников подает спутник на базовую поверхность Б. Затем рабочая полость гидроцилиндра 3 сообщается со сливом и поршень, перемещаясь под действием тарельчатых пружин, обеспечивает с помощью байонетного устройства и зубчатоременной передачи выдвижение и разворот эксцентрикового кольца 4, который прижимает спутник к базовым поверхностям планок 2 и 5. Зажим и разжим спутника выполняется так же как и в предыдущей конструкции.

Многоцелевой фрезерно-сверильный станок мод ИР500МФ4, оснащенный устройством автоматической смены спутников, состоящим из двухпозиционного вспомогательного поворотного стола приведен на рис. 4.92. По окончании обработки заготовки

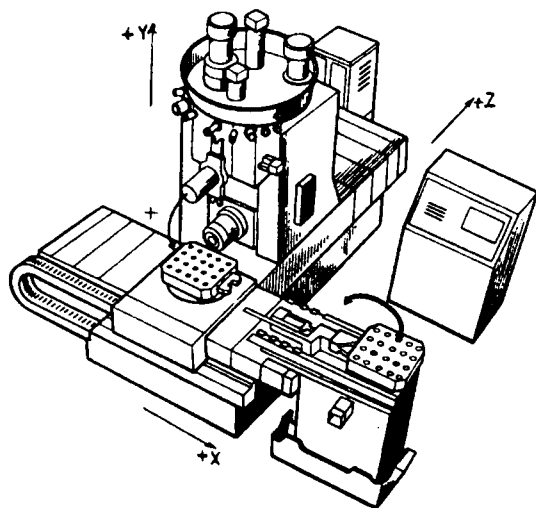
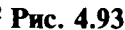


Рис. 4.92 Станок с вспомогательным поворотным столом



298

Устройство автоматической смены спутников многоцелевого станка показано на рис. 4.93, а, б. На поворотном столе станка и расположенном слева от него вспомогательном столе в позиции А находятся плиты-спутники 4 и 5 с планками 2 и 3. Справа от стола станка позиция Б для второго вспомогательного стола. В процессе обработки заготовки, находящейся на спутнике 5, установленном на столе 10 станка, вторая заготовка находится на спутнике 4, установленном в позиции А ожидания обработки.

По окончании обработки заготовки спутник 5 автоматически перемещается в позицию Б, а спутник 4 — с позиции А на стол станка. Для перемещения спутников с позиций А и Б на стол станка на вспомогательных столах имеются поддерживающие 13 и направляющие 1 ролики. Транспортирующим органом служит гидроцилиндр 6, шток 12 которого связан с кареткой 9. На концах каретки имеются захваты 7 и 14, которые могут входить в зацепление с замками 8 и 15 спутников. Для этого каретка поворачивается относительно горизонтальной оси с помощью механизма (на рисунке не показан). Отвод захватов от спутников необходим для поворота спутника, находящегося в рабочей позиции. Стол 10 станка установлен на жесткой станине 11. Стол не имеет линейных перемещений, которые выполняет стойка станка со шпиндельной бабкой. При этом пристаночные накопители (магазины) спутников должны находиться с двух сторон станка.

В гибких производственных модулях (ГПМ) стремятся создавать такие компоновки, где установка спутников, поступающих из магазина в пристаночный накопитель и обратно, выполняется в одном месте. На рис. 4.93, в показано устройство автоматической смены спутников в ГПМ на базе многоцелевого станка мод. ИР500МФ4. Устройство выполнено в виде двухпозиционного вспомогательного стола 7, установленного рядом со станком. В выемке стола размещены навстречу друг другу одинаковые гидроцилиндры 10 и 13, на концах которых имеются Т-образные захваты 14 и 6, предназначенные для сцепления со спутником 11. При ус-

тановке спутника на стол (перемещение по стрелке Б) он своим фигурным вырезом 12 входит в зацепление с захватами 14 штока гидроцилиндра. На столе спутник базируется своими нижними направляющими на ролик 9 и центрируется по боковым сторонам ролика 8. Это исходное положение спутника в позиции ожидания. Если шток гидроцилиндра 10 начнет перемещаться, вместе с ним покатится по роликам спутник. На рисунке показано выдвинутое положение штока второго гидроцилиндра 13. Захват 6 переместится по направляющей штанге и заставит спутник прокатиться по роликам 9 и 8 в направлении стрелки А на поворотный стол станка. На поворотном столе спутник автоматически опустится на фиксаторы и захват 6 штока гидроцилиндра 13 расцепляется со спутником. По окончании обработки заготовки стол станка переместится к устройству для смены спутников и остановится в положении, когда фигурный паз спутника окажется под захватом Б. Гидроцилиндр стола станка поднимает спутник над фиксаторами и произойдет сцепление спутника с захватом 6. Затем масло под давлением поступает в штоковую полость гидроцилиндра 13, шток которого сместится в крайнее положение, увлекая за собой спутник с заготовкой. Затем меняются местами спутник с обработанной заготовкой и спутник с заготовкой, подлежащей обработке. Для чего стол поворачивается на стойке 15 зубчатым колесом 3, сцепленным с рейкой 4. Рейку перемещают гидроцилиндры 5 и 16. После поворота стола на 180° спутник 11 с заготовкой устанавливается гидроцилиндром 10 на поворотный стол станка. Подвод масла к гидроцилиндрам 10 и 13 осуществляется через вертикальные каналы, имеющиеся в стойке, и муфту (на рисунке не показана). Стойка 15 закреплена на плите 1 с помощью болтов 2 и 17.

В гибких производственных модулях для хранения приспособлений-спутников с заготовками широко применяют круглые или кольцевые магазины, обеспечивающие автоматическую подачу спутников с заготовками на стол станка и спутников с обработанными заготовками в магазин. При этом спутники подаются в любой последовательности.

Спутники устанавливают либо на поворотный стол магазина, либо на тележки, перемещающиеся по кольцевым направляющим. Емкость магазина (количество тележек) должна быть достаточной для обработки заготовок во 2-ю смену по безлюдной технологии (без участия человека). Примером такого магазина может служить поворотный магазин 1, применяющийся в ГПМ.

На рис. 4.94 приведен такой пристаночный накопитель приспособлений-спутников. Для тяжелых заготовок применяют неподвижные линейные магазины (рис. 4.94, б) и двухпозиционные тележки-автооператоры. По окончании обработки заготовки спутник с заготовкой автоматически перемещается в свободную позицию 3 тележки-оператора 2, а со второй позиции 5 (ожидание) тележки-оператора спутник с заготовкой, подлежащей обработке, перемещается на стол 4 станка. Затем спутник с заготовкой из магазина устанавливается на свободную позицию тележки, а спутник с обработанной заготовкой перемещается из тележки в магазин 1 спутников.

На рис. 4.95 приведено устройство для автоматической смены спутников.

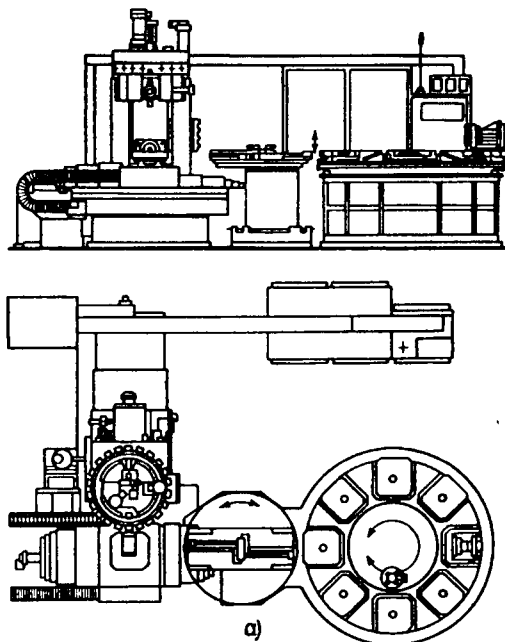


Рис. 4.94 Пристаночные накопители приспособлений спутников: а — поворотный магазин; б — неподвижные линейные магазины

Стол 1 станка снабжен направляющими для установки спутника 5, перемещаемого в рабочую зону с вспомогательного стола 2, направляющие которого являются продолжением направляющих рабочего стола. Устройство перемещения спутника оснащено редуктором с двумя синхронно вращающимися зубчатыми колесами.

Колесо 9 сцеплено с рейкой 11, установленной на ползуне 10, а колеса 8 — с рейкой 7, расположенной в нижней части спутника. На конце ползуна находится захват 6 для сцепления со спутником, выполненный в виде выступа, внутри которого расположен управляемый гидроцилиндр фиксатор. Последний взаимодействует с гнездом в спутнике, расположенном между шторками 3 и 4, которые поочередно сцепляются с выступами ползуна. Перед установкой спутника на стол станка (рис. 4.95, а). Ползун находится в крайнем дальнем от стола станка положении. Зубчатая рейка спутника сцеплена с зубчатым колесом редуктора. Фиксатор захвата "утоплен". Шторка 3 находится в нижнем, а штока 4 — в верхнем положениях. Спутник получает движение от зубчатого колеса и с помощью шторки 3 перемещает за собой ползун. По сигналу путевого переключателя фиксатор входит в гнездо спутника, после чего рейка спутника выходит из зацепления с колесом 9, и движение спутника продолжается с помощью ползуна. В конце дви-

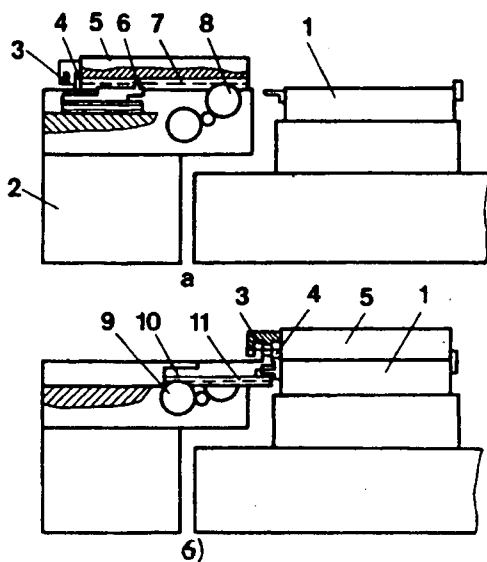


Рис. 4.95 Устройство автоматической смены спутников

жения шторка 3 поднимается, освобождая обратный путь для ползуна, фиксатор захвата выходит из гнезда в спутнике, шторка 4 опускается, подготавливая возможность обратного перемещения спутника.

4.6. Специальные приспособления для сборочных операций

Назначение и типы сборочных приспособлений.

Сборочные приспособления используют при узловой и общей сборке изделий. Они являются простыми, доступными и эффективными средствами механизации ручной сборки, а также необходимыми дополнительными устройствами обычного и автоматизированного сборочного оборудования. Сборочные приспособления обеспечивают высокую производительность и удобство сборки, точную, быструю установку и закрепление сопрягаемых элементов изделия. По степени специализации их подразделяют на универсальные и специальные.

Универсальные приспособления применяют в единичном и мелкосерийном производстве. К ним относятся плиты, сборочные балки, призмы и угольники струбцины, домкраты и различные вспомогательные детали и устройства (подкладки, клинья, винтовые прихваты). Плиты и балки служат для установки, выверки и закрепления собираемых машин и их узлов и изготавливаются из чугуна; на их обработанной поверхности выполняются Т-образные пазы. Плиты и балки устанавливают на фундамент на 50-100 мм выше пола и тщательно выверяют в горизонтальном положении по уровню. Призмы и угольники служат для установки и закрепления узлов или базовых деталей. Их установочные поверхности обрабатывают и на них выполняют сквозные продолговатые окна для крепежных болтов. Струбцины используют для временного скрепления деталей и узлов собираемых машин, а также для выполнения некоторых вспомогательных работ (правки, запрессовки, распрессовки). Домкраты служат для выверки и поддержки громоздких и тяжелых деталей и узлов.

Специальные приспособления применяют в крупносерийном и массовом производстве для выполнения определенных сборочных операций. По назначению различают два основных типа специальных приспособлений.

К первому типу относятся приспособления для неподвижной установки и закрепления базовых деталей и узлов собираемого изделия. Приспособления этого типа обеспечивают необходимую устойчивость детали в процессе сборки и повышают производительность труда, так как рабочие освобождаются от необходимости удерживать объект сборки руками. На рис. 4.96, а показано приспособление первого типа для крепления картера редуктора заднего моста автомобиля. К приспособлениям данного типа обычно не предъявляют требований точной установки закрепляемых деталей; сила закрепления должна быть достаточной для предотвращения смещения детали от действия сил и моментов, возникающих при выполнении сборочных операций.

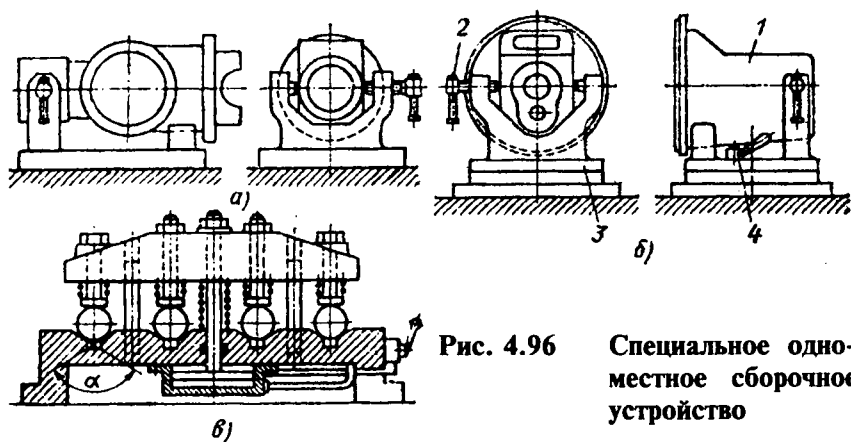


Рис. 4.96 Специальное одно-местное сборочное устройство

Для удобства и повышения производительности труда сборщиков приспособления часто выполняют поворотными. На рис. 4.96, б показано приспособление с вертикальной осью поворота для сборки коробки передач, картер 1 которой закрепляется на опорах зажимом 2. После поворота на требуемый угол верхнюю часть 3 фиксируют и закрепляют зажимом 4.

Приспособления для крепления базовых деталей и узлов могут быть одно- и многоместными. Одноместные приспособления служат для закрепления одного собираемого

изделия (см. рис. 4.96, а, б). При использовании многоместных приспособлений производительность труда сборщиков повышается в результате сокращения вспомогательного времени на установку изделий.

Работу на многоместном приспособлении ведут по принципу последовательной или параллельной концентрации технологических переходов. Последний случай имеет место при одновременной затяжке резьбовых соединений на всех закрепленных в приспособлениях деталях с помощью многошпиндельного гайковерта. Многоместные приспособления должны обеспечивать равномерное и быстрое закрепление всех деталей. Приспособление с пневматическим зажимом, показанное на рис. 4.96, в, удовлетворяет этому условию.

Приспособления данного типа могут быть стационарными и передвижными. Стационарные приспособления устанавливают на верстаках или станочных стендах, передвижные — на тележках или плитах конвейеров.

При сборке небольших и легких изделий такие приспособления часто снимают с конвейера на рядом расположенное рабочее место для выполнения заданной операции и опять ставят на конвейер. В этом случае конвейер служит только для транспортирования собираемого изделия вместе с приспособлением. При автоматической сборке эти приспособления (приспособления-спутники) должны обеспечивать точную установку базовых деталей. В них должно быть предусмотрено устройство для съема готового изделия в конце сборки. Ко второму типу специальных сборочных приспособлений можно отнести приспособления для точной и быстрой установки соединяемых деталей или частей изделия. При использовании приспособлений этого типа сборщики освобождаются от выверки взаимного положения сопрягаемых элементов, так как оно обеспечивается автоматически доведением до соприкосновения с опорами и направляющими элементами приспособления. Такие приспособления применяют для сварки, пайки, клепки, склеивания, развальцовки, посадки с натягом резьбовых и других сборочных

соединений. Они обеспечивают значительное повышение производительности и необходимы при автоматизации сборочного процесса.

На рис. 4.97 показано приспособление для сборки составного коленчатого вала, обеспечивающее соосность его коренных шеек 1 и 4. Их установка и закрепление в центрирующих призмах 2 и 3 производится перед затяжкой гаек 5 и 7 мотылевой шейки 6.

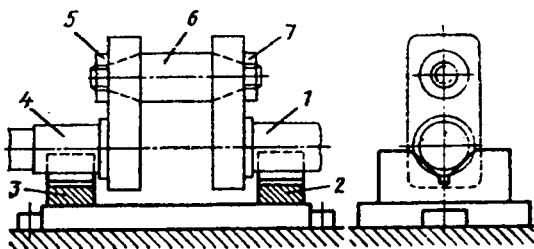


Рис. 4.97 Приспособление для сборки составного коленчатого вала

На рис. 4.98 представлена схема приспособления для сборки зубчатой передачи прибора. В отверстия закрепленной в приспособлении нижней пластинки 1 вводят поддерживаемые пружинными вилками ползунов 2 валики 3 собираемой передачи. После наложения и закрепления верхней пластинки 4 на распорках 5 ползуны отводят назад в направлениях, указанных стрелками.

Приспособления этого типа могут быть одно- и многоместными, стационарными и подвижными.

Подвижные приспособления применяют при большой программе выпуска мелких и средних изделий в условиях конвейерной сборки. Они характерны, в частности, для сборки методом пайки и склеивания.

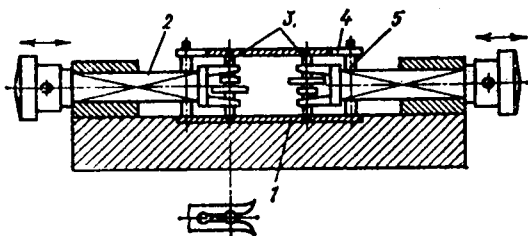


Рис. 4.98 Приспособление для сборки зубчатого механизма

Наряду с описанными типами сборочных приспособлений в машиностроении используют приспособления для предварительного деформирования собираемых упругих

элементов (пружин, рессор, разрезных колец и т.д.), а также для выполнения соединений с натягом, когда при сборке необходимо приложение больших сил. Приспособления этого типа облегчают труд сборщиков, повышают производительность. Приведение их в действие осуществляется вручную при использовании усилителей (рычажных, винтовых, комбинированных) или от силовых узлов (пнеumo-, гидро- или электроприводов).

На рис. 4.99 показано приспособление для надевания поршневых колец на поршень. Кольца 4 закладывают замками вниз между подвижными полуколысками 6. Конусную оправку 3 рычагом 1 вводят в кольца и разжимают их до размера, необходимого для свободного введения поршня. Нажимая на педаль, рабочий через шарнирную систему 2 и ползун 7 сжимает полуколыски и кольца, удерживая последние в разведенном состоянии после отвода оправки 3 влево. После установки поршня 5 педаль освобождается и кольца садятся в свои канавки.

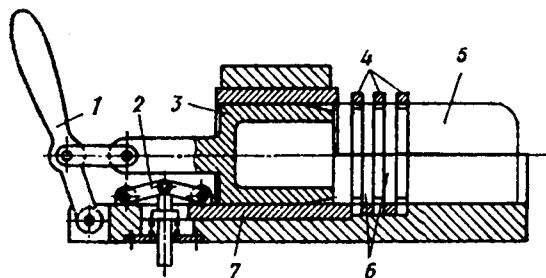


Рис. 4.99

Приспособление для надевания колец на поршень

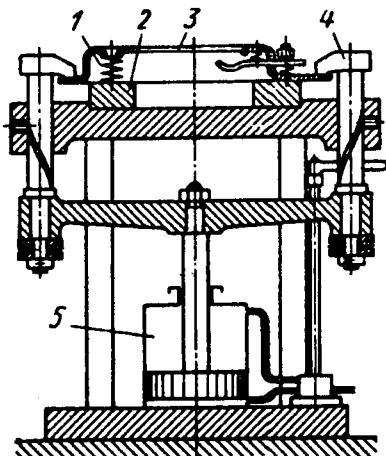


Рис. 4.100

Приспособление для сборки муфты сцепления

В качестве примера приспособления, приводимого в действие от пневматического устройства, на рис. 4.100 по-

казано приспособление для сборки муфты сцепления автомобильного двигателя. При сборке необходимо предварительно сжать пружины 1, находящиеся между нажимным диском 2 и кожухом 3. Это достигается осадкой кожуха четырьмя Г-образными прихватами 4, связанными с пневматической системой 5. Затем завертывают гайки. После поднятия прихватов собранную муфту вынимают из приспособления. На рис. 4.101 показано приспособление для устранения перекоса при запрессовке тонного диска 2 на вал 3. Направление диска осуществляется гильзой 5. Приспособление устанавливают на стол 4 пресса, а запрессовка производится ползуном 1 до упора.

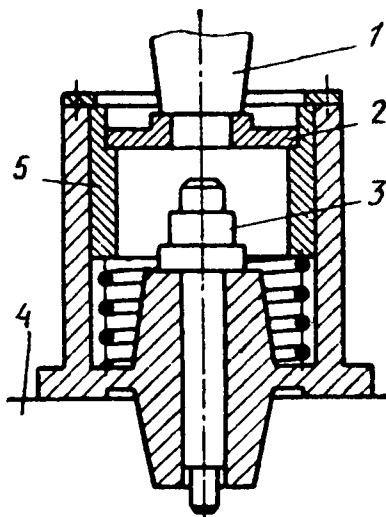


Рис. 4.101 Приспособление для запрессовки дисков на вал

Элементы сборочных приспособлений.

Специальные сборочные приспособления состоят из корпуса и смонтированных на его основе установочных элементов и зажимных устройств. Назначение установочных элементов тоже, что и в станочных и контрольных приспособлениях, т.е. обеспечивать требуемое положение детали и частей изделия без выверки. В качестве установочных элементов применяют рассмотренные ранее стандартные или специальные детали в зависимости от вида используемых установочных баз. Так как в качестве последних служат окончательно обработанные поверхности деталей собираемого изделия, то установочные элементы приспособления должны иметь достаточные опорные поверхности (постоянные опоры с плоской головкой по ГОСТ 1344-68, опорные пластины по ГОСТ 4743-68, широкие призмы, пальцы и другие элементы). В приспособлениях для крепе-

ния базовых деталей, установочные элементы часто облицовывают твердой резиной или пластмассами, чтобы предупредить порчу поверхностей этих деталей.

Зажимными устройствами фиксируют полученное при установке положение собираемых деталей и обеспечивают их устойчивость в процессе выполнения сборочной операции. Зажимные устройства предупреждают смещение собираемого изделия под влиянием сил, возникающих при выполнении соединений. Вместе с тем, они не должны деформировать детали изделия или портить их поверхности. Это обеспечивается использованием мягких вставок в зажимные элементы.

В сборочных приспособлениях применяют те же зажимные механизмы, что и в станочных приспособлениях. Если рабочая зона приспособления ограничена необходимостью подачи сопрягаемых деталей по сложным траекториям, зажимное устройство должно быть по возможности малогабаритным и расположено так, чтобы не затруднять сборку. Этому требованию удовлетворяют низко расположенные прихваты и Г-образные зажимы. Для сокращения вспомогательного времени привод зажимных устройств осуществляют от силовых узлов — пневмо- или гидроцилиндров. При использовании гидроцилиндров получается более компактная конструкция сборочного приспособления.

Непосредственное закрепление базовых деталей собираемого узла на магнитной (электромагнитной) плите недопустимо из-за возможности его намагничивания. Для небольших сил закрепления весьма удобны и быстродейственны вакуумные зажимные устройства, а для больших сил — пружинные.

Последние часто применяют в приспособлениях для пайки и склеивания деталей. Они не препятствуют тепловому расширению деталей при нагреве и их сжатию при охлаждении. В качестве материала пружин используют сплавы на основе Co, Ni, Cr, W, Mo, выдерживающие высокую температуру нагрева (до 400°С) без заметного снижения механических свойств.

Пружинные зажимы применяют на стационарных приспособлениях и на приспособлениях-спутниках. На рис.

4.102, а показано транспортируемое приспособление с прижимом приклеиваемых фрикционных накладок 1 к тормозным

дискам 3 посредством пружины 4 и охватывающей гибкой металлической или тканевой ленты 2.

Надевание и съем этой ленты производится с помощью стационарного устройства (рис. 4.102, б). При подаче сжатого воздуха в цилиндр 9 происходит сжатие пружины вилкой 7 на штоке 8. Левая вилка 6 упирается при этом в неподвижные штыри 5.

Для определения сил закрепления необходимо знать условия выполнения сборочных процессов. Так, при склеивании (клеем БФ-2 и др.) необходимо прижатие соединяемых деталей давлением $0,15-0,185 \text{ Мн/м}^2$ (15-20 МПа). При пайке силу прижатия устанавливают из условия прочной фиксации собираемых деталей. При выполнении резьбовых соединений базовая деталь изделия воспринимает реактивный момент от затяжки этих соединений, поэтому их необходимо удерживать от проворачивания. Если используется многошпindelное винтозавертывающее устройство, реактивный момент воспринимается базовой деталью и корпусом устройства. Зная внешнюю силу или момент, схему установки и закрепления собираемого изделия, а также реакции опор, можно найти необходимую силу закрепления. Методика расчета сил закрепления такая же, как и в станочных приспособлениях.

Расчет силы закрепления сводится к задаче статики на равновесие изделия под действием приложенных к нему внешних сил. Найденная сила закрепления должна быть

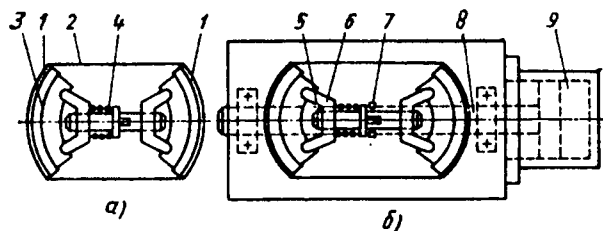


Рис. 4.102 Приспособление для приклеивания накладок на тормозные диски

меньше или равна предварительно определенной из условий допустимой деформации базовой детали изделия. В связи с этим выбор мест приложения сил закрепления имеет большое значение. Силы закрепления необходимо передавать через закрепляемые детали на жесткие опоры приспособления, избегая деформаций изгиба и скручивания. Расчет сил следует вести, учитывая наибольшие значения сдвигающих сил и моментов.

При расчете силы закрепления следует учитывать коэффициент запаса k . В отличие от методики его определения для условий механической обработки, в данном случае можно принимать во внимание только три последних первичных коэффициента, учитывающих условия закрепления изделия, и коэффициент $k=1,5$. При установке базовой детали на достаточно большие участки ее чисто обработанной поверхности коэффициент трения берут 0,16, а для других случаев — согласно рекомендациям, приведенным в главе 3.

К вспомогательным устройствам сборочных приспособлений относятся поворотные и делительные механизмы, фиксаторы, выталкиватели и другие элементы. Их функциональное назначение и конструктивное оформление такие же, как и у станочных приспособлений. При конструировании поворотных приспособлений с горизонтальной осью вращения центр тяжести изделия по мере присоединения к нему деталей может изменять свое положение. Положение оси следует выбирать так, чтобы момент поворота был наименьшим, а сумма работ на вращение поворотной части приспособления по всем переходам сборки была минимальной.

4.7. Приспособления для промышленных роботов

Назначение и классификация захватных устройств.

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

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

Захватные устройства состоят из привода, передаточного механизма и захватных элементов (пальцев или губок). Приводы захватных устройств подразделяются на пружинные, пневматические, гидравлические, электромеханические, электромагнитные, магнитные, вакуумные. Преимущество пневматического привода — простота конструкции, не требуется специальной рабочей среды и ее смены, удобство подвода энергии (не требуется сливной магистрали), отсутствие течи, легкое регулирование, возможность использования в зонах высоких температур. Недостаток — большие

габариты при сравнительно малых силах из-за низкого давления сжатого воздуха (0,4 — 0,5 МПа), поэтому пневматические приводы используются лишь для захвата малых и средних заготовок.

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

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

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

Наиболее широко промышленные ро-

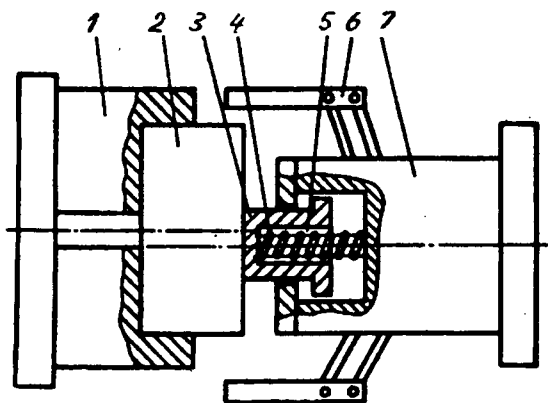


Рис. 4.103 Захватные устройства с подпружиненным упором

боты применяют для обслуживания токарных станков, обеспечивая загрузку-разгрузку заготовок деталей типа тел вращения. Для автоматического поджима заготовок типа дисков по торцу при установке их в патроне захватные устройства снабжают подпружиненными упорами. На рис. 4.103 показана конструктивная схема захватного устройства для установки в двух- или трехлапчатый патрон. Упор 3 установлен в полости корпуса 7 с крышкой. При установке роботом заготовки 2 в патрон 1 упор 3 под действием пружины 4 поджимает заготовку к торцу патрона, и губки 6 захвата раскрепляют заготовку.

Схема захватного устройства для установки заготовок в патрон токарного станка с поджимом заготовки по торцу показана на рис. 4.104. Заготовка 4 базируется по отверстию и закрепляется разжимной цангой 1 захватного устройства 3. При установке заготовки в патрон подпружиненные плунжеры 2 прижимают заготовку к торцу патрона.

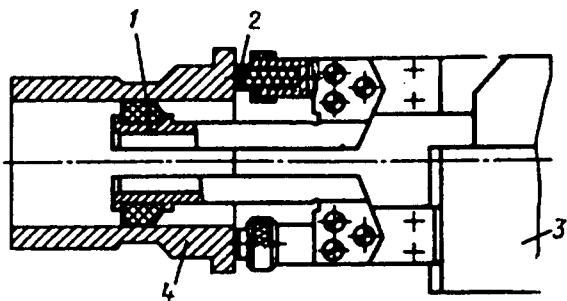


Рис. 4.104 Захватное устройство с подпружиненными плунжерами

По характеру крепления захватных устройств рабочего органа к ПР они подразделяются на четыре группы. Несъемные захватные устройства — неотъемлемая часть конструкции ПР. Замена таких устройств не предусматривается. Сменные захватные устройства — самостоятельные агрегаты с базовыми поверхностями для крепления к рабочему органу. Быстросменные захватные устройства — сменные агрегаты с конструкцией базовых поверхностей для крепления к рабочему органу робота. Автоматизированные захватные устройства, конструкция базовых поверхностей которых

обеспечивает возможность автоматического закрепления на рабочем органе робота.

Несменяемые захватные устройства предназначены для взаимодействия с одной определенной деталью, не требуют переналадки. Такие захватные устройства характерны для массового производства. Захват деталей разных размеров обеспечивается раскрытием губок из расчета размеров наибольшей детали (широкодиапазонные захватные устройства). В качестве несменяемых захватных устройств применяют целевые (специализированные) широкодиапазонные устройства, предназначенные для захвата сходных по конфигурации заготовок, обеспечивающие возможность перехода с одного типоразмера заготовок на другой в серийном производстве.

Для установки цилиндрических заготовок (валов, дисков, фланцев) в патроне или центрах токарных станков применяют целевые центрирующие зажимные устройства, обеспечивающие базирование заготовок по оси симметрии аналогично базированию заготовок на станке.

Такие широкодиапазонные центрирующие захватные устройства без замены губок применяют трех типов: клещевого (с поворотным движением губок); с плоско-параллельным движением губок; с тремя захватными губками, перемещающимися к центру и от центра заготовки.

Широкодиапазонные центрирующие захватные устройства клещевого типа без замены губок не обеспечивают постоянства положения оси заготовок. Смещение оси заготовки при изменении ее диаметра может привести к дополнительным перегрузкам. Для сокращения смещения до минимума губки профилируют так, что в определенном диапазоне диаметров обеспечивается центрирование заготовок различного диаметра. Верхние части губок выполняют одинаковой ширины и располагают одну против другой, а нижние выполняют срезанными. При таком исполнении губок они способны заходить одна за другую. Это позволяет надежно центрировать заготовки типа валов даже в том случае, когда в зоне действия губок окажется ступенька с перепадом диа-

метров. Конструкции реечных широкодиапазонных захватных устройств клещевого типа показаны на рис. 4.105. Центрирующее широкодиапазонное захватное устройство (рис. 4.105, а) имеет две пары поворотных губок 1, установленных на осях 7. Профиль губок допускает центрирование валов в широком диапазоне размеров. Рейки 3 соединены рычагами 4, образующими с ними шарнирный параллелограмм. При перемещении реек 3 вверх посредством тяги 2 привода зубчатые секторы 8 рычагов, закрепляющихся с рейками 3, поворачиваются попарно, что создает возможность захватывания ступенчатых валов. Части 5 профиля губок 1 срезаны по толщине, а части 6 имеют полную ширину. Это обеспечивает захват и центрирование заготовок, расположенных в момент захватывания со смещением. Центрирующее широкодиапазонное захватное устройство, предназначенное для захватывания заготовок типа фланцев и колец, имеет одну пару губок, в остальном оно аналогично устройству, показанному на рис. 4.105, а.

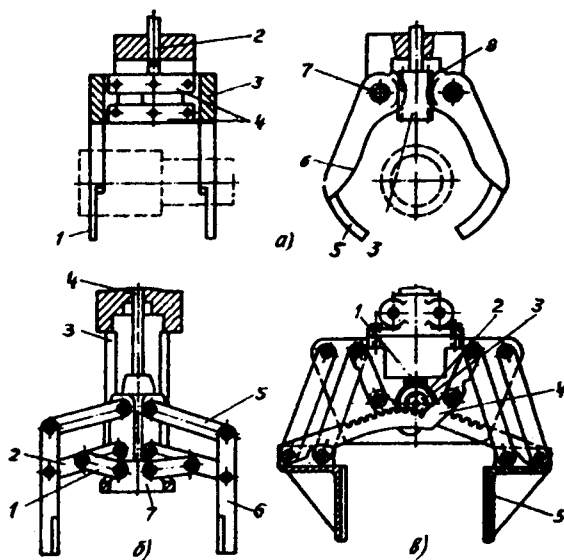


Рис. 4 .105 Центрирующие широкодиапазонные захватные устройства: а — с двумя поворотными губками; б и в — с параллельным перемещением губок

Центрирующие широкодиапазонные захватные устройства (рис. 4.105, б) с параллельным движением губок исключают смещение оси заготовки при изменении ее диаметра в широком диапазоне размеров. В корпусе 3 устройства шарнирно закреплены рычаги 1. Тяга 4 привода, перемещающаяся в направляющих корпуса, соединена с втулкой 7, на которой закреплены оси рычагов 2 и 5. К средним точкам рычагов 2 шарнирно присоединены концы рычагов 1. Рычаги 2 длиннее рычагов 1 в 2 раза и шарнирные треугольники, образованные этими рычагами — равнобедренные. Поэтому нижние концы рычагов 2 и 1 будут располагаться на одной прямой при любых углах между ними, что обеспечивает прямолинейность перемещения губок. Захватные губки 6, шарнирно закрепленные на концах рычагов, составляющие с ними и тягой 4 шарнирные параллелограммы, обеспечивают параллельность губок.

Центрирующее широкодиапазонное захватное устройство с параллельным перемещением губок показано на рис. 4.105, в. Привод захватного устройства через центральный валик 1 передает вращение через установленное на нем центральное зубчатое колесо планетарной передачи водилу, а от него через конические шестерни 2 — двум зубчатым колесам 3, зацепляющимся с зубчатыми секторами 4, нарезанными на криволинейной поверхности планок, замыкающих шарнирные четырехзвенники. К планкам прикреплены захватные губки 5.

Центрирующие захватные устройства с тремя губками (рис. 4.106) сохраняют положение оси или наружных базировочных поверхностей в широком диапазоне диаметров заготовок. Устройства имеют подвижную вдоль оси симметрии захватного устройства опору, перемещаемую в направлении заготовки. Торец опоры контактирует с заготовкой. Две поворотные зажимные губки кинематически связаны с опорой посредством кулачкового механизма, позволяющего перемещать зажимные губки по заданному закону, обусловленному формой заготовки и особенностями ее базирования.

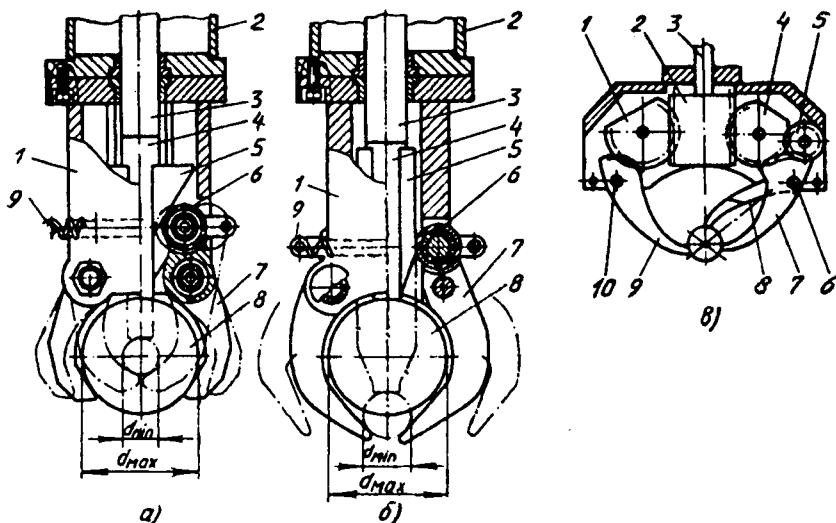


Рис. 4.106 Центрирующее захватное устройство с тремя губками: а — для установки заготовок в центрах; б — для установки заготовок в призму; в — с губками специального профиля

Устройство показанное на рис. 4.106 а, предназначено для установки заготовок в центрах, а на рис. 4.106, б — в призму. Корпус 1 захватного устройства прикреплен винтами к рабочему органу 2 робота, в котором установлен пневмо- или гидроцилиндр со штоком 3. Последний жестко соединен с подвижной опорой 4, на которой установлен кулачок 5. Захватные губки 7 имеют на концах ролики 6, контактирующие с кулачками 5. Пружина растяжения 9 создает силовое замыкание кулачкового механизма. Заготовка 8 контактирует с рабочими поверхностями подвижной опоры 4 и захватных губок 7. Для захвата заготовки рука робота с захватным устройством перемещается сверху вниз в положение, соответствующее оси заготовки (независимо от ее диаметра). При этом заготовка находится между разведенными губками. После этого привод перемещает опору 4 и кулачок 5 вниз, в результате чего губки 7 одновременно с опорой 4 перемещаются к заготовке. Профилирование кулачков по-

звolyет независимо от размера диаметра заготовки обеспечить синхронное касание трех контактирующих элементов с заготовкой, обеспечивая ее центрирование.

В захватном устройстве (см. рис. 4.106, б) для захвата заготовок, устанавливаемых в призму, перемещение рабочего органа заканчивается тогда, когда захватное устройство займет положение, при котором рабочие поверхности губок 7 будут представлять собой продолжение рабочих поверхностей призмы, в которую устанавливается заготовка, а затем обеспечивается поджим заготовки к губкам подвижной опорой 4. Широкодиапазонное центрирующее захватное устройство с тремя губками (рис. 4.106, в) обеспечивает сохранение оси заготовок независимо от их диаметров. Устройство имеет три губки специального профиля, на которых выполнены зубчатые секторы. Две губки 7 и 8 свободно установлены на общей оси 6, а губка 9 — на оси 10, зубчатые секторы губок 7 и 9 закрепляются с одинаковыми зубчатыми колесами 1 и 4, зацепляющимися одновременно с рейкой 2, соединенной с тягой 3 привода. Зубчатый сектор губки 8 зацепляется с зубчатым колесом 4 через промежуточное зубчатое колесо 5. При перемещении рейки 2 зубчатые колеса 4 и 1 поворачивают губки 7 и 9 на одинаковый угол. При этом колесо 4 через промежуточное зубчатое колесо 5 поворачивает губку 8 на тот же угол навстречу губке 7. Губки сходятся к центру заготовки таким образом, что углы между каждой из губок и направлениями от их осей на ось заготовки остаются одинаковыми при любом раскрытии губок, что обеспечивает центрирование заготовки. Такое устройство обеспечивает больший, чем приведенные выше конструкции, диапазон захвата заготовок при тех же габаритах устройства, но конструкция его сложнее.

Несменяемые захватные устройства со сменными губками применяют для захвата различных заготовок при загрузке-разгрузке их в приспособлениях станков. Сменные губки к пневматическому рычажному захватному устройству крепятся винтами (рис. 4.107, а).

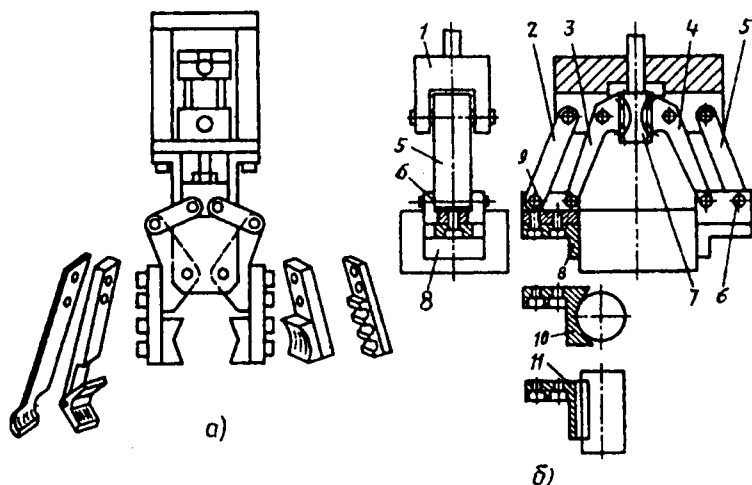


Рис. 4.107 Захватные устройства со сменными губками: а — с шарнирно-рычажным механизмом; б — с зубчатым и рычажным механизмами

Захватное устройство с зубчатым механизмом со сменными захватами показано на рис. 4.107, б. В корпусе 1 на осях свободно установлены две пары рычагов 2 и 3, 4 и 5, зубчатые секторы рычагов 3 и 4 зацепляются с рейкой 7, соединенной с тягой привода зажимного устройства. Рычаги попарно соединены с кронштейнами 6 и 9, к которым крепятся сменные губки 8, 10 и 11. Рычаги, кронштейны с губками и корпус образуют два шарнирных механизма, которые обеспечивают центрирование захватываемых заготовок

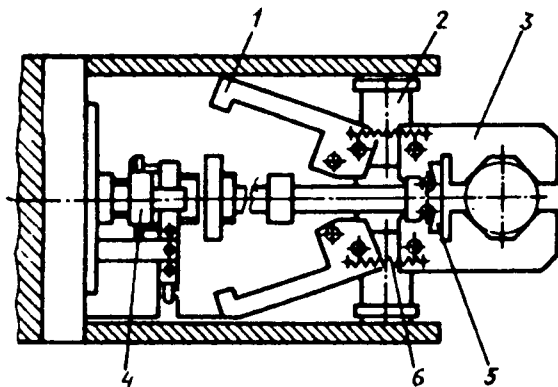


Рис. 4.108 Захватные устройства с рычажными механизмами

плоских деталей (с губками 9) или цилиндрических (с губками 10 и 11).

Захватное устройство (рис. 4.108) с электроприводом 4 и с двумя парами быстросменных губок 3 и 4 предназначено для захвата заготовок различных диаметров. Быстрая смена губок осуществляется поворотом всего узла относительно оси 2. При этом муфта привода размыкается. Раскрытие губок осуществляется пружинами 6. После захвата заготовки губки жестко фиксируются тягой 5.

Сменные захватные устройства применяют в серийном производстве при обработке заготовок большими партиями. Наибольшее распространение получило фланцевое крепление сменных захватных устройств (рис. 4.109) к роботу. На ПР выполняется фланец с центральным центрирующим отверстием и резьбовыми отверстиями, расположенными по окружности. Такая конструкция позволяет размещать часть элементов захватных устройств (например, привод рабочего органа) внутри робота. Предусмотрено два исполнения фланцев: круглой и квадратной формы (с одинаковыми для обоих исполнений координатами крепежных отверстий, что обеспечивает их взаимозаменяемость). На круглых фланцах больших размеров выполняют четыре дополнительных крепежных отверстия, обеспечивающих большую грузоподъемность захватов.

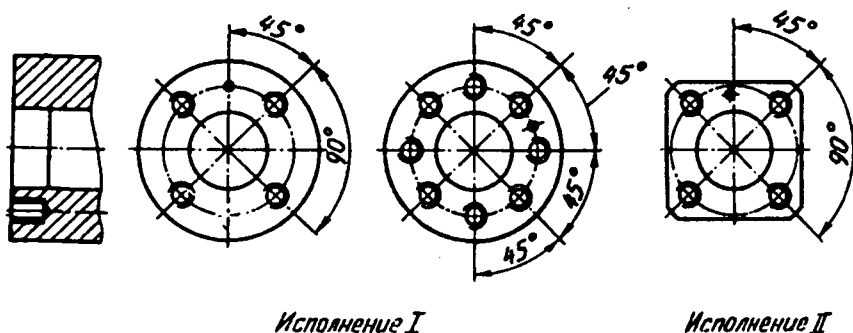


Рис. 4.109 Сменные захватные устройства: исполнение I с круглым фланцем; исполнение II с квадратным фланцем

Быстросменные захватные устройства (рис. 4.110) применяют в серийном и мелкосерийном производстве при обработке заготовок небольшими партиями. При установке в жестко закрепленный на рабочем органе 13 робота корпус 2 сменного захватного устройства 12 оправка 9 смещает клапан 5 влево, сжимая пружину 3 до западания шариков 7 в кольцевую проточку оправки (рис. 4.110, а). При этом пружина 4 перемещает гильзу 6 вправо до упора в неподвижное кольцо 10, прижимая шарики 7, фиксирующие захват в осевом направлении. Торцовое шпоночное соединение 11 фиксирует захват от поворота. Для смены захватного устройства гильзу 6 перемещают влево вручную, сжимая пружину 4. Шарики под действием пружины 3, перемещающей клапан 5 вправо, смещаются в кольцевую проточку 8 гильзы. При этом клапан 5 перекрывает канал 1 для подвода рабочей среды пневмо- или гидропривода, а оправка 9 смещается вправо. После этого наладчик снимает захватное устройство и заменяет его другим. Время установки и фиксации захватного устройства — не более 0,1 мин. Конструктивным исполнением мест крепления быстросменных захватных устройств может иметь байонетное крепление. Такое крепление может быть использовано как для быстрой ручной, так и для автоматической смены захватных устройств. Конструкция мест крепления быстросменных захватных устройств к рабочему органу робота показана на рис. 4.110, б. В рабочем ор-

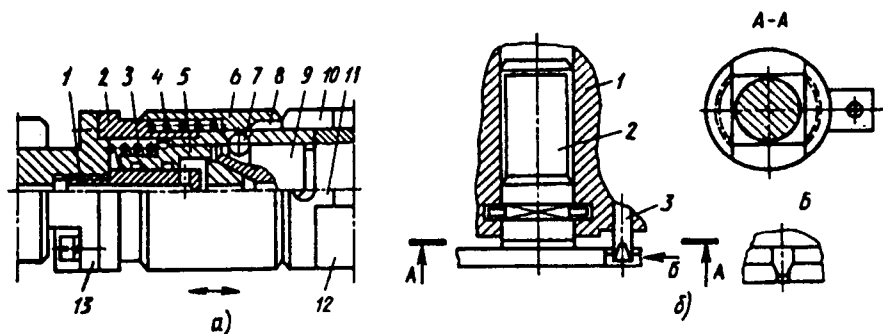


Рис. 4.110 Быстросменные захватные устройства

гане 1 робота выполняется гнездо для установки хвостовика 2 быстросменного захватного устройства и фиксаторный палец 3. Для замены захватного устройства необходимо повернуть его на 90° (см. вид А-А) и вынуть из гнезда, предварительно вынув фиксатор.

Автоматизированные захватные устройства применяют в многосерийном производстве при обработке заготовок минимальными партиями. Такие устройства могут быть автоматически переналаживаемыми и автоматически заменяемыми. Автоматическая переналадка захватных устройств в соответствии с геометрическими параметрами заготовки значительно повышает их универсальность.

Автоматическое переналаживаемое захватное устройство (рис. 4.111, а) состоит из корпуса 12 с губками 8, зубчатые секторы которых зацепляются с рейкой 9, соединенной со штоком поршня пневмоцилиндра 10, подвижно установленного в корпусе. Цилиндр 10 может перемещаться гидроцилиндром 11, масло в который нагнетается из бака 7 насосом 6 через распределитель 1. Положение цилиндра 10 определяется преобразователями 3 и 2, задающим блоком 5 и настраиваемым

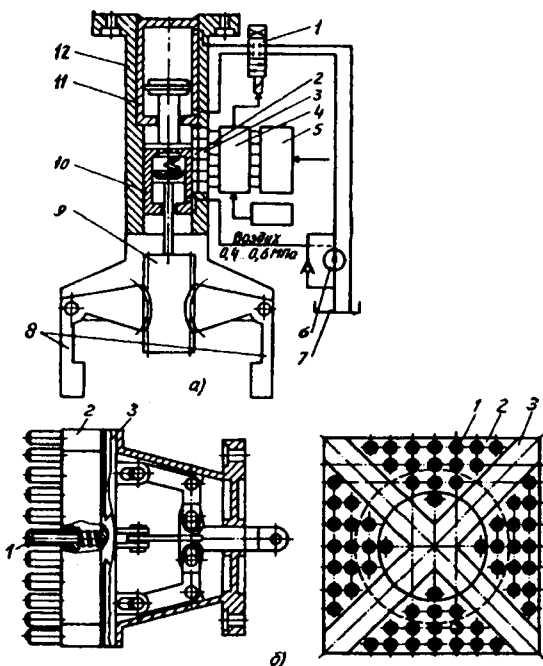


Рис. 4.111 Автоматические переналаживаемые захватные устройства

преобразователями 3 и 2, задающим блоком 5 и настраиваемым

сигналом блока сравнения 4. Такая конструкция позволяет обеспечить постоянное (минимальное) время зажима-разжима заготовок различных размеров.

Многопальцевое автоматически переналаживаемое захватное устройство с подпружиненными пальцами 1, установленными на каретках 2, перемещающихся относительно корпуса 3, показано на рис. 4.111, б. При подходе к заготовке и соприкосновении с ней часть пальцев, перекрываемых головкой, утапливается. При сближении кареток пальцы, оставшиеся не утопленными, захватывают и зажимают заготовку. Такая конструкция обеспечивает возможность захвата заготовок различной формы и размеров.

Для хранения сменных захватных устройств могут быть использованы магазины стационарного, подвижного и комбинированного типов. Магазин сменных захватных устройств выполняется в виде поворотного диска с кодовыми гребенками. Поворот диска осуществляется от гидропривода через зубчатую передачу. В диске попарно расположены фиксирующие пальцы, ориентирующие по окружности сменные захватные устройства. На торцах захватных устройств выполнены Т-образные пазы, которые при установке захватных устройств в магазин образуют кольцевой паз, с которым взаимодействуют два гидравлических Т-образных прихвата, установленных на двуплечем поворотном рычаге, снабженном зажимными элементами. В исходном положении прихваты вводятся в пазы сменных захватов, установленных в магазине. Выбор и смена

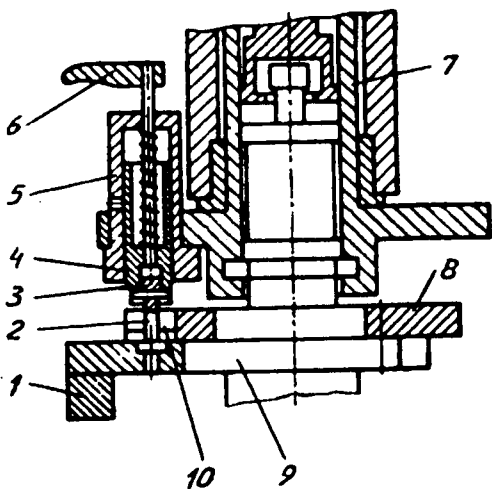


Рис. 4.112 Устройство автоматической смены захватов

требуемой пары захватов осуществляется при вращении магазина.

Схема механизма (рис. 4.112) выполнена на основе быстросменного захватного устройства (см. рис. 4.110, б). Захватные устройства хранятся в гнездах магазина, выполненного в виде неподвижной стойки или поворотного диска. Захватное устройство опирается на торцовую поверхность магазина 1 фланцем 8 и центрируется цилиндрическим пояском 9 по отверстию гнезда магазина, имеющему вырез для прохода верхней части корпуса захватного устройства. Угловое положение захватного устройства определяется штифтом 2. Угловая фиксация захватного устройства в рабочем органе 7 робота осуществляется фиксатором 4, представляющим собой подпружиненный плунжер с роликом 3. Он закрепляется во втулке 5, установленной на рабочем органе 7 робота. От поворота плунжер удерживается винтом. Он соединен также с рукояткой 6 для ручной расфиксации захватного устройства. Поскольку штифт 2 магазина входит в тот же паз 10 фланца 8, что и ролик 3 фиксатора, в момент установки захватного устройства в магазин штифт 2 отжимает фиксатор. Это позволяет рабочему органу 7 робота вместе с фиксатором повернуться на 90° , что необходимо для расстегивания байонетного замка. При повороте рабочего органа 7 на 90° ролик 3 от сжатого фиксатора катится по поверхности фланца 8. После поворота на 90° рабочий орган 7 робота уходит вверх, а захватное устройство остается в гнезде магазина 1. Для установки в рабочий орган робота нового захватного устройства рабочий орган, перемещаясь вертикально, надевается на его хвостовик. Фиксатор, повернутый в это время на 90° относительно паза, взаимодействуя с фланцем, отжимается. При повороте рабочего органа на 90° байонетный замок застегивается. При этом ролик 3 катится по поверхности фланца 8. В конце поворота ролик подходит к торцу штифта 2. Затем рабочий орган робота поднимается вместе с захватным устройством. При этом паз 10 захватного устройства сходит со штифта 2, и фиксатор под действием

пружины входит в паз. При обслуживании одним роботом нескольких единиц оборудования автоматическая смена захватов может оказаться единственно возможным решением, если на станках одновременно обрабатываются детали различной конфигурации и массы.

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

Захватные устройства могут быть с постоянными магнитами и электромагнитные. Такие устройства пригодны для захвата только деталей из магнитных материалов преимущественно с плоскими поверхностями. Электромагнитные захваты имеют простую конструкцию — катушку и сердечник (рис. 4.113, а). Электромагнитные захваты часто komponуются на базе небольших электромагнитов, установленных на общей раме (рис. 4.113, б). Такие захваты часто применяют для переноски фасонных, круглых и решетчатых поверхностей, захватить которые вакуумными захватами невозможно. Захватные устройства с постоянными магнитами более сложны и не нашли широкого применения, так как их необходимо оснащать специальными устройствами для операции высвобождения детали.

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

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

В вакуумном захватном устройстве (рис. 4.113, в) с четырьмя присосками вакуум создается эжектором, общим для

всех присосок и расположенным на раме захвата. В конструкциях захватов, показанных на рис. 4.113, г, эжекторы установлены в каждой присоске, причем они выполняют также и роль соединительной арматуры воздухопровода.

Захватные устройства с эластичными камерами (рис. 4.113, д) применяют для захвата хрупких изделий. Их действие основано на деформации эластичной камеры под действием давления воздуха или жидкости. Захватное устройство с эластичными камерами — пальцами (рис. 4.113, е) применяют для удерживания деталей как за наружную, так и за внутреннюю поверхность. Обращенные внутрь поверхности пальцев менее эластичны, чем их тыльные стороны, поэтому при подаче давления они изгибаются и прилегают к детали, повторяя ее конфигурацию.

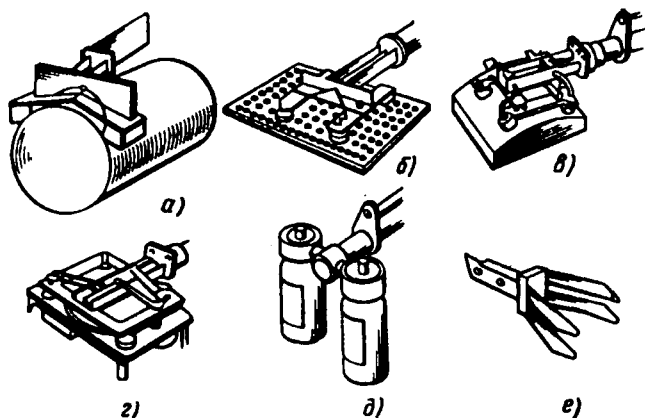


Рис. 4.113 **Захватные устройства: а и б — электромагнитные; в и г — вакуумные; д и е — с эластичными камерами**

Глава 5. Обоснование экономической эффективности применения приспособлений

5.1. Технико-экономическое обоснование применения станочных приспособлений

Экономический эффект от применения приспособлений определяют путем сопоставления годовых затрат и годовой экономии для сравниваемых вариантов изготовления деталей. Годовые затраты состоят из амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию приспособления. Годовая экономия получается за счет снижения трудоемкости изготовления деталей, т.е. за счет сохранения затрат на заработную плату рабочих станочников и уменьшения цеховых накладных расходов.

Применение приспособлений экономически выгодно в том случае, если годовая экономия от его применения, больше годовых затрат, связанных с его эксплуатацией. Экономическая эффективность любого приспособления определяется также величиной срока окупаемости, т.е. срока, в течение которого затраты на приспособление будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости обрабатываемых деталей.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях с целью достижения высокой точности обработки применяют приспособления, независимо от их экономической эффективности.

При технико-экономических расчетах, производимых при выборе соответствующей конструкции приспособления, необходимо сопоставлять экономичность различных конструктивных вариантов приспособлений для конкретной операции. Считая, что расход на режущий инструмент, амортизацию станка и электроэнергию для этих вариантов одинаковы, определяют и сравнивают лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления. Следовательно, элементы себестоимости обработки, зависящие не только от конструкции приспособле-

ния, для сравниваемых вариантов "а" и "б" при использовании нового (модернизированного) (себестоимость C_a) и старого (себестоимость C_6) приспособлений определяют по формулам:

$$C_a = 3_a \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S_a}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

$$C_6 = 3_6 \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S_6}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right),$$

где S_a — затраты на изготовление приспособления по варианту "а", руб.; S_6 — затраты на изготовление приспособления по варианту "б", руб.; 3_a — штучная заработная плата станочника при использовании при обработке деталей приспособления по варианту "а", руб.; 3_6 — штучная заработная плата станочника при использовании для обработки деталей приспособления по варианту "б", руб.; H — цеховые накладные расходы в процентах к заработной плате рабочих; Π — годовая программа выпуска деталей, шт; A — срок амортизации приспособления, годы; q — расходы, связанные с эксплуатацией приспособлений (ремонт, содержание, регулирование), в процентах от их стоимости.

На рис. 5.1 приведен график изменения величин себестоимости C_a и C_6 в за-

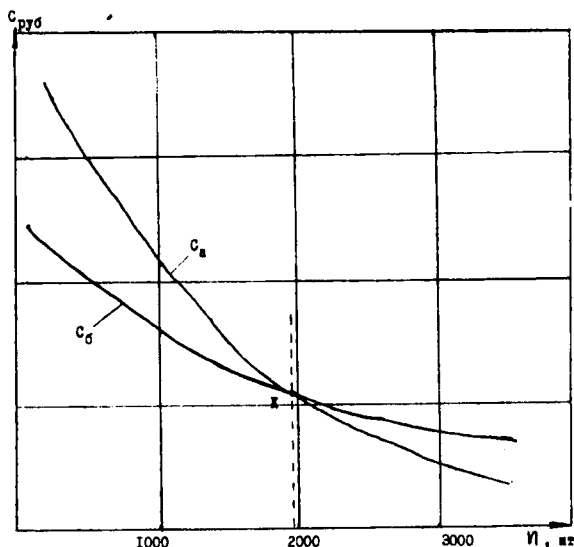


Рис. 5.1.

График изменения величин себестоимости C_a и C_6 в зависимости от годового выпуска

висимости от годового выпуска Π_k деталей. Точка пересечения k обеих кривых соответствует той программе выпуска Π деталей, при которой оба сопоставляемых варианта в экономическом отношении равноценны. Величину этой программы, а, следовательно, и точку пересечения кривых находим, решая совместно уравнения для C_a и C_b относительно Π_k :

$$\Pi_k = \frac{(S_a - S_b) \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right)}{(3_b - 3_a) \left(\frac{1}{1} + \frac{H}{100} \right)}.$$

Из графика следует, что если заданная годовая программа $\Pi > \Pi_k$, то выгоднее применять более сложное приспособление (вариант "а") и, наоборот, при $\Pi < \Pi_k$ экономичнее применять приспособления по варианту "б".

Для конкретного расчета Π_k нужно знать величины S_a и S_b . Однако их точные значения можно определить лишь на основе калькуляции, после изготовления рабочих чертежей и разработки технологических процессов изготовления приспособлений. Но такой способ весьма сложен и трудоемок. Поэтому применяют более простые, приближенные способы определения затрат на изготовление приспособлений по формуле:

$$S = CN,$$

где S — затраты на изготовление приспособлений, руб.; N — количество деталей в приспособлении, шт; C — постоянная, зависящая от сложности приспособления и его габаритных размеров.

Для простых приспособлений, берут $C=15$; для приспособлений средней сложности $C=30$ и для сложных приспособлений $C=40$. Срок "А" амортизации приспособления, в течение которого его используют для выпуска заданных деталей, равен 1, 2-3 и 4-5 годам соответственно для простых, средней сложности и сложных приспособлений. Годовые

расходы q , связанные с эксплуатацией приспособления, берут равным 20% от затрат S на его изготовление.

Для определения заработной платы Z рабочего станочника необходимо знать штучное время $t_{шт}$ обработки на данной операции и минутную ставку $Z_{мин}$ рабочего-станочника по действующей тарифной сетке:

$$Z = t_{шт} Z_{мин}$$

При использовании более совершенного (более дорогостоящего) приспособления время $t_{шт}$, а, следовательно, и штучная заработная плата снижаются.

Величину Π_k следует определять при условии, что $S_a > S_b$ и $Z_b > Z_a$ или $S_b > S_a$ и $Z_a > Z_b$.

При технико-экономических расчетах приходится определять величину снижения трудоемкости изготовления одной детали по всем технологическим операциям механической обработки, отнесенной к одному приспособлению:

$$e = \frac{(\sum t_1 - \sum t_2)}{n},$$

где $\sum t_1$ — суммарная трудоемкость изготовления детали до применения приспособления; $\sum t_2$ — суммарная трудоемкость изготовления детали после применения приспособления; t_1 и t_2 штучное время обработки детали на станке до и после применения приспособления; n — количество приспособлений, применяемых на всех технологических операциях при изготовлении детали на станках, шт.

Экономия на прямой заработной плате в результате применения одного приспособления:

$$e' = \frac{(\sum t_1 C_1 - \sum t_2 C_2)}{n},$$

где C_1 и C_2 — тарифные ставки на одинаковых операциях до и после применения приспособления.

Экономический эффект $\mathcal{E}$ от применения одного приспособления при изготовлении детали определяют с учетом цеховых накладных расходов H . Величину H берут в про-

центах от прямой заработной платы рабочего-станочника.
Экономический эффект:

$$\Theta = (1 + 0,01H)e' = (1 + 0,01H) \frac{\sum t_1 C_1 - \sum t_2 C_2}{n}.$$

Условия, определяющие экономическую эффективность применения приспособления за год при изготовлении детали на соответствующем станке, можно выразить неравенством:

$$P_r \leq \Theta П,$$

где P_r — годовые расходы на амортизацию и эксплуатацию одного приспособления.

Годовые затраты на одно приспособление зависят от вида приспособления, первоначальных расходов на него, срока службы и эксплуатационных расходов.

Годовые расходы на одно приспособление:

$$З_{сп} = \left(\frac{1 + K_{пр}}{T_{сп}} + K_{эк} \right) C_{ст},$$

где $K_{пр}$ — коэффициент затрат на проектирование специального приспособления (отношение затрат на проектирование и отладку приспособления к затратам на его изготовление в металле); $K_{эк}$ — коэффициент затрат на эксплуатацию специального приспособления (отношение годовых эксплуатационных расходов на приспособление к затратам на его изготовление в металле); $T_{сп}$ — срок эксплуатации специального приспособления до полного износа, принимают по данным завода, годы; $1/T_{сп} = K_{ам}$ — коэффициент амортизации специального оборудования; $C_{ст}$ — первоначальные затраты на изготовление специального станочного приспособления, определяют по фактическим затратам инструментального цеха завода или нормативным материалам, руб.

Годовые затраты на одно универсальное приспособление:

$$З'_y = (K'_{ам} + K'_{эк}) C'_{ст},$$

где $K'_{ам} = 1/T_y$ — коэффициент амортизации универсального приспособления; $K'_{эк}$ — коэффициент затрат на эксплуата-

цию универсального приспособления (отношение суммы эксплуатационных расходов к первоначальным затратам на изготовление приспособления в металле); T_y — срок службы универсального приспособления до полного износа в годах, принимают по опытным данным завода или нормативным материалам, годы; C_c'' — первоначальные затраты на изготовление универсального приспособления в металле, принимают по опытным данным завода или нормативным материалам.

В формуле для определения $З'$ расходы на проектирование отсутствуют, так как универсальные приспособления в основном нормализованы и расходы на проектирование входят в их себестоимость.

Годовые затраты на одно сборно-разборное приспособление (СРП):

$$З_{сб}'' = \left(\frac{K_{пр}''}{T} + K_{ам}'' + K_{эк}'' \right) C_{ст}'',$$

где $K_{пр}''$ — коэффициент затрат на проектирование СРП; $K_{ам}''$ — коэффициент амортизации СРП; $K_{эк}''$ — коэффициент годовых затрат на эксплуатацию СРП; $K_{эк}''$ — расходы на приобретение (при изготовлении заводом — себестоимость) нормализованных и специальных деталей и узлов, из которых собирают СРП, включая затраты на пригонку и доделку этих деталей и узлов и сборку приспособления; T — срок эксплуатации приспособления, принимают по опытным данным завода, годы.

Годовые затраты на одно универсально-наладочное приспособление (УНП) со сменными наладками:

$$P_{ун} = \left(\frac{A_{ун} + B_{ун}}{n} \right) C_{ун} + \left(\frac{1 + A_{нл}}{T} + B_{нл} \right) C_{нл},$$

где $A_{ун}$ — коэффициент амортизации УНП (отношение затрат на проектирование и отладку приспособления к себестоимости его изготовления в металле); $B_{ун}$ — коэффициент эксплуатации УНП (отношение всех расходов на эксплуатацию приспособления за год к себестоимости его изготовле-

ния в металле); $C_{ун}$ — себестоимость изготовления приспособления (без сменных наладок в металле), руб.; n — количество сменных наладок, изготовленных для данного УНП, шт; $A_{нл}$ — коэффициент проектирования и отладки сменной наладки (отношение затрат на проектирование сменной наладки и себестоимости ее изготовления); $B_{нл}$ — коэффициент эксплуатации сменной наладки (отношение расходов по эксплуатации сменной наладки за год к себестоимости ее изготовления); $C_{нл}$ — средняя себестоимость одной, сменной наладки, руб.; T — срок эксплуатации наладок, годы.

Экономически эффективно применять станочные приспособления при выполнении условия:

$$\frac{\mathcal{E}}{S_{общ}} \geq 1,$$

где $\mathcal{E}$ — величина предполагаемой экономии цеховой себестоимости обработки детали при применении приспособления, руб.; $S_{общ}$ — стоимость изготовления и эксплуатации приспособления, руб.

Экономия

$$\mathcal{E} = \left[T \cdot \left(1 + \frac{a}{100} \right) \right] \cdot \left[T' \cdot \left(1 + \frac{a'}{100} \right) \right] n,$$

где T и T' — техническая норма времени на выполнение операции до и после применения приспособления, ч; $\mathcal{C}$ и $\mathcal{C}'$ — тарифные часовые ставки рабочего станочника до и после применения приспособления, руб.; a и a' — цеховые накладные расходы до и после применения приспособления, руб.; n — количество изготавливаемых деталей с применением приспособления, шт.

Стоимость изготовления и эксплуатации приспособления:

$$S_{общ} = S_{изг} + S_{рем} k,$$

где $S_{изг}$ — цеховая себестоимость изготовления приспособления, руб.; $S_{рем}$ — стоимость одного ремонта за время работы приспособления при обработке заданного количества деталей, руб.; k — количество ремонтов за время работ приспособления до полного износа.

5.2. Пример расчета оптимального варианта конструкции приспособления

При стандартизации (нормализации) того или иного вида приспособлений или при выборе разновидности оснастки с целью массового распространения ее в данной отрасли производства или на данном предприятии часто бывает затруднительно выбрать оптимальный вариант конструкции. Один из конструктивных вариантов оснастки имеет наименьший вес и габаритные размеры, но зато другой, при больших размерах и весе, более прост в эксплуатации, зажим заготовок в нем более надежен и т.д.

Поэтому необходимо использовать достаточно обоснованный метод определений оптимального варианта конструкций приспособлений. Чтобы облегчить сравнение и оценку качества конструкции данной группы, предлагается применять метод сравнительных коэффициентов, при котором все наиболее важные качественные показатели конструкции выражаются коэффициентами, установленные опытным путем.

K_1 — коэффициент для учета зависимости веса конструкции P от усилия Q , развиваемого приводом.

$$K_1 = \frac{Q}{CP},$$

где C — постоянный коэффициент, определенный эмпирически и равный:

для приспособлений типа тисков — 50;

для патронов кулачков — 60;

для приводов — 100.

K_2 — коэффициент хода губок, отражающий отношение хода губок (кулачков, тяги) привода к весу приспособления.

$$K_2 = \frac{C_1 L_x}{P},$$

где L_x — величина хода губки (кулачка, тяги) штока в мм;

C_1 — постоянный коэффициент, равный:

для приспособлений типа тисков — 5;

для патронов — 5;

для приводов — 1,5 (для тисков с малым ходом губок — до 5 мм;

при наличии ручного отвода губок коэффициент хода определяется по указанной формуле, но берется не менее 0,5),

P — вес конструкции в кг.

K_3 — коэффициент трудоемкости, равный отношению средней $T_{\text{ср}}$ трудоемкости к фактической $T_{\text{факт}}$.

$$K_3 = \frac{T_{\text{ср}}}{T_{\text{факт}}},$$

K_4 — коэффициент транспортабельности вводимый для учета влияния веса на качество конструкции. Его можно определить как отношение среднего (заданного) веса $P_{\text{ср}}$ к фактическому $P_{\text{факт}}$:

$$K_4 = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{факт}}},$$

Ниже, в таблице 5.1 приводятся значения для машинных тисков и токарных патронов:

Таблица 5.1.

Вес тисков, кг.	K_4	Вес патронов, кг	K_4
30	1	30	1
60	0,9	45	0,85
90	0,8	—	—
120	0,7	60-80	0,7

K_5 — коэффициент универсальности, отражающий способность конструкции приспособления к переналадке. Так для группы тисков коэффициент K_5 вводится с тем, чтобы учесть способ регулирования губок, возможность работы с наладками, возможность поворота рабочей поверхности тисков в горизонтальной плоскости. Если обозначить коэффициент, необходимый для учета способа регулирования губок, — K_p , коэффициент, отражающий возможность поворота рабочей поверхности тисков, — $K_{\text{п}}$, и вводимый для учета

возможности работы с наладками, — K_n , то коэффициент универсальности будет равен:

$$K_5 = K_p \cdot K_n \cdot K_n,$$

Рекомендуемые для расчетов числовые значения K_p , K_n и K_n для приспособлений типа тисков сведены в таблице 5.2. Коэффициенты, соответствующие наилучшим конструктивным особенностям, приняты за единицу.

Таблица 5.2.

Таблица 5.2.

Особенности конструкций	Значения коэффициентов
Особенности конструкций, связанные с регулированием губок	K_p
Нерегулируемые губки	0,7
Регулирование неподвижной губки перестановкой	0,8
Регулирование неподвижной губки с помощью рейки	0,85
Регулирование неподвижной губки путем перестановки с помощью винта	0,9
Регулирование подвижной губки с помощью винта, а неподвижной губки — перестановкой	1,0
Особенности конструкций, связанные с поворачиваемостью тисков	K_n
Неповоротные	0,8
Поворотные на 180°	0,9
Поворотные на 360°	1,0
Связанные с возможностью работы с наладками	K_n
Безналадочные	0,7
Наладочные	1,0

Коэффициент универсальности K_5 для токарных патронов отражает такие их конструктивные особенности, как

наличие кулачков и способ их регулировки, возможность работы с наладками, величину вылета патрона K_b .

Таким образом:

$$K_5 = K_p \cdot K_n \cdot K_b, \quad K_b = \frac{L_b}{L'_b},$$

где L_b — величина вылета механического патрона с ручным приводом к данному станку; L'_b — величина вылета сравниваемого патрона, предлагаемого взамен ручного к соответствующему станку.

Числовые величины коэффициентов для приспособлений типа патронов сведены в таблицу 5.3.

Таблица 5.3.

Характерные особенности сравниваемой конструкции патрона	K_p	K_n
Регулирование кулачков с помощью перестановки на зуб	0,7	—
Регулирование кулачков бесступенчатое	1,0	—
Возможно крепление наладок	—	1,0
Невозможно крепление наладок	—	0,95

Коэффициент универсальности K_5 для приводов получается:

$$K_5 = K_k \cdot K_{cl},$$

где K_k — коэффициент, отражающий возможность совмещения тянущих и толкающих усилий; K_{cl} — коэффициент, отражающий сложность конструктивной схемы.

Числовые величины коэффициентов даны в таблице 5.4

Таблица 5.4.

Характерные особенности сравниваемой конструкции привода	K_k	$K_{сл}$
Наличие тянущих усилий	0,85	—
Наличие толкающих усилий	0,85	—
Наличие тянущих и толкающих усилий	1,0	—
Категория сложности:		
I — привод диафрагменный или поршневой одно- сторонний	—	1,0
II — привод поршневой двусторонний с верти- кальным расположением цилиндра	—	0,85
III — привод поршневой двусторонний с горизон- тальным расположением поршня	—	0,7

Коэффициент качества приспособления K_c определяется как произведение коэффициентов K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 , причем максимальная величина K_c может быть равной 1.

Примеры для расчета коэффициента качества K_c .

1. Для тисков пневматических наладочных поворотных на 360° с усилием $Q=306,1$ н (3000 кгс), весом $P=73$ кг, с величиной хода губок $L=15$ мм. Губки регулируются: подвижная — с помощью винта, неподвижная — перестановкой.

$$K_1 = \frac{Q}{CP} = \frac{3000}{50 \cdot 73} = 0,822,$$

где $C=50$;

$$K_2 = \frac{C_1 L_x}{P} = \frac{5 \cdot 15}{73} = 1,03,$$

где $C_1=5$;

$$K_2 = \frac{C_1 L_x}{P} = \frac{5 \cdot 15}{73} = 1,03;$$

K_3 принимаем равным 1;

$$K_4=0,85;$$

$$K_5=K_p \cdot K_n \cdot K_{п}=1 \cdot 1 \cdot 1;$$

$$K_c=0,822 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 0,58 \cdot 1=0,72.$$

2. Для тисков пневматических наладочных неповоротных с $P=44,6$ кг; $Q=1500$ кгс; $L_x=15$ мм; губки регулируются: подвижная — с помощью винта, неподвижная — перестановкой.

$$K_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = \frac{1500 \cdot 5 \cdot 15}{50 \cdot 44,6 \cdot 44,6} \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 0,86.$$

3. Для патрона гидравлического трехкулачкового безналадочного: $Q=3700$ кгс; $P=65$ кг; $L'_x=100$ мм; $L_x=100$ мм, регулирование кулачков — бесступенчатое.

$$K_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5;$$

$$K_1 = \frac{Q}{CP} = \frac{3700}{60 \cdot 65} = 0,95,$$

где $C=60$;

$$K_2 = \frac{C_1 \cdot L_x}{P} = \frac{5 \cdot 10}{65} = 0,77,$$

где $C_1=5$;

K_3 принимаем равным 1;

$K_4=0,7$;

$$K_5 = K_p \cdot K_n \cdot K_v;$$

$$K_v = \frac{L_v}{L'_v} = \frac{95}{100} = 0,95;$$

$$K_5=1 \cdot 0,95 \cdot 0,95=0,9;$$

$$K_c=0,95 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,9=0,44.$$

4. Для патрона токарного, гидравлического трехкулачкового безналадочного: регулировка кулачков — бесступенчатая. Вылет патрона $L'_x=80$ мм.

$$K_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = \frac{2200}{60 \cdot 38} = \frac{5 \cdot 8}{38} \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 10,9 \cdot \frac{80}{118} = 0,57.$$

5. Для привода приспособлений одиночного пневматического диафрагменного $Q=2400$ кгс; $P_{\text{факт}}=25,2$ кг; $P_{\text{ср}}=30$ кг; $L_{\text{хштока}}=10$ мм.

Категория сложности I.

$$K_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5.$$

Здесь для данной конструкции

$$K_1 = \frac{Q}{C \cdot P} = \frac{2400}{100 \cdot 25,2} = 0,952,$$

где $C=100$;

$$K_2 = \frac{C_1 \cdot C}{P} = \frac{1,5 \cdot 10}{25,2} = 0,595,$$

где $C_1=1,5$;

K_3 принимаем равным 1;

$$K_4 = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{факт}}} = \frac{30}{25,2} = 1,18;$$

$$K_5 = K_k \cdot K_{\text{сл}} = 0,8 \cdot 1,0 = 0,8;$$

$$K_c = 0,952 \cdot 0,595 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 0,8.$$

6. Для привода одиночного пневматического поршневого с $Q=3000$ кгс; $P_{\text{факт}}=22$ кг; $P_{\text{ср}}=30$ кг; $L_{\text{хштока}}=20$ мм;

Категория сложности II.

$$K_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = \frac{3000}{100 \cdot 22} \cdot \frac{1,5 \cdot 20}{22} \cdot 1 \cdot \frac{30}{22} \cdot 1 \cdot 0,85 = 2,08.$$

Сравнительная оценка типовых представителей группы тисков машинных, групп патронов к токарным и револьверным станкам и группы индивидуальных приводов дается соответственно в таблицах 5.5, 5.6. При составлении этих таблиц было рассмотрено число приспособлений, созданных на заводах машиностроительной промышленности. Из общего количества приспособлений отобрано несколько наилучших конструкций.

Таблица 5.5.

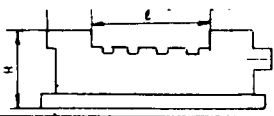
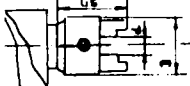
Характеристика тисков	Эскиз и основные размеры, мм			Вес Р, кг.	Наибольшее перемещение губки L_x	Суммарный коэффициент качества K_c
		H	l			
Пневматические поворотные:						
Q=3000 кгс	200	212	150	73	15	0,73
Q=7000 кгс	155	120	120	59,3	3	0,74
Пневматические:						
Q=4500 и 2200 кгс	170	210	160	—	10	—
Q=1500 кгс	130	145	125	44,6	15	0,86
Пневматические, винтовые, Q=3000 кгс	160	220	150	51	3	0,56
Гидравлические, поворотные, Q=5000 кгс	210	160	130	85	15	0,85

Таблица 5.6.

Характеристика патронов	Эскиз и основные размеры, мм			Вес Р, кг.	Усилие Q, кг.	Ход кулачков L_x , мм.	Время установки патрона на станке, мин	Суммарный коэф. качества
		L_b	$d_{\text{наиб}}$					
Трехкулачковый гидравлический к токарному станку	100	150	260	65	3700	10	6	0.5
Трехкулачковый гидравлический к крупногабаритному револьверному станку	135	160	320	80	4600	10	6	—
Трехкулачковый гидравлический к револьверному станку	118	110	210	38	2200	8	9	0.6

Глава 6. Методика проектирования приспособлений

Процесс конструирования приспособлений для механической обработки заготовок на металлорежущих станках можно разделить на две части.

Первая часть — подготовительная, связана со сбором и анализом сведений конструктивно-технологического характера, касающихся деталей, для обработки которых проектируется приспособление. Эта работа выполняется обычно технологом, иногда технологом совместно с конструктором оснастки, и заканчивается составлением схемы базирования заготовки детали и заказа, содержащего сведения, необходимые для разработки конструкции.

Конструктор и технолог располагают определенной номенклатурой металлорежущих станков, правилами выбора баз, сведениями о программе выпуска деталей, правилами лишения заготовок шести степеней свободы и другими материалами. На первом этапе процесса проектирования задача состоит в том, чтобы выбрать оптимальный вариант конструкции приспособления с максимальным использованием уже имеющихся решений.

Вторая часть процесса — создание конструкции — является "материализацией" схемы базирования. Здесь творческий процесс носит субъективный характер, и качество создаваемой конструкции зависит в основном от индивидуальной способности конструктора, его квалификации и производственного опыта.

Рассмотрим последовательность всех этапов работы по созданию конструкции приспособления, которое типично для большой группы деталей.

6.1. Последовательность конструирования специального приспособления для фрезерного станка

1-й этап — ознакомление с чертежами детали и заготовки, которая подлежит обработке.

В данном случае деталь (рис. 6.1) имеет основание в виде диска, поверх которого расположена фасонная выступающая часть, оканчивающаяся сверху квадратным платиком. Заготовка детали — отливка из серого чугуна.

2-й этап — разработка технологического процесса обработки заготовки детали.

На рис. 6.1 порядок обозначений обрабатываемых поверхностей (1-4) показывает последовательность операций обработки. Цифрой 4 обозначена поверхность, для обработки которой проектируется приспособление. Припуск, подлежащий снятию при выполнении данной операции, заштрихован.

В большинстве случаев характер и последовательность операций обработки определяет технолог, указывающий необходимые сведения в заказе на проектирование и изготовление оснастки. Однако порядок чередования операций обработки заготовки весьма су-

щественно влияет на элементы проектирования станочного приспособления, в том числе на выбор баз, определяющих положение заготовки в приспособлении; на характер и взаиморасположение базовых участков заготовки и в ряде случаев решающим образом сказывается на характере будущей конструкции приспособления. Поэтому весьма желательно, чтобы уже на этом этапе в работе принимали участие и конструкторы приспособлений.

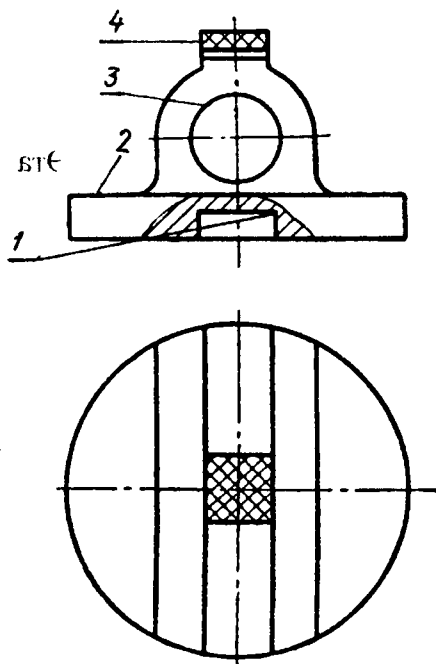


Рис. 6.1

Деталь, получаемая в результате обработки фрезерованием

3-й этап — определение технологических баз.

Для того чтобы обработать ту или иную поверхность заготовки на металлорежущем станке, необходимо ориентировать заготовку относительно режущего инструмента вполне определенным образом, в строгом соответствии с техническими требованиями на обработку и в соответствии с ее условиями.

Положение заготовки в приспособлении обеспечивается посредством базирующих элементов. С помощью зажимных устройств заготовка сохраняет заданную схему базирования в процессе обработки. Для того чтобы забазировать заготовку в приспособлении для получения заданного размера, необходимо шесть базовых точек, ориентирующих заготовку в пространстве при ее обработке.

Базовыми поверхностями (базами) являются отдельные поверхности заготовки, выбранные технологом или конструктором при разработке технологического процесса и при проектировании оснастки. Контактирующие с базовыми поверхностями элементы приспособления являются базирующими элементами.

Для полного лишения заготовки всех шести степеней свободы необходимо шесть базирующих точек у приспособления или комплект базирующих элементов, реализующих эти шесть точек. Усилия зажима должны действовать против соответствующих базирующих элементов.

Для того чтобы определить место контакта обрабатываемой заготовки с базирующими элементами приспособления, необходимо установить конструкторские базы изготавливаемой детали, т.е. определить комплект поверхностей детали, который определяет положение ее относительно других деталей в сборочной единице.

На рис. 6.3 показана конструктивная компоновка (узел), включающая рассматриваемую деталь и сопряженные с ней детали узла. Поверхности данной детали, связывающие ее с остальными деталями, выделены утолщенными линиями. Эти поверхности (участки) называются конструкторскими базами. Из рис. 6.2 видно, что деталь, входящая в узел, име-

ет поверхности (1-12), различающиеся по своим функциям. Одни из них являются основными конструкторскими базами, другие являются либо вспомогательными конструкторскими базами, либо исполнительными, либо свободными поверхностями.

4-й этап — определение технологических баз, определяющих положение заготовки в приспособлении.

В качестве технологических баз, особенно на первой или второй операции выгодно использовать конструкторские базы. Конструктор, проектирующий приспособление для фрезерования поверхности 4 (рис. 6.4), должен обеспечить в пределах заданного допуска точность расстояния, и в пределах допуска m параллельность поверхностей 2 и 4.

Если за технологическую установочную базу принять поверхность 1, не являющуюся конструкторской базой, то на точность выполнения размера h будет влиять допуск k , обусловленный точностью выполнения размера b .

Очевидно, наибольшей точности можно добиться лишь в том случае,

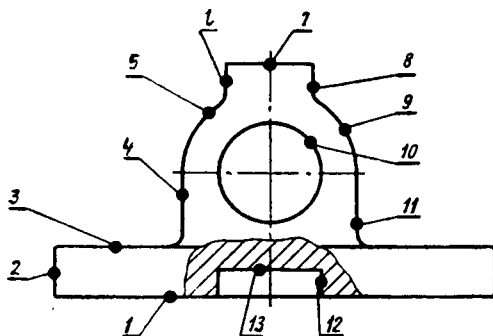


Рис. 6.2 Разбивка поверхности детали на участки

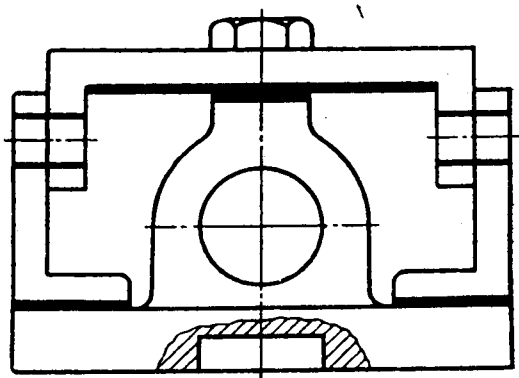


Рис. 6.3 Узел, включающий деталь, для которой проектируется приспособление

если в качестве технологической установочной явной базы будет использована поверхность 2.

Не менее существенным следует считать обеспечение оптимального соотношения: между размером l , характеризующим расстояние между тремя базирующими точками (в данном случае и размером h — расстояние от обрабатываемой поверхности 4 до базовой поверхности 2 (рис. 6.4).

Чем большая по габаритам поверхность принята за базовую, тем точнее будет изготовлена деталь.

5-й этап — определение базы для установки заготовки в горизонтальной плоскости.

На рис. 6.4 стрелками показаны направления I-II, III-IV, V-VI, по которым может перемещаться заготовка, зафиксированная точками "а", "б" и "в" в вертикальной плоскости. Для ориентирования заготовки в приспособлении может быть использована любая из поверхностей, однако, в качестве технологической базы можно использовать любую поверхность заготовки, независимо от того, является ли эта поверхность конструкторской базой.

Поскольку обрабатываемая поверхность расположена в центре заготовки, нет необходимости ориентировать заготовку по направлениям V-VI (см. рис. 6.4). Достаточно, чтобы была гарантирована невозможность ее перемещения только по направлениям I-II и III-IV. Определяя в данном случае базу, нужно определить конструкцию зажимного устройства и направление, по которому следует перемещать заготовку при ее установке в приспособлении. Таких направлений может быть три: заготовку можно устанавливать снизу вверх (рис. 6.5, а), считая верхом плоскость, на которой расположены ранее выбранные три базовые точки, определяющие положение заготовки в вертикальной плоскости. Такая схема наименее выгодна, так как в данном случае пришлось бы увеличить высоту корпуса приспособления на величину, равную высоте заготовки, и манипулировать с тяжеловесной заготовкой, удерживая ее на весу. Из заштрихованных поверхностей при установке и снятии заготовки

необходимо убирать все элементы, препятствующие ее перемещению.

Более рационально устанавливать заготовку сбоку (рис. 6.5, б). В этом случае высоту корпуса приспособления можно взять значительно меньшей. Боковые базовые элементы можно выполнить в виде трех Г-образных стоек, расположенных под углом 120° друг к другу. Две из этих стоек неподвижны, третья при зажиме заготовки и при ее снятии и установке перемещается по на-

правлениям, указанным стрелками. Однако при таком способе тяжеловесную заготовку придется передвигать под базовыми опорами. Кроме того, чтобы предварительно установить заготовку в корпус приспособления (заштрихо-

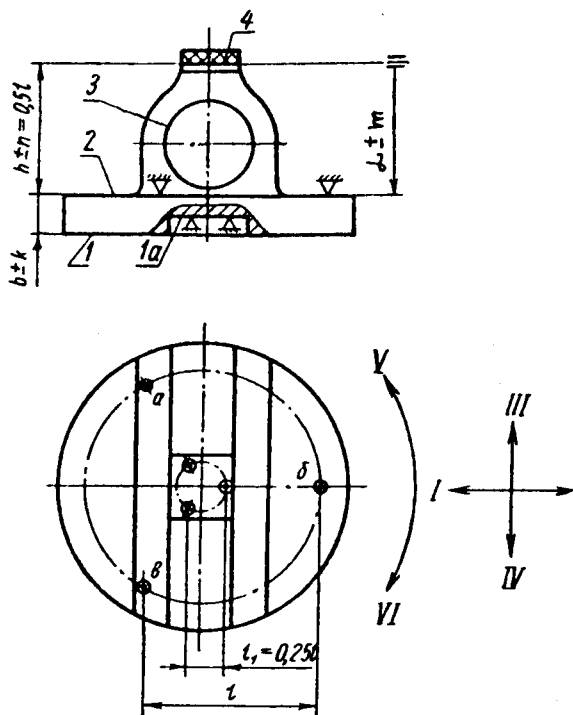


Рис. 6.4

Взаимосвязь обрабатываемой поверхности с остальными поверхностями детали и размещение базовых точек. Возможные направления перемещений заготовки после установки ее на три базовые точки, расположенные в горизонтальной плоскости. 1-4 обрабатываемые поверхности

ванная зона), потребуется соответственно увеличить площадь корпуса.

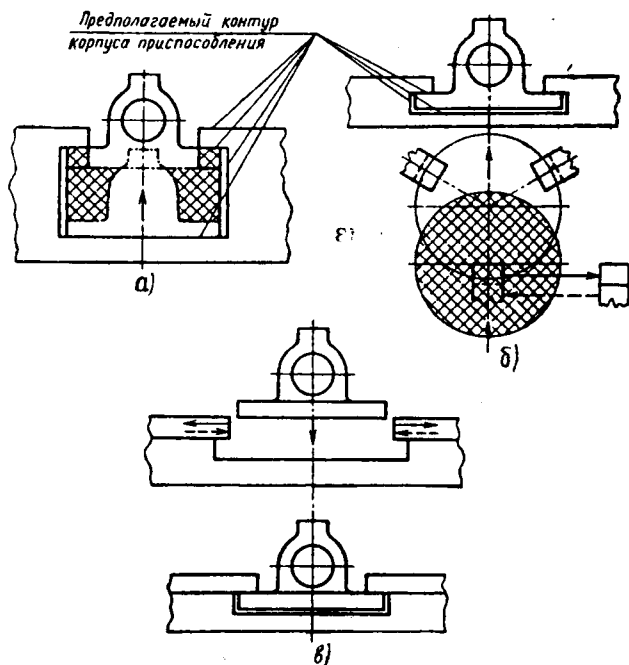


Рис. 6.5 Варианты установки в приспособлении: а — снизу вверх; б — сбоку (стрелками показано перемещение базового элемента, мешающего установке заготовки); в — сверху вниз (стрелками показано перемещение всех базовых элементов, мешающих установке заготовки).

Наилучшим вариантом при наличии подъемно-транспортных средств будет установка заготовки сверху вниз (рис. 6.5, в). В этом случае траектория ее перемещения при установке наиболее проста, а путь — предельно короток. Естественно, что верхние базовые элементы в момент установки или снятия заготовки необходимо отодвигать в сторону. При установке заготовки сверху вниз, из всех предполагаемых базовых поверхностей, показанных ранее, наиболее выгодна поверхность 2 (технологическая двойная опор-

ная явная база), как отстоящая на наибольшем расстоянии от центра заготовки и представляющая собой в плане обвод детали (рис. 6.6). При использовании базовых точек "а" и "б" взятых на поверхности 2, можно беспрепятственно перемещать заготовку вверх и вниз (при отодвинутых элементах, несущих базовые точки "в", "г" и "д"). Если в качестве базовой взять другие поверхности, пришлось бы применить дополнительные съемные, либо отодвигающиеся в сторону элементы, что явилось бы излишним усложнением конструкции.

В показанном на рис. 6.6 случае заготовка может иметь лишь одну степень свободы в пространстве — вращение в горизонтальной плоскости вокруг оси $i-i$.

6-й этап — определение мест приложения силового замыкания.

Местом приложения силового замыкания условимся называть поверхность, или несколько участков поверхности заготовки, к которой прикладывается усилие зажима с целью ее подведения к базирующим элементам приспособления. Места приложения силового замыкания на схеме станочного приспособления изображаются стрелкой, указывающей точку приложения и направление силового замыкания. Усилия зажима, как правило, должны быть направлены в сторону базирующих элементов приспособления. Точки

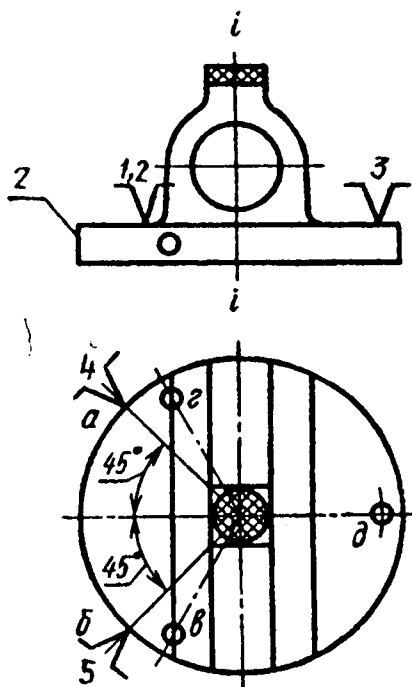


Рис. 6.6

Расположение базовых точек, по которым устанавливается заготовка

приложения силового замыкания и базирующие элементы приспособления должны лежать на одной оси (рис. 6.7). Возможно совмещение усилий зажима (рис. 6.7, стрелки а и в). В этом случае суммарное усилие должно иметь такое направление, при котором обеспечивается наилучший контакт заготовки с базирующими точками. Такое приложение силового замыкания показано на рис. 6.7.

Схема базирования и приложение силового замыкания в окончательном виде вычерчивается в бланке-задании на проектирование приспособления. Для каждой операции механической обработки применительно к данным производственным условиям может быть составлен лишь один вариант схемы базирования и приложения силового замыкания.

7-ой этап — выбор привода силового замыкания (привод зажимного устройства).

В рассматриваемом случае возможно применение пневматического или гидравлического привода зажимного устройства.

Предположим, что каждому из четырех усилий силового замыкания, должно соответствовать усилие в 11760 н (1200 кгс).

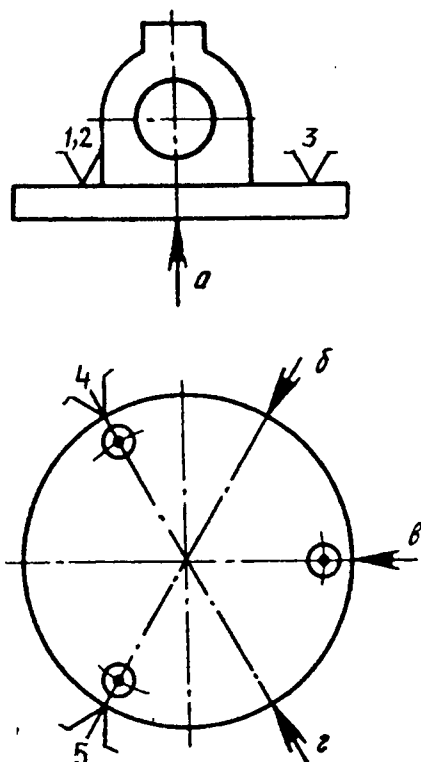


Рис. 6.7 Определение направления усилий зажима на схеме базирования заготовки.

При давлении в пневматической сети предприятия, равном $0,39 \text{ Мн/м}^2$ (4 кгс/см^2), необходимый диаметр одного пневматического цилиндра будет более 200 мм.

Обеспечивающие такое же усилие зажима гидравлический цилиндр, обслуживаемый гидравлической станцией или гидроприводом, будет иметь диаметр 45 мм. Если же будет применен преобразователь давления (гидропневмоусилитель) с рабочим давлением $9,75 \text{ Мн/м}^2$ (100 кгс/см^2), диаметр рабочего цилиндра уменьшится до 35 мм.

В рассматриваемом случае проектирования специально-го приспособления наиболее выгодно применить силовые гидроцилиндры, так как участок, где предполагается эксплуатировать приспособление, обслуживается группой гидравлических станций. Применение гидроцилиндров резко снижает металлоемкость и стоимость изготовления оснастки.

8-й этап — определение окончательного положения точек приложения силового замыкания, а также конструкции зажимных элементов.

Если на предыдущих этапах в техническое задание на проектирование приспособления вносились данные в основном технологического характера, то с определения

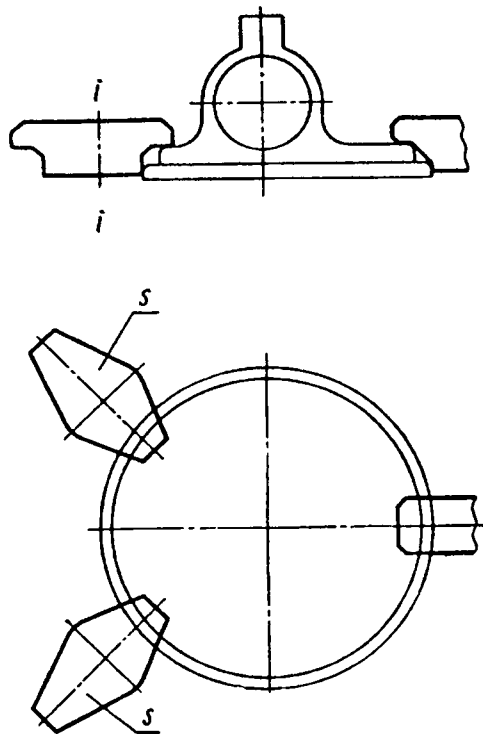


Рис. 6.8

Конструктивное оформление верхних и боковых зажимных элементов

конструкции зажимных элементов приспособления начинается собственно конструирование.

Определив форму и взаимное расположение зажимных элементов (рис. 6.8), следует решить вопрос о направлении движения этих элементов для свободного прохода заготовки при ее установке в приспособлении.

Таких движений может быть несколько: движение элементов в радиальном направлении: поворот вокруг оси $i-i$; откидывание в плоскости S ; комбинация различных движений. Решать этот вопрос целесообразно в связи с выбором расположения гидроцилиндров, так как последние приводят в движение планки, форма и взаиморасположение которых были определены.

9-й этап — определение положения гидроцилиндров.

От характера расположения силовых цилиндров зависят величина и металлоемкость корпуса приспособления. При проектировании приспособления, основой которого является специальный корпус, размещение цилиндров, присоединенных к зажимным элементам, — задача менее сложная, чем в том случае, когда в конструкции предполагается применить нормализованный корпус.

При наличии нормализованного корпуса конструктор должен согласовать габарит силовых цилиндров с определенной конструкцией зажимных элементов и с формой и габаритными размерами корпуса, которые нормализованы.

В данном случае предполагается взять специальный корпус, поэтому задача размещения силовых цилиндров в пространстве несколько упрощается.

Рассмотрим некоторые, наиболее вероятные случаи размещения гидравлических цилиндров. На рис. 6.9, а, б, в, показаны примеры размещения гидроцилиндров ниже горизонтальной линии базирования nn . В случае "а" цилиндры заблокированы, расположены горизонтально и помещены непосредственно под заготовкой, зажимаемой в приспособлении. В случае "б" цилиндры выполнены отдельно в случае "в" — установлены отдельно в вертикальном положении. Из трех показанных вариантов наиболее предпочтитель-

лен первый, так как при этом расположении размер h будет меньше размера H , а площадь, занимаемая цилиндрами сократится до минимума. При расположении силовых цилиндров выше линии базирования (рис. 6.9, г) высота приспособления h' может быть взята предельно малой.

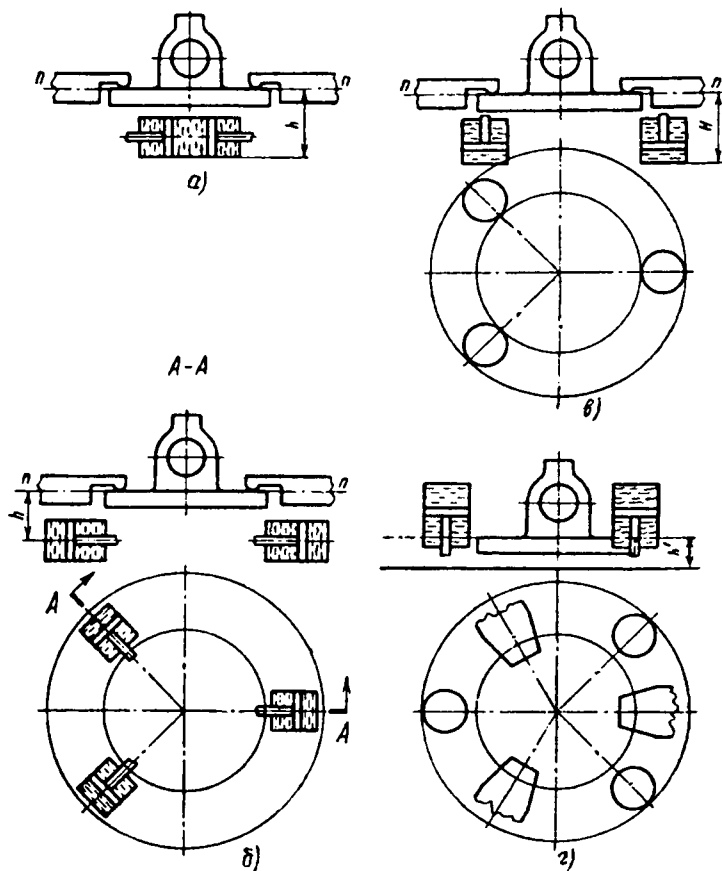


Рис. 6.9 Различные варианты расположения гидроцилиндра относительно контура заготовки и зажимных элементов: а — нижнее горизонтальное расположение сблокированных цилиндров; б — нижнее горизонтальное расположение цилиндров; в — нижнее вертикальное расположение цилиндров; г — верхнее вертикальное расположение цилиндров

Особое значение рациональное размещение гидравлических цилиндров имеет в условиях мелко- и среднесерийного производства, когда частая смена приспособлений на станках не допускает применения тяжеловесной оснастки.

Рассматриваемая конструкция эксплуатируется в условиях крупносерийного производства, поэтому, очевидно, конструктор не использовал всех возможностей по уменьшению веса и габаритных размеров конструкции и вынес силовые цилиндры за контур заготовки в плане, расположив их ниже линии базирования.

10-й этап — конструирование механизма поворота зажимных планок.

Для обеспечения возможности установки и снятия заготовки зажимные планки необходимо вывести в стороны, за контуры заготовки в плане. В условиях мелко- и среднесерийного производства эта операция осуществляется вручную. В условиях крупносерийного и массового производства рационально ее механизировать.

11-й этап — проектирование корпуса приспособления.

В сборниках нормалей машиностроения имеется обширная номенклатура нормализованных корпусов различных станочных приспособлений. Однако не всегда рационально применять нормализованные корпуса в тех случаях, когда приспособления предполагается эксплуатировать весьма интенсивно в течение длительного времени. Корпус приспособления значительно изнашивается, и возможность его повторного использования исключается.

В том случае, когда проектируется специальный корпус, наиболее ответственным моментом является выбор способа его изготовления, который определяется условиями эксплуатации проектируемого приспособления. Если приспособление должно быть стационарным (обычно в условиях массового и крупносерийного производства), следует применять корпуса, отлитые из серого чугуна.

В условиях мелко- и среднесерийного производств, где оснастка мобильна, а рабочие места в ряде случаев не снаб-

жены подъемно-транспортными средствами, применение таких корпусов нерационально.

Корпуса, отлитые из стали или магниевового сплава, значительно компактнее, чем из серого чугуна, но для их изготовления необходимо, чтобы на предприятии имелись специальные участки, где налажен выпуск стального либо магниевового литья.

Чтобы сделать литые корпуса приспособлений, требуется изготовление моделей, что удорожает оснастку и увеличивает цикл ее выпуска.

Наиболее распространенным методом является сварка корпусов из стальных элементов. В этом случае корпуса получаются компактными и для их изготовления расходуется минимум металла. В стенках стальных корпусов можно выполнять каналы для воздуха и жидкости, что невозможно делать в чугунных корпусах из-за наличия пор и раковин. Весьма перспективно склеивание корпусов из стальных элементов.

Приспособление, процесс конструирования которого нами рассматривается, характерно для условий крупносерийного производства. Оно закреплено за определенным станком, используется длительное время без снятия со стола станка; производственный участок, где эксплуатируется приспособление, снабжен подъемно-транспортными средствами; изделие, для которого в этом приспособлении изготавливаются детали, устойчиво в производстве и выпуск его предполагается продолжить в течение ряда лет. Достаточно большое количество продукции, выпускаемой предприятием, дает рентабельной значительную насыщенность производства специальными приспособлениями. Выпуск чугунного литья на заводе освоен. Несомненно, что перечисленные условия оправдывают применение отлитого из серого чугуна крупногабаритного корпуса приспособления.

Форма и взаиморасположение отдельных элементов корпуса обуславливается формой и взаиморасположением монтируемых на нем деталей.

12-й этап — компоновка силовых агрегатов приспособления на корпусе. Выбор места для установки панели управления силовыми гидроцилиндрами.

При отсутствии соответствующего навыка в проектировании гидравлических и пневматических приспособлений, конструктор может неудачно расположить шланги, трубопроводы, приборы и краны управления зажимами приспособления. В результате при эксплуатации приспособления могут возникнуть серьезные неудобства и опасность травмирования оператора.

Во избежание повреждения шлангов и трубок их рационально размещать внутри корпуса, обеспечив легкий доступ к местам соединений. Если корпус тяжеловесен, можно разместить трубки вне приспособления, по возможности приблизив их к стенкам корпуса.

Панель управления рекомендуется устанавливать на корпусе приспособления на участке, наиболее близком к оператору. При этом следует внимательно учесть все причины, которые могут привести к непроизвольному выключению или включению панели. Такими причинами могут быть: перемещение неудачно расположенных шлангов, перемещение близко расположенных деталей станка или инструмента, непроизвольное движение рук самого оператора и др.

Для устранения опасности непроизвольного включения рукояток панели целесообразно снабжать защелками.

6.2. Специфика конструирования специальных сборочных приспособлений

Исходными данными при конструировании являются чертеж изделия, технические условия на приемку изделия, технологический процесс сборки, из которого следует последовательность и содержание операций, принятые схемы базирования деталей, входящих в сборочную единицу, оборудование и инструменты, режимы работы, а так же заданная производительность с учетом времени на установку, закрепление и снятие собранного изделия.

Конструирование приспособления начинают с уточнения схемы установки базовой и сопрягаемой деталей изделия. Затем определяют тип, количество и взаимное расположение установочных элементов. Зная силы, возникающие в процессе сборки, устанавливают место приложения и величину сил для закрепления базовых деталей. Исходя из этого, а также учитывая заданную производительность, конфигурацию и точность изделия, выбирают размер и конструкцию зажимного устройства. Далее выявляют элементы для направления собираемых деталей, устанавливают необходимые вспомогательные устройства, оформляют конструкцию корпуса приспособления. При этом используют имеющиеся нормы и стандарты.

При конструировании сборочных приспособлений необходимо учитывать базирование сопрягаемых деталей. В зависимости от требуемой точности их взаимного расположения при сборке и в готовом изделии назначают допуски на размеры установочных и направляющих элементов приспособления на основе анализа размерных цепей данной технологической системы.

Особое внимание должно уделяться конструированию приспособлений для автоматической сборки, так как для них необходима высокая надежность работы. При сильном закреплении сопрягаемых деталей необходим расчет возможных деформаций и их влияния на точность сборки.

К приспособлениям для сборки, при которой детали изделия подвергаются нагреву (сварка различных видов, пайка, склеивание при использовании клеев горячего отверждения), предъявляются дополнительные требования, приведенные ниже. Точность сборки зависит от вида сопряжения деталей,

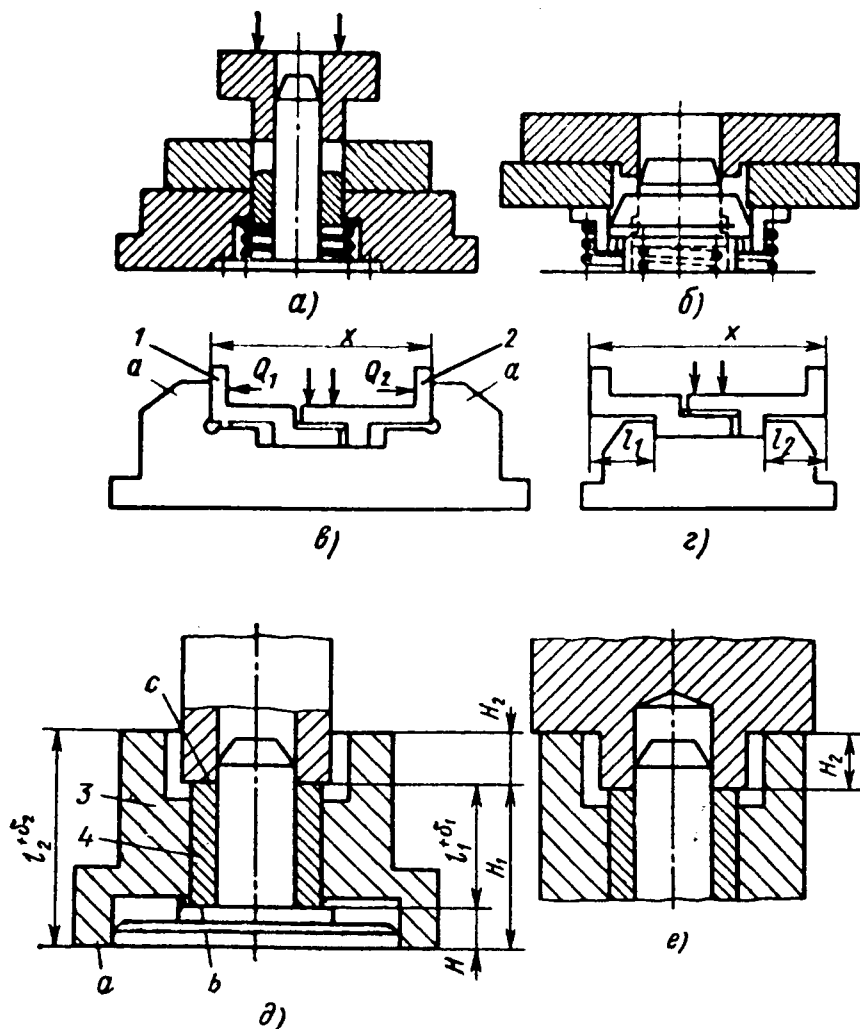


Рис. 6.10 Конструктивные схемы к расчету точности сборки в приспособлениях

точности их изготовления, схемы базирования при сборке, а также от точности сборочного приспособления. Наибольшая точность обеспечивается при сборке сопрягаемых деталей по центрирующим поверхностям без зазора. В этом случае приспособление не влияет на точность сопряжения деталей по их концентричности (см. рис. 6.10, а). При неподвижных сопряжениях деталей, ориентируемых при сборке по центрирующим элементам с гарантированным зазором, их наибольшее смещение в боковом направлении от среднего положения равно максимальному радиальному зазору. Применяя конические или разжимные направляющие элементы приспособления (см. рис. 6.10, б), можно это смещение перед окончательным скреплением деталей свести к минимуму. При подвижном соединении точность взаимного положения деталей не зависит от приспособления, а определяется точностью изготовления самих деталей.

При отсутствии центрирующих элементов сборку изделия ведут, совмещая технологические базы сопрягаемых деталей с измерительными, т.е. с поверхностями по которым производится измерение заданного размера. На рис. 6.10, в показан пример сборки, относящийся к этому случаю. У соединяемых деталей 1 и 2 технологическими базами, которыми они контактируют с установочными элементами "а" сборочного приспособления, являются вертикальные площадки. После выполнения соединения (стык показан жирной линией) выдерживаемый размер "х" проверяют по тем же площадкам. В результате совмещения, технологических и измерительных баз точность сборки будет наибольшая, так как погрешность базирования при этом равна нулю. Размер "х" может измеряться лишь вследствие износа установочных элементов приспособления. На рис. 6.10, г показана схема сборочного приспособления, где технологические базы не совмещены с измерительными. В этом случае выдерживаемый размер "х" выполняется с погрешностью базирования, равной, сумме допусков на размеры l_1 и l_2 сопрягаемых деталей.

На рис. 6.10, д показано приспособление для запрессовки втулки 4 в корпус 3. При сборке выдерживается размер H . Поверхность "а" и поверхность "b" втулки являются технологическими и измерительными базами. Условие совмещения баз при этом выполняется, и погрешность базирования для размера H равна нулю. Если при сборке выдерживается размер H_1 , то условие совмещения баз выполняется только для детали 3. Для детали 4 оно не выполняется (поверхность "b" — технологическая база, а поверхность "с" — измерительная), поэтому по отношению к размеру H_1 возникает погрешность базирования, численно равная допуску на длину втулки δ_1 . При выполнении размера H_2 условие совмещения баз, как это видно из чертежа, не выдерживается для обеих сопрягаемых деталей. Возникает погрешность базирования для размера H_2 , численно равная $\delta_1 + \delta_2$, где δ_2 — допуск на размер l_2 корпуса.

Изменив схему приспособления (рис. 6.17, е) и применив ступенчатый наконечник прессующего устройства, можно привести погрешность базирования для размера H_2 к нулю при условии, что по нижнему торцу втулки предусмотрен зазор. Из рассмотренных примеров видно, что погрешность базирования в сборочных приспособлениях может достигать больших значений, чем при механической обработке.

Если при сборке закрепляются обе сопрягаемые детали силами Q_1 и Q_2 (см. рис. 6.10, в), то погрешность закрепления:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\varepsilon_{31}^2 + \varepsilon_{32}^2},$$

где ε_{31} и ε_{32} — погрешности закрепления от сил Q_1 и Q_2 .

В данном случае увеличивается также погрешность закрепления по сравнению с погрешностью при установке заготовки в станочных приспособлениях.

При сборке более сложных узлов с большим количеством деталей точность выдерживаемого размера может быть определена на основе расчетов соответствующей размерной

цепи. При решении размерной цепи по максимуму и минимуму (метод полной взаимозаменяемости) допуск на выдерживаемый размер "х" (рис. 6.11, а).

$$\delta_x = \delta + \sum_{i=1}^n \delta_i,$$

где δ — допуск на размер L приспособления; $\sum_{i=1}^n \delta_i$ — сумма допусков на размеры $I_1, I_2, I_3, I_4, \dots, I_n$ деталей. Эта формула справедлива для случая, когда сборка осуществляется с использованием нескольких приспособлений (дублеров) или приспособлений — спутников на автоматической линии. Если сборку производят в одном приспособлении, то величину учитывать не следует или при большой программе выпуска изделий под ней нужно понимать допуск на износ установочных элементов приспособлений.

Из этого выражения можно найти допуск на размер приспособления, зная допуски и размеры сопрягаемых деталей, и допуск на выдерживаемый размер:

$$\delta = \delta_x - \sum_{i=1}^n \delta_i,$$

При решении размерной цепи по методу неполной взаимозаменяемости допуск на выдерживаемый размер "х" можно определить по формуле:

$$\delta_x = t \cdot \sqrt{\lambda_1 \delta_1^2 + \lambda_2 \delta_2^2 + \dots + \lambda_n \delta_n^2 + \lambda \delta^2},$$

где t — коэффициент, определяющий риск (%) получения брака по выдерживаемому размеру при сборке; обычно берут $t = 3$:

Коэффициент t	1	2	3.
Риск брака, %	32	4,5	0,27,

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ — коэффициенты, зависящие от формы кривых распределения размеров сопрягаемых деталей узла.

В случае кривой распределения, близкой к нормальной, $\lambda^2=1/9$. Для кривой равной вероятности, и в случае, когда о форме кривой ничего не известно, рекомендуется принимать $\lambda^2=1/3$. Если кривая близка к треугольнику, $\lambda^2=1/6$. Зная исходные величины и задаваясь значениями t , можно определить допуск на размер сборочного приспособления:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\lambda} \cdot \left(\frac{\delta_x^2}{t^2} - \lambda_1 \delta_1^2 - \lambda_2 \delta_2^2 - \dots - \lambda_n \delta_n^2 \right)},$$

Результаты расчета показывают, что при сравнительно небольшом риске получения брака допуск на размер приспособления можно значительно расширить. Вместе с тем расширяют допуски и на размеры сопрягаемых деталей.

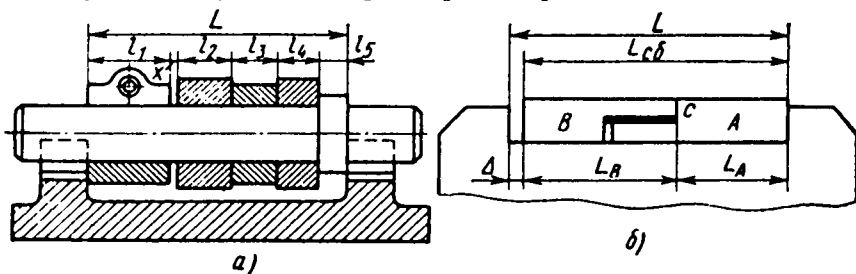


Рис. 6.11 Схемы для расчета размерных цепей сборочных приспособлений

При сборке неразъемных соединений методом пайки, сварки и склеивания необходимо учитывать тепловые зазоры между установочными элементами приспособления и базовыми поверхностями собираемого изделия. На рис. 6.11, б, показана схема приспособления для пайки в печи деталей А и В. Место пайки показано жирной чертой. Пайку производят с общим нагревом приспособления и изделия. Для учета различного теплового расширения приспособления и деталей изделия необходимо предусматривать зазор при установке этих деталей в приспособлении. В противном случае

возможно заклинивание изделия или искажение взаимного положения сопрягаемых деталей. Для простейших форм деталей и приспособления величину минимального зазора Δ можно определить, зная температуру нагрева t , размеры сопрягаемых деталей и коэффициенты α_i теплового расширения этих деталей и приспособления. Применительно к схеме (см. рис. 6.11, б):

$$\Delta = t \cdot [(L_A \alpha_A + L_B \alpha_B) - L \alpha],$$

Здесь величины с индексами относятся к деталям изделия, а величины без индексов — к приспособлению. Если $L_A \alpha_A + L_B \alpha_B < L \alpha$, то первоначальный зазор с повышением температуры будет возрастать. Величину Δ в этом случае следует назначать такой, чтобы можно было легко осуществить закладку в приспособление деталей, выполненных с наибольшими предельными размерами.

При сложных формах деталей вычисление Δ затруднительно. Ее величину в этом случае можно установить экспериментально. Величина допуска δ на размер L приспособления можно назначать достаточно большой, если соединяемые детали прижаты друг к другу по стыку С; точность выполняемого размера $L_{с6}$ при этом от допуска не зависит. При отсутствии гарантированного прижатия деталей по стыку С допуск δ на выполняемый размер можно определить по методу полной взаимозаменяемости:

$$\delta_{с6} = \delta_A + \delta_B + \Delta + \delta,$$

отсюда:

$$\delta = \delta_{с6} - \delta_A - \delta_B - \Delta.$$

При расчете по методу неполной взаимозаменяемости из выражения допуска на выдерживаемый размер:

$$\delta_{с6} = t \cdot \sqrt{\lambda_1 \delta_A^2 + \lambda_2 \delta_B^2 + \lambda \delta^2} + \Delta,$$

можно найти:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\lambda} \cdot \left[\frac{(\delta_{сб} - \Delta)^2}{t^2} - \lambda_1 \delta_A^2 - \lambda_2 \delta_B^2 \right]}.$$

Если собираемое изделие состоит из n деталей, то выражение принимает вид:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\lambda} \cdot \left[\frac{(\delta_{сб} - \Delta)^2}{t^2} - \lambda_1 \delta_1^2 - \lambda_2 \delta_2^2 - \dots - \lambda_n \delta_n^2 \right]},$$

при $\lambda = \lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_n = 1/9$ (распределение по нормальному закону) и $t = 3$:

$$\delta = \sqrt{(\delta_{сб} - \Delta)^2 - \delta_1^2 - \delta_2^2 - \dots - \delta_n^2}.$$

Для повышения точности изделий, собираемых методом пайки, сварки и склеивания, целесообразны конструкции с центровкой деталей по поясам, буртикам, пазам и другим элементам.

Сборочное приспособление должно обеспечивать заданную точность при длительной эксплуатации и многократном нагреве (при пайке твердыми припоями температура нагрева 700-1200°C).

При необходимости удаления не полностью охлажденного изделия из приспособления рекомендуется снижать площадь контакта между деталями и приспособлением, создавая местные выточки и выемки. Удобные разборные конструкции приспособлений с малой шероховатостью поверхности установочных элементов. В разборных конструкциях предпочтительнее клиновые соединения перед резьбовыми. Приспособление должно быть легким для уменьшения времени нагрева. Необходимо избегать длинных и относительно тонких плит, так как при нагреве они деформируются.

Выбор материала для основных деталей приспособления определяет долговечность приспособления и точность сборки. Коэффициент расширения материала деталей изделия должен быть меньше, чем материала приспособления. В этом случае можно допустить меньшие тепловые зазоры между приспособлением и деталями.

соблением и изделием и обеспечить более высокую степень точности сборки, которая для небольших изделий составляет 0,035-0,05 мм.

Материал основных деталей приспособлений должен выдерживать многократный нагрев и разборку (в разборных конструкциях), а также быть прочным и износостойким. Этим требованиям удовлетворяют специальные сплавы и керамика. При пайке алюминиевых сплавов погружением для деталей приспособления рекомендуется применить жаропрочные никелевые сплавы или коррозионно-стойкую сталь, так как углеродистая сталь загрязняет ванну. В приспособлении не должно быть углублений, препятствующих стеканию припоя.

Если пайку производят с индукционным нагревом деталей, то близко расположенные к индуктору детали приспособления рекомендуется выполнять из неметаллических материалов (микалекса, эпоксипластов, армированных стеклотканью, керамики), обладающих химической стойкостью к флюсу и высокими изоляционными свойствами. Если применяются металлические детали, то их нельзя выполнять в виде кольца или замкнутой петли, так как в этом случае индуцируются ТВЧ. Их делают пустотелыми и применяют для охлаждения проточную воду.

Приспособления периодически проверяют на точность. Их конструкция должна быть удобной для быстрой проверки без применения косвенных методов контроля. Приспособления для склеивания подвергают периодической очистке от накапливающихся следов клея. Поскольку большинство клеев не удаляется растворителями, нужно предусматривать быстрый съем (или разборку) приспособления для его нагрева до температуры при которой клей разрушается (около 300°C). После этого очистку производят механически (щетками, скребками и др.).

6.3. Автоматизация проектно-конструкторских работ при проектировании приспособлений

В настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом для автоматизации технологической подготовки производства, в том числе работ по автоматизации конструкторских расчетов, чертежно-графических работ и процесса конструирования станочных приспособлений, все большее применение находят ЭВМ.

Автоматизация конструкторских расчетов и процесса конструирования позволит в свою очередь совместить преимущества агрегатирования и широкой стандартизации с преимуществами скоростного автоматизированного проектирования. Весьма существенным является то, что такие задачи, как проектирование станочных приспособлений из стандартных элементов и наладок по типовым схемам, могут быть решены с помощью ЭВМ при относительно небольших затратах. Отметим при этом, что объем таких работ очень большой, например, для лопаток турбин в общем объеме проектных работ он составляет 70%.

Для решения указанных задач используют ЭВМ и чертежно-графические автоматы.

При осуществлении задачи перехода на переналаживаемую станочную оснастку большое внимание должно быть уделено вопросам внедрения разработок. Очень часто даже хорошие работоспособные конструкции и смелые идеи остаются нереализованными только по той причине, что внедрению уделяется мало внимания либо же внедрение поручается недостаточно квалифицированным специалистам.

При использовании методики получения технической документации и автоматизированного синтеза конструкций станочных приспособлений была поставлена задача автоматизированной компоновки специализированного наладочного приспособления из стандартных элементов, а также автоматизированного проектирования специальных наладок на базе разработанных типовых конструкций. Подобным же образом может быть решена и задача автоматизированного

проектирования эталонов, рабочих шаблонов и чертежей деталей, у которых большое количество размеров получают расчетным путем и для которых создан заранее отработанный чертеж-образец.

Алгоритмы решения подобных задач имеют самый простой вид, а программы могут быть стандартизованы, как и сама конструкция приспособления, наладки или детали.

Однако излагаемый здесь материал не позволяет полностью и в практическом плане решить задачу автоматизированного проектирования приспособления для всех возможных случаев, а лишь намечает на конкретных примерах основные пути и методы автоматизированного проектирования оснастки с тем, чтобы дать конструкторам по станочным приспособлениям об основных этапах автоматизированного проектирования оснастки.

Для практического решения и внедрения положений автоматизированного проектирования приспособлений была разработана методика автоматизированного проектирования при-

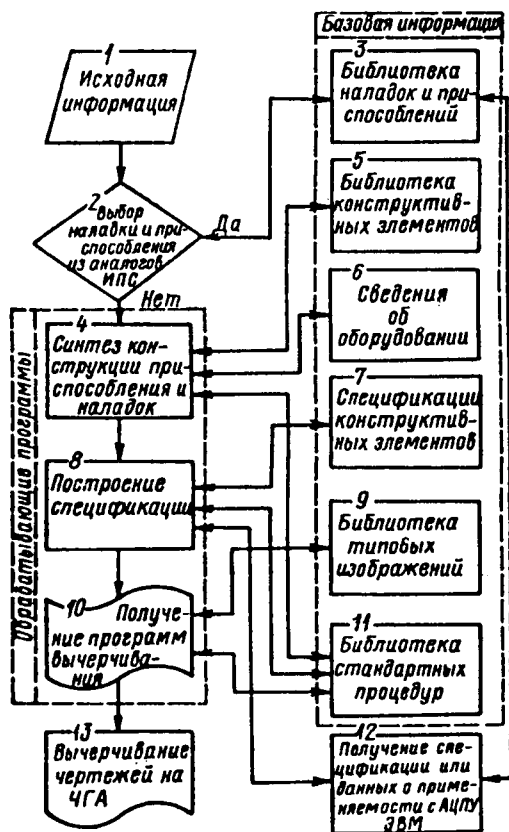


Рис. 6.12

Информационно-структурная схема автоматизированного проектирования станочных приспособлений

способления для механической обработки лопаток турбин из агрегатированных и унифицированных узлов и деталей, а также чертежей наладок, шаблонов, эталонов и деталей.

Информационно-структурная схема автоматизированного проектирования станочных приспособлений показана на рис. 6.12.

В качестве источника исходной информации при автоматизированном проектировании представляется наиболее целесообразным принять чертеж детали, технологический процесс ее изготовления и операционный эскиз. Изготавливаемая деталь на операционном эскизе должна быть представлена в таком виде, который она приобретает после выполнения данной операции. Все поверхности, получаемые в результате формообразования на последующих операциях, на эскизе не показываются. Кроме того, на операционном эскизе детали должны быть указаны размеры с указанием допусков и размеры, которые необходимы для определения положения всех точек, используемых для ориентирования детали в приспособлении. Поверхности, не участвующие в обработке, базировании и закреплении детали, на операционном эскизе показываются тонкими линиями, и размеры на них не указываются. Образец операционного эскиза лопатки приведен на рис. 6.13.

Каждая подлежащая изготовлению деталь, в том числе и лопатка турбины, обладает рядом свойств, общих по своей природе для всех машиностроительных деталей. Поэтому каждое из этих учитываемых при проектировании свойств детали формально представляется в виде параметра исходной информации. По природе отражаемых свойств исходную информацию при автоматизированном конструировании и их элементов можно подразделить на шесть видов: технологическую, геометрическую, логическую, точностную, физико-химическую и организационную.

Свойства детали бывают общими, относящиеся ко всей детали (масса, габаритные размеры, материал и др.), и частными, касающимися отдельных частей детали (шероховатость поверхности, ее размеры, форма и др.). Информация

об общих свойствах берется из чертежа детали и записывается при кодировании один раз. Значения параметров, формализующих частные свойства детали, берутся из операционного эскиза и записываются столько раз, сколько это необходимо по технологическому процессу.

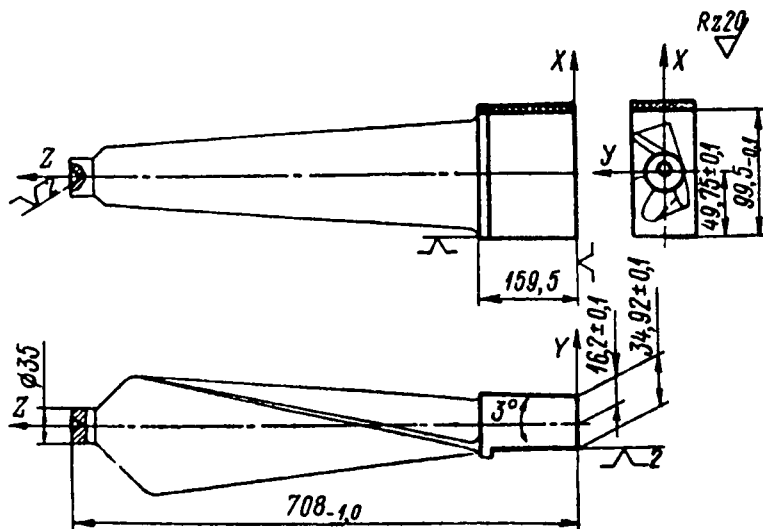


Рис. 6.13 Операционный эскиз турбинной лопатки для фрезерной обработки

Правила кодирования технологической, геометрической, логической и прочей информации в данной методике не приводятся.

Все сведения об изготавливаемой детали заносятся в таблицу исходной информации (ТИИ), которая является документом для автоматизированного проектирования технологического процесса и оснастки. Перед тем как приступить к заполнению ТИИ необходимо на операционном эскизе (рис. 6.13) нанести оси X, Y и Z главной системы координат (ГСК). При кодировании допускается некоторая аппроксимация (упрощение) форм свободных поверхностей детали, а также разрешается не кодировать поверхности,

информация о которых не влияет на результаты проектирования. Например, можно не кодировать углубления на свободных поверхностях детали, фаски, галтели, мелкие выборки и т.п.

Автоматизированное проектирование станочных приспособлений базируется на пространственных материальных объектах — конструктивных элементах.

Это значит, что в процессе машинного построения конструкции оперируют не геометрическими элементами чертежа (линиями, точками, проекциями), а такими объектами как деталь, узел, поверхность детали, моделируемыми в машине в виде цифр — кодов. Общими для всех конструктивных элементов, как и для приспособлений в целом, является то, что каждый из них всегда может быть расчленен на конечное число нормализованных элементов высшего порядка и каждый из них может быть синтезирован из таких элементов. Под конструктивным элементом понимается часть конструкции приспособления, которую в процессе проектирования нерационально членить на более мелкие составляющие.

Наиболее приемлемой формой конструктивного элемента при автоматическом проектировании является стандартный конструктивный элемент, так как информационное описание конструкции, состоящей из стандартных конструктивных элементов, имеет самый простой вид и требует минимального объема машинной памяти. Кроме того, стандартный конструктивный элемент наиболее просто воспроизводится графически на основе своей цифровой информации. Это еще раз подтверждает необходимость максимально возможной стандартизации элементов приспособлений для их автоматизированного проектирования.

Весьма существенная роль в процессе автоматизированного проектирования принадлежит классификации элементов конструкций приспособления по функциональному признаку. Такая классификация ускоряет поиск требуемого элемента за счет значительного сужения зоны поиска. В соответствии с функциональной классификацией конструктивных элементов строится общая структура всего процесса

по этапам: каждому этапу автоматизированного проектирования соответствует конструирование одного из функциональных классов конструктивных элементов.

По функциональному признаку конструктивные элементы приспособлений для лопаток удобно разделить (с учетом агрегатирования приспособлений из стандартных узлов определенного функционального назначения) на следующие части: узлы крепления хвостов, узлы крепления головных частей; подводные опоры и плавающие зажимы; корпуса и плиты; прочие узлы и детали приспособлений (элементы крепления).

Алгоритмизация проектирования приспособлений налагает на конструктивные элементы дополнительные специфические требования: обязательное наличие свойств, позволяющих определить пространственную ориентацию конструктивного элемента относительно других элементов конструкции; возможность построения адекватного образа конструктивного элемента по имеющейся цифровой информации.

Полные сведения о совокупности всех конструктивных элементов с помощью которых возможен синтез приспособлений, образуют базовую информацию системы автоматизированного проектирования. Основную часть базовой информации составляет библиотека наладок приспособлений (БНП) и библиотека конструктивных элементов (БКЭ).

При разработке БНП и БКЭ необходимо выполнить следующие работы:

1. определить привязочные точки элементов;
2. выбрать и нанести системы координат;
3. построить размерно-координатные сетки элементов;
4. окончательно разработать все чертежи и закодировать их;
5. определить область применимости всех элементов.

В большинстве случаев элементы приспособлений графически представляются в виде следующей совокупности чертежей: координатного чертежа, рабочих чертежей деталей, чертежа посадочного места. Для сокращения количества исходной информации необходимо стремиться к совме-

шению чертежей названной совокупности в один чертеж с разработкой условий применимости данного элемента.

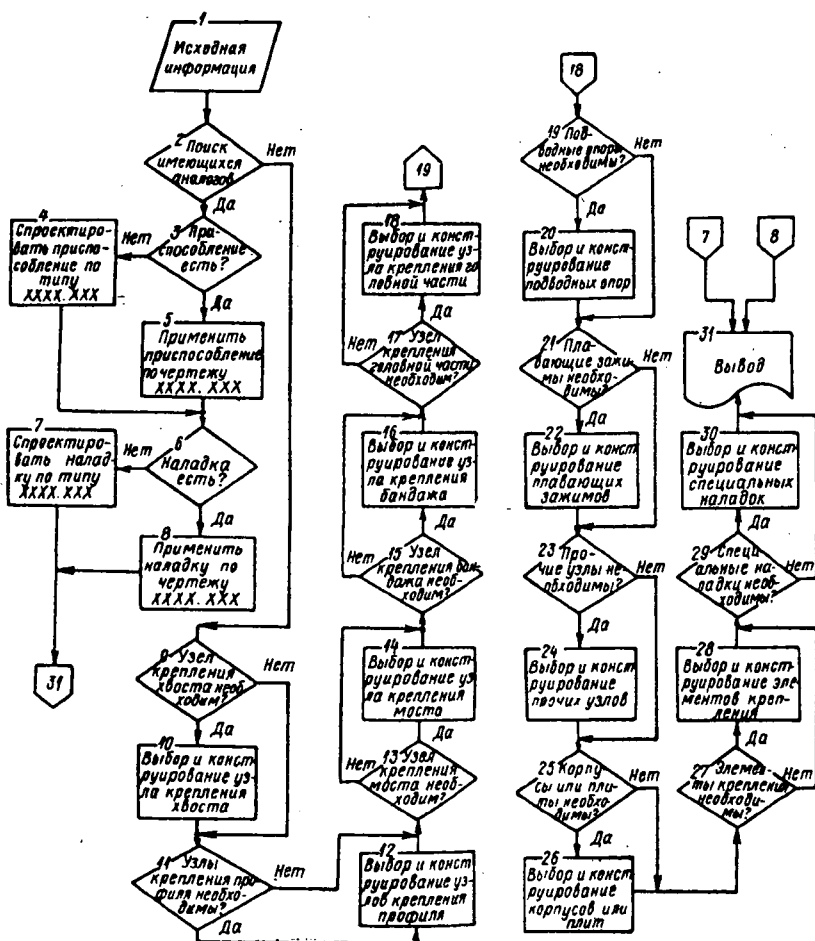


Рис. 6.14 Укрупненная схема алгоритма синтеза конструкции станочных приспособлений для механической обработки лопаток турбин

Кроме БНП и БКЭ, в составе базовой информации для автоматизированного проектирования должны находиться

сведения об оборудовании и подетальные спецификации конструктивных элементов.

Основные этапы автоматизированного проектирования оснастки в соответствии с информационно-структурной схемой, рассматриваются ниже.

В соответствии со схемой, приведенной на рис. 6.12, на первом этапе производится выбор наладки и приспособления из имеющихся аналогов ИПС. Укрупненная схема выбора наладки и приспособления приведена на рис. 6.14 (см. позиции 1-8 и 31).

Если не удастся применить спроектированные ранее наладки и приспособления, то производится автоматический синтез конструкций приспособления и наладки. Укрупненная схема алгоритма синтеза конструкций станочных приспособлений для механической обработки лопаток турбин приведена на рис. 6.14. (см. позиции 9-31).

Процесс автоматизированного проектирования приспособлений начинается с программного синтеза из конструктивных элементов, осуществляемого в области, определяемой главной системой координат, общей для изготавливаемой детали и приспособления. Последовательно проектируются элементы функционально-однородных групп: узлов крепления хвостов, профилей и т.д. Для элементов всех групп характерна двухстадийность протекания процесса проектирования: на первой стадии программно осуществляется выбор принципиальной схемы конструкции, а на второй — полное конструктивное оформление этой схемы.

Построение принципиальной схемы конструкции осуществляется на основе анализа условий применимости элементов и их функционирования в приспособлении. На стадии конструктивного оформления преобладают эвристические методы моделирования. Здесь вводятся описания правил и приемов, которые применяются при выборе решений высококвалифицированными конструкторами.

Процесс проектирования станочных приспособлений заканчивается получением комплекта конструкторской документации, в состав которой входят: спецификация, сбо-

рочный чертеж и рабочие чертежи деталей приспособления. Основным и наиболее сложным вопросом здесь является автоматизация построения сборочных чертежей.

Существует несколько методов, реализующих различные универсальные методы построения произвольных проекций, сечений и разрезов деталей. Однако из-за незавершенности теоретических разработок по решению встречающихся комбинаторных задач, например, выбора оптимальной совокупности плоских проекций, разрезов, распределения размеров на их изображениях и т.п., общие методы автоматизации построения машиностроительных чертежей до настоящего времени еще не вполне сложились и реализация их на ЭВМ требует больших затрат времени. Наиболее сложным и трудоемким в существующих методах является анализ видимости, базирующийся на решении позиционных задач в трехмерном пространстве. Значительное сокращение времени реализации процедур анализа видимости достигается при перенесении решения позиционных задач из трехмерного пространства на плоскость. При этом уменьшается объем процедур, упрощается их структура. Поэтому наиболее реальным и эффективным в настоящее время является комбинированный метод построения сборочных чертежей приспособлений. Сущность этого метода заключается в том, что, формирование чертежа в подавляющем большинстве случаев выполняется из типовых изображений. Однако для некоторых конструктивных элементов, вид графики которых на чертеже невозможно предвидеть на этапе разработки алгоритмов, построение типовых изображений, формирующих проекции этих элементов, производится универсальным методом. Широкое применение комбинированного метода стимулируется стандартизацией узлов и деталей приспособлений.

Сборочный чертеж при автоматизированном проектировании рассматривается как упорядоченное в двухмерном пространстве множество типовых изображений:

$$C\Phi = \{T\mathbf{i}_{\tau}\}_{\tau=1}^{\tau},$$

где **СЧ** — сборочный чертеж приспособления; **ТИ** — типовое изображение; τ — количество типовых изображений, используемых для построения чертежа.

Каждому конструктивному элементу соответствует набор типовых изображений, с помощью которых данный элемент будет отображаться на чертеже. Типовые изображения объединяются в библиотеку типовых изображений (БТИ).

На основании анализа конфигураций конструктивных элементов и вариантов их возможного расположения в пространстве, занимаемом проектируемым приспособлением, последние разделяются на три группы.

Первая группа объединяет элементы, конфигурация и возможная ориентация которых в процессе проектирования такова, что графика проекций данных элементов на сборочных чертежах очевидна на стадии разработки программ типовых изображений. В связи с этим графическая интерпретация элементов производится с помощью типовых изображений, графика которых постоянна или может принимать несколько разновидностей. Эти типовые изображения называют изображениями с "детерминированной" графикой. Описание данных типовых изображений производится на формализованном языке математического обеспечения чертежно-графического автомата.

Ко второй группе относятся элементы, форма, расположение и возможная ориентация которых на поле чертежа отличаются большим разнообразием. В этих случаях практически невозможно предопределить графическую форму типового изображения, соответствующую данным элементам. Поэтому для получения типового изображения требуемой формы в этой группе используется универсальный метод построения проекций и сечений трехмерных конструкций. Полученные при помощи этого метода типовые изображения называют изображениями с "недетерминированной" графикой.

Для получения формализованного описания графической формы таких типовых изображений на вход процедуры, реализующий универсальный метод, подается описание

пространственного положения отображаемого элемента, вектор проецирования или положение секущей плоскости.

К элементам третьей группы относят те, в конструкции которых можно выделить участки, интерпретируемые на чертеже типовыми изображениями с "детерминированной" графикой. При формировании изображений прочих участков, как и для элементов второй группы, используются типовые изображения с "недетерминированной" графикой.

Укрупненная схема процесса автоматизированного построения сборочных чертежей станочных приспособлений приведена на рис. 6.15, а их деталей — на рис. 6.16.

Рассмотрим подробнее некоторые этапы автоматизированного проектирования.

Определение состава сборочного чертежа. Для этого анализируется информация о конструктивных элементах, образующих конструкцию спроектированного приспособления, и формируется код принципиальной его схемы. По этому коду с помощью специальной процедуры, использующий метод экспертных оценок, устанавливается набор оценок,

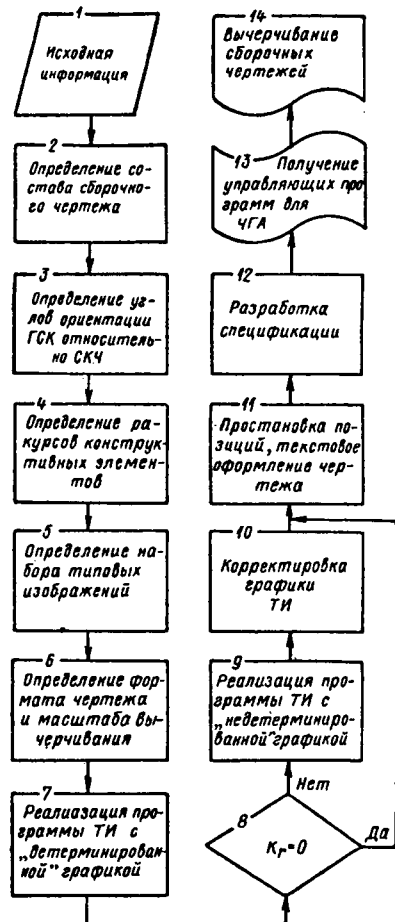


Рис. 6.15

Укрупненная схема процесса автоматизированного построения сборочных чертежей станочных приспособлений

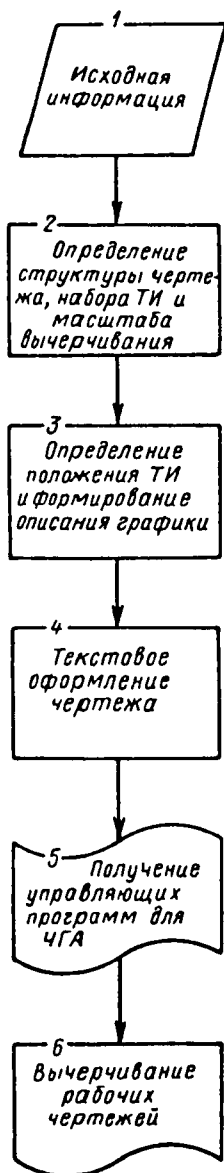


Рис. 6.16

Укрупненная схема процесса автоматизированного построения рабочих чертежей деталей станочных приспособлений

формирующих сборочный чертеж приспособления.

Определение углов ориентации ГСК относительно СКЧ. В этом случае в левый нижний угол формата чертежа помещают пространственную систему координат ОХУ так, чтобы плоскость ХОУ совпадала с плоскостью чертежа, а ось О была направлена в сторону наблюдателя. Каждой проекции на сборочном чертеже соответствует определенная ориентация ГСК (главной системы координат) относительно СКЧ (система координат чертежа).

Определение ракурсов конструктивных элементов. Для этого с помощью стандартных программ производят пересчет углов пространственной ориентации конструктивных элементов из ГСК в СКЧ.

Определение набора типовых изображений. Определяют полный набор типовых изображений, составляют графическое изображение всех проекций сборочного чертежа, с помощью библиотеки типовых изображений.

Определение формата чертежа и масштаба вычерчивания. С помощью габаритных прямоугольников, описанных вокруг каждого типового изображения, определяют: размеры каждой проекции, формат чертежа, масштаб вычерчивания и положение проекций на поле чертежа. Далее, путем последовательного пересчета

определяют положение каждого типового изображения на поле чертежа.

Реализация программы типового изображения. С помощью программ типовых изображений или процедур, реализующих универсальный метод построения проекций и сечений, формируются описания совместной графики всех типовых изображений на формализованном языке математического обеспечения чертежно-графического автомата (ЧГА). В связи с тем, что типовые изображения на чертеже могут пересекаться между собой, данное описание является предварительным и может корректироваться в процессе анализа их видимости.

Корректировка графики типовых изображений. Для этого, исходя из условий видимости необходимо:

- распознать пересечения типовых изображений;
- определить видимые и невидимые участки пересекающихся типовых изображений;
- осуществить корректировку путем исключения невидимых линий.

При этом надо иметь в виду, что два типовых изображения могут пересекаться только тогда, когда пересекаются их габаритные прямоугольники. Это является основой для предварительного определения типового изображения, конфигурация которого может быть подвергнута корректировке. Для обеспечения возможности корректировки графики изображений два пересекающихся типовых изображения подразделяют на корректирующее и корректируемое. Корректирующее — когда графика остается постоянной, корректируемое — когда форма изображения меняется. Для разделения пересекающихся типовых изображений на корректирующее и корректируемое вокруг конструктивных элементов соответствующих изображений строят "габаритные параллелепипеды" и определяют значения координат экстремальных точек параллелепипедов в СКЧ. Корректирующим изображением будет то, которое соответствует элементу, содержащему экстремальную точку с максимальной аппликатой.

Процесс анализа видимости и корректировки пары пересекающихся типовых изображений сводится к решению следующих задач:

- определение общих элементов графики корректируемого ТИ с граничными контурами корректирующего ТИ;
- упорядочение полученных общих точек вдоль направления элемента графики корректируемого ТИ;
- определение принадлежности точки на плоскости области корректирующего ТИ, ограниченной ориентированными контурами;

Простановка номеров позиций, текстовое оформление чертежа. Завершается процесс построения чертежа индексацией номеров позиций и деталей и заполнением надписей в соответствии с правилами ЕСКД.

Разработка спецификации. Процесс получения спецификации станочных приспособлений делится на два этапа: построение информационной модели и выдача спецификации на алфавитно-цифровом печатающем устройстве (АЦПУ) ЭВМ. Первый этап реализуется обработкой массива наименований деталей, массива обозначения деталей, таблицы степеней (признаков) стандартизации деталей, массива подетальных спецификаций, таблицы соответствий массивов подетальных спецификаций конструктивным элементам.

Перечисленные информационные массивы разрабатываются на основе библиотеки конструктивных элементов.

Получение управляющих программ для ЧГА. Полученное на ЭВМ описание графики сборочного чертежа на формализованном языке ЭВМ перерабатывается с помощью специальной процедуры "Транслятор" на формализованный язык чертежно-графического автомата. Результатом работы системы является перфолента с управляющей программой работы чертежно-графического автомата.

Вычерчивание сборочных чертежей. Чертежно-графический автомат по командам, заложенным в перфоленте, вычерчивает все необходимые проекции, сечения,

выполняет надписи и выдает законченный общий вид приспособления.

Процесс получения общего вида специальной наладки строится аналогично. При автоматизированном проектировании рабочих чертежей деталей часть этапов формирования управляющих программ выпадает (см. рис. 6.16).

Изложенные принципы и методы автоматизации проектирования технологической оснастки позволяют кардинально решить вопрос автоматизации проектно-конструкторских работ. Однако для их реализации необходимо провести большой объем подготовительных работ и иметь в распоряжении современные ЭВМ и ЧГА.

Для лучшего понимания метода автоматизированного проектирования оснастки рассмотрим подробно методику получения некоторых экспериментальных чертежей технологической оснастки для механической обработки лопаток турбин, в том числе:

- рабочих шаблонов профиля лопаток;
- чертежей наладок;
- чертежей деталей наладок;
- чертежей общих видов приспособлений.

Для получения чертежей оснастки используют чертежно-графический автомат. Чертежно-графический автомат имеет двухкоординатный планшет с хорошей обзорностью всего поля чертежа. Автомат производит формирование чертежа путем последовательного обхода чертежной головкой всех его линий. Исходной информацией для работы автомата является перфолента, полученная с ЭВМ. Вычерчивание цифр, знаков русского, латинского и греческого алфавита, а также других знаков, характерных для чертежей, выполняется по кодам специальных программ, заложенным в систему управления автоматом. Вычерчивание знаков производится в горизонтальном и вертикальном направлениях, а также под углом к системе координат чертежа.

Связь чертежных автоматов с вычислительными машинами может быть непосредственной или дистанционной.

При получении экспериментальных чертежей была применена дистанционная связь через перфоленту.

После получения перфоленты на ЭВМ ее закладывают в считывающее устройство чертежно-графического автомата и автомат приступает к вычерчиванию чертежа.

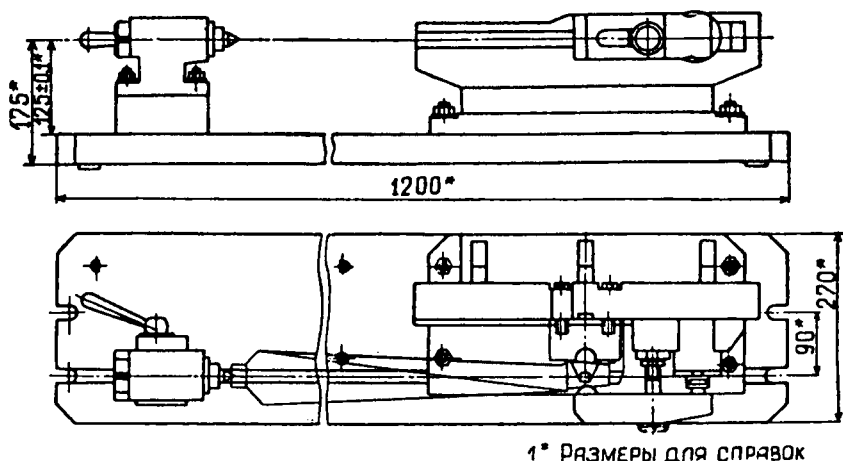


Рис. 6.17 Чертеж общего вида фрезерного приспособления, полученный на чертежно-графическом автомате

Анализ многочисленных конструкций станочных приспособлений показал, что удельный вес среди нестандартных конструктивных элементов имеют частично стандартные элементы. Имеются в виду элементы, полученные на базе типовых конструкций путем изменения различных отдельных размерных параметров и частичного изменения конфигурации посредством допроектирования отдельных элементов формы. Так в чертеже приспособления (см. рис. 6.17) имеется конструктивный узел — центровая стойка, которая является стандартным конструктивным элементом. В чертеже наладки (см. рис. 6.18) стандартными элементами являются: крепежные детали, поворотный опорный валик и ряд отдельных геометрических элементов. В чертеже детали (см. рис. 6.19) также имеются стандартные геометрические

элементы. Все три чертежа укрупнено расчленены на типовые графические изображения, из которых, изменяя размеры, можно собирать аналогичные приспособления, наладки или детали.

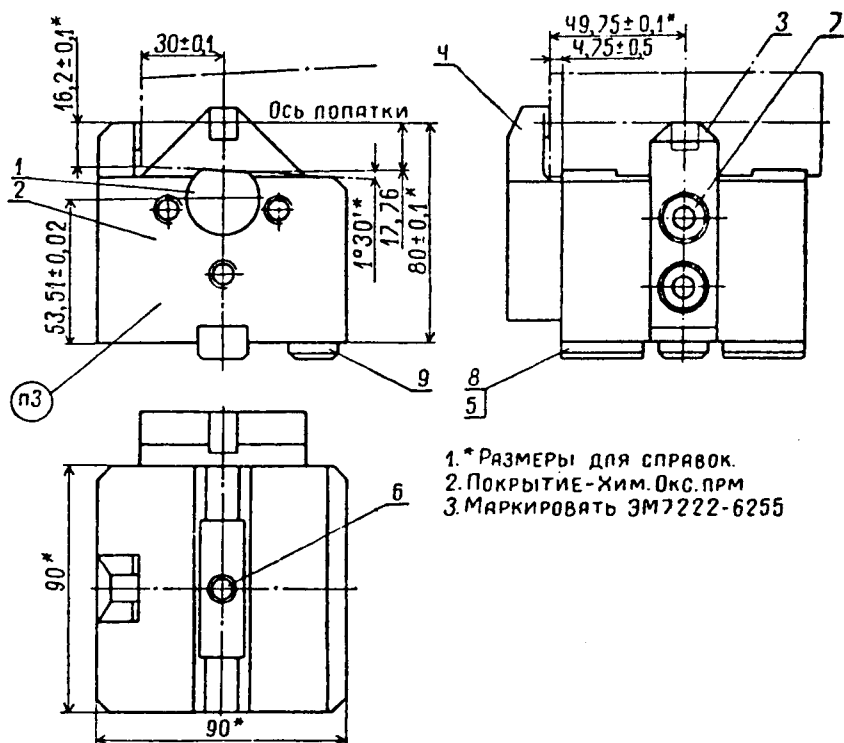


Рис. 6.18 Чертеж наладки для закрепления лопатки в приспособлении для фрезерной операции, полученный на чертежном автомате

Особенно эффективной оказалась автоматизация проектирования чертежей рабочих и эталонных шаблонов, у которых большое количество размеров получают расчетным путем. Чертеж рабочего шаблона лопатки, полученной на ЧГА, приведен на рис. 6.20.

ний, из которых набирается чертеж эталонных шаблонов. Количество типоразмеров в одном типе графических изображений обуславливается конструктивными особенностями элементов, конструкторскими и технологическими требованиями.

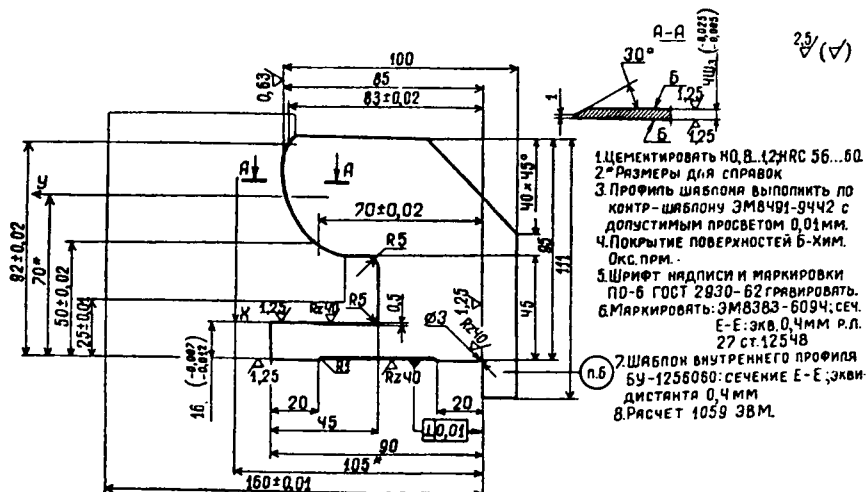


Рис. 6.20 Рабочий шаблон профиля турбинной лопатки, чертеж получен на чертежно-графическом автомате

В качестве исходных данных были использованы чертежи и согласованный набор типовых изображений, выполненный вручную, при разработке подпрограмм вычерчивания типовых изображений.

Для ЭВМ подпрограмм составлялись в системе символического кодирования (ССК). Программирование в ССК начинается с написания типовых графических процедур на специальных бланках.

Структура описания элементов графики типовых изображений состоит из двух массивов: набора ходов, представляющих собой целые числа (массив С); совокупности значений, представляющих собой действительные числа (массив В).

Набор кодов С определяет код элементов чертежа, код типа линии, коды символов и другие специальные коды. В массиве В содержатся координаты начала и конца элемента графики типового изображения. Все элементы графики типовых изображений описываются в автономной системе координат (АСК).

Следует отметить, что описание простейшей кривой в ССК является довольно трудоемким процессом. Учитывая это обстоятельство, был разработан более рациональный способ описания на основе диалекта графического языка ФОРТРАН-ОГРА-Ф, позволяющий описать любое графическое изображение. Программа в этом случае значительно проще и короче примерно в три раза, чем программа, составленная в ССК.

На основе использования диалекта графического языка ФОРТРАН-ОГРАФ и базового математического обеспечения (БМО) для чертежно-графического автомата были разработаны подпрограммы, по которым затем были созданы чертежи (рис. 6.17-6.20).

В настоящее время разработан ряд информационных и алгоритмических языков, предназначенных для описания геометрической информации, которая подлежит вводу в ЭВМ. Однако с помощью этих языков описывается лишь геометрия детали, а не чертеж. Они не могут быть использованы для описания и ввода типового графического изображения. Для решения задачи ввода графической информации в ЭВМ разработан и внедрен язык ОГРА (описание графической информации). В настоящее время существуют три модификации этого языка: ОГРА-Т — входное описание; ОГРА-2 — внутреннее описание; ОГРА-0 — выходное описание.

Средства языка ОГРА разделяются на две группы: для описания положения и размеров элементарных геометрических объектов (точек, линий) и для реализации операций, формирующих совокупности линий или символов.

Сведения об элементарных объектах, включенные в состав первой группы, задаются с использованием без пере-

счетов только тех размерных связей и величин, которые имеются на чертеже. Описание изображения включает переменные параметры, что дает возможность изменять форму и размеры элементов типового графического изображения чертежа, сохраняя структуру размерных связей.

Сведения о размерных связях задаются в исходном описании в естественной, удобной для человека форме. Наиболее удобной для использования в системе математического обеспечения, (СМО) ЭВМ формой включения оператора графического языка в универсальный алгоритмический язык системы ФОРТРАН является представление графической информации с помощью ФОРТРАН-операторов типа подпрограмм ОГРА-Ф.

В операторах диалекта ОГРА-Ф в качестве имени подпрограммы указывается мнемонический код графического оператора, а в качестве параметров — значения отдельных кодов характеристики и информационная часть операторов.

В таблице 6.1 в качестве примера приведены мнемонические коды операторов. Дополнительно, для перебора параметров графических операторов, заданных в ФОРТРАН-программах пользователя, служат подпрограммы, указывающие код типа линии:

- СТЛ — Сплошная Толстая (сплошная основная);
- СТН — Сплошная Тонкая
- ШТЛ — Штриховая Толстая;
- ШПТН — Штрих-Пунктирная Тонкая;
- ШПТЛ — Штрих-Пунктирная Толстая.

При описании и отладке программы автоматизированного проектирования кроме операторов диалекта ОГРА-Ф участвуют операторы входного языка собственно системы ФОРТРАН.

Рассмотрев сущность типового графического изображения и компоновки любого машиностроительного чертежа, можно убедиться в том, что чертежи оснастки, показанные на рис. 6.17-6.20, скомпонованы из нескольких типовых графических изображений.

Процесс формирования можно проследить на примере типового графического изображения для эталонного шаблона (рис. 6.21), на котором представлены три совмещенных типовых графических изображения ВЕРХ1, НИЗ1 и КРИВ9 (табл. 6.1).

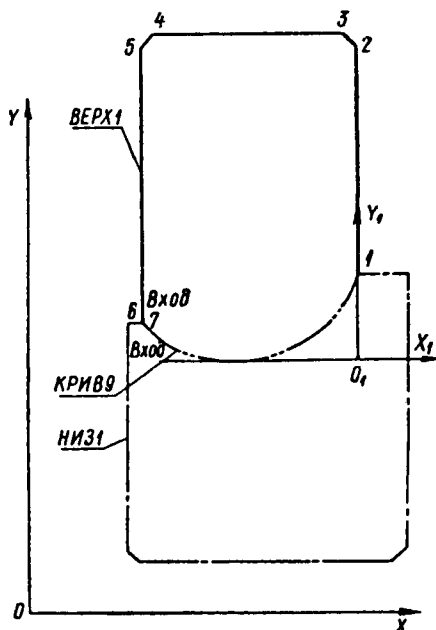


Рис. 6.21 Типовое графическое изображение в системе ОГРА-Ф

Таблица 6.1.

Коды оператора диалекта ОГРА-Ф

Код оператора диалекта ОГРА-Ф /имя подпрограммы/	Описываемый графический объект или операция
НЧ	Начало чертежа
КЧ	Конец чертежа
СК	Система координат
ТИ	Типовое изображение
ОТР	Отрезок
ПРЯМ	Прямая /Прямые/
ДУГА	Дуга окружности
ОКР	Замкнутая окружность
ЭЛЛИП	Замкнутый эллипс
ПГЭ	Дуга параболы, гиперболы, эллипса
КРИВ	Лекальная кривая

ДУГИ	Контур, состоящий из дуг окружностей
ДУГПР	Контур, состоящий из дуг окружностей и отрезков прямых
КОНТ	Контур, заданный упорядоченным множеством ориентированных окружностей
ТЕКСТ	Текст
ШТР	Штриховка
РЕЖВЫ	Режим вывода

Изображения ВЕРХ1 и НИЗ1 имеют систему координат ХОУ, а изображение КРИВ9 — систему координат $X_1O_1Y_1$.

Начальным этапом программирования является кодирование всех экстремальных точек геометрических элементов. Например, для типового изображения ВЕРХ1 кодировка экстремальных точек будет следующая:

$X_1=130$	$Y_1=134,639$	$X_4=49,88$	$Y_4=230$
$X_2=130$	$Y_2=225$	$X_5=44,88$	$Y_5=225$
$X_3=125$	$Y_3=230$	$X_6=44,88$	$Y_6=116,442$

Далее координаты экстремальных точек с помощью операторов языков Фортран и ОГРА-Ф записываются на особые бланки. Запись программ на этих бланках необходимо перевести (перфорировать) на перфокарту или перфоленту. Перфокарты удобны для хранения и исправления ошибок, которые могут появиться при кодировании типовых изображений или при набивке текста программы. Текст программы набивается на перфокарту построчно, т.е. одна строка программы занимает одну перфокарту.

После перфорации по общим правилам, принятым для ЭВМ на перфораторах осуществляется трансляция транслятором системы ФОРТРАН (ТФ-1), который переводит исходную программу на ФОРТРАНЕ в результирующую на языке загрузки. В результате работы транслятора могут быть

получены: результирующая программа на магнитной ленте (МЛ), текст исходной программы на ФОРТРАНе, сообщения об ошибках, распределение памяти ЭВМ.

Исходный текст программы на ФОРТРАНе может быть использован программистом для внесения изменений в программу, а также для документирования программ. Исходный текст оформляется в виде пронумерованных листов с наименованием исходной программы на ФОРТРАНе и датой трансляции. Транслятор осуществляет также синтаксический контроль программы на ФОРТРАНе и информирует программиста о неверно описанных операторах и характере ошибок в них.

После исправления ошибок процесс трансляции повторяется. Запись на магнитную ленту результирующей программы произойдет только тогда, когда в процессе трансляции не будет обнаружено ошибок. Записанная результирующая программа на магнитной ленте может вызываться на счет неоднократно. Результатом счета результирующей программы является управляющая перфолента для ЧГА.

В качестве примера приведено подготовка к программированию чертежа станочного приспособления, приведенного на рис. 6.17, которое расчленяется на следующие пять условных типов графических изображений:

БАБКА — стойка центровая (главный вид);

АЛЛА — стойка центровая (вид сверху);

БАЗЕЛ — узел крепления хвоста (главный вид);

КОНТР — узел крепления хвоста (вид сверху);

ЯЛГ — технические требования и надпись на штампе.

На рис. 6.22 помещен элемент приспособления — стойка центровая (БАБКА).

Чертеж детали (см. рис. 6.19) расчленен на четыре типовых графических изображения с условными названиями:

ГЛВИД — главный вид, куда вошли не только изображение главного вида, но и размерная сетка, выносные элементы, обозначение разреза и текстовые константы;

ВИДСБ — вид сбоку;

НАЛ — вид А;
ЛЮДА — технические требования наладки и надпись
в штампе.

Эти четыре типовых изображения детали собраны затем в одну программу "СЛЕИД".

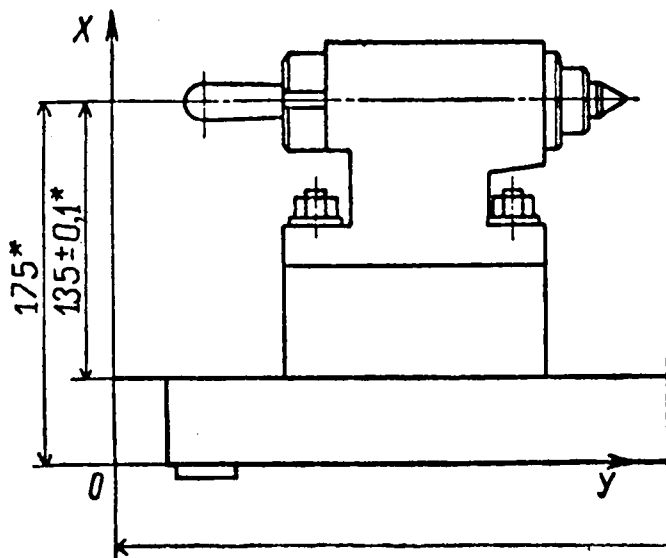


Рис. 6.22 Чертеж центральной стойки (БАБКИ), спроектированной чертежно-графическим автоматом

При подготовке программы автоматизированного проектирования чертеж наладки (см. рис. 6.22) был условно расчленен на четыре типовых графических изображения:

ВИД — вид сверху;
НАЛП — технические требования;
БП2 — главный вид;
ТИУ — вид сбоку.

Эти четыре типовых изображения включили в себя размерные сетки, контуры, текстовые константы и обозначения размеров. Они объединены программой "КОЛОС".

В заключение следует отметить, что ввод в ЭВМ исходной информации в процессе автоматизированного проекти-

рования является весьма трудоемкой операцией. Поэтому актуальной является задача автоматизации ввода в ЭВМ непосредственно чертежей. Задача комплексного осуществления автоматического чтения машиностроительного чертежа в настоящее время еще не решена полностью. Наиболее реальным является полуавтоматический ввод чертежей в ЭВМ с использованием специальных устройств. При этом координатная сетка устройства используется для кодирования положения линий на поле чертежа, а также сведения о толщине и начертании линий, цифры, буквы и служебные символы должны вводиться с помощью клавишного набора.

Для снижения затрат времени на программирование разрабатываются и внедряются различные системы автоматизации программирования (САП) типовых изображений.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 2.1

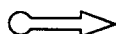
Тип приспособления в зависимости от:															Формула t_0 для сверления отверстий в деталях (в одном или нескольких приспособлениях)											
числа заготовок		числа инструментов		числа сторон обработки		порядка обработки			числа позиций			непрерывности работы		степени автоматизации			Схема									
Одноместное	Многоместное	Одноинструментное	Многоинструментное	Одностороннее	Многостороннее	Последовательное	Параллельно-последовательное	Параллельное	Однопозиционное	числа позиций		Дискретное	Непрерывное	С ручным управлением	Полуавтоматическое	Автоматическое	б	в	г	д	е	ж	з	и	—	
										Последовательное	Параллельно-последовательное															Параллельное
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	б	в	г	д	е	ж	з	и	—	
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	в	г	д	е	ж	з	и	—		
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	г	д	е	ж	з	и	—			
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	д	е	ж	з	и	—				
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	е	ж	з	и	—					
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	ж	з	и	—						
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	з	и	—							
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	и	—								
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	—									
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
×	×	×	×																							

* Обработка на роторном станке сперекртием t_0 основным временем

Примечание. n — число отверстий с каждой стороны; k — число сторон обработки; m — число заготовок в многоместном приспособлении; t_0 — основное время; t_0' — вспомогательное время; t_{0nq} — время поворота и индексации приспособления (стола).

Формулы для определения величины
погрешности базирования
(типовые случаи)

Условные обозначения:



Зажимное устройство



Обрабатываемые поверхности



Упор



Основные установочные базы; опорные
установочные поверхности

$\delta_a, \delta_b, \delta_c, \dots$ — допуски размеров $a, b, c, \dots$;

x — радиальное биение;

$S_{\min}$ — минимальный гарантированный зазор

Схема базирования	Погрешность базирования ε	
	размер	наибольшая абсолютная величина
	a b	$\varepsilon_a = 0$ $\varepsilon_b = \delta_c$
	a b	$\varepsilon_a = \delta_c$ $\varepsilon_b = 0$
	a b	$\varepsilon_a = \delta_k$ $\varepsilon_b = \delta_c$

Продолжение таблицы 3.1

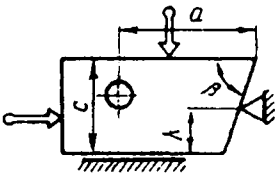
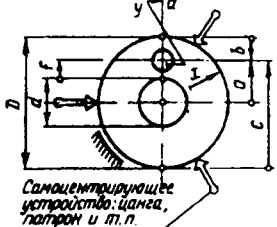
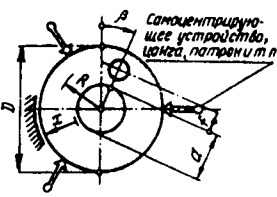
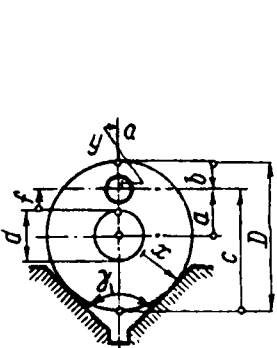
Схема базирования	Погрешность базирования ϵ	
	размер	наибольшая абсолютная величина
	a	$\epsilon_a = \frac{\delta_c}{\operatorname{tg} \beta} + k \cdot \operatorname{tg} \beta$
 Самосцентрирующее устройство: цанга, патрон и т.п.	a b c f y	$\epsilon_a = 0$ $\epsilon_b = \epsilon_c = \delta D / 2$ $\epsilon_f = \delta d / 2 + x$ $\epsilon_y = x$
 Самосцентрирующее устройство: цанга, патрон и т.п.	β R f	$\epsilon_\beta = \epsilon_R = 0$ $\epsilon_f = \delta d / 2 + x$
	a b c f y	$\epsilon_a = \frac{\delta D}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}$ $\epsilon_b = \frac{\delta D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} + 1 \right)$ $\epsilon_c = \frac{\delta D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} - 1 \right)$ $\epsilon_f = \frac{\delta D}{2 \sin \frac{\gamma}{2}} + \frac{\delta d}{2} + x$ $\epsilon_y = x$

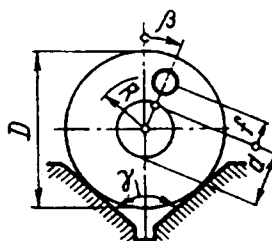
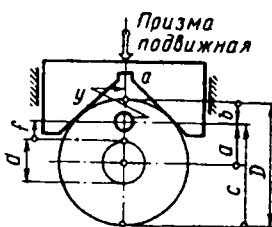
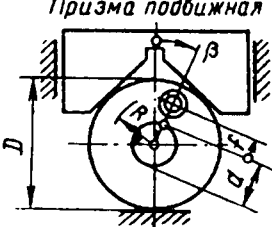
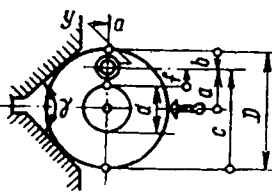
Схема базирования	Погрешность базирования ϵ	
	размер	наибольшая абсолютная величина
	β	$\epsilon_{\beta} \approx \operatorname{arctg} \frac{\delta D \sin \beta}{2R \sin \frac{\gamma}{2}}$
	R	$\epsilon_R \approx \frac{\delta D \cos \beta}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}$
	f	$\epsilon_f \approx \frac{\delta D \cos \beta}{2 \sin \frac{\gamma}{2}} + \frac{\delta d}{2} + x$
	β	Для других квадрантов находят по формулам приведения
	a	$\epsilon_a = \delta D/2$
	b	$\epsilon_b = \delta D$
	c	$\epsilon_c = 0$
	f	$\epsilon_f = (\delta D + \delta d)/2 + x$
	y	$\epsilon_y = x$
	β	$\epsilon_{\beta} \approx \operatorname{arctg} \frac{\delta D \sin \beta}{2R}$
	R	$\epsilon_R \approx \frac{\delta D \cos \beta}{2}$
	f	$\epsilon_f = \frac{\delta d + \delta D \cos \beta}{2} + x$
	a	$\epsilon_a = 0$
	b	$\epsilon_b = \epsilon_c = \delta D/2$
	c	
	f	$\epsilon_f = \delta d/2 + x$
	y	$\epsilon_y = \frac{\delta D}{2 \sin \frac{\gamma}{2}} + x$

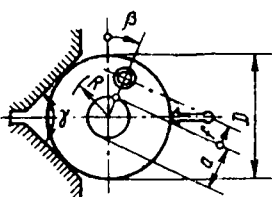
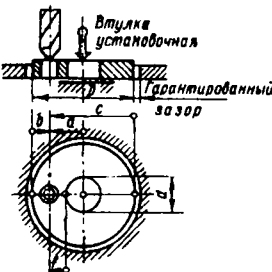
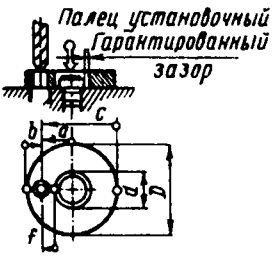
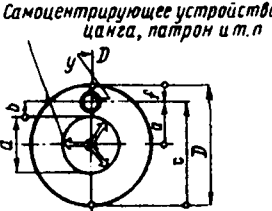
Схема базирования	Погрешность базирования ϵ	
	размер	наибольшая абсолютная величина
	β	$\epsilon_{\beta} \approx \arctg \frac{\delta D \cos \beta}{2R \sin \frac{\gamma}{2}}$
	R	$\epsilon_R \approx \frac{\delta D \sin \beta}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}$
	f	$\epsilon_f \approx \frac{\delta D \sin \beta}{2 \sin \frac{\gamma}{2}} + \frac{\delta d}{2} + x$
	β	Для других квадрантов находят по формулам приведения
	a b c f	$\left. \begin{aligned} \epsilon_a &= \epsilon_b = \epsilon_c = \delta D \\ \epsilon_f &= \delta D + \delta d / 2 + x \end{aligned} \right\}$
	a f b c	$\left. \begin{aligned} \epsilon_a &= \epsilon_f = \delta d \\ \epsilon_b &= \epsilon_c = \delta d + \delta D / 2 + x \end{aligned} \right\}$
	a b c f y	$\begin{aligned} \epsilon_a &= 0 \\ \epsilon_b &= \delta d / 2 \\ \left. \begin{aligned} \epsilon_c &= \epsilon_f = \delta D / 2 + x \end{aligned} \right\} \\ \epsilon_y &= x \end{aligned}$

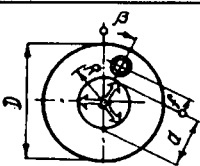
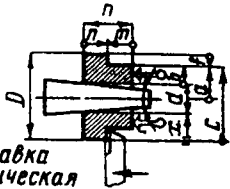
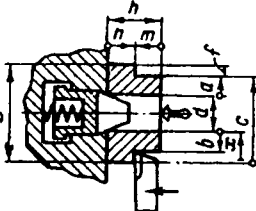
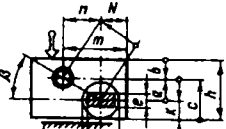
Схема базирования	Погрешность базирования ϵ	
	размер	наибольшая абсолютная величина
	β R f	$\left. \begin{array}{l} \epsilon_\beta = \epsilon_R = 0 \\ \epsilon_f = \delta D/2 \end{array} \right\}$
 Оправка коническая	a b f c n m	$\epsilon_a = 0$ $\epsilon_b = \delta d/2$ $\left. \begin{array}{l} \epsilon_f = \epsilon_c = \delta D/2 + x \end{array} \right\}$ $\epsilon_n = \delta d/k$ $\epsilon_m = \delta d/2 + \delta h$
	$k = 2 \operatorname{tg}(\gamma/2)$ – конусность оправки	
	a b f c n m	$\epsilon_a = 0$ $\epsilon_b = \delta d/2$ $\left. \begin{array}{l} \epsilon_f = \epsilon_c = \delta D/2 + x \end{array} \right\}$ $\epsilon_n = 0$ $\epsilon_m = \delta h$
 Гарантированный зазор обеспечивается размерами установочного пальца (погрешность δ_j)	a b c n m β L	$\epsilon_a = \delta k$ $\epsilon_b = \delta h$ $\epsilon_c = 0$ $\epsilon_n = \delta d$ $\epsilon_m = \delta d + \delta N$ $\epsilon_\beta = 2 \arcsin \frac{\delta d \sin \beta}{2R}$ $\epsilon_L = \delta d \cos \beta$
	Ширина пальца $e = \frac{ds_{\min}}{\delta k + \delta k_y},$ где δk_y — допуск приспособления по размеру k	

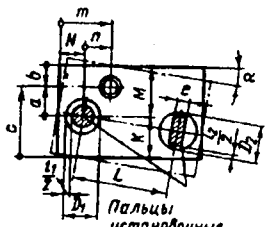
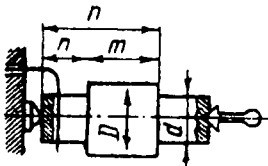
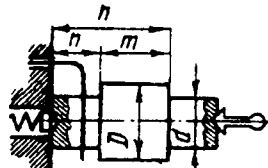
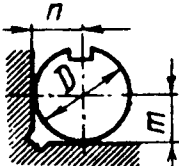
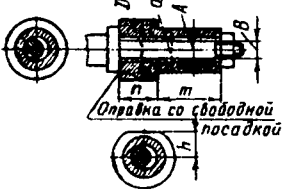
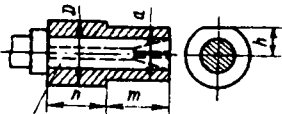
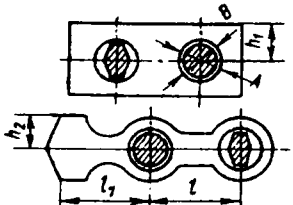
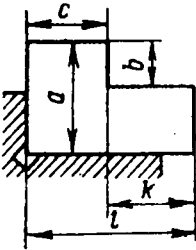
Схема базирования	Погрешность базирования ϵ					
	размер		наибольшая абсолютная величина			
 пальцы установочные l_1, l_2 — гарантированные зазоры, обеспечиваются размерами установочных пальцев (погрешность δ_3)	a	n	$\left. \begin{aligned} \epsilon_a = \epsilon_n &= \delta D_1 \\ \epsilon_b &= \delta M + \delta D_1 \\ \epsilon_c &= \delta k + \delta D_1 \\ \epsilon_m &= \delta N + \delta D_1 \\ \epsilon_\alpha &\approx 2 \arcsin \frac{\delta D_1 + \delta D_2}{2L} \end{aligned} \right\}$			
	b	c				
	m					
Ширина пальца						
$e \approx \frac{D_2 s_{2 \min}}{\delta L + \delta L_y - s_{1 \min}},$						
где δL_y — допуск приспособления по размеру L						
	D	d	$\begin{aligned} \epsilon_D &= 0 \\ \epsilon_d &= 0 \\ \epsilon_m &= 0 \\ \epsilon_n &= \delta_{ц} \\ \epsilon_h &= \delta_{ц} \end{aligned}$			
	m	n				
	n	h				
	$\delta_{ц}$ — посадка центров					
Наибольший диаметр центрального гнезда, мм		1; 2; 2,5	4; 5; 6	7,5; 10	12,5; 15	20; 30
Просадка центров $\delta_{ц}$, мм		0,11	0,14	0,18	0,21	0,25
	D	d	$\begin{aligned} \epsilon_D &= 0 \\ \epsilon_d &= 0 \\ \epsilon_m &= 0 \\ \epsilon_n &= 0 \\ \epsilon_h &= 0 \end{aligned}$			
	m	n				
	n	h				

Схема базирования	Погрешность базирования ϵ	
	размер	наибольшая абсолютная величина
	n m	$\epsilon_n = \delta D / 2$ $\epsilon_m = 0$
 Оправка со свободной посадкой	D d h	$\epsilon_D = s_{\min} + \delta_B + \delta_A$ $\epsilon_d = s_{\min} + \delta_B + \delta_A$ $\epsilon_h = s_{\min} + \delta_B + \delta_A$
	При установке оправки на плавающий передний центр, в гильзу или патрон по упору	
	n m	0 0
	При установке оправки на жесткий передний центр	
	n m	0 δ_u
 Разжимная или жесткая оправка с натягом	D d h m n	$\epsilon_D = 0$ $\epsilon_d = 0$ $\epsilon_h = 0$ $\epsilon_m = \delta_n$ $\epsilon_n = 0$
	h_1 h_2	$\epsilon_{h1} = s_{\min} + \delta_B + \delta_A$ $\epsilon_{h2} = (s_{\min} + \delta_B + \delta_A) \left(\frac{2l_1 + l}{l} \right)$

Продолжение таблицы 3.1

Схема базирования	Погрешность базирования ϵ	
	размер	наибольшая абсолютная величина
	b k c	$\epsilon_b = \delta_a$ $\epsilon_k = \delta_l$ $\epsilon_c = 0$

Расчет сил зажима при обработке заготовок
на сверлильных и фрезерных станках

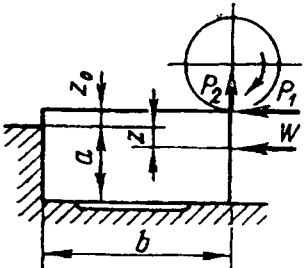
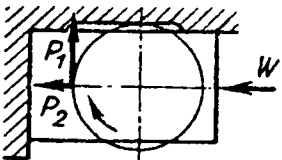
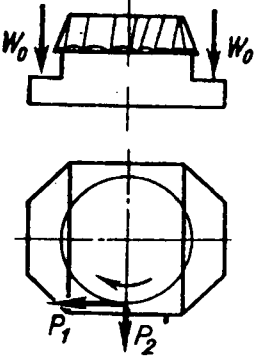
Схема зажима	Расчетные формулы требуемой силы зажима, н (кгс)
В тисках с креплением боковыми зажимами  	$W = K \frac{P_2(b + af) + P_1 z_0}{af^2 + bf + z}$
Крепление прихватами 	$W = \frac{K}{f} \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$ $W_0 = W/n$

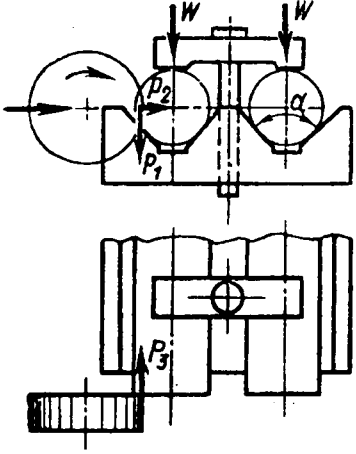
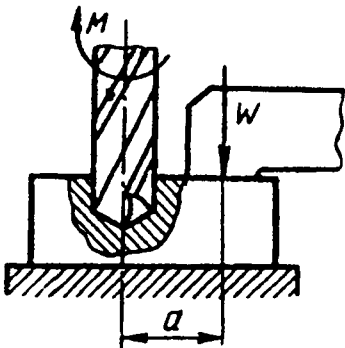
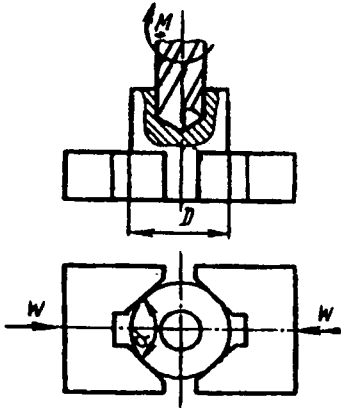
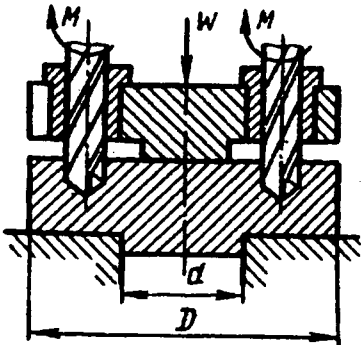
Схема зажима	Расчетные формулы требуемой силы зажима, н (кгс)
Крепление в призме 	$W = \frac{K}{f} \sin(\alpha / 2) \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2}$
W — сила зажима заготовки, кгс; P_1, P_2, P_3 — составляющие силы резания, кгс; f — коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов (для гладких поверхностей $f=0,25$; с крестообразно нарезанными канавками $f=0,45$); K — коэффициент запаса; n — число прихватов; α — угол призмы.	
Крепление прихватом 	$W = \frac{KM_{kp}}{fd}$

Схема зажима	Расчетные формулы требуемой силы зажима, н (кгс)
<i>Крепление призмами</i> 	$W = \frac{KM_{кр} \sin(\alpha / 2)}{fD}$
<i>Крепление кондукторной плитой</i> 	$W = \frac{KM_{кр}n}{\frac{1}{3}f\left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}\right)}$
W — сила зажима заготовки, кгс; $M_{кр}$ — крутящий момент на сверле; f — коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов (для гладких поверхностей $f=0,25$; с крестообразно нарезанными канавками $f=0,45$); K — коэффициент запаса; n — число одновременно работающих сверл; α — угол призмы.	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автоматизированные** системы технологической подготовки производства в машиностроении. /Под ред. Г.К. Горанского. М.: Машиностроение, 1976. 240 с.
2. **Адамчик В.В., Ракович А.Г., Юревич С.А.** Методические материалы по автоматизации проектирования приспособлений. /Под ред. А.Г. Раковича. Минск: ИТК АН БССР, 1975. 136 с.
3. **Айзман Д.С.** Автоматические линии с приспособлениями-спутниками для механической обработки. М.: НИИМАШ, 1972. 102с.
4. **Анельчик Д.Е., Полевой С.Н.** Ремонт, восстановление и испытание инструмента и технологической оснастки. Справочник. Киев: Техника, 1981. 307 с.
5. **Ансеров М.А.** Приспособления для металлорежущих станков. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1975. 656 с.
6. **Анурьев В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т., М.: Машиностроение, 1980, Т.1 728 с; Т.2 560 с; Т.3 560 с.
7. **Бабушкин А.З., Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г.** Технология изготовления металлообрабатывающих станков и автоматических линий. М.: Машиностроение, 1972. 270 с.
8. **Барташев Л.В.** Техничко-экономические расчеты при проектировании и производстве машин. 3-е изд. М.: Машиностроение, 1973. 384 с.
9. **Близинок В.П., Лебедев В.Н.** Опыт автоматизации проектирования технологической оснастки для механической обработки лопаток турбин. М.: ЛДНТП, 1978. 20 с.
10. **Близинок В.П.** Система специализированных наладочных приспособлений при обработке турбинных лопаток. — В кн.: Прогрессивные конструкции станочных приспособлений. /Под ред. В.А. Блюмберга. ЛДНТП. 1972. с. 51-57.
11. **Блюмберг В.А., Глущенко В.Ф.** Использование метода расстановки приоритета для структуризации и решения управленческих задач в НИИ и КБ. — Тр. ЛИЭИ. Совершенствование организации и планирования отраслевых на-

учных и опытно-конструкторских разработок. 1977. Вып. № 133, с. 91-103.

12. **Блюмберг В.А., Близнюк В.П.** Переналаживаемые станочные приспособления. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1978. 360 с.

13. **Бойцов В.В.** Научные основы комплексной стандартизации технологической подготовки производства. М.: Машиностроение, 1982. 319 с.

14. **Болотин Х.А., Костромин Ф.П.** Станочные приспособления. М.: Машиностроение, 1973. 433 с.

15. **Бочковский В.Г., Боценко М.П., Сидоров И.М.** Пневматическое приспособление к агрегатному станку с поворотным столом. — Станки и инструмент, 1976. № 6, с. 8-9.

16. **Бояршинов С.В.** Основы строительной механики машин. М.: Машиностроение, 1973. 456 с.

17. **Бояршинов С.В., Кулешова З.Г., Шатилов А.А.** Деформации заготовок при закреплении в станочных приспособлениях и точность обработки. М.: Машиностроение, 1983. 44 с.

18. **Брон Л.С., Черпаков Б.И., Авцин В.И.** Зарубежные автоматические линии с приспособлениями-спутниками. — Станкин и инструмент. 1971. №3, с. 41-44.

19. **Вейц В.Л., Фридман Л.И.** Электромеханические зажимные устройства станков и станочных линий. Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение., 1973. 261 с.

20. **Вороничев Н.М., Тартаковский Ж.Э., Генин В.Г.** Автоматические линии из агрегатных станков. М.: Машиностроение, 1979. 487 с.

21. **Волчкевич Л.И.** Комплексная автоматизация производства. М.: Машиностроение, 1983. 269 с.

22. **Гамрат-Курек Л.И., Иванов К.Ф.** Выбор варианта изготовления изделий и коэффициенты затрат. М.: Машиностроение, 1975. 134 с.

23. **Генин В.Г., Тартаковский Ж.Э., Бондаренко В.А.** Транспортные устройства автоматических линий из агрегатных станков. М.: НИИМАШ, 1978. 36 с.

24. **Горанский Г.К.** Элементы теории автоматизации машиностроительного проектирования с помощью вычислительной техники. Минск: Наука и техника, 1970. 267 с.

25. **Горелик Г.И., Василевский М.Я., Беранский М.И.** Транспортные устройства автоматических линий с приспособлениями-спутниками. М.: НИИМАШ, 1976. 44 с.

26. **Горошкин А.К.** Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. 303 с.

27. **Губич Л.В., Ракович А.Г.** Приложение квалитметрии к разработке систем автоматизированного проектирования технологической оснастки. — В кн. Автоматизация проектирования. Минск: ИТК АН БССР, 1979. с. 29-35.

28. **Допуски и посадки:** Справочник в 2-х частях. Часть 2 /Под ред. В.Д. Мягкова. Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение., 1978. 1032 с.

29. **Журавлев В.Н., Николаева О.И.** Машиностроительные стали: Справочник. М.: Машиностроение, 1981. 391 с.

30. **Зозулевич Д.М., Борисова Г.Б., Максимова Л.Г.** Пакеты программ автоматического черчения для единой серии ЭВМ. Минск: ИТК АН БССР, 1978. 98 с.

31. **Инвариантные** компоненты систем автоматизированного проектирования приспособлений /Под ред. А.Г. Раковича. Минск: Наука и техника, 1980. 160 с.

32. **Исходная** информация для автоматизированного проектирования сверлильных приспособлений /А.Г. Ракович, А.А. Конопляник, Г.В. Махнач и др. Минск: ИТК АН БССР, 1976. 52 с.

33. **Капустин Н.М.** Станочные приспособления в тяжелом машиностроении. М.: Машиностроение, 1970. 62 с.

34. **Капустин Н.М., Небылицкий Ф.И., Шеленговский А.И.** Надежность УСП. — Вестник машиностроения, 1972. № 3, с. 48-51.

35. **Каталог** деталей и сборочных единиц сборно-разборных приспособлений для обработки заготовок на станках с числовым программным управлением /В.В. Попов, И.П.

Христинченко, А.М. Мирошниченко и др. М.: НИИМАШ, 1978. 29 с.

36. **Константинов О.Я.** Магнитная технологическая оснастка. Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение., 1974. 382 с.

37. **Корсаков В.С.** Основы конструирования приспособлений в машиностроении. М.: Машиностроение, 1971. 288 с.

38. **Косилова А.Г., Мещяреков Р.К., Калинин М.А.** Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. М.: Машиностроение, 1976. 288 с.

39. **Косов Н.П.** Станочные приспособления. М.: Машиностроение, 1968. 216 с.

40. **Косов М.Г., Схиртладзе А.Г.** Определение погрешностей базирования деталей. М.: МГЦНТИ, № 320. 1992. 5 с.

41. **Косов М.Г., Схиртладзе А.Г.** Определение рациональных установочных схем станочных приспособлений. М.: МГЦНТИ, № 51. 1993. 6 с.

42. **Коновал Д.Г., Балашов К.И., Схиртладзе А.Г.** Экспертная система выбора технологической оснастки. М.: МГЦНТИ, № 493. 1992. 5 с.

43. **Кузнецов Ю.И.** Современные отечественные станочные приспособления. М.: НИИМАШ, 1978. 62 с.

44. **Кузнецов Ю.И.** Технологическая оснастка к станкам с программным управлением. М.: Машиностроение, 1976. 224 с.

45. **Кузнецов Ю.И., Монахов Г.А.** Оснастка для станков с программным управлением. Обзор. М.: НИИМАШ, 1975. 80 с.

46. **Каталог** деталей и сборочных единиц сборно-разборных приспособлений для обработки заготовок на станках с ЧПУ. М.: НИИМАШ, 1978. 62 с.

47. **Кузнецов Ю.Н., Кухарец А.В.** Новые зажимные механизмы станков-автоматов. Киев: Техника, 1979. 216 с.

48. **Малов А.Н., Шатилов А.А., Степанян А.Г.** Станочные приспособления: Справочник металлиста в 5-ти томах. М.: Машиностроение, 1977. Т.4. с. 353-569.

49. **Митрофанов С.П.** Научная организация машиностроительного производства. Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение, 1976. 134 с.

50. **Новожилов Э.Д.** Приспособление в единичном производстве. М.: Машиностроение, 1984. 69 с.

51. **Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г.** Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1990. 256 с.

52. **Опыт** построения эффективных алгоритмов машинного проектирования специальных сверлильных приспособлений. Под. ред. Г.К. Коранского. Минск: Наука и техника, 1970. 120 с.

53. **Орликов М.Л., Кузнецов Ю.Н.** Проектирование зажимных механизмов автоматизированных станков. М.: Машиностроение, 1977. 319 с.

54. **Плащей Г.И., Марголин Н.У., Пирович Л.Я.** Приспособления агрегатных станков: Альбом конструкций. М.: Машиностроение, 1977. 192 с.

55. **Проскуряков А.В., Моисеева Н.К.** Техноко-экономические расчеты при проектировании станочных приспособлений. М.: Машиностроение, 1978. 48 с.

56. **Пухов А.С.** Информационно-поисковые системы при автоматизированной подготовке оснастки. М.: Машиностроение, 1978. 134 с.

57. **Рыжов Э.В., Суслов А.Г., Федоров В.П.** Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. М.: Машиностроение, 1979. 174 с.

58. **Ржевский В.Ф., Сечкарев Г.А.** Справочник по проектированию автоматических линий. М.: Наука, 1966. 287 с.

59. **Сафраган Р.Э., Полонский А.Э., Таурит Г.Э.** Эксплуатация станков с ЧПУ. Киев: Техника, 1974. 308 с.

60. **Сафраган Р.Э., Кузнецов Ю.И., Гончаренко И.В.** Технологическая подготовка производства для применения станков с ЧПУ. Киев: Техника, 1981. 324 с.

61. **Соколов Е.В.** Выбор оптимальных объемов технологической оснастки. М.: Машиностроение, 1985. 142 с.

62. **Справочник** металлиста: В 5-ти т. Т.5. /Под ред. Б.Л. Богуславского. М.: Машиностроение, 1978. 673 с.

63. **Справочник** технолога-машиностроителя. Т.1, 2. /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещярекова. М.: Машиностроение, 1985. Т.1 684 с., Т.2 486 с.

64. **Схиртладзе А.Г.** Повышение точности установки заготовок на плоскость и два отверстия. М.: МГЦНТИ. № 90. 1990. 5 с.

65. **Схиртладзе А.Г., Новиков В.Ю.** Станочник широкого профиля. М.: Высшая школа, 1989.

66. **Схиртладзе А.Г.** Работа оператора на станках с программным управлением. М.: Высшая школа, 1990.

67. **Схиртладзе А.Г.** Моделирование собираемости сборочных единиц. М.: МГЦНТИ, № 435. 1992. 5 с.

68. **Схиртладзе А.Г.** Анализ процессов проектирования станочных приспособлений. М.: МГЦНТИ, № 5. 1993. 5 с.

69. **Схиртладзе А.Г.** Информационное моделирование конструкций установочных приспособлений. М.: МГЦНТИ, № 19. 1993. 4 с.

70. **Технологическая** оснастка многократного применения. /Под ред. Д.И. Полякова. М.: Машиностроение, 1981. 404 с.

71. **Технология** машиностроения. /Б.Л. Беспалов, Л.А. Глейзер, И.М. Колесов и др. М.: Машиностроение, 1973. 448 с.

72. **Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г.** Определение упругих деформаций базовых элементов позиционных приспособлений ГПС при установке спутников на плоскость и два отверстия. М.: ВНИИМАШ, Передовой производственный опыт, № 3. 1993. 6 с.

73. **Универсально-наладочная** типовая оснастка для обработки деталей на станках с ЧПУ токарной группы /Рекомендации по применению. М.: НИИМАШ, 1976. 32 с.

74. **Универсально-сборные** приспособления для станков с ЧПУ. Каталог 17-80-71. М.: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1980. 44 с.

75. **Фираго В.П.** Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы обработки поверхностей. М.: Машиностроение, 1973. 468 с.

76. **Цветков В.Д.** Система автоматизации проектирования технологических процессов. М.: Машиностроение, 1972. 240 с.

77. **Цветков В.Д.** Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. Минск: Наука и техника, 1979. 262 с.

78. **Шатилов А.А.** Элементарные зажимные механизмы станочных приспособлений. М.: Машиностроение, 1981. 47 с.

79. **Шубников К.В.** Унифицированные переналаживаемые станочные приспособления. Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение., 1973. 208 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Основные понятия и определения	
1.1. Служебное назначение приспособлений	5
1.2. Классификация приспособлений	8
1.3. Основные элементы приспособлений	15
1.4. Типовые базирующие элементы приспособлений	17
1.5. Дополнительные опоры	28
1.6. Зажимные устройства	30
1.7. Силовые устройства приспособлений (приводы)	54
1.8. Передаточные механизмы-усилители зажимных устройств приспособлений	94
1.9. Детали приспособлений для направления и контроля положения инструмента	108
1.10. Поворотные и делительные устройства	118
1.11. Корпуса приспособлений	127
Глава 2. Основы проектирования приспособлений	
2.1. Исходные данные и задачи конструирования приспособлений. Типы приспособлений	134
2.2. Последовательность проектирования специальных приспособлений	140
Глава 3. Погрешности базирования и закрепления заготовок в приспособлении	
3.1. Базирование заготовок в приспособлении	147
3.2. Погрешности базирования в приспособлениях	151
3.3. Расчет приспособлений на точность	157
Глава 4. Конструкции приспособлений	
4.1. Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков	159
4.2. Приспособления для сверлильных станков	209
4.3. Приспособления для фрезерных станков	251

4.4.	Приспособления для многоцелевых станков с ЧПУ	281
4.5.	Приспособления для гибких производственных систем (ГИС)	296
4.6.	Специальные приспособления для сборочных операций	304
4.7.	Приспособления для промышленных роботов	313
Глава 5.	Обоснование экономической эффективности применения приспособлений	
5.1.	Технико-экономическое обоснование применения станочных приспособлений	329
5.2.	Пример расчета оптимального варианта конструкции приспособления	336
Глава 6.	Методика проектирования приспособлений	344
6.1.	Последовательность конструирования специального приспособления для фрезерного станка	344
6.2.	Специфика конструирования специальных сборочных приспособлений	359
6.3.	Автоматизация проектно-конструкторских работ при проектировании приспособлений	368
Приложения		394
Список литературы		407
Содержание		414

Учебное издание

**Андреев Геннадий Николаевич, Новиков Владимир Юрьевич,
Схиртладзе Александр Георгиевич**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Редактор В. А. Козлов. Художник К. Э. Семенов

ЛР № 010146 от 25.12.96. Изд. № ОТМ-28. Подп. в печать 10.09.99
Формат 60х88/16. Бум. газетная. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная
Объем: 25,48 усл. печ. л., 25,48 усл. кр.-отт., 19,69 уч.-изд. л. Тираж 6000 экз.
Заказ № 2052

ГУП издательство «Высшая школа»,
101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14

Отпечатано в ГУП ИПК «Ульяновский Дом печати»,
432601, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14

ISBN 5-06-003665-0



9 785060 036657

В издательстве
«Высшая школа»
в 1999 — 2000 гг.

в серии «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» под редакцией чл.-корр. РАН Ю. М. Соломенцева выйдут в свет:

1. И.М. Баранчукова, А.А. Гусев, Ю.Б. Крамаренко, В.Ю. Новиков, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе, В.А. Тимирязев «Проектирование технологии автоматизированного машиностроения».
2. Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов, Ю.М. Соломенцев, Н.М. Султан-Заде, А.Г. Схиртладзе «Основы автоматизации машиностроительного производства».
3. И.М. Колесов «Основы технологии машиностроения».
4. В.П. Вороненко, В.А. Егоров, М.Г. Косов, Д.Р. Попов, Н.М. Султан-Заде, А.Г. Схиртладзе «Проектирование автоматизированных участков и цехов».
5. В.А. Медведев, В.П. Вороненко, В.Н. Брюханов, В.Г. Митрофанов, А.Г. Схиртладзе Л.М. Червяков «Технологические основы гибких производственных систем».
6. А.Г. Схиртладзе, С.Г. Ярушин «Технологические процессы машиностроительного производства».
7. А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков «Технологическое оборудование машиностроительных производств».
8. Н.Н. Марков, В.В. Осипов, М.Б. Шабалина «Нормирование точности в машиностроении».

