

М. А. АНСЕРОВ • ЗАЖИМНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

М. А. АНСЕРОВ

**ЗАЖИМНЫЕ
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
ДЛЯ ТОКАРНЫХ
и
КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫХ
СТАНКОВ**



МАШГИЗ • 1948

М. А. АНСЕРОВ
КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ЗАЖИМНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ И КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ



МТМ СССР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1948 ЛЕНИНГРАД

В книге рассмотрены кулачковые патроны и большое количество специальных приспособлений для обработки деталей класса валов, втулок, колец и дисков, эксцентричных деталей и т. д.

В книге описаны лучшие конструкции приспособлений, созданные практикой машиностроительных заводов. Даны указания о рациональном выборе приспособлений, приведены типовые расчеты. Систематизация приспособлений по классам обрабатываемых в них деталей и по формам их базовых поверхностей поможет читателю без особых затруднений находить примеры интересующих его конструкций.

Книга рассчитана на технологов, конструкторов по приспособлениям и студентов специальностей технологии машиностроения.

Ответственный редактор А. А. Маталин

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА

РЕДАКЦИЯ ЛИТЕРАТУРЫ ПО МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

Главный редактор Ленмашгиза
доц. А. Н. ОГЛОБЛИН

ВВЕДЕНИЕ

На станках токарной группы и круглошлифовальных станках обрабатываются детали класса валов, втулок, дисков, зубчатые колеса, эксцентричные детали, крестовины, стойки, кронштейны. Детали каждого из этих классов можно делить на группы, подгруппы и типы по их форме, размерам, точности, жесткости. Многообразие деталей, обрабатываемых на токарных станках, потребовало применения большого количества зажимных приспособлений, различных по своему конструктивному выполнению. Даже для одних и тех же или близких по форме и другим параметрам деталей используется несколько вариантов приспособлений. Последнее объясняется не только вполне понятным прогрессом в области проектирования, но и серийностью производства. В этих условиях было бы весьма ценным, если бы конструктор и технолог располагали систематизированным материалом по приспособлениям. Тогда в ряде случаев их работа по созданию новых приспособлений сводилась бы к выбору наиболее удачного варианта из существующих конструкций и к небольшим изменениям этих конструкций применительно к особенностям обрабатываемой детали.

Систематизацию специальных приспособлений целесообразно, как нам кажется, производить по следующей схеме. Все детали, обрабатываемые на токарных и круглошлифовальных станках, разделить на классы, положив в основу деления общность их конфигурации и технологическую однородность. В соответствии с этим построить классификатор приспособлений. На одном из наших заводов, разделив детали на классы, составили следующий классификатор приспособлений для токарной обработки:

- 1) приспособления для обработки валов;
- 2) для втулок и шестерен (до нарезки зубцов);
- 3) „ колец, дисков и плоских шестерен (до нарезки зубцов);
- 4) „ эксцентричных деталей;
- 5) „ крестовин (поршней);

- 6) для рычагов, вилок;
- 7) „ стоек, кронштейнов;
- 8) „ шестерен с установкой по зубчатой поверхности;
- 9) „ прочих деталей.

Деление приспособлений по классам изделий должно быть исходным. Следующее деление в пределах каждой группы должно основываться на классификации базирующих поверхностей изделий по их форме. Например, группу приспособлений, выделенных для класса втулок, можно разделить на следующие подгруппы:

- 1) оправки для втулок, устанавливаемых по гладкому цилиндрическому отверстию;
- 2) оправки для установки по ступенчатому отверстию;
- 3) для установки по конусному отверстию;
- 4) для установки по отверстию с резьбой;
- 5) патроны для установки по наружной гладкой цилиндрической поверхности;
- 6) патроны для установки по наружной резьбе и т. д.

В пределах подгрупп неизбежно дальнейшее деление по размерам (оправки и патроны для определенных диапазонов диаметров и длин изделий), по качеству и точности базирующих поверхностей и по точности, заданной на concentricity.

Деление приспособлений на группы по классам деталей и на подгруппы и виды по форме базирующих поверхностей, по их размерам и их точности является основным в построении классификатора. Однако этого недостаточно. Как уже указывалось, для одной и той же детали, устанавливаемой по одним и тем же базирующим поверхностям, возможны разные варианты приспособлений. Например, для обработки втулки, устанавливаемой по гладкому цилиндрическому отверстию, можно использовать одну из следующих оправок: жесткую, цанговую, раздвижную, самозажимную, расширяющуюся и т. д. Каждая из этих оправок может быть консольной, закрепляемой на шпинделе станка, или центровой, устанавливаемой в центрах. Кроме того, по источнику силы они могут быть с ручным приводом, пневматические, гидравлические и т. п. Если деление приспособлений на основе классификации изделий и их базирующих поверхностей облегчает задачу выбора приспособлений, то их классификация по конструктивным признакам, кроме того, имеет важное значение для дальнейшего совершенствования конструкций, для отбора лучших, наиболее производительных и экономичных.

Имея несколько вариантов, в одинаковой мере обеспечивающих выполнение технических условий на изделие, легко выбрать приспособление наиболее эффективное в условиях конкретного производства.

Не всегда конструкторы и технологи, особенно начинающие, создают удачные приспособления. Иногда „изобретаются“ приспособления давно уже разработанные и примененные на заводах. Наиболее полная классификация приспособлений, созданных и испытанных на практике, поможет избежать многих затруднений и ошибок в проектировании.

При общей бедности литературы по приспособлениям нельзя не отметить также слабую разработку теоретических вопросов в области проектирования приспособлений. Нам кажется, что и в этом отношении классификация, построенная на разумных началах, поможет быстрее найти и систематизировать некоторые теоретические выводы и типовые расчеты, например по механике зажимных приспособлений, которые должны лечь в основу дальнейшего их совершенствования.

Предлагаемая книга не претендует на исчерпывающую классификацию токарных приспособлений, однако все, что можно было сделать в ее рамках, подчинено этой главной цели.

В книге принято четкое разграничение понятий „патрон“ и „оправка“. За исключением кулачковых патронов, которые используются для зажима изделий как по наружным, так и по внутренним базовым поверхностям вращения, все специальные приспособления разделены на патроны, оправки и установочно-зажимные приспособления. Патронами названы специальные приспособления, в которых круглые изделия базируются по наружным поверхностям вращения; оправками — приспособления для установки по отверстиям и, наконец, установочно-зажимными приспособлениями названы такие устройства, в которых изделия сложной конфигурации базируются по плоскостям и поверхностям вращения.

Кулачковые патроны рассматриваются в первых двух главах. Можно оспаривать необходимость систематического обзора кулачковых патронов имея в виду их общеизвестность. Однако вторая глава (зажим и центрирование в кулачковых патронах), посвященная выяснению механики патронов и целому ряду тонкостей, связанных с установкой и закреплением в них обрабатываемых деталей, должна представлять известный интерес. В этой же главе рассматриваются общие принципы центрирования, имеющие значение и для специальных приспособлений. Рассмотрение кулачковых патронов оправдывается также и тем, что они, как никакие другие приспособления, имеют широчайшее применение в обработке деталей машин. Дальнейшие главы построены по классам деталей. В третьей главе дано описание приспособлений для класса валов. В четвертой и пятой главах — приспособлений для класса втулок. Необходимо заметить, что наибольшее число специальных приспособлений связано с обработкой деталей класса втулок. Неслучайно поэтому в основу деления четвертой и пятой глав на параграфы положены кон-

структивные признаки приспособлений. Разбивая оправки и патроны на жесткие, цанговые, раздвижные, самозажимные и т. д., мы стремились указать их особенности, показать механику оправок и патронов, предоставляя конструктору выбирать любой равноценный конструктивный вариант для обработки конкретных втулок. Приспособления для обработки крупных втулок и стаканов выделены особо.

В шестую главу отнесены приспособления для обработки деталей класса колец и дисков, эксцентричных деталей, оправки и патроны для установки изделий по резьбе, по зубчатой поверхности и т. д. В книге использованы установившиеся и наиболее удачные конструкции приспособлений, применяемые на заводах. Систематизация приспособлений по классам обрабатываемых в них деталей и по формам их базовых поверхностей поможет читателю без особых затруднений находить примеры интересующих его конструкций.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

КУЛАЧКОВЫЕ ПАТРОНЫ

1. Центрирование и закрепление приспособлений на шпинделях станков

Кулачковые патроны, как и многие другие зажимные приспособления, центрируются и закрепляются на шпинделях станков. Существует несколько разновидностей концов шпинделей.¹ На рис. 1 показана наиболее распространенная конструкция. Фланцы патронов и переходные планшайбы приспособлений навинчиваются на шпindel и центрируются его цилиндрическим участком 1. Сопряжение на центрирующем участке по плотной или скользящей посадке 2 го класса точности.

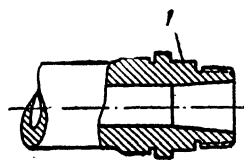


Рис. 1. Головка стандартного шпинделя.

Мелкие приспособления, диаметр которых не превышает диаметра шпинделя, обычно снабжаются конусом, с помощью которого закрепляются в конусном отверстии шпинделя. Шпиндели с резьбой и цилиндрическим направляющим участком стандартизованы (ОСТ 428).

Недостаток шпинделей с резьбой в том, что при торможении или реверсировании быстроходного станка патрон по инерции может соскочить со шпинделя. Кроме того, приспособления, устанавливаемые на этих шпинделях по посадке скользящей, не вполне точно центрируются. На точность центрирования оказывает влияние зазор. При частом навинчивании и свинчивании патронов зазор из-за износа сопрягаемых поверхностей увеличивается. В этих условиях даже плотные соединения со временем теряют свою первоначальную точность, и возникает потребность в ремонте головки шпинделя.

На рис. 2 показаны улучшенные конструкции головок шпинделей. Шпиндель *а* снабжен фланцем с коротким конусом, обеспечивающим надежное центрирование патрона. Допуски на конусы назначаются с таким расчетом, чтобы при установке от руки между торцевыми поверхностями шпинделя и патрона оставался небольшой зазор. При

¹ Конструкции и размеры шпинделей токарных, револьверных и круглошлифовальных станков приведены в книге Горошкина А. К., Приспособления для станков, Справочник, Машгиз, 1946.

затягивании крепежных винтов зазор ликвидируется, а конусы сопрягаются по посадке, близкой к прессовой. Вследствие большого угла конуса (14°) патрон после освобождения винтов легко снимается. Вылет патрона минимальный.

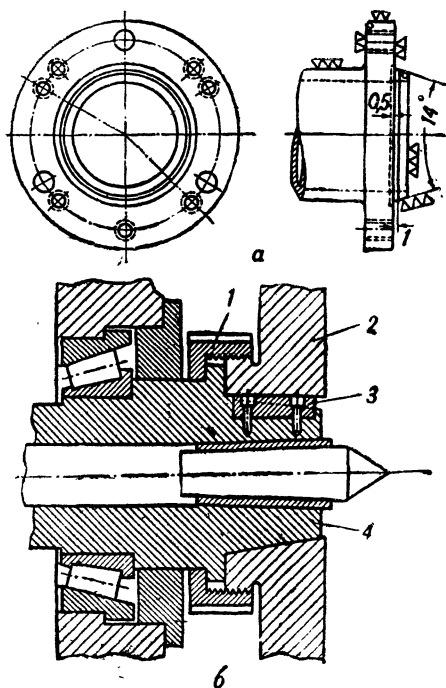


Рис. 2. Головки шпинделей с центрирующим конусом.

На рис. 2, б показан один из вариантов стандартных шпинделей токарных станков, широко распространенных в американском станкостроении. Натяжением резбового кольца 1 патрон 2 надежно центрируется на конусе шпинделя 4 (конусность 1:6). Для передачи крутящего момента предусмотрена шпонка 3. Как и в предыдущей конструкции установочные поверхности мало подвержены износу. Такие шпиндели применяются на средних и крупных станках, когда не требуется частая смена патрона. На рис. 3 показан общий вид головки шпинделя.¹

Американским стандартом предусмотрен также вариант шпинделя с центрирующим конусом и креплением патрона шестью эксцентриками (рис. 4). Эксцентриковые зажимы ускоряют установку,

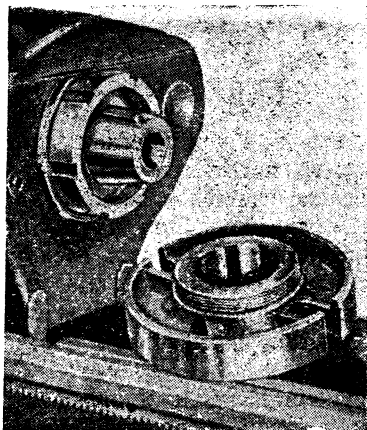


Рис. 3. Общий вид головки шпинделя, показанной на рис. 2, б.

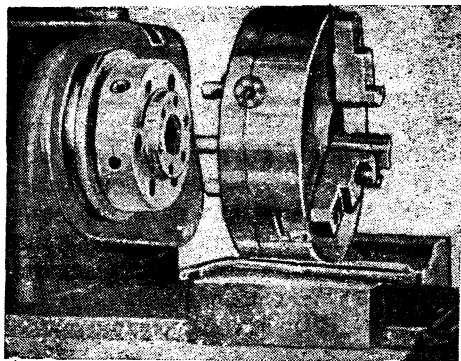


Рис. 4. Шпиндель с эксцентриковыми зажимами.

¹ Токарно-винторезные станки завода „Коммунар“ и новые токарные станки завода „Красный пролетарий“ запроектированы с аналогичной конструкцией головок шпинделей.

поэтому такие шпиндели получили применение в станках малых и средних размеров, при работе на которых требуется частая смена патрона.

Кулачковые патроны закрепляются на шпинделях с помощью фланцев или непосредственно (рис. 5). В последнем случае вылет патрона минимальный.

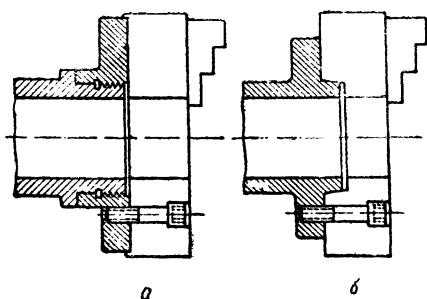


Рис. 5. Центрирование и закрепление патронов:

а — с фланцем; *б* — без фланца.

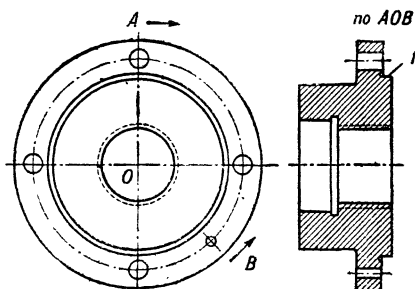


Рис. 6. Переходная планшайба для установки приспособлений.

Крепление специальных приспособлений обычно выполняется с помощью переходных планшайб, по конструкции аналогичных фланцам патронов. Переходная планшайба (рис. 6), имеющая центрирующий выступ 1 и отверстия для затяжных болтов, изготавливается по шпинделю станка и затем многократно используется для центрирования и закрепления различных приспособлений. Всякое новое проектируемое приспособление должно быть строго увязано с ее размерами. Сопряжение приспособления с центрирующим выступом планшайбы выполняется по плотной или скользящей посадке 2-го класса точности.

Центрирование приспособлений может также выполняться с помощью центрирующего пальца, устанавливаемого в конус шпинделя. На рис. 7 обозначены: 1—центрирующий палец, 2—планшайба, 3—приспособление с закаленной втулкой 4.

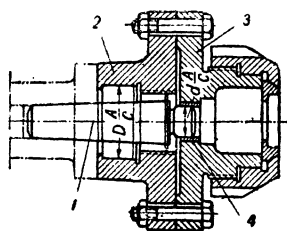


Рис. 7. Установка приспособления с помощью центрирующего пальца.

При проектировании приспособлений, наряду с элементами (механизмами) для зажима изделий, необходимо уделять должное внимание элементам центрирования и зажима самих приспособлений на шпинделях станков.

2. Двухкулачковые патроны

Двухкулачковые патроны используются для зажима небольших изделий фасонной формы (арматуры, литых деталей, поковок и пр.). Применяются ручные патроны с двухзначным винтом и патроны с механическим приводом (пневматические).

В ручных патронах двухзначный винт располагают либо посреди кулачков, либо сбоку. На рис. 8 показан универсальный двухкулачковый патрон с центрально-расположенным зажимным винтом. Основные

кулачки 3 с помощью винта 2, имеющего левую и правую резьбу, перемещаются по глубоким пазам корпуса патрона 1. Осевое переме-

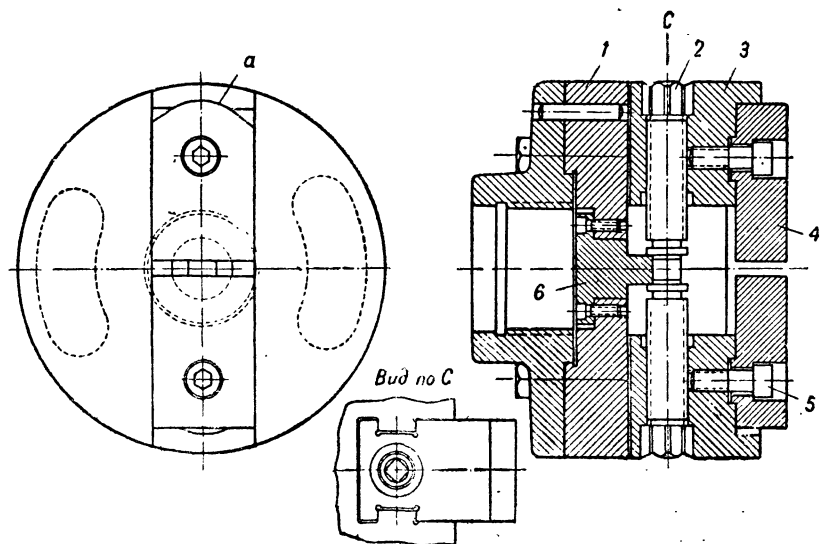


Рис. 8. Двухкулачковый патрон с centrally-расположенным зажимным винтом.

шение винта не допускается подшипником 6, охватывающим его шейку. К основным кулачкам винтами 5 прикреплены насадные кулачки 4, сцентрированные цилиндрическими выступами в выточках основных кулачков. Насадные кулачки сменные. Один из них (верхний) имеет возможность самоустанавливаться, опираясь на радиусную выточку а

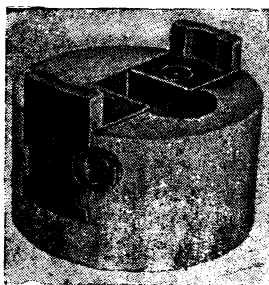


Рис. 9. Двухкулачковый патрон с зажимным винтом, расположенным сбоку кулачков.

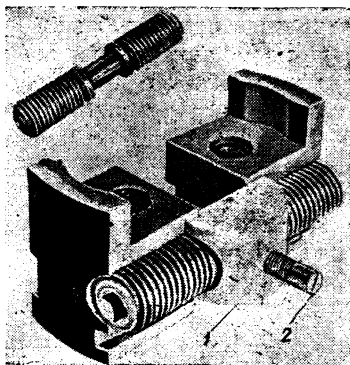


Рис. 10. Детали патрона рис. 9.

в основном кулачке. Форма насадных кулачков выбирается соответственно форме изделия.

Патрон с зажимным винтом, расположенным сбоку кулачков, показан на рис. 9, а на рис. 10 показаны отдельно основные кулачки, винт и подшипник патрона. Подшипник 1 охватывает шейку винта и по мере

надобности поджимается винтом 2, ввернутым в корпус патрона. Подвинчиванием винта 2 можно обеспечить легкий или тугой ход кулачков. Изношенный подшипник легко заменить новым. Патрон с боковым расположением винта позволяет пропускать обрабатываемую деталь в полость шпинделя. Однако он уступает патрону с центральным винтом в надежности центрирования и зажима, так как винт, действуя сбоку на боковую нарезку кулачков, может вызывать их боковой отжим и заедание. По этой же причине резьба в этих патронах изнашивается быстрее, чем в патронах с центральным винтом.

Общий недостаток двухкулачковых патронов состоит в том, что перекос кулачков в направляющих за счет боковых зазоров вызывает

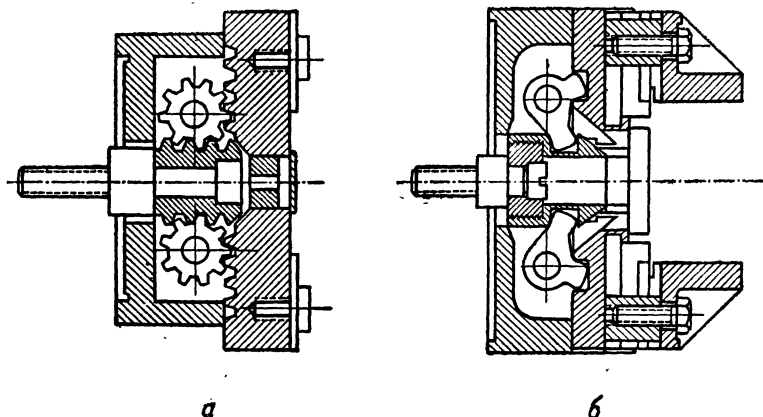


Рис. 11. Пневматические двухкулачковые патроны:
а — шестеренно-реечный; б — с колечкато-рычажным механизмом.

смещение центра изделия. Направляющие пазы необходимо шлифовать или тщательно шабрить. Кулачки подгонять с минимальным зазором.

Материалом для корпуса может служить сталь 45, стальное литье, чугун. Основные кулачки изготавливаются из цементируемой стали. Насадные — из стали с содержанием углерода 0,5—0,8%. Ходовой винт желательно изготовлять из легированной стали например хромо-никелевой. Детали патрона подвергаются термической обработке.

На рис. 11 показаны пневматические двухкулачковые патроны с центрально-осевым приводом. Патроны с аналогичными механизмами (трехкулачковые) и пневматическая установка подробно рассматриваются ниже.

3. Трехкулачковые самоцентрирующие патроны с ручным приводом

Наибольшее распространение получили три типа универсальных самоцентрирующих патронов: спиральные патроны по типу Кушмана, реечные по типу Форкарта и эксцентриковые патроны с червячной передачей по типу Форкарта и Герберта. Универсальность и простота обслуживания обеспечили им широкое использование в производстве.

Спиральные патроны. Патрон, показанный на рис. 12, состоит из корпуса 1 с привернутым к нему фланцем (фланец на чертеже не показан). В корпус патрона помещен диск — улитка 4, на одном торце которого нарезаны зубцы, а на другом архимедова спираль. С зубцами диска сцепляются три конические шестерни 5, вмонтированные в корпус патрона, а в зацепление со спиралью входят зубцы кулачков 2. При вращении улитки 4 кулачки перемещаются в радиальных пазах корпуса.

Спиральные патроны просты по конструкции, обеспечивают большой диапазон зажима, удобны в управлении (зажим возможен с помощью любой из трех шестерен) и обладают сравнительно высоким коэффициентом полезного действия. Однако эти патроны имеют ряд существенных недостатков. Ввиду того, что радиусы кривизны на разных участках спирали различны, прилегание зубьев кулачков происходит не

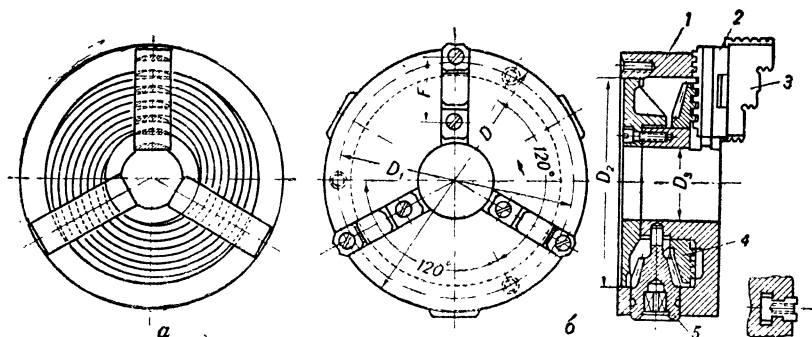


Рис. 12. Спиральный трехкулачковый самоцентрирующий патрон.

по всей ширине последних, а по линиям (узким площадкам), как это показано в позиции *а*. При этом неизбежны высокие удельные давления, требующие высокой твердости соприкасающихся поверхностей. При закалке улитки до высокой твердости начальная точность патрона вследствие коробления понижается. Обычно улитка подвергается только улучшению, не обеспечивающему высокую твердость, поэтому в эксплуатации патрон быстро теряет начальную точность и требует частой проверки и подшлифовки кулачков. Грязь и мелкая стружка, попадающие в патрон, затягиваются в клиновидные зазоры между зубьями кулачков и спиралью и в свою очередь ускоряют износ.

Кулачки патронов применяются цельными и сборными, состоящими из основания 2 и насадного кулачка 3. Конструкция кулачков позволяет зажимать обрабатываемые детали как за наружные, так и за внутренние поверхности.

Разновидностью спиральных патронов являются патроны с регулируемыми кулачками (рис. 13). Как и в обычном патроне, улитку можно вращать с помощью любой из трех конических шестерен. В зацеплении с улиткой находятся основания кулачков 1, на верхней поверхности которых нарезаны полугайки. В полугайках уложены регулировочные винты 2, соединенные упорными подшипниками с верхними кулачками 3. Основания верхних кулачков также выполнены в виде

полугаек. За один оборот винта верхний кулачок можно сместить относительно его основания на расстояние шага. На поверхности регулировочного винта имеется узкий продольный V-образный паз, а в кулачке—пружинка, прижимающая к пазу призмочку. При повороте винта призмочка выжимается из паза и снова заскакивает после полного оборота. Этим фиксируется перемещение на один шаг. Путем регулировки кулачком можно задать концентричное или эксцентричное положение относительно центра патрона. Патрон удобен в индивидуальном и мелкосерийном производстве. Обеспечивая обычное центрирование, он в то же время позволяет производить обработку эксцентров и быстро центрировать некруглые изделия.

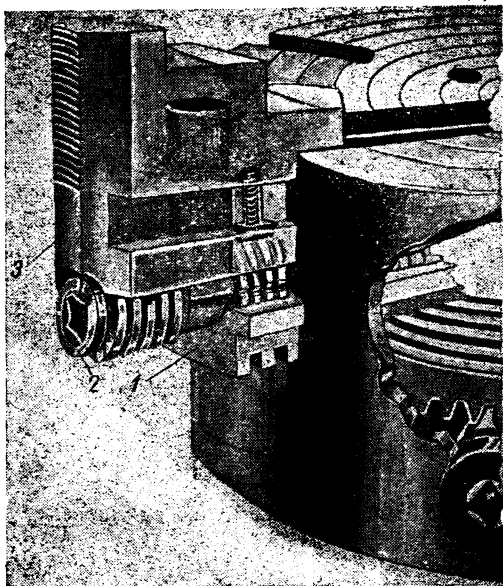


Рис. 13. Спиральный патрон с регулируемыми кулачками.

Реечные патроны. Реечный патрон (рис. 14) состоит из массивного корпуса 9, в радиальных направляющих которого скользят кулачки 1, 6 и 8. Кроме радиальных направляющих, в корпусе имеются три прямоугольных замкнутых паза, в которых переме-

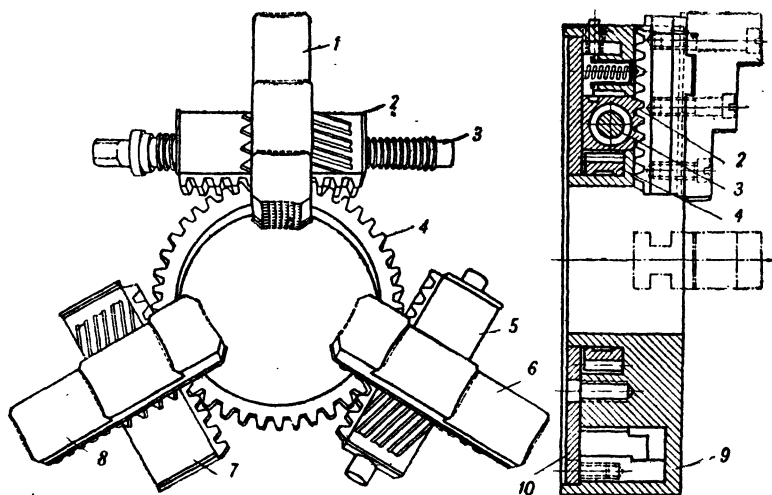


Рис. 14. Реечный трехкулачковый самоцентрирующий патрон.

щаются рейки 2, 5 и 7. В выточке корпуса помещен также зубчатый венец 4. При сборке зубчатый венец и рейки закладываются со стороны левого торца патрона и удерживаются от выпадания диском 10.

Патрон приводится в действие винтом 3 (рис. 15). При вращении винта перемещается гайка-рейка 2, вращающая зубчатый венец 4. Зубчатый венец в свою очередь перемещает рейки 5 и 7. На боковой плоскости реек профрезерованы косые зубцы, с которыми сцеплены зубцы кулачков. При одновременном перемещении реек кулачки равномерно перемещаются к центру или удаляются от него. С правой стороны винта 3 помещен упорный подшипник 12, исключающий аксиальное перемещение винта.

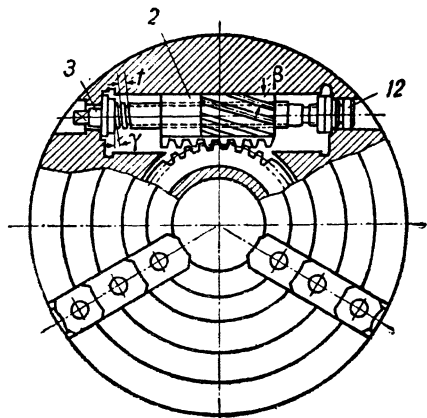


Рис. 15. Винт и гайка-рейка реечного патрона.

Зубцы на рейках и кулачках прямолинейны, и прилегание их друг к другу происходит по всей ширине кулачков. Давление на зубцах, возникающее при зажиме изделия, распределяется более равномерно, чем в спиральных патронах, и передается на корпус. Кроме того, благодаря возможности закалки и шлифовки зубцов, последние могут быть изготовлены весьма точно при высокой твердости трущихся поверхностей.

Смещением реек в крайнее положение кулачки выводятся из зацепления с рейками и легко вынимаются. Это обеспечивает удобную смазку и чистку патрона.

За полный рабочий ход реек кулачки перемещаются немногом больше величины шага зацепления их с рейками. Диапазон зажима можно увеличить перестановкой кулачков относительно реек на один или несколько зубьев. Более капитальная переналадка производится путем замены насадных кулачков или сменой всего комплекта (основных и насадных кулачков в собранном виде). Сцепление насадных кулачков с их основаниями обеспечивается конструкцией, показанной на рис. 16.

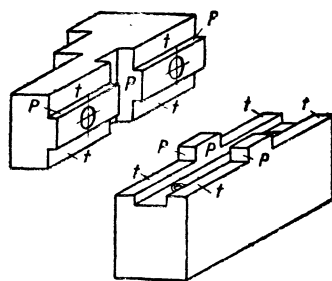


Рис. 16. Поверхности сопряжения основного и насадного кулачков:

p — направляющие поверхности;
 t — опорные поверхности.

Коэффициент полезного действия реечных патронов ниже, чем у патронов спиральных. Это объясняется дополнительным трением боковых поверхностей реек в пазах корпуса и низким к. п. д. винтовой пары. В то же время они дают более сильный зажим и точнее центрируют. К недостаткам реечных патронов следует отнести возможность зажима только из одного положения, неблагоприятные условия зажима изнутри (давление передается на зубчатый венец), а также общую их сложность.

Винт, упорный подшипник, основные кулачки, рейки и зубчатый венец обычно изготавливаются из легированной стали и получают поверхностную закалку на глубину до 0,5 мм. Корпус патрона изготовляется из литой или ковальной стали.

Эксцентрикковые патроны. Спиральные и реечные кулачковые патроны используются преимущественно в индивидуальном и мелкосерийном производстве. В крупносерийном производстве от патрона не требуется универсальность, так как в нем многократно зажимают одно изделие с небольшим раскрытием кулачков. Напряженная работа механизма универсального патрона в условиях такого производства привела бы к быстрому его износу и потере точности. Для крупносерийного производства патрон должен быть компактным, мощным и износостойчивым, допускающим переналадку на другие размеры и формы деталей.

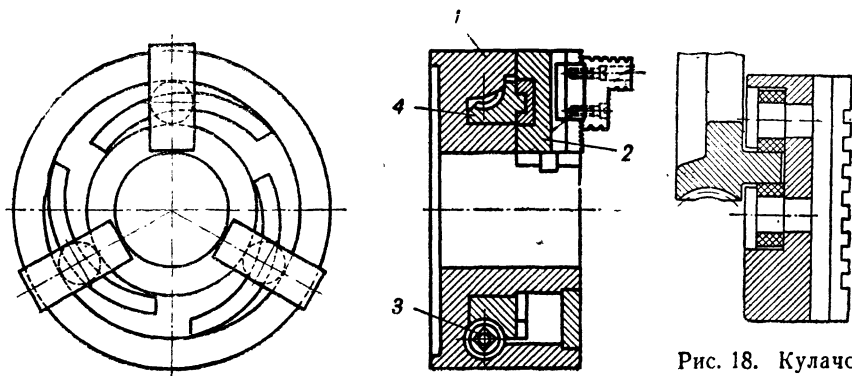


Рис. 17. Эксцентриковый трехкулачковый самоцентрирующий патрон с червячной передачей.

Рис. 18. Кулачок эксцентрикового патрона с закаленными роликами.

На рис. 17 показан эксцентриковый патрон, удовлетворяющий этим требованиям. В корпус 1 вмонтировано червячное колесо 4, на торце которого имеются три выступа (иногда три паза), очерченные дугами окружностей, расположенными эксцентрично относительно центра патрона. Основные кулачки 2, помещенные в радиальных пазах корпуса, входят в зацепление с эксцентрическими выступами, плотно прилегая к ним по всей своей ширине. При вращении червяка 3 червячное колесо 4 своими выступами равномерно перемещает кулачки к центру или от центра.

На рис. 18 показан вариант, в котором криволинейный профиль взаимодействует с роликами, прикрепленными к основанию кулачка. Основные детали патрона изготавливаются из лучших сталей и подвергаются закалке и шлифовке.

Патрон обеспечивает большую силу и точность зажима. Плотное прилегание профиля по всей ширине кулачков способствует равномерному распределению давления на большой площади и повышает износостойчивость. Переналадка патрона производится путем перемещения или замены насадных кулачков. Равномерность перемещения и надежность закрепления насадных кулачков обеспечиваются конструкциями, показанными на рис. 19.

Для закрепления изделий по необработанным поверхностям пользуются набором закаленных насадных кулачков. Для вторичного закрепления по обработанным поверхностям применяют сырые кулачки.

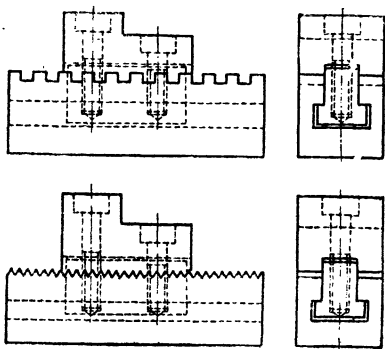


Рис. 19. Сопряжение насадных кулачков с основными.

Сырые насадные кулачки, расточенные в соответствии с размерами и формой изделия, дают повышенную точность центрирования.

При конструировании насадных кулачков необходимо предусматривать, чтобы зажим обрабатываемой детали происходил при среднем (относительно предельных перемещений) положении основных кулачков.

Бесключевые патроны. Все рассмотренные выше патроны приводятся в действие с помощью ключа. Существует несколько конструкций бесключевых кулачковых патронов с ручным приводом, управляемых рычагом или маховичком (типа Фостера, Барнера, Берда и др.). Бесключевые патроны применяются в крупносерийном и массовом про-

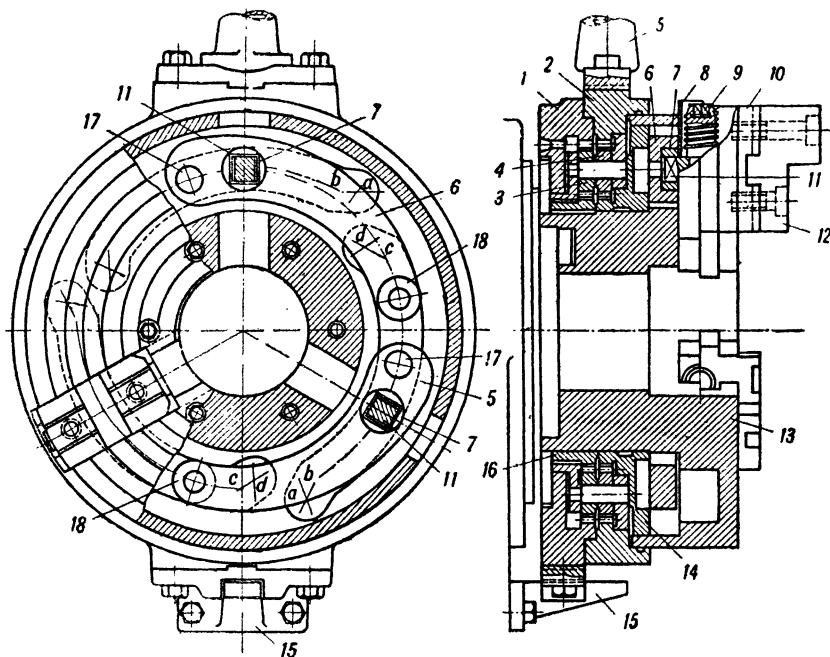


Рис. 20. Бесключевой патрон с планетарным механизмом.

изводстве и имеют то преимущество, что вспомогательное время на зажим и открепление изделия в них сведено до минимума. На рис. 20 показан бесключевой патрон Фостера, широко распространенный в Аме-

рике. При небольшом усилии со стороны рабочего этот патрон обеспечивает быстрый и надежный зажим изделия.

Привод осуществляется через планетарный механизм. Четыре сателлита 4 сцеплены с шестерней с внутренним зацеплением 2 и с шестерней-диском 14, свободно посаженной на корпусе патрона 13. В свою очередь четыре сателлита 3, сидящие на одной оси с сателлитами 4, сцеплены с неподвижной шестерней с внутренним зацеплением 1 и с шестерней 16, укрепленной шпонкой на корпусе патрона. Неподвижная шестерня 1 удерживается от вращения сухарем 15, привинченным к корпусу передней бабки станка. Шестерня 14 имеет на своем торце, обращенном к зажимным кулачкам, три эксцентрические паза — *abcd*, в которые входят ролики 18 трех рычагов 6, имеющих ось качания 17. Оси рычагов закреплены в корпусе патрона. Рычаги введены для усиления зажима. В них предусмотрены отверстия, в которые вложены цилиндрические сухарики 7. В квадратные отверстия сухариков входят выступы 11 ползунов 8, перемещающихся в радиальных пазах патрона. Винты 9 служат для регулирования основных кулачков 10 относительно ползунов 8. Насадные кулачки 12 закрепляются на основных винтах.

При вращении шпинделя вращается корпус патрона 13 и связанная с ним шпонкой шестерня 16, заставляющая катиться сцепленные с ней сателлиты 3 по неподвижной шестерне внутреннего зацепления 1. Сателлиты 4, посаженные на общие оси с сателлитами 3, вращают при этом шестерню-диск 14 с тем же числом оборотов, какое имеет корпус патрона 13. В этом случае относительное движение корпуса патрона 13 и диска-шестерни 14 равно нулю, и кулачки патрона занимают неизменное положение.

При повороте рукоятки 5, прикрепленной к шестерне 2, в свою очередь сцепленной с катящимися по ней сателлитами 4, последние получают от нее дополнительное движение, вызывающее соответствующее дополнительное движение шестерни-диска 14, несущего на своем торце криволинейные пазы для роликов. При этом ролики 18 катятся по криволинейным пазам диска и повертывают рычаги; связанные с рычагами кулачки патрона переместятся к центру и зажмут изделие. При обратном вращении рукоятки осуществляется разжим. Конструкция патрона позволяет приводить его в действие на ходу станка, благодаря чему патрон может быть использован при прутковых работах вместо цангового. К достоинствам патрона следует также отнести возможность независимого регулирования каждого его кулачка, что позволяет использовать этот патрон и для зажима некруглых изделий.¹

На рис. 21 изображен весьма простой пружинно-рычажный патрон Берда. Кулачки патрона 6 перемещаются рычагами 4, посаженными на осях 5. Коническая втулка 3 раздвигает рычаги посредством сильной пружины 2, дающей необходимую силу зажима на кулачках. Изменяя размер и натяжение пружины, можно регулировать силу зажима. Раз-

¹ На базе обычного спирального патрона типа Кушмана, используя планетарный механизм патрона Фостера, в условиях любого машиностроительного завода со средней производственной культурой, можно изготовить быстроедействующий бесключевой патрон. Описание конструкции такого патрона дано в книге Баранова В. М. Рациональное использование токарно-винторезного станка, Машгиз, 1946, стр. 96.

жим патрона производится перемещением штока 1 и втулки 3 вправо с помощью рычажной системы, не показанной на рисунке. При разжиме преодолевается упругость пружины.

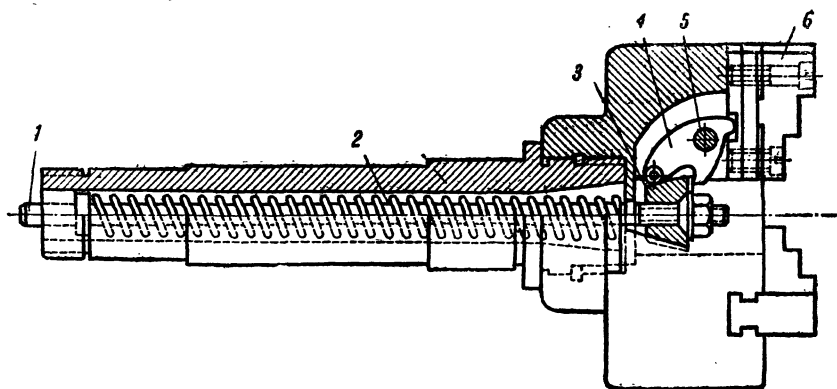


Рис. 21. Пружинно-рычажный патрон.

4. Пневматические патроны

В крупносерийном и массовом производствах основное применение имеют пневматические и гидравлические патроны. Эти патроны обеспечивают неослабевающий во время обработки зажим, удобны в эксплуатации и благодаря простоте механической части хорошо сохраняют точность.

Гидравлические патроны применяются сравнительно редко и обычно лишь в тех случаях, когда от конструкции требуются малые габариты или когда отсутствует компрессорная установка. При равных габаритах давление масла в среднем в три раза выше, чем давление воздуха в пневматических патронах.

Наибольшее распространение получили пневматические патроны. Пневматическим патроном принято называть агрегат, состоящий из пневматической установки и собственно патрона. В пневматическую установку входят воздушный цилиндр с поршнем и штоком, трубопровод и арматура. Патроны, используемые с воздушным цилиндром, делятся на универсальные и специальные. В качестве универсальных патронов наибольшее распространение получили трехручковые самоцентрирующие патроны с коленчато-рычажным и клиновым механизмом. Применяются также двух- и четырехручковые пневматические патроны. В качестве специальных применяются цанговые пневматические патроны, пневматические оправки и др.

Пневматическая установка. На рис. 22 показан общий вид и разрез цилиндра пневматической установки. От компрессора через цеховую магистраль сжатый воздух поступает к запорному крану 1, который служит для впуска сжатого воздуха из общей магистрали в сеть пневматической установки патрона. Часть воздуха уходит в масленку 2 и, производя давление на масло, вытесняет его и по каплям подает в цилиндр для смазки движущихся частей. Для понижения давления

сжатого воздуха установлен редукционный клапан (регулятор) 3 с манометром 4. Манометр показывает давление в цилиндре. К понижению давления в сети патрона прибегают обычно при отделочных работах и при обработке тонкостенных деталей. Из регулятора воздух поступает в распределительный клапан 5 и далее в трубопровод 6 и шланг 8 или в трубопровод 7 и шланг 9, в зависимости от положения рукоятки распределительного клапана. Шланги надеты на трубочки 10 и 11, ввинченные во втулку 12, посаженную, в свою очередь на шариковых подшипниках на штуцер 13.

При одном из положений рукоятки 5 сжатый воздух, поступая в левую полость цилиндра 14 перемещает поршень 15, шток 16, тягу 19 и приводит в действие патрон 20. Отработанный воздух из правой полости цилиндра через трубопровод 6 выходит в атмосферу. Изменив положение рукоятки 5, сжатый воздух впускают в правую полость цилиндра, при этом все движения повторяются в обратном направлении. И в том и в другом направлении воздушный цилиндр действует практически с равной силой (цилиндр двойного действия).¹

Цилиндр укрепляется на шпинделе 18 с помощью фланца 17. Последний или навинчивается на резьбу шпинделя или, если на шпинделе резьба отсутствует, плотно насаживается на его гладкий конец и закрепляется винтами. Цилиндр с поршнем и штуцером вращается вместе со шпинделем как одно целое. Неуравновешенность цилиндра относительно оси вращения сказывается на точности обработки изделий и оказывает разрушающее действие на подшипники шпинделя. Поэтому вращающиеся цилиндры изготовляют из легкого металла (алюминиевый сплав) и тщательно подгоняют.

В сеть часто включают фильтры (в виде медных сеток и др.), которые предохраняют от попадания в цилиндр частиц пыли и грязи; включают водоотделители для конденсирования влаги, удаляемой затем через особый краник; предусматривают устройства (в частности, сигнализацию), предупреждающие аварию в случае внезапного прекращения подачи сжатого воздуха.

Для нормальной работы патрона давление сжатого воздуха в сети должно быть в пределах 4—7 атмосфер.

Очень важно, чтобы сжатый воздух не имел утечки. Поэтому как в трубопроводе, так и в воздушном цилиндре предусматриваются сальниковые уплотнения, а уплотнение поршня достигается с помощью самоуплотняющихся манжет. Специально предусмотренные камеры *a* для воздуха позволяют последнему плотно прижимать манжеты к стенкам цилиндра.

Нормальные воздушные цилиндры двойного действия изготовляются нескольких размеров и в зависимости от диаметра поршня обеспечивают различные усилия на штоке.

Кроме нормальных применяют сдвоенные воздушные цилиндры (рис. 23, *a*), в которых при одном и том же внутреннем диаметре цилиндра и давлении в сети усилие на штоке, в сравнении с нормальными цилиндрами удваивается.

¹ Незначительным уменьшением зажимного усилия за счет сокращения фактической площади поршня на величину сечения штока 16 при движении поршня справа налево практически можно пренебречь.

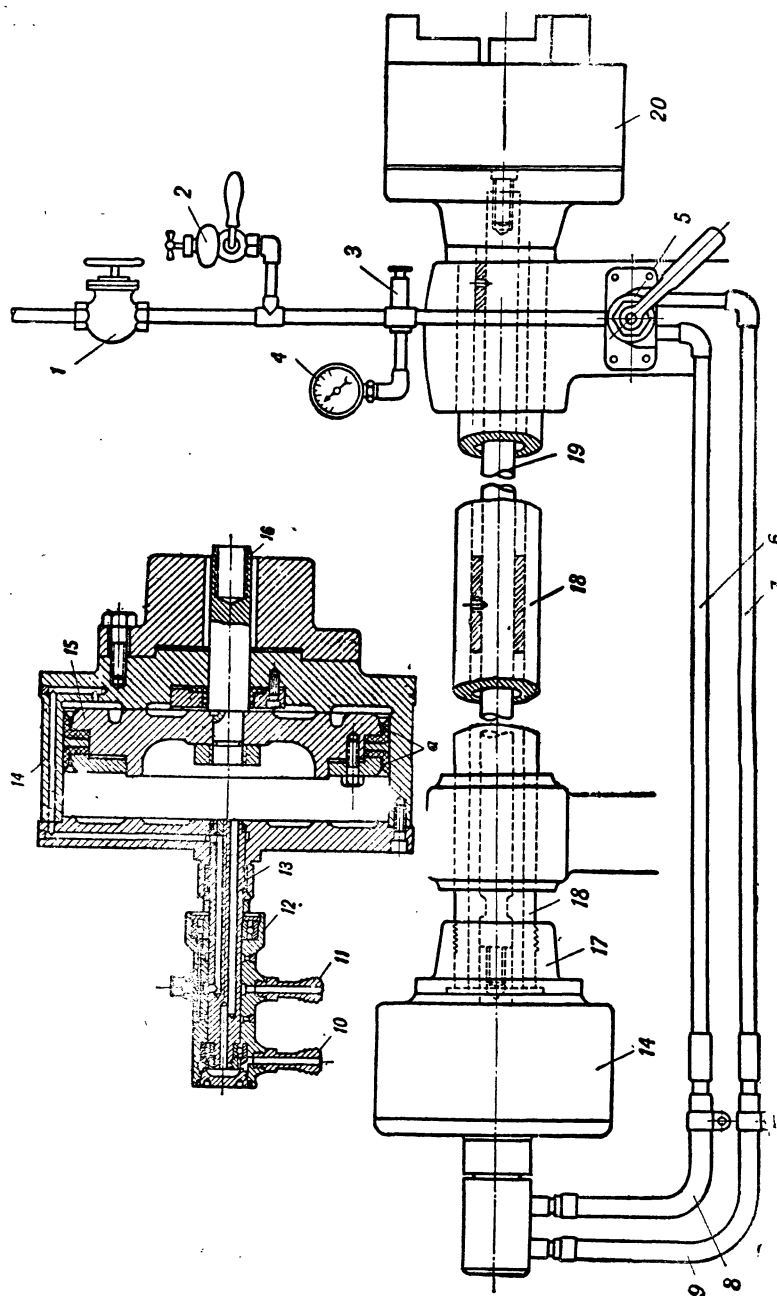


Рис. 22. Общий вид установки пневматического патрона. Сверху — разрез воздушного цилиндра.

Применяются также воздушные цилиндры с встроенной рычажной передачей (рис. 23, б), благодаря которой сила на штоке увеличивается в четыре раза. Последние два типа воздушных цилиндров используются, главным образом, на многшпиндельных автоматах для которых размер наружного диаметра цилиндра определяется расстоянием между шпинделями; в этом случае силу зажима нельзя увеличить за счет увеличения диаметра цилиндра, а следует сдвигать их или включать в цилиндр рычажную передачу.

В шлифовальных станках иногда применяются цилиндры с подводом охлаждающей жидкости к патрону, а в станках для прутковых работ —

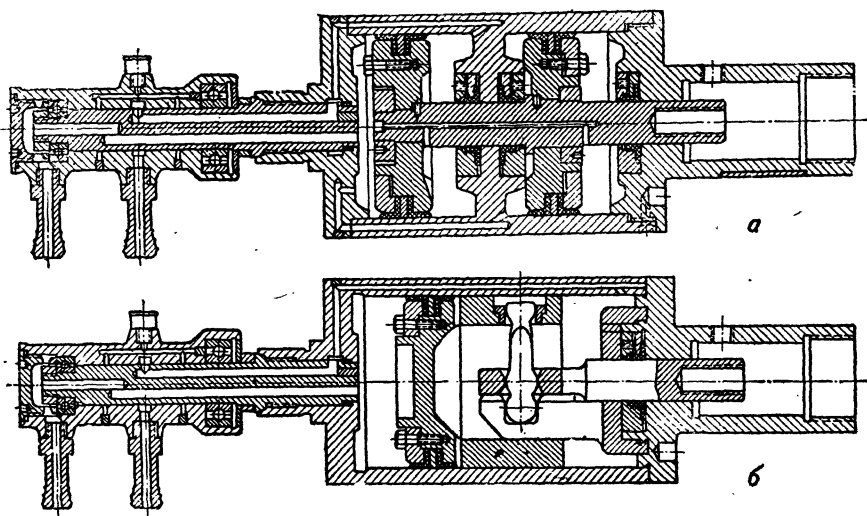


Рис. 23. Специальные воздушные цилиндры:
а — двоиный; б — с включенной рычажной передачей.

специальные цилиндры со сквозным отверстием, позволяющим протаскивать прутки.

Пневматический патрон с клиновым механизмом. Отличительной чертой патронов, используемых с пневматической установкой, является центрально-осевой привод движения при помощи штанги, проходящей через полый шпиндель станка.

На рис. 24 показан трехкулачковый самоцентрирующий патрон с клиновым механизмом типа Форкарт. В радиальных пазах корпуса патрона 1 перемещаются основания кулачков 2 с прикрепленными к ним насадными кулачками 5. В центральном отверстии патрона помещается скользящая муфта 6, связанная со штоком поршня воздушного цилиндра и с основаниями кулачков. Для связи с кулачками муфта 6 имеет три наклонно расположенных паза а с углом наклона 15° . Наклонные пазы в муфте и выступы б у оснований кулачков образуют клиновидные пары. При осевом перемещении муфты кулачки перемещаются в радиальном направлении и зажимают или освобождают обрабатываемую деталь.

Передаточное отношение клинового механизма $1:3,7$. Это означает, что зажимное усилие, передаваемое от поршня воздушного цилиндра, теоретически увеличивается в 3,7 раза. Однако с учетом потерь на трение увеличение силы зажима принимают в 2—2,5 раза.

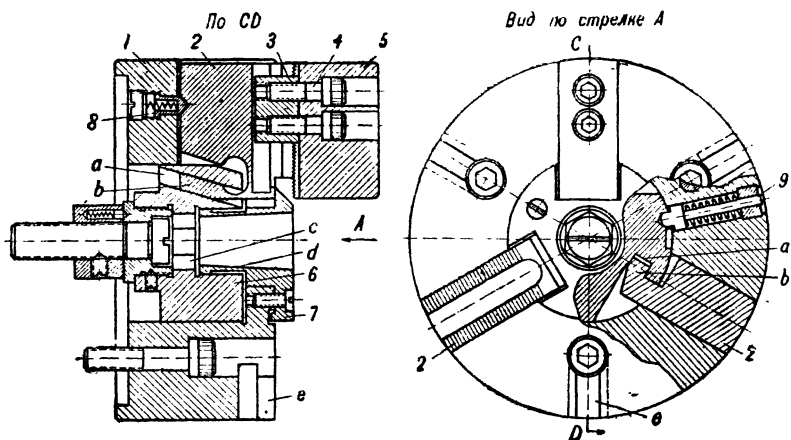


Рис. 24. Трехкулачковый пневматический самоцентрирующий патроч с клиновым механизмом.

Угол в 15° выбран для того, чтобы избежать самоторможения в клиновой паре. В иных случаях, наоборот, самоторможение оказывается желательным. Патроны с самотормозящим клиновым механизмом тре-

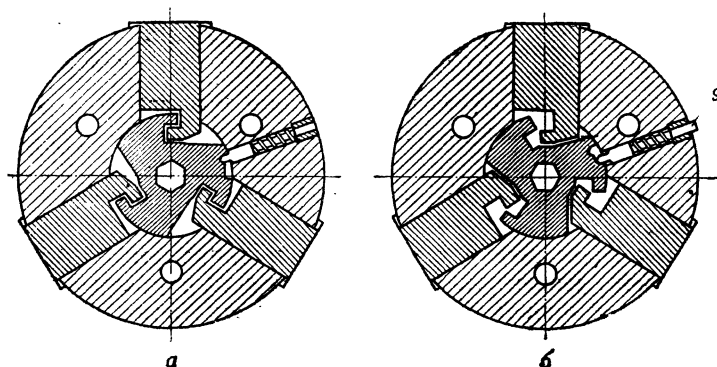


Рис. 25. Разрез патрона с клиновым механизмом:

а — кулачки в рабочем положении; *б* — кулачки выведены из зацепления с муфтой.

буют меньшей силы зажима и исключают возможность разжима при падении давления в воздушной сети.

Переналадка патрона на другой размер обрабатываемой детали производится перестановкой кулачков 5 в радиальном направлении или путем замены всего комплекта. Основной кулачок 2 и насадной 5 соприкасаются друг с другом поверхностями, выполненными в виде зубчатой рейки с точным шагом и углом профиля зуба 60° или 90° (рис. 19).

Форма клинового соединения позволяет легко и быстро заменять комплекты кулачков. В муфте 6 предусмотрено шестигранное отверстие для ключа *с*. Ключом муфту поворачивают против часовой стрелки на угол 15° и выводят из зацепления с кулачками (рис. 25). После этого кулачки свободно могут быть вынуты и заменены другими. В рабочем положении муфта удерживается штифтом 9, который одновременно служит упором, ограничивающим поворот муфты при смене кулачков. Пружинящие штифты 8 удерживают кулачки от выпадания, когда они выведены из зацепления с муфтой.

Втулка 7, прикрепленная к корпусу патрона, предохраняет его от проникновения грязи и стружки. Одновременно ее конусное отверстие *d*

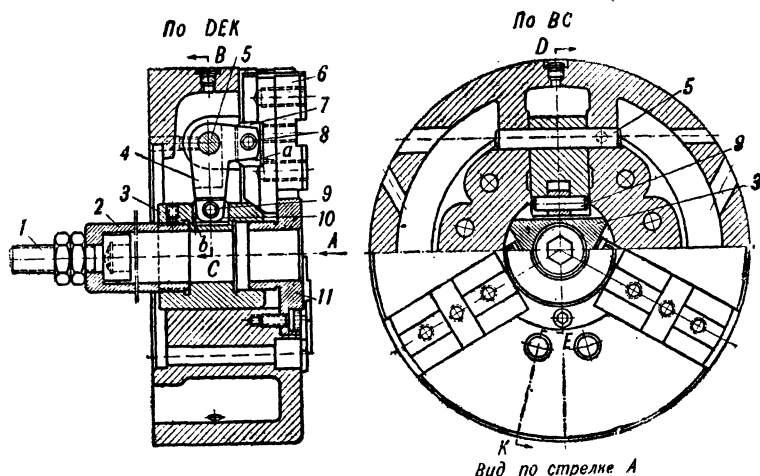


Рис. 26. Трехкулачковый пневматический самоцентрирующий патрон с коленчато-рычажным механизмом.

используется для установки направляющих втулок, упоров и т. д. Пазы *e*, профрезерованные в корпусе патрона, также служат для закрепления дополнительных установочных и зажимных элементов, к которым обычно прибегают при закреплении изделий сложной формы.

К достоинствам клинового патрона следует отнести:

- 1) компактность и жесткость, так как механизм патрона состоит всего из четырех движущихся частей (скользящей муфты и трех кулачков);
- 2) износоустойчивость, так как соединение муфты с кулачками происходит по плоскостям с равномерно распределенным давлением, а возможность быстрого съема кулачков способствует хорошей их чистке и смазке;
- 3) быстрота переналадки. Для наладки патрона на детали других размеров и форм требуется 2—3 минуты, что делает его пригодным и для мелкосерийного производства.

Патроны изготавливаются нескольких размеров для определенных диапазонов зажима.

Пневматические патроны с коленчато-рычажным механизмом
На рис. 26 показан трехкулачковый самоцентрирующий патрон с ко

ленчато-рычажным механизмом по типу Логан. Движение от штока поршня передается патрону штангой, пропущенной через отверстие шпинделя. Штанга в виде стержня или трубы соединяется с винтом 1, имеющим шестигранное отверстие для ключа. Перемещением штанги, винта 1 и втулок 2 и 3 осуществляется поворот двуплечих рычагов 4, посаженных на оси 5. Обычное соотношение плеч рычагов 1:2. Связанные с рычагами основные кулачки 6 радиально перемещаются в пазах корпуса патрона и с помощью насадных кулачков (на чертеже не показанных) центрируют и зажимают обрабатываемую деталь.

Скользкая втулка 3 точно пригнана к центральному отверстию корпуса патрона. Закаленные и точно шлифованные оси рычагов 5 плотно посажены в корпус. Призматические сухарики 7 и 10 с осями 8 и 9 закалены и точно пригнаны в пазах кулачков и втулки 3. Для правильной работы механизма у оснований сухариков предусмотрены зазоры *a* и *b*, а для осей 8 и 9 — подвижная посадка.

Насадные кулачки устанавливаются с помощью двух накрест расположенных шпоночных соединений (рис. 16) и не допускают радиальную перестановку. При конструировании насадных кулачков необходимо учитывать пределы их перемещения и обеспечивать зажим обрабатываемой детали в среднем положении.

Втулка 11, как и в предыдущей конструкции, используется для направления режущего инструмента и для установки упоров. Удлиненная втулка 2, отдаляющая соединительный винт 1 от рабочей части патрона, обеспечивает проход конца инструмента.

В некоторых конструкциях рычажных патронов малое колено рычага выполняется в виде зубчатого сектора, сцепляющегося с рейкой, нарезанной на кулачке. Существуют также упрощенные конструкции рычажных патронов (без сухарей 7 и 10), не требующие высокой точности при их изготовлении.

Патроны с коленчато-рычажным механизмом — не самотормозящие, поэтому они рекомендуются для зажима деталей при легких обработках и требуют применения аварийных вентилях и сигнализации.

Преимущества пневматических патронов. Основное преимущество пневматических, а также гидравлических патронов, заключается в том, что они являются быстродействующими и обеспечивают на кулачках постоянное зажимное усилие.

При работе в патронах с ручным приводом, для того чтобы предупредить ослабление зажима и проскальзывание изделия в процессе обработки, приходится зажимать деталь с силой большей, чем это требуется. В пневматических патронах кулачки все время сжимают изделие с одинаковой силой и всякие случайные обстоятельства, возникающие во время работы, не могут ослабить зажим.

Значение постоянства сил зажима у пневматических патронов можно показать на таком примере. Пусть требуется выверить и зажать в патроне изделие, показанное на рис. 27. В ручном патроне токарь предварительно легко зажимает изделие, затем пускает станок и замечает „бой“, который устраняет ударами молотка. Снова поджимает кулачки и снова проверяет на „бой“ и т. д., пока не получит удовлетворительный результат. Если подобную выверку производить в пневматическом патроне, то необходимость поджима полностью отпадает, так как кулачки, на-

груженные постоянно действующей силой, немедленно приспособляются к каждому измененному положению изделия.

То же самое, но в более тонкой форме происходит во время работы. В процессе резания за время одного оборота шпинделя происходит перераспределение сил между кулачками, вызываемое действием поперечных сил резания. Колебание сил, действующих на кулачки, расшатывает изделие, что в ручных патронах предупреждается увеличенным первоначальным зажимом, а в пневматических — постоянством зажима. При прочих равных условиях сила зажима на кулачках пневматических патронов может составлять примерно $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ от силы первоначального зажима в ручных патронах.

Передаточное отношение в механизме пневматических патронов берут в пределах от 1:1 до 1:4 (в ручных патронах передаточное отношение по необходимости берется большим), поэтому пневматические патроны имеют высокий коэффициент полезного действия.

Пневматические патроны легко управляемы, требуют ничтожной затраты усилий на зажим, понижают физическую утомляемость рабочего. Выбором соответствующего диаметра поршня и давления в сети можно достичь очень больших усилий зажима на кулачках, что позволяет легко зажимать и крупные изделия.

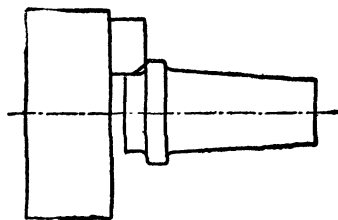


Рис. 27. Выверка изделия в патроне.

Главное преимущество пневматических патронов — в скорости зажима. Для сравнения приводим таблицу затрат времени на зажим изделий в самоцентрирующих патронах различных конструкций, составленную для частного случая (табл. 1).

Таблица 1

Время на закрепление и открепление обрабатываемой детали весом 5—10 кг в самоцентрирующих патронах по нормам Гипромаша для массового производства

Вид патрона	Минуты	%
Для ключевых патронов с ручным приводом	0,15	100
▪ бесключевых патронов с ручным приводом	0,04	25
▪ патронов с электромоторным приводом	0,025	17
▪ пневматических патронов	0,02	13

5. Электромоторные патроны

Электромоторный патрон, так же как и пневматический, представляет собой агрегат, состоящий из электромоторного привода и собственно патрона. В качестве зажимных патронов чаще всего используются патроны с коленчато-рычажным механизмом (рис. 26).

Электромоторный привод состоит из мотора, редуктора и винтовой передачи или из мотора, редуктора планетарного типа и конической

передачи. Назначение редуктора и винтовой передачи—понижать высокое число оборотов вала мотора и преобразовывать вращательное движение вала в поступательное движение тяги, действующей на зажимной патрон.

На рис. 28 показана компактная и надежная конструкция электромоторного привода. Привод с помощью фланца 13 укреплен на конце шпинделя 12. Реверсивный электромотор 1 через цилиндрические зубчатые колеса с передаточным отношением $\frac{z_2}{z_3} \frac{z_4}{z_5} \frac{z_6}{z_7}$ передает движение зубчатому колесу 7, свободно сидящему на гайке 9 и увлекающему

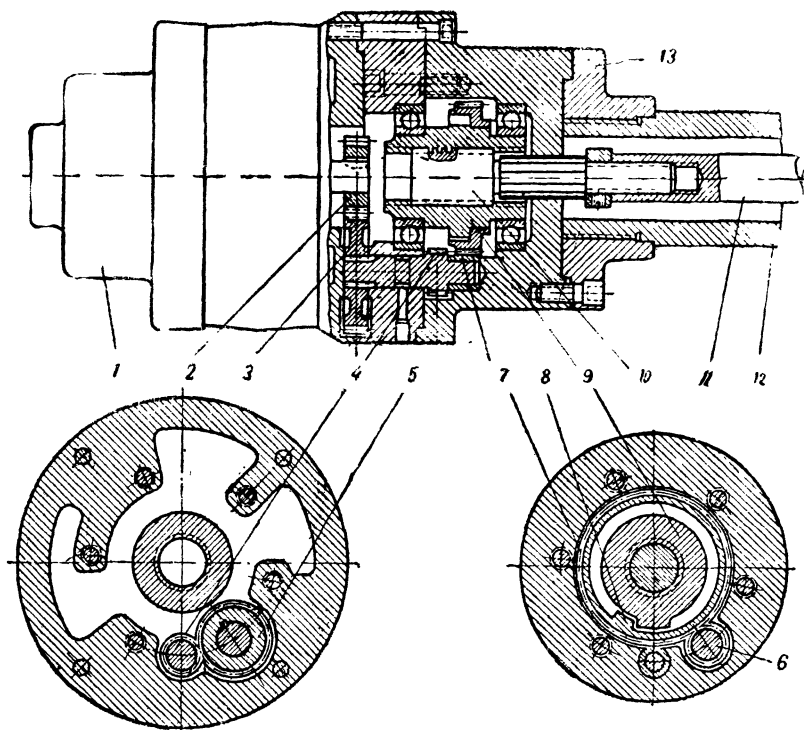


Рис. 28. Электромоторный привод для зажимных патронов.

ее во вращение при помощи зуба 8. Гайка 9 не имеет осевого перемещения; при своем вращении она перемещает вдоль оси винт 10 и тягу 11, которая в свою очередь вызывает перемещение кулачков патрона и зажим изделия. После зажима мотор выключается, а созданное на кулачках зажимное усилие сохраняется благодаря самоторможению резьбы.¹

Для освобождения изделия мотор реверсируют. При реверсе колесо 7 пробегает холостую почти полный оборот, разгоняется и толкает своим зубом гайку 9, благодаря чему устраняется опасность заклинивания патрона при разжиге.

¹ В электромоторных патронах, как и в патронах с ручным приводом, постоянство зажимного усилия во время работы не обеспечивается. Иногда для этой цели в систему привода включают пакеты пружин, но это усложняет и без того сложную конструкцию.

В данной конструкции использован асинхронный, короткозамкнутый фланцевый электромотор трехфазного тока с числом периодов 50 в сек. и числом оборотов 1500 об.мин. Включение мотора производится трехкнопочным пускателем через реостат. Так как после зажима мотор выключается, то расход электроэнергии незначителен. При работе в течение 8 часов и 60 зажимах в час расходуется всего лишь 0.5 кВт-ч.

Рассматриваемый привод, несмотря на маломощность мотора, обеспечивает значительные силы зажима на кулачках. Реостат в виде шестиступенчатой коробки сопротивления позволяет регулировать силу зажима. С переходом на следующую ступень сила возрастает или понижается на 10%.

При проектировании электромоторного привода необходим расчет мощности мотора, потребной для создания определенных сил зажима на кулачках патрона.¹

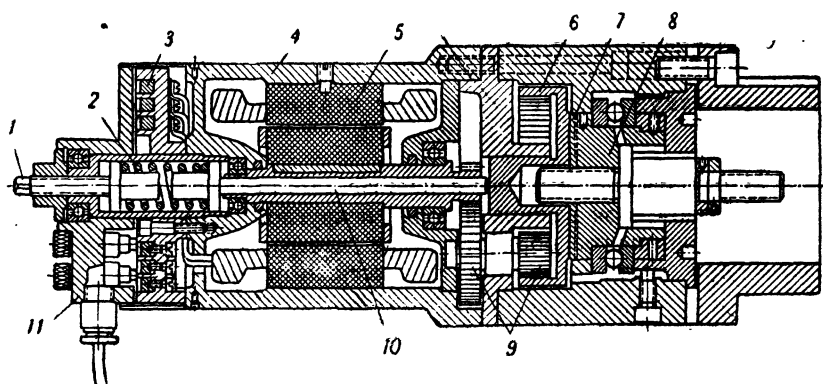


Рис. 29. Электромоторный привод типа Форкорт.

На рис. 29 показан электромоторный привод типа Форкорт. В корпус 4, отлитый из легкого металла, встроен мотор 5, ротор которого через зубчатую передачу 9 и гайку 8 вызывает возвратно-поступательное перемещение винта, связанного с тягой зажимного патрона. Между зубчаткой 6 и гайкой 8 предусмотрено специальное зацепление 7, соединяющее эти две детали до того момента, пока сила тяги не достигнет определенного значения. После этого детали 6 и 8 расцепляются, гайка останавливается, и зажим изделия прекращается. В этот же момент отключают мотор. Натяг пружины 2, действующей на стержень 10 и удерживающей детали 6 и 8 в зацеплении, регулируется снаружи винтом 1. Это дает возможность плавного регулирования зажимного усилия от нуля до максимального значения.² Сила тяги воспринимается упорным подшипником.

¹ Порядок расчета дан в книге Болотина Х. Л. и Костромина Ф. П., Конструирование станочных приспособлений, Машгиз, 1916.

² Автоматически прерывающееся сцепление шестерни 6 с гайкой 8 можно выполнить с помощью косых зубцов (скосов), образованных на их торцах. После того как крутящий момент на валу мотора достигает определенной величины, сила сцепления на скосах становится недостаточной и происходит расцепление. Сила сцепления регулируется затяжкой винта 1.

Корпус привода и встроенный в него мотор вращаются вместе со шпинделем. Поэтому ток подводится к мотору через контактные кольца 3. Деталь 11, несущая щеткодержатели и служащая для ввода наружных проводов, связана с корпусом через шарикоподшипник и не вращается. Выключатели (ручной или ножной) устроены так, что после того как зажим прекращается они немедленно прерывают ток. Мотор рассчитан на 220/380 вольт, 50 периодов и допускает реверсирование.

Редуктор герметически закрыт (отделен от мотора) и работает в тавоте. Шестерни изготавливаются из высококачественных сталей и термически улучшаются, что способствует уменьшению размеров приспособления. Недостаток привода в том, что здесь требуется применение специального мотора с пустотелым валом.

Электромоторные патроны целесообразно применять в тех случаях, когда необходимо механизировать зажим всего лишь на одном или нескольких станках и когда эксплуатация компрессорной установки оказывается почему-либо невыгодной.

6. Четырехкулачковые патроны с независимой регулировкой кулачков

Четырехкулачковые патроны с независимыми кулачками применяются, главным образом, при зажиме изделий некруглой формы или при необходимости производить обработку вне центра симметричной детали, а также при расточке в изделии нескольких отверстий, лежащих

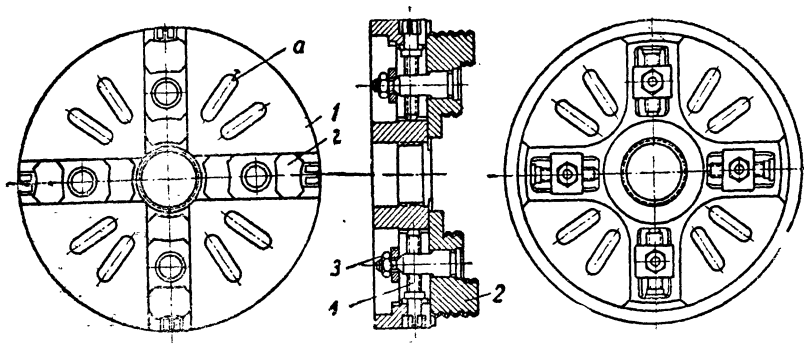


Рис. 30. Простой четырехкулачковый патрон.

на разных осях. С помощью независимых кулачков изделие выверяют в двух взаимно перпендикулярных направлениях, пока не добьются точного совпадения оси обрабатываемой поверхности с осью вращения шпинделя.

На рис. 30 показан простой четырехкулачковый патрон. Кулачки 2 закреплены в пазах чугунной планшайбы 1. Если ослабить затяжку болтов 3, то вращая ключом винты 4, можно перемещать кулачки в радиальном направлении. Каждый кулачок допускает самостоятельную регулировку. Лучевые пазы *a* в корпусе патрона служат для крепления дополнительных деталей — затяжных болтов, упоров, центрирующих втулок и т. д.

На рис. 31 показан нормальный четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков, а на рис. 32—его отдельные детали. Массивный корпус патрона снабжен широкими радиальными пазами для опорных поверхностей кулачков. Перемещение кулачков осуществляется винтами *а*, входящими в зацепление с полугайками, нарезанными на основаниях кулачков. Шейки винтов охватываются разъемными подшипниками *б*. Подшипники, помещенные своими цилиндрическими концами в корпусе патрона, одновременно служат упорами, воспринимающими давление в обоих направлениях.

Кулачки применяются двух видов — цельные *д* и сборные. Сборные состоят из основания *г* и насадного кулачка *в*. Для большей устойчивости против радиальных и боковых смещений насадные кулачки накрест расположенными выступами и пазами входят в соответствующие пазы и выступы основных кулачков, образуя двойное шпоночное соединение. После установки кулачки скрепляются винтами. Форма насадных кулачков определяется размерами и формой зажимаемых деталей.

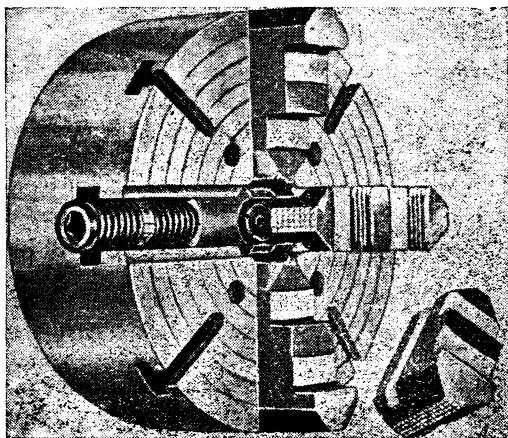


Рис. 31. Нормальный четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков.

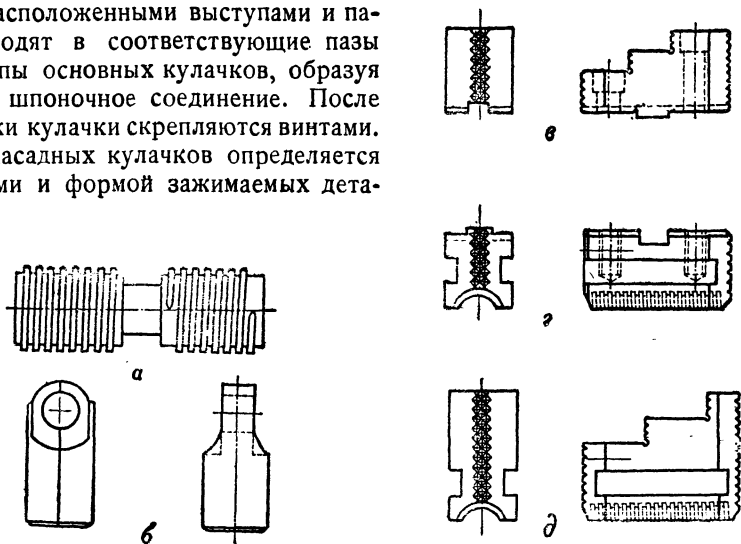


Рис. 32. Детали патрона рис. 31.

Для зажима крупных изделий используются патроны тяжелого типа.

Четырехкулачковые патроны, вследствие их простоты и надежности действия (сильное закрепление), являются обычным средством зажатия деталей в условиях индивидуального производства. Самоцентрирующие четырехкулачковые патроны применяются редко.

ЗАЖИМ И ЦЕНТРИРОВАНИЕ В КУЛАЧКОВЫХ ПАТРОНАХ

К патронам предъявляются три основных требования: установить (сцентрировать), закрепить и вращать изделие. В настоящей главе рассматриваются силовые зависимости в кулачковых патронах, определяются условия надежного зажима и вращения, рассматриваются вопросы, связанные с точностью центрирования. Кроме того, приведены характерные примеры использования кулачковых патронов на практике.

7. Силы зажима в кулачковых патронах

Силы и моменты сил, действующие на кулачки со стороны изделия. В процессе работы на кулачки патрона действует окружная сила резания P_z (рис. 33), создающая крутящий и опрокидывающий момент; осевая сила P_x , стремящаяся сдвинуть изделие вдоль оси и радиальная сила P_y .

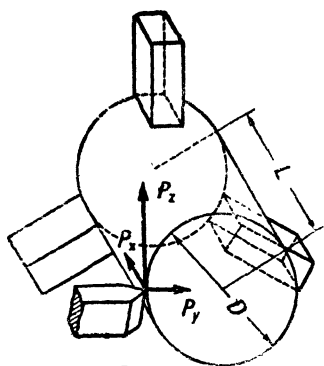


Рис. 33. Силы, действующие на кулачки патрона.

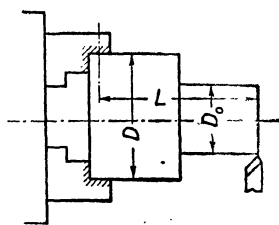


Рис. 34. Зажим по наибольшему диаметру изделия.

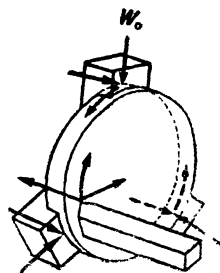


Рис. 35. Зажим диска.

Последние две силы также создают опрокидывающие моменты.

За время одного оборота шпинделя происходит перераспределение сил между кулачками. Силы резания и особенно поперечные составляющие P_z и P_y стремятся расшатать изделие и вырвать его из патрона, а окружная сила P_z , кроме того, стремится провернуть изделие. При прочих равных условиях нагрузка на кулачки зависит от отношения

вылета резца L к диаметру зажима D и от отношения диаметра зажима к диаметру обработки D_0 (рис. 34). Чем больше отношение $\frac{L}{D}$, тем больше влияние опрокидывающих моментов, расшатывающих изделие. С другой стороны, чем больше отношение $\frac{D}{D_0}$, тем меньше влияние крутящего момента на резце, стремящегося повернуть изделие в патроне.¹

На рис. 35 показан наиболее благоприятный случай. Здесь опрокидывающие моменты практически отсутствуют, и кулачки работают на преодоление чистого крутящего момента.

При обработке длинных изделий, когда отношение вылета резца к диаметру зажима неблагоприятно, наибольшее значение приобретают опрокидывающие моменты. В этом случае необходимо зажимать длинными губками (рис. 36). Если же, как это часто бывает, при зажиме изделий большого диаметра приходится пользоваться короткими губками (ступеньками кулачков), то надежность зажима можно заметно повысить, проточив торец изделия и плотно прижав его к упорным площадкам

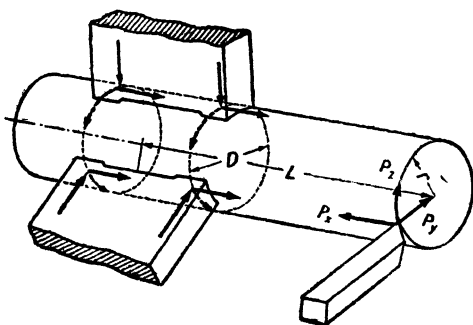


Рис. 36. Зажим длинными губками.

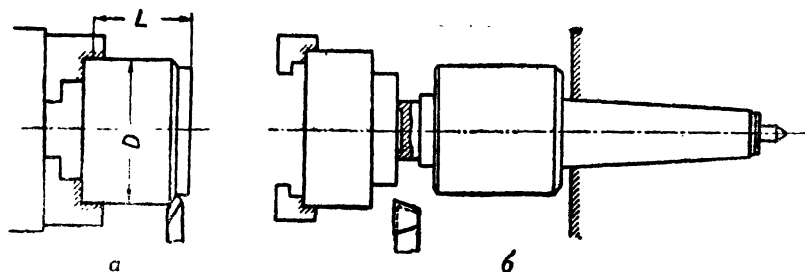


Рис. 37. Угловой зажим в коротких губках.

кулачков (рис. 37, а). При этом образуется угловой зажим, который при достаточных силах на кулачках может противостоять опрокидывающим моментам. Вполне надежный зажим длинных изделий можно получить при помощи заднего центра. В позиции б показано применение специального вращающегося центра в качестве упора.

При составлении плана обработки на revolverных станках и полуавтоматах условия зажима можно улучшить, предусмотрев уравновешенное резание. На рис. 38, а изделие зажимается за коническую часть, и его легко вырвать. Одновременное точение двумя резцами уравнове-

¹ Условия зажима ухудшатся, если изделие (рис. 34) перевернуть и зажать по диаметру D_0 , а точение производить по диаметру D .

шивает силы резания. В позиции *б* устойчивость зажима обеспечивается направляющей штангой *1*, принимающей на себя поперечные силы. В позиции *в* одновременно с резцом 2 работает прорезной нож 3, который вызывает значительную осевую силу и делает зажим более устойчивым.

Коэффициент сцепления. Для передачи изделию крутящего момента большое значение имеет состояние зажимных поверхностей (губок) кулачков. Для зажима изделий по обработанным поверхностям применяются кулачки с гладкими губками. Коэффициент сцепления (коэффициент трения покоя) ¹ при гладких губках принимают $\mu = 0,25$.

Для увеличения коэффициента сцепления (путем увеличения удельного давления) на зажимной поверхности кулачков протачивают кольцевые канавки. При канавках с пониженной за их счет площадью зажима $\mu = 0,3 - 0,4$. При взаимно перпендикулярном расположении канавок,

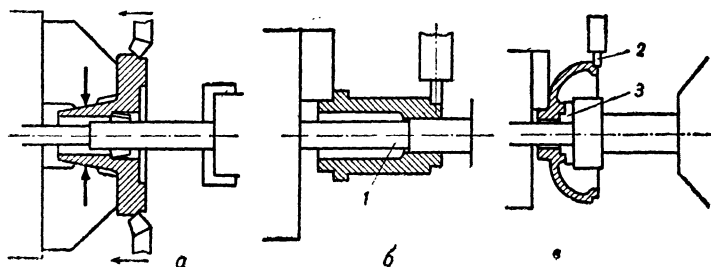


Рис. 38. Уравновешенное резание, улучшающее условия зажима.

когда поверхность зажима уменьшается примерно до одной четверти $\mu = 0,45 - 0,5$.

Для получения наибольшего коэффициента сцепления на зажимных поверхностях кулачков нарезают зубцы. В этом случае $\mu = 0,8 - 1$. Закаленные кулачки с зубчатой поверхностью используются для зажима по необработанным поверхностям.

Диаграммы для определения сил зажима на кулачках. При зажиме в патронах следует различать две группы сил. Силы зажима, действующие со стороны кулачков на изделие, и силы на рукоятке ключа или на штоке поршня (движущие силы). При заданных силах зажима на кулачках, силы на рукоятке зависят от передаточного отношения механизма патрона и от его коэффициента полезного действия. Потребные силы на кулачках определяются общими условиями зажима, рассмотренными выше. Для наиболее характерных случаев, когда изделие зажимается на малой длине (зажим ступеньками кулачков) и без участия заднего центра, а для чистовой обработки при любой длине зажима, потребную силу зажима одним кулачком (силу W_0) можно находить из диаграмм (рис. 39 и 40).² Общая сила зажима получается умножением значения силы W_0 на число кулачков.

¹ Коэффициент сцепления равнозначен коэффициенту покоя только для кулачков с гладкими губками. Для кулачков с насечкой термин «коэффициент трения» являлся бы условным, и поэтому он заменен термином «коэффициент сцепления».

² Диаграммы взяты из книги Решетова Д. Н., Расчет деталей станков, Машгиз, 1955 стр. 117.

Как видно из диаграмм, сила W_0 определяется в зависимости от отношения вылета резца L к диаметру зажима D , от отношения диаметра зажима к диаметру обработки D_0 , от значения коэффициента

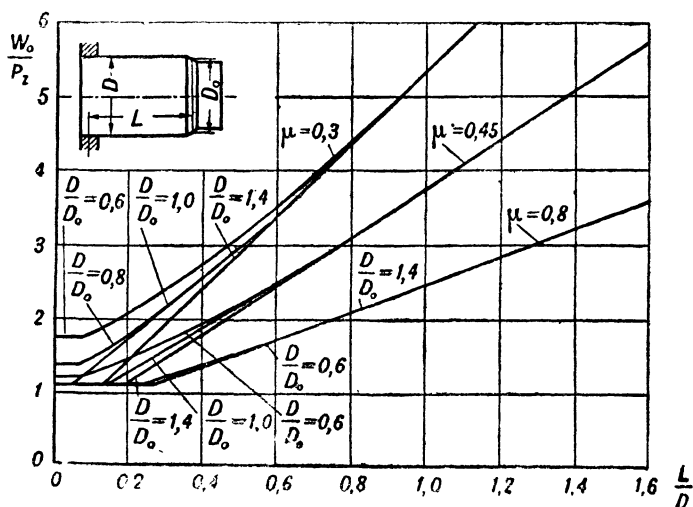


Рис. 39. Диаграмма для определения силы зажима в трех- кулачковых патронах.

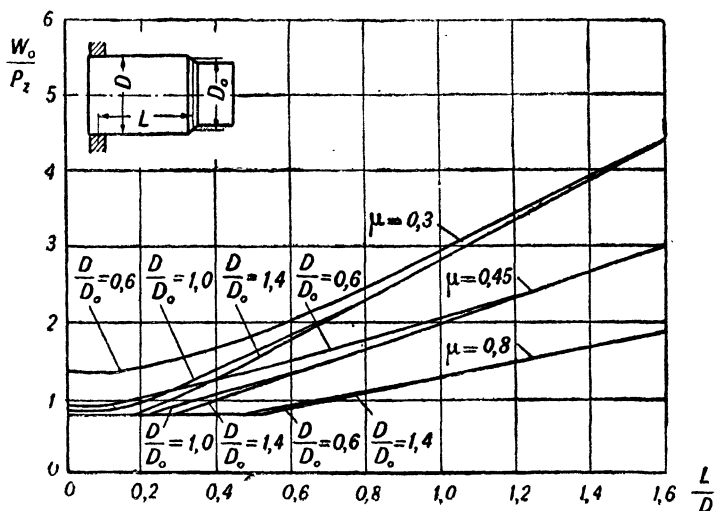


Рис. 40. Диаграмма для определения силы зажима в четырех- кулачковых патронах.

сцепления μ и от силы резания P_z . Диаграммы построены с учетом перераспределения сил между кулачками за период одного оборота изделия. При построении диаграмм принято:

$$P_x = 0,25P_z; \quad P_y = 0,5P_z.$$

Сила зажима одним кулачком при работе с задним центром, а также при относительно большой длине зажимных губок может быть взята как минимальное значение для данного μ из диаграммы (по горизонтальным участкам кривых у оси ординат) или по формуле:

$$W_0 = \frac{D_0 \cdot P_z}{D \cdot z \cdot \mu}, \quad (1)$$

где z — число кулачков.

При отсутствии осевой силы P_x (точение с поперечной подачей) потребная сила зажима может быть определена по той же диаграмме соответственно $\frac{L}{D}$, увеличенному против фактического для трехкулачковых патронов на 0,12, для четырехкулачковых на 0,13.

Диаграммы удобны для приблизительной оценки сил, потребных на кулачках. Необходимость в такой оценке может возникнуть при проектировании или выборе патронов, при расчетах силы тяги поршня, при зажиме тонкостенных изделий и в других случаях.

Силы на рукоятке ключа (на штоке поршня). При заданной силе зажима на кулачке сила на рукоятке ключа или на штоке поршня зависит от передаточного отношения и к. п. д. патрона. Передаточное отношение и коэффициент полезного действия для каждого типоразмера патрона вполне определенные.

Для нормализованных спиральных патронов с установившимися размерами (типа Кушмана), а также для нормализованных четырехкулачковых патронов с независимым перемещением кулачков потребную силу на рукоятках при их обычных длинах можно находить по формуле:

$$Q = k_1 W_0, \quad (2)$$

где Q — сила на рукоятке, кг;

W_0 — сила зажима одним кулачком, кг (берется по номограмме);

k_1 — коэффициент, учитывающий передаточное отношение и к. п. д. механизма патрона, а также длину рукоятки ключа. Значения коэффициента k_1 берутся из таблиц (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Значения коэффициента k_1 для трехкулачковых самоцентрирующих патронов типа Кушмана

Диаметр патрона в мм	130	165	240	325	380
Длина рукоятки в мм	140	200	250	400	450
Коэффициент k_1	0,039	0,03	0,026	0,017	0,018

Таблица 3

Значения коэффициента k_1 для четырехкулачковых патронов с независимым перемещением кулачков

Диаметр патрона в мм	300	400	500
Длина рукоятки в мм	200	200	400
Коэффициент k_1	0,033	0,031	0,017

Расчет по формуле (2) показывает, что для патронов типа Кушмана в диапазоне диаметров от 100 до 400 мм необходимая сила на рукоятке изменяется от $\frac{W_0}{25}$ — для малых размеров до $\frac{W_0}{60}$ — для больших, а для четырехкулачковых патронов (300—500 мм) от $\frac{W_0}{30}$ до $\frac{W_0}{60}$.

В пневматических патронах с клиновым механизмом (рис. 24) необходимая сила тяги на штоке поршня определяется формулой:

$$Q = 3k \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \operatorname{tg}(\beta + \gamma) W_0, \quad (3)$$

где μ_1 — коэффициент трения между кулачками и корпусом патрона; $\mu_1 = 0,15$.

μ_2 — коэффициент трения в механизме патрона; $\mu_2 = 0,1$;

φ — угол трения в механизме патрона; $\varphi = \arctg \mu_2 = \arctg 0,1$;

k — коэффициент, учитывающий второстепенные (дополнительные) силы трения в патроне; $k = 1,05$;

γ — угол наклона пазов в скользящей муфте;

h — высота направляющих для кулачков, находящихся в зацеплении с корпусом патрона;

a — вылет кулачка от его опоры до центра приложения силы W_0 .

В пневматических патронах с коленчато-рычажным механизмом (рис. 26):

$$Q = 3k \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \frac{l_1}{l} W_0, \quad (4)$$

где l_1 и l — малое и большое плечи рычага. Значение остальных букв то же самое, что и в формуле (3).¹

В действующей пневматической установке силу тяги Q , развиваемую на штоке поршня, можно определить по формуле:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} q \eta_{в.ц}, \quad (5)$$

где d — диаметр поршня, см;

q — удельное давление на 1 см² площади поршня, равное давлению в сети воздухопровода, кг/см²;

$\eta_{в.ц}$ — к. п. д. воздушного цилиндра; $\eta_{в.ц} = 0,9$ до 0,95.

Для удобства расчетов приводим таблицу усилий на штоке поршня нормальных воздушных цилиндров (ВЦ) и сдвоенных (ВЦС), развиваемых при 4 и 6 атмосферах давления воздуха в сети (табл. 4. на стр. 36).

Данные, приведенные в таблице, теоретические, вычисленные без учета потерь на трение.

При подборе цилиндров рекомендуется размер их брать примерно в полтора раза больше, чем требуется по подсчету, так как методы определения Q , необходимого для зажима того или иного изделия, весьма приближенные и, кроме того, почти всегда имеются неизвестные или неучтенные факторы.

¹ Решетов Д. Н., Расчет и конструирование кулачковых патронов, „Станки и инструмент“ № 4—6, 1942, стр. 17—24.

Таблица 4

Сила тяги Q на штоке в зависимости от внутреннего диаметра цилиндра

Внутренний диаметр цилиндра мм	Сила на штоке, кг			
	при 4 ат		при 6 ат	
	ВЦ	ВЦС	ВЦ	ВЦС
132	547	1094	821	1642
150	706	1413	1060	2120
200	1256	2513	1885	3770
250	1963	3927	2945	5890
300	2827	5655	4241	8482

8. Центрирование в кулачковых патронах

Известны три метода получения концентричных поверхностей. Сущность первого метода заключается в том, что обработку всех или большинства основных наружных и внутренних поверхностей вращения выполняют с одной установки. Если шпиндель не „бьет“, а центрирующий механизм в корпусе патрона не „плавает“, то можно добиться высокой концентричности, так как исключаются ошибки, неизбежные при каждой новой установке. Зажим должен быть сильным, не допускающим смещений обрабатываемой детали в процессе резания. С другой стороны, закрепление не должно вызывать деформацию изделия. В противном случае после разжима геометрическая форма обработанных поверхностей будет искажена.

При втором методе обработка ведется от отверстия. Отверстие изделия, точно обработанное в предыдущей операции (установке), принимается за базу для его центрирования в данной установке.

При третьем методе за базу для установки изделия принимается заранее обработанная наружная поверхность вращения.

При втором и третьем методах обработки решающее влияние на концентричность оказывает точность центрирования изделий в приспособлениях.

Центрированием называют совмещение оси базовой поверхности изделия с осью шпинделя. Точность центрирования, а следовательно, и степень концентричности обрабатываемых поверхностей вращения и базовой поверхности определяется точностью совпадения этих осей.¹

Задача центрирования в кулачковых патронах решается двумя способами. Первый способ заключается в установке деталей с помощью индивидуального перемещения кулачков. Этот метод применяется при установке изделий на планшайбах, в четырехкулачковых патронах с независимыми кулачками, в трехкулачковых патронах с регулируемыми кулачками, и сам по себе довольно прост. Его недостаток заключается в большой потере времени на установку.

¹ Эксцентриситет осей шпинделя и базовой поверхности, допущенный во время установки, приводит к биению обработанной поверхности относительно базовой. Величину биения, равную двум эксцентриситетам, легко установить индикатором, вращая изделие вокруг оси базовой или обработанной поверхности.

Второй способ — автоматическое центрирование одновременно движущимися к центру или от центра кулачками. Этот способ применяется в самоцентрирующих патронах. Трехкулачковые самоцентрирующие патроны получили наибольшее распространение, так как автоматическое центрирование тремя точками (кулачками) является наиболее естественным.¹

Центрирование по точке. На рис. 41 показаны схемы центрирования в одной плоскости (центрирование по точке). В позиции *а* показано обычное центрирование изделий круглой формы. В позиции *в* использована разрезная втулка *б*, с помощью которой условия зажима квадратного профиля приведены к схеме *а*. В позиции *б* при зажиме сложного профиля каждая из трех основных центрирующих точек разложена на две вспомогательных. В кулачках *2* и *4* это выполнено применением качающихся сухарей *5*, установленных в пазы кулачков на осях *3*.

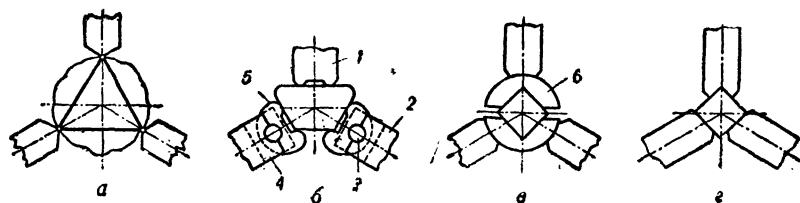


Рис. 41. Схемы центрирования в трехкулачковых патронах.

Вспомогательные точки кулачка *1* — жесткие. Схема *б* с шестью вспомогательными точками применяется также при зажиме круглых тонкостенных изделий.

Полная сила зажима в патроне складывается из суммы сил, передаваемых каждым кулачком. Переход от трех точек зажима к шести примерно в два раза уменьшает силу зажима в каждой точке. Переход от трех к двенадцати — в четыре раза. Это очень важно при зажиме тонкостенных изделий. Например: для зажима тонкостенных колец применяются специальные конструкции кулачковых оправок, в которых каждая из трех основных точек разложена на четыре вспомогательные, и изделие зажимается в двенадцати точках (рис. 42). В цанговых патронах и оправках и особенно в расширяющихся патронах и оправках центрирование и зажим осуществляются многими точками (как бы бесконечным количеством кулачков).

Четырехкулачковые самоцентрирующие патроны не получили распространения. При малейшей неточности центрирующего механизма или искаженной (не круглой) форме изделия установочные поверхности кулачков (четыре точки) не располагаются на одной окружности и зажимают только два кулачка. Поэтому существующие конструкции четырехкулачковых патронов или имеют независимые кулачки, или, если они выполняются как самоцентрирующие, в них предусматривается до-

¹ Через три точки, если они не лежат на одной линии, всегда можно провести окружность.

полнительное устройство (линейный дифференциал), обеспечивающее возможность центрировать и зажимать второй паре кулачков.¹

В двухкулачковых патронах кулачки перемещаются навстречу друг другу (рис. 43), а установочные поверхности одного или обоих кулачков выполняются в виде призм. Чтобы центрирование подчинялось

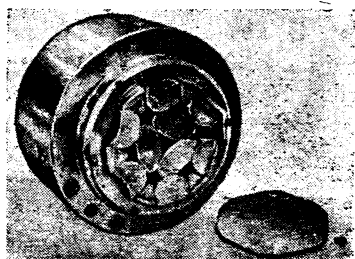


Рис. 42. Кулачковая оправка для зажима тонкостенных изделий (колец).

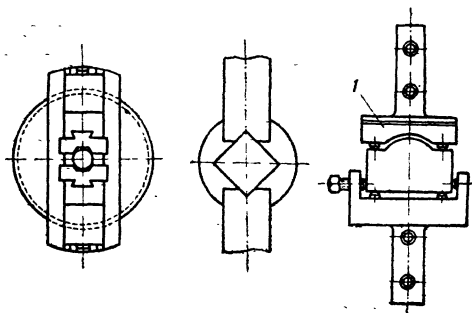


Рис. 43. Центрирование в двухкулачковых патронах:

1 — насадной самоустанавливающийся кулачок.

правилу трех точек, при зажиме сложных и неточных форм один из насадных кулачков (кулачок 1) выполняют самоустанавливающимся, разлагая основную точку на две вспомогательных.

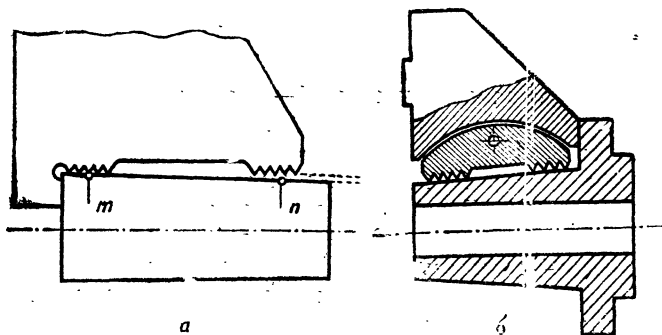


Рис. 44. Центрирование по оси зажима.

Центрирование по оси. До сих пор рассматривалось центрирование в плоскости одного сечения (центрирование по точке). Однако конечная цель — центрирование изделия по всей длине зажима (центрирование по оси). Для центрирования по точке достаточно иметь точный центрирующий механизм патрона, обеспечивающий концентричное перемещение кулачков, т. е. такое перемещение, при котором центры окружностей вписываемых или описываемых по движущимся зажимным поверхностям кулачков всегда остаются на оси шпинделя. Для центрирования по оси этого недостаточно. При установке изделий типа дисков необходимо наряду

¹ Актон Н. В., Яноши Ф. Г., Четырехкулачковый пневматический самоцентрирующий патрон „Станки и инструмент“ № 6, 1938, стр. 49.

с цилиндрической поверхностью в качестве основной базы использовать обработанный торец изделия. Центрирование по оси в этом случае будет достигнуто только при условии, если опорные поверхности кулачков или специально предусмотренные опоры лежат в плоскости, строго перпендикулярной оси шпинделя, и если обработанный торец изделия плотно прижат к этим поверхностям.

При установке изделия типа — валики, втулки, когда зажим производится на длинном участке, торцевая поверхность изделия для центрирования не нужна, и ее обычно используют как упорную базу для установки вдоль оси. Однако в этом случае при некоторой конусности изделия (рис. 44, а) может случиться, что кулачки захватят его в точках *m*, оставив не зажатым в точках *n*, и наоборот. Может также случиться, что некоторые кулачки захватят изделие в точках *m*, другие в точках *n*; в результате зажим окажется ненадежным, и с началом резания изделие изменит свое положение и вообще будет колебаться. Очевидно, что для центрирования по оси, в случае зажима на длинном участке, необходима строгая параллельность зажимных губок образующим базовой поверхности изделия.

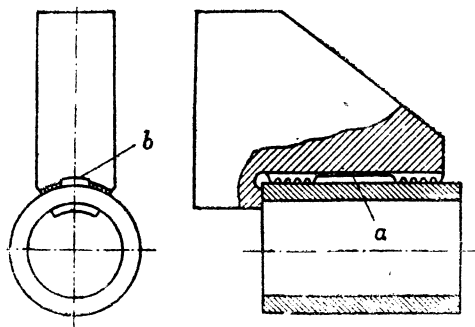


Рис. 45. Кулачок с продольными и поперечными выемками на губках.

Для этого, например, при зажиме изделий с некоторой конусностью, один из кулачков оставляют жестким, придав его зажимной поверхности соответствующий угол наклона, а два других снабжают качающимися губками (рис. 44, б), имеющими возможность самоустанавливаться в плоскости оси. Один из трех кулачков должен всегда оставаться жестким, иначе система изделие — кулачки будет неустойчивой.

Как жесткие, так и качающиеся губки при зажиме на длинном и широком участке целесообразно выполнять с продольными и поперечными выемками (рис. 45). В этом случае каждый кулачок касается изделия в 4 точках, отчего зажим становится более определенным.

9. Точность центрирования в самоцентрирующих патронах

Точность центрирования в универсальных трехкулачковых самоцентрирующих патронах зависит от их исходной точности и от способности длительно сохранять точность в эксплуатации. Из других причин на точность центрирования могут влиять: переналадка патрона на другие размеры; явление „зависания“ изделий при зажиме; форма базовых поверхностей изделия и установочных поверхностей кулачков и др.

Точность перемещения кулачков. Точность самоцентрирующих патронов в первую очередь характеризуется точностью перемещения их кулачков. Окружности, вписанные в зажимные губки (при наружном зажиме) или описанные (при внутреннем зажиме), при перемещениях

должны оставаться концентричными, а центр окружностей должен совпадать с центром патрона.

В спиральных патронах (рис. 12) концентричность перемещений зависит в основном от точности шага спирали.

В эксцентриковых (рис. 17) для соблюдения концентричности необходимо, чтобы были выполнены следующие условия: смещение (эксцентриситет) всех трех дуг относительно центра патрона должно быть одинаковым, их диаметры равными, углы между линиями, соединяющими центр патрона с центрами дуг, должны равняться углам между радиальными направляющими для кулачков. Эти условия предъявляют повышенные требования к способам изготовления деталей патрона и требуют применения точно выполненных специальных приспособлений.

В реечных патронах (рис. 14) концентричность перемещения обеспечивается равными скоростями движения трех реек и равенством углов наклона зубьев, ведущих кулачки. Последнее достигается тем,

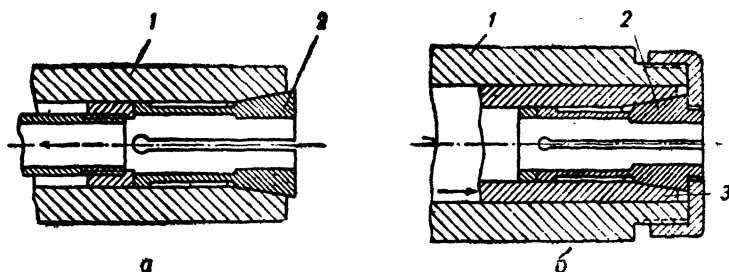


Рис. 46. Примеры устойчивого и менее устойчивого цангового патрона.

что зубья всех реек фрезеруются (шлифуются) непосредственно друг за другом, с одной установки.

У клиновых патронов (рис. 24) точность перемещения зависит от равенства наклона пазов в скользящей муфте б к оси патрона.

В коленчато-рычажных патронах (рис. 26) требуется равенство плеч всех трех рычагов, одинаковое положение их осей в корпусе патрона, одинаковая „игра“ в местах подвижных соединений.

Устойчивость центрирующего механизма в корпусе патрона. Стабильность центра перемещений (центр концентричных окружностей должен совпадать с центром патрона) зависит от устойчивости центрирующего механизма в корпусе.

В спиральных и эксцентриковых патронах силовой поток, идущий от изделия, замыкается на центрирующем диске (улитка, червячное колесо с кривыми) и почти не воспринимается корпусом патрона. Если между диском и корпусом имеются зазоры (в плоскости диска), то центрирующий механизм во время работы „плавает“ относительно центра патрона и центрирование нарушается.

У реечных патронов силовой поток замыкается на корпусе патрона. Силы, действующие со стороны изделия, крепко прижимают рейки к стенкам пазов корпуса, который в этом случае не только поддерживает кулачки, но и обеспечивает стабильность центрирования. Для

сравнения можно привести пример с цанговым зажимом. В конструкции *a* (рис. 46) цанга 2 центрирует более надежно, так как при натягивании отдельные ее сегменты направляются непосредственно внутренним конусом шпинделя 1. В конструкции *б* введена промежуточная труба 3. Стабильность центрирования зависит от точности сопряжения трубы с отверстием в шпинделе.

При наличии зазора центрирующий механизм труба — цанга будет „плавать“ в полости шпинделя.

В патронах с коленчато-рычажным механизмом силы, действующие на кулачки, передаются корпусу через оси рычагов. Однако при наличии зазора между ведущей муфтой и отверстием в корпусе последняя может перекашиваться и неодинаково перемещать рычаги. На точность центрирования могут влиять также податливость рычагов, зазоры в подвижных соединениях, жесткость корпуса.

В клиновых патронах, как и в патронах спиральных и эксцентриковых, силовой поток замыкается в центрирующем механизме и не передается на корпус. Центрирующий механизм может „плавать“. Однако при хорошей подгонке скользящей муфты и при общей их компактности эти патроны наряду с реечными обеспечивают высокую точность и стабильность центрирования.

Износоустойчивость патронов Износоустойчивость трехкулачковых патронов и их способность длительно сохранять точность центрирования в эксплуатации зависят от характера распределения давлений в центрирующем механизме и от своевременной чистки и смазки патрона. В спиральных патронах нагрузка распределяется по линиям зацепления с большими удельными давлениями. Недоступность патронов для частой чистки и смазки усиливает износ.

Вследствие этих двух причин патроны быстро теряют свою первоначальную точность

Более стойкими в эксплуатации показывают себя реечные, клиновые и эксцентриковые патроны. В них сопряжение кулачков с ведущими элементами механизма происходит по всей ширине кулачка. При равных нагрузках удельные давления ниже, чем у спиральных. Реечные и клиновые патроны, кроме того, очень удобны для чистки и смазки, так как позволяют быстро снимать и устанавливать кулачки.

На точность центрирования влияет также износ направляющих корпуса и кулачков (рис. 47). В этом отношении клиновые патроны имеют некоторые преимущества перед другими конструкциями. На рис. 48, *б* показана схема сил, действующих на кулачок клинового патрона, а в позиции *a* на кулачок одного из патронов остальных рассматриваемых конструкций. В последнем случае сила привода Q действует на зуб кулачка так, что она увеличивает опрокидывающий момент на величину Qc (суммарный опрокидывающий момент равен $W_0a + Qc$) и тем самым увеличивает перекос кулачка в направляющих корпуса. У клинового патрона, наоборот, момент силы привода направлен в сторону, противоположную моменту силы зажима W_0 , и общий опрокидывающий момент ($W_0a - Qd$) уменьшается.

Переналадка патронов. Пуереналадка патронов на другие размеры, связанная с перестановкой или заменой кулачков, может служить причиной, снижающей их точность.

Широко универсальными являются только спиральные патроны. В реечных патронах для изменения диапазона зажима приходится прибегать к перестановке кулачков на зубьях рейки. В эксцентриковых, рычажных и клиновых патронах (патроны с малым диапазоном зажима) неизбежна радиальная перестановка или смена насадных кулачков и целых комплектов.

Смена насадных кулачков с перекрещивающимся шпоночным выступом и пазом (рис. 16) неизбежно сопряжена с потерей точности, так

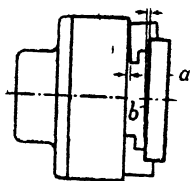


Рис. 47. Влияние износа направляющих патрона на точность установки изделия.

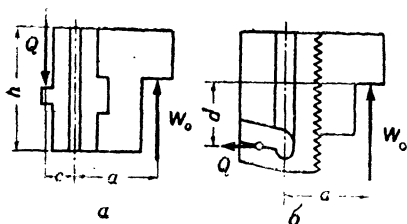


Рис. 48. Силы, действующие на кулачки патронов разных конструкций.

как очень трудно выполнить подобное соеденение без малейших зазоров. При наличии зазоров вновь устанавливаемые насадные кулачки займут новое положение в отношении центра патрона. В перемещаемых насадных кулачках (рис. 19) центрирование может быть нарушено из за неточности шага зубцов. Строго говоря, всякая перестановка кулачков приводит к потере точности, отличающейся от точности центрирования до перестановки.

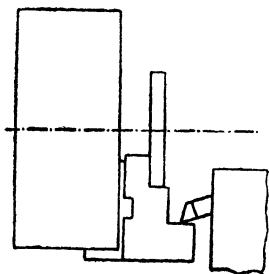


Рис. 49. Расточка кулачков, нагруженных зажатом диском.

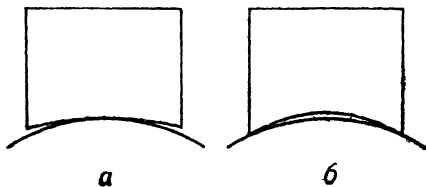


Рис. 50. Прилегание кулачков к поверхности изделия после расточки:
а — правильно; б — неправильно.

В сырых кулачках нарушение точности восстанавливается расточкой их на месте. Расточку производят под нагрузкой предварительно зажимая в кулачках диск или иную деталь (рис. 49). Влияние „мертвых“ ходов при этом исключается; создается напряжение, которое потом воспроизводится при зажиме изделий. Диаметр расточки должен равняться наибольшему предельному диаметру обрабатываемой детали. При этом условии обеспечивается седлообразное прилегание кулачка к изделию, как это показано на рис. 50, а. Касание двумя площадками (позиция б) при жестких кулачках противоречит правилу трех точек и

при неравенстве в ширине кулачков или искаженной форме зажимаемой поверхности не обеспечивает надежного центрирования.

Зависание изделия в двух кулачках. Явление зависания также влияет на точность центрирования. На рис. 51 показан широко раскрытый патрон с узкими кулачками. Случайно при установке два кулачка находятся внизу. Может оказаться, особенно при большом трении между кулачками и изделием, что нижние кулачки зажмут изделие раньше, чем они подведут его к третьему кулачку.

При правильном управлении патроном ошибка не будет выступать в такой утрированной форме. Однако в более тонкой форме это явление не перестает быть опасным. В этом случае все три кулачка прилегают к изделию, но с различной силой. Создается неуравновешенное состояние, которое в процессе резания приводит к нарушению центрирования. Изделия с гладкой и твердой поверхностью менее подвержены опасности зависания, чем изделия с шероховатой и мягкой поверхностью.

Большое количество причин, влияющих на точность центрирования, исключает возможность получения высокой концентричности при работе в универсальных самоцентрирующих кулачковых патронах. Только приемами специальной подналадки (выверка, расточка и подшлифовка кулачков) или обработкой с одной установки можно обеспечить необходимую концентричность.

Для новых спиральных патронов допустимое биение зажатой в патроне точной втулки принимают от 0,06 до 0,12 мм (в зависимости от диаметра патрона). В процессе работы, когда кулачки патрона испытывают переменную нагрузку, точность понижается. Изношенные кулачковые патроны тем более непригодны для точного центрирования. Поэтому в большинстве случаев кулачковые патроны используются только на первых операциях (обдирочные работы) или на работах с одной установки, когда концентричность обрабатываемых поверхностей обеспечивается методом работы.

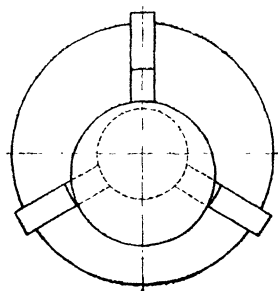


Рис. 51. Зависание изделия в двух кулачках патрона.

10. Примеры установки и зажима изделий по черным базам

Всевозможные отливки, поковки, штамповки в первой операции, как правило, зажимаются в кулачковых патронах. Чаще всего применяется наружный зажим. При очевидной простоте зажима жестких заготовок круглой формы техника установки и зажима сложных, а тем более тонкостенных изделий, далеко не всегда проста. Приходится применять специальные кулачки, оснащать патроны дополнительными устройствами и т. д. Ниже приводятся характерные примеры установки и закрепления изделий по черным базам.

Крепление заготовок с литейными или штамповочными уклонами представляет известные трудности. При зажиме в кулачках обычной формы (рис. 52, а) соприкосновение кулачков с изделием произойдет только в сечении *mn*, вследствие чего положение изделия может быть

легко нарушено при обработке. В позиции *б* показан кулачок, лучше приспособленный для зажима. Можно также применить качающиеся кулачки, показанные на рис. 44, *б*.

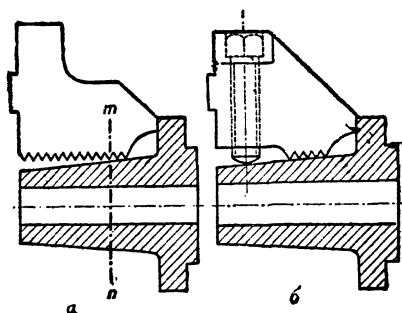


Рис. 52. Крепление заготовок, имеющих уклон.

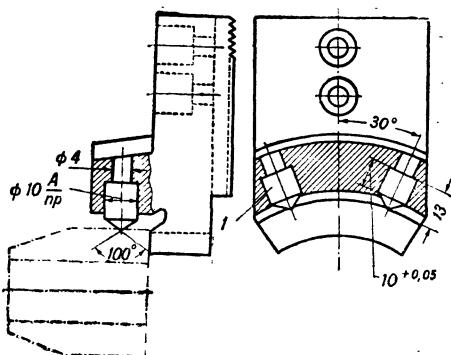


Рис. 53. Кулачок с зачленными штифтами для зажима мелкого литья и поковок, имеющих уклон.

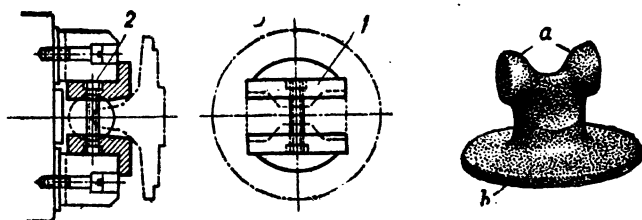


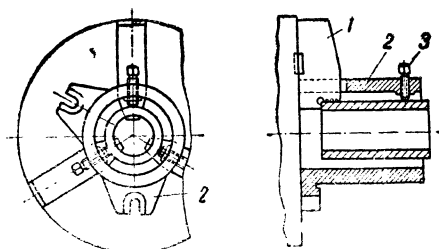
Рис. 54. Закрепление сложной поковки при помощи вспомогательных кулачков.

На рис. 53 показан кулачок патрона, предназначенного для зажима мелкого литья и поковок. В кулачок запрессованы закаленные штифты 1.

Деталь захватывается штифтами на длине 15—20 мм от опоры и надежно удерживается. Так как штифты углубляются в необработанную поверхность, то оставляемые ими следы не имеют значения.

При зажиме некруглых поковок прибегают к вспомогательным кулачкам. Стальная поковка (рис. 54), в которой требуется обточить фланец *б*, должна устанавливаться по имеющему сложную конфигурацию приливу *а*.

Рис. 55. Использование дополнительных опор для закрепления длинного изделия.



Изготовление насадных фасонных кулачков не оправдывалось малой серийностью. Простое решение найдено изготовлением вспомогательных кулачков 1, скрепленных винтом 2. На-

ружная поверхность вспомогательных кулачков плоская. Для зажима используется нормальный двухкулачковый патрон.

Ниже приводятся два примера закрепления длинных заготовок.

На рис. 55 центрирование и зажим изделия производится при помощи кулачков 1, которые одновременно служат упорами для осевой

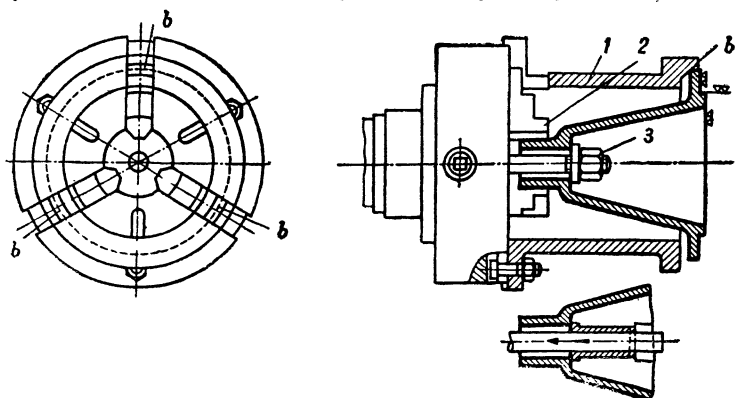


Рис. 56. Закрепление длинного изделия в трехкулачковом патроне, дополненном центрирующим и поддерживающим стаканом.

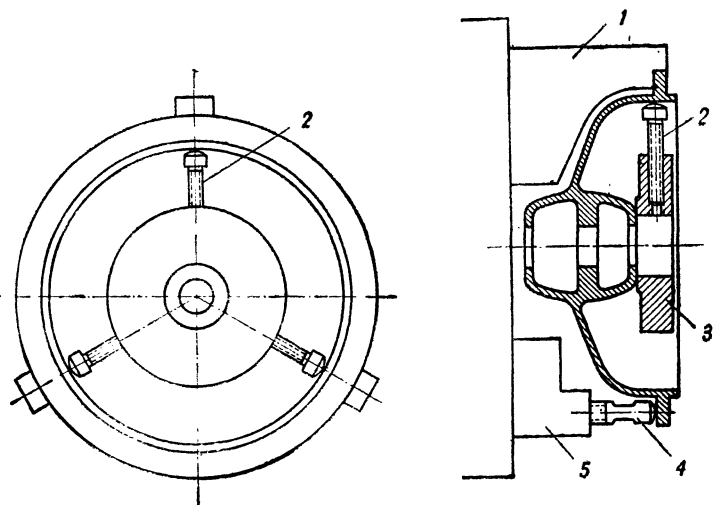


Рис. 57. Закрепление тонкостенной отливки.

установки. Для обеспечения опоры на внешнем конце заготовки к патрону прикреплен стакан 2 с вырезами для прохода кулачков. Винты 3 служат для поддержания внешнего конца. Чтобы исключить возможность деформации изделия под влиянием неравномерного завинчивания, винты можно заменить пружинящими штифтами.

Конструкция с поддерживающим и центрирующим стаканом показана на рис 56. В стакане, прикрепленном к корпусу патрона, сделаны

три прореза для прохода кулачков. Изделие затягивается болтом и своим передним концом центрируется внутренним конусом стакана 1 (центрируется тремя площадками, так как конус стакана имеет три

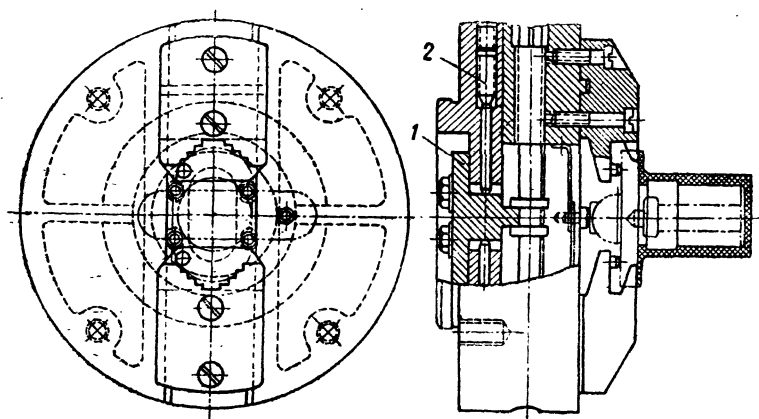


Рис. 58. Двухкулачковый патрон для зажима изделий с фланцами.

выреза). После затяжки второй конец изделия центрируется и зажимается кулачками 2. В пневматическом патроне осевой зажим производится так, как показано на рис. 56, внизу.

На рис. 57 показано закрепление сложной тонкостенной отливки. Изделие центрируется и закрепляется в специальных кулачках 1 с выточкой под фланец. К корпусу патрона прикреплены три колодки 5, расположенные между кулачками. Винты 4 подводятся к фланцу изделия и служат дополнительными опорами. Кроме того, используется крестовина 3 с установочными винтами 2, подпирающими изделие против каждого из трех кулачков. В крестовине предусмотрено отверстие для прохода инструмента.

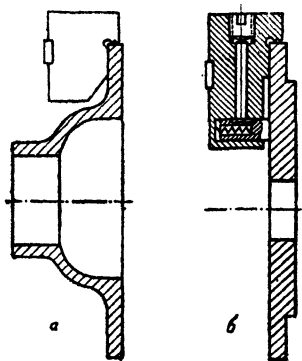


Рис. 59. Крепление дисков в специальных насадных кулачках.

На рис. 58 показан двухкулачковый патрон, удобный для зажима изделий с фланцами. Зажим по фланцу не деформирует деталь, оставляет ее открытой для обработки и в данной конструкции получается очень надежным. Изделие зажимается двумя насадными кулачками — призмами, приводимыми в действие ходовым винтом с правой и левой резьбой.

Для удобства изготовления и сборки патрона узел из ходового винта, основных кулачков и насадных призм может регулироваться по отношению к центру патрона и закрепляться с помощью сухаря 1 и винтов 2.

При закреплении тонких дисков, требующих торцевой обработки на большой площади, рекомендуется применять специальные насадные ку-

лачки, в которых, кроме жестких опорных площадок для установки дисков, предусматриваются дополнительные выдвижные опоры, как это показано на рис. 59, б. Дополнительные опоры предупреждают прогиб центральной части диска.

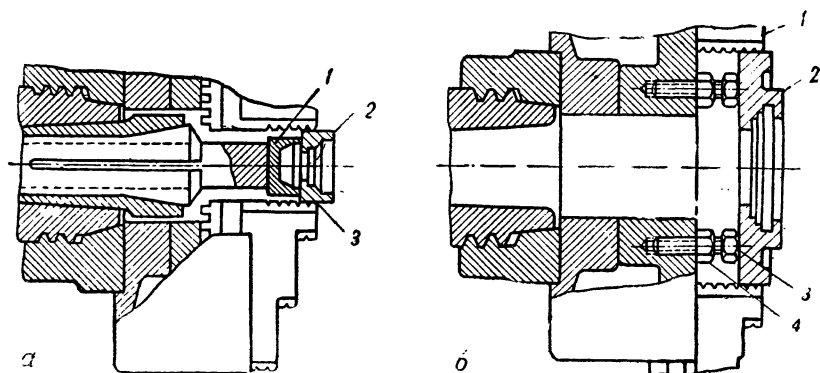


Рис. 60. Установка мелких изделий вдоль оси с помощью специальных упоров.

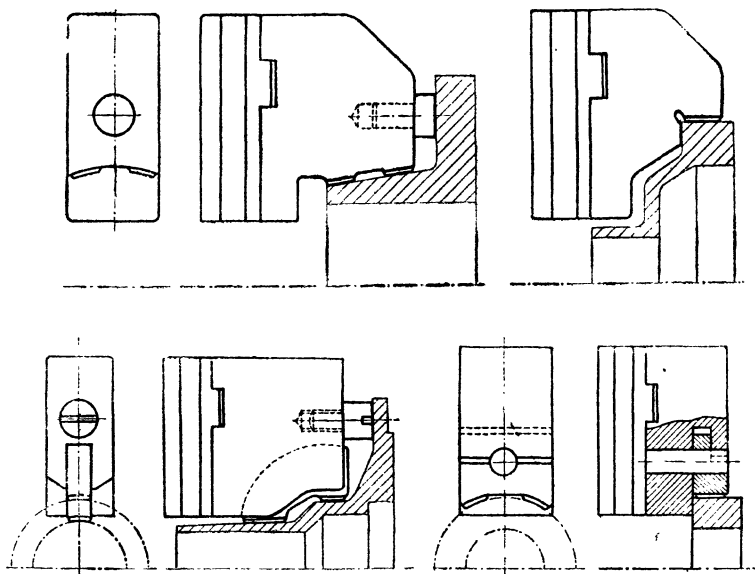


Рис. 61. Примеры зажима изделий в специальных насадных кулачках.

При зажиме мелких изделий длинными губками кулачков не представляется возможным использовать опорные поверхности ступеней кулачков для установки по оси. В этом случае целесообразно патрон дополнить специальными упорами, показанными на рис. 60. К стержню, зажатому в цанге (конструкция а), приварена втулка 1, наружный диаметр которой несколько меньше, чем наружный диаметр обрабаты-

мой детали 2. Во втулке предусмотрена расточка для выхода инструмента. Торец втулки подрезается на месте. В позиции б показан патрон, в котором просверлены и нарезаны три отверстия. В эти отверстия ввинчены болты 3 с контргайками 4. После установки болтов на нужное расстояние торцы их подрезаются на месте и служат опорой для осевой установки.

На рис. 61 показаны различные примеры использования насадных кулачков для наружного зажима изделий.

11. Примеры вторичной установки в кулачковых патронах, оснащенных дополнительными центрирующими устройствами

Кулачковые патроны, дополненные центрирующими оправками или стаканами, могут быть использованы для вторичной установки изделий

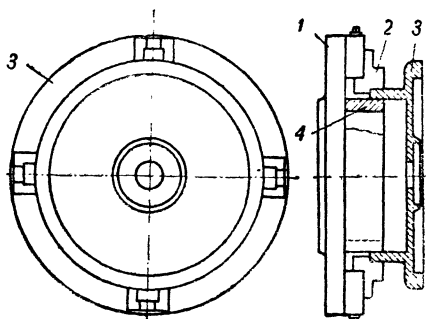


Рис. 62. Простой четырехкулачковый патрон, дополненный пустотелой центрирующей оправкой.

по обработанным поверхностям. Центрирование и зажим в этих случаях разделены. Изделия с точно обработанными отверстиями устанавливаются на центрирующую оправку (палец), в которой обычно предусматривается упорный буртик, определяющий осевое положение изделия. Зажим осуществляется по наружной поверхности или вдоль оси по торцу. Центрирующие оправки обтачиваются и шлифуются с учетом сопряжения по посадке скольжения. Точность центрирования в этом случае не зависит от точности центрирующего механизма патрона, а опре-

деляется допуском на диаметр отверстия обрабатываемой детали.

На рис. 62 показан простой четырехкулачковый патрон с независимыми кулачками. Изделие 3 устанавливается на короткой пустотелой

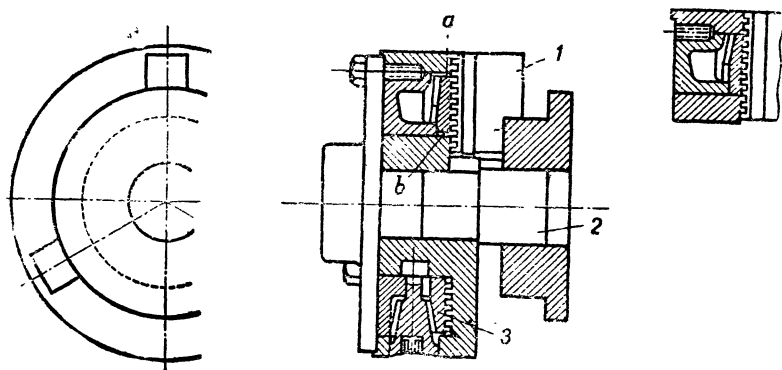


Рис. 63. Спиральный патрон с „плавающими“ кулачками.

оправке 4, укрепленной на корпусе патрона 1. Сцентрированное изделие зажимается кулачками 2, которые передают ему крутящий момент.

В спиральном трехкулачковом патроне, изображенном на рис. 63, обрабатываемая деталь центрируется при помощи оправки 2 и зажимается кулачками 1. При наличии эксцентриситета между наружной и внутренней поверхностями изделия губки кулачков самоцентрирующего патрона не будут равномерно прилегать к наружной его поверхности. Чтобы дать возможность кулачкам приспособиться к фиксированному положению изделия и равномерно его зажать, диск 3 (улитку) стачивают в местах *a* и *b*. После этого диск с кулачками „плавает“ в корпусе патрона, подчиняясь положению изделия. Зазор между спиральным диском и корпусом патрона берут в зависимости от возможного эксцентриситета.

После такой переделки патрон теряет способность самоцентрировать и в дальнейшем может употребляться только с центрирующими пальцами.

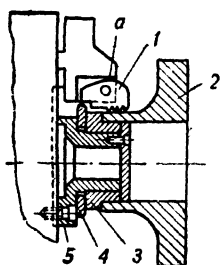


Рис. 64. Трехкулачковый патрон с центрирующим пальцем и „плавающим“ кольцом.

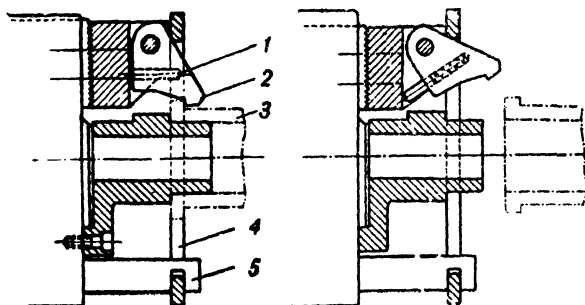


Рис. 65. Трехкулачковый патрон с „плавающим“ кольцом, обеспечивающим осевой зажим изделия.

Принцип „плавающих“ кулачков можно осуществить, не прибегая к стачиванию диска патрона. В конструкции по рис. 64 изделие 2 центрируется на закаленной, точно шлифованной втулке 3, плотно пригнанной к центрирующему пальцу 5. Между втулкой 3 и повернутым к корпусу патрона пальцем помещено плавающее кольцо 4, в которое упираются концы качающихся рычажков 1. Рычажки 1 заведены в пазы кулачков и посажены на осях. Между осями и отверстиями в рычажках зазоры предусматриваются с таким расчетом, чтобы давление со стороны изделия воспринималось не осями, а непосредственно кулачками в точках *a*. Плавающее кольцо позволяет равномерно зажимать сцентрированное изделие всеми кулачками патрона.

В конструкции по рис. 65 предусмотрено осевое закрепление изделия 3, сцентрированного на оправке. В пазах кулачков на оси установлены качающиеся рычажки 2, с помощью пружины 1 прижатые к „плавающему“ кольцу 4. Когда кулачки патрона расходятся, рычажки поворачиваются внутрь и прижимают изделие к буртику оправки. При обратном движении кулачков пружинки отбрасывают рычажки, и изделие снимается. „Плавающее“ кольцо подвешено на специальных опорах 5 (три опоры), прикрепленных к корпусу патрона.

На рис. 66 показаны случаи центрирования и зажима изделий большого диаметра. Приспособления приводятся в действие, как обыкновенный трехкулачковый патрон.

В конструкции *a* (внутренний зажим) насадные кулачки 2 входят своими скосами в окна цанги 1, имеющей прорези. При раздвигании

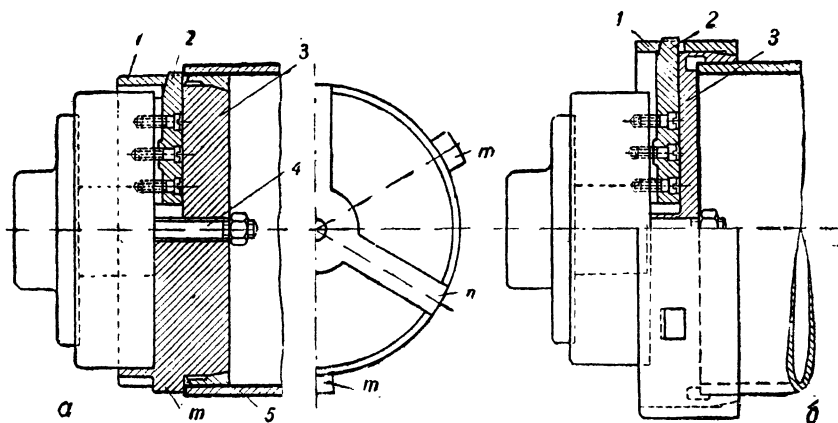


Рис. 66. Трехкулачковые патроны, дополненные цанговым механизмом, для внутреннего и наружного зажима.

кулачков цанга натягивается на конус 3, разжимается и при этом центрирует и надежно зажимает изделие 5. Центрирующий конус 3 с помощью болта 4 жестко соединен с корпусом патрона. Выступы *m* в центрирующем конусе служат упорами для изделия. Для размещения выступов в соответствующих местах цанги предусмотрены выемки. В конусе имеются три паза *n* для размещения кулачков.

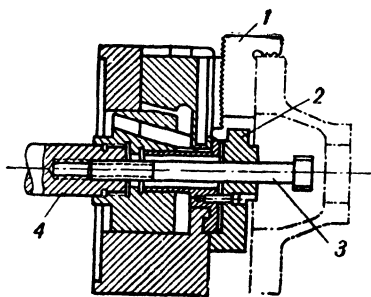


Рис. 67. Патрон для двух установок, с радиальным и осевым зажимом изделия.

В конструкции *б* (наружный зажим) специальные насадные кулачки 2 натягивают центрирующее кольцо 1 с внутренней конической поверхностью на цангу 3. Цанга, жестко связанная с корпусом патрона, сжимаясь центрирует и с большой силой захватывает изделие. Одновременно она служит упором, ограничивающим продольное смещение обрабатываемой детали. Как в кон-

струкции *a*, так и в конструкции *б* зажим изделия сопровождается плотным его поджимом к упорным поверхностям. Рассмотренные приспособления могут служить для центрирования и зажима тонкостенных изделий.

На рис. 67 показана наладка пневматического клинового патрона для полной обработки изделия в две установки. Работа производится на револьверном станке, оснащенный необходимым комплектом режущих инструментов.

В первую установку изделие, как обычно, центрируется и зажимается кулачками 1; при этом обрабатываются отверстие и свободный торец изделия.

Во вторую установку для обработки второго торца изделие перевертывают и точно обработанным отверстием устанавливают на центрирующий палец 2. Закрепление изделия в осевом направлении производят болтом 3, ввернутым в тягу 4 с помощью специальной шайбы (на рисунке не показанной), заводимой за головку болта. Элементы патрона, служащие для второй установки, не мешают работе во время первой установки и наоборот.

12. Зажим тонкостенных изделий в кулачковых патронах

При закреплении тонкостенных изделий силы зажима вызывают деформацию и приводят к неточности обработки. В качестве примера можно привести искажение формы расточенного кольца, зажатого при обработке в трехкулачковом патроне (рис. 68). В позиции *а*, в несколько утрированном виде, показана форма зажатого кольца до обработки. Затем кольцо растачивается. Форма его после расточки показана

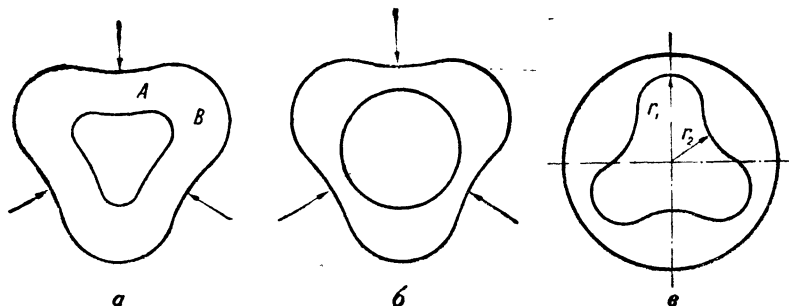


Рис. 68. Искажение формы тонкостенного изделия под действием сил зажима.

в позиции *б*. После разжима наружная поверхность кольца снова принимает цилиндрическую форму, зато отверстие исказится и примет форму, показанную в позиции *в*.

Чтобы исключить влияние деформаций, приходится изготовлять специальные патроны и оправки. Однако в ряде случаев путем незначительной переделки кулачковых патронов можно избежать изготовления специальных приспособлений.

На рис. 69 показан пример центрирования и зажима тонкостенного цилиндра без вредных деформаций. Обыкновенный трехкулачковый патрон снабжен комплектом специальных насадных кулачков 1 с выточкой, в которую вставляют обрабатываемый цилиндр. Винты 2 служат для наружного закрепления цилиндра. Зажимные поверхности кулачков обточены по наименьшему предельному диаметру отверстия цилиндра и после закалки подвергнуты шлифовке.

Функции центрирования и зажима в этой конструкции разделены. При легком поджиге кулачков последние своими поверхностями *а* центрируют изделие. После этого оно закрепляется зажимными винтами 2,

через мягкие подкладки 3. Для устранения дрожания и придания большей жесткости всей системе кулачки 1 с помощью нажимного диска 4 и болта 5 плотно прижимаются к корпусу патрона 6. Система — изделие, кулачки, корпус патрона — становится жесткой и устойчивой в работе.

Трехкулачковый патрон на рис. 70 также приспособлен для центрирования и зажима тонкостенных изделий. Специальное устройство патрона состоит из трех, имеющих форму призматических ножей, закаленных и отшлифованных насадных кулачков 2 и диска 1, опирающегося на корпус патрона и имеющего внутренний конус и три окна для кулачков. В зажимаемой детали предварительно обтачивается наружная конусная фаска с углом конуса, соответствующим внутреннему конусу диска 1, а по шаблону растачивается канавка под ножи. Деформация изделия предупреждается тем, что ножами кулачков

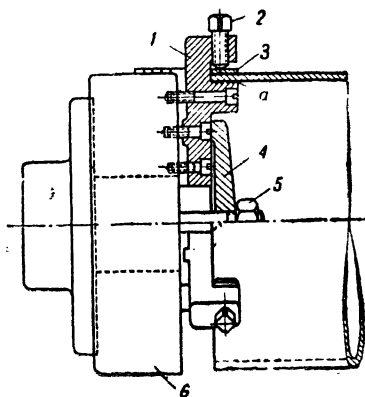


Рис. 69. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон, приспособленный для зажима тонкостенных изделий.

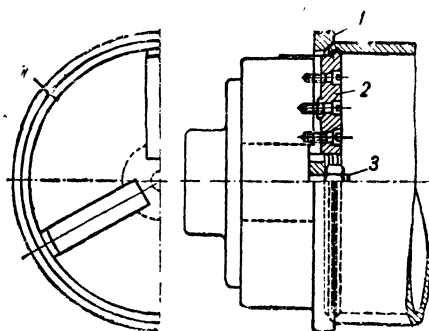


Рис. 70. Самоцентрирующий патрон с опорным диском и специальными насадными кулачками.

обрабатываемая деталь прижимается к внутреннему конусу диска. Затраты, связанные с предварительной подготовкой базы на изделии, окупаются надежным центрированием и зажимом, допускающим работу с большими режимами резания. Диск 1 затягивается на корпусе патрона болтом 3.

На рис. 71 представлены два варианта насадных кулачков, обеспечивающие центрирование и зажим тонкостенных деталей. В конструкции а кольцо центрируется кулачками 1 и зажимается тремя прижимными планками 2, расположенными на кулачках. При раскреплении планки отходят под действием пружин. После этого их повертывают в направлении, показанном стрелкой, и снимают изделие.

В конструкции б в пазах кулачков предусмотрены качающиеся рычажки 3, посаженные на осях 4. Установленное до упорных площадок и сцентрированное изделие зажимается с помощью рычажков винтами 5.

На рис. 72 показан способ закрепления по специальному приливу. Отливке 3, которую после обточки будут разрезать на кольца, придают особую форму. Один конец ее снабжается коническим выступом 2 для зажима в кулачках. Жесткость и специальная форма выступа

исключают деформацию и возможность осевого смещения отливки. После обработки выступ 2 отрезается. Связанная с этим потеря времени окупается удобством зажима и хорошими результатами работы.

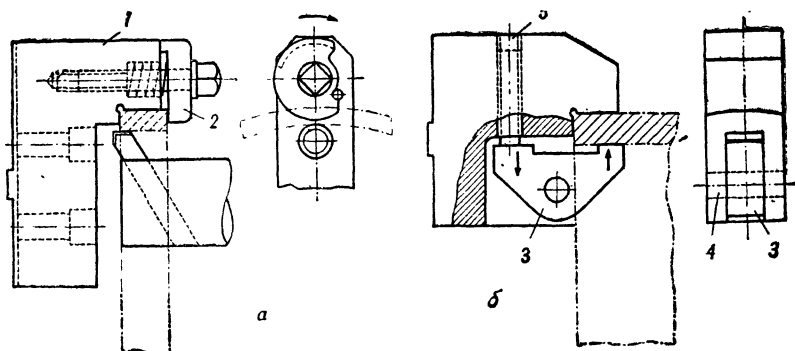


Рис. 71. Кулачки для зажима тонкостенных изделий.

Для закрепления тонкостенных изделий широко используются сырые насадные кулачки специальной формы. На рис. 73 изделие 2 зажи-

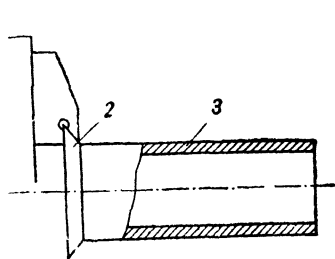


Рис. 72. Зажим изделия по специальному приливу.

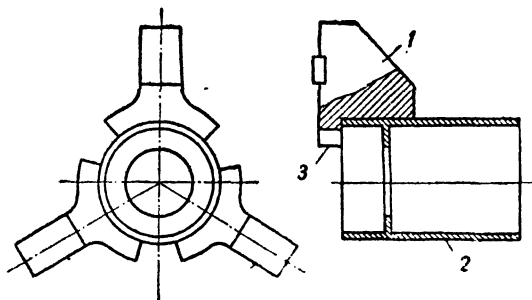


Рис 73. Зажим тонкостенного изделия в широких кулачках.

мается в кулачках с уширенными концами, охватывающими изделие почти по всей окружности. Кулачки 1 растачиваются в соответствии с диаметром изделия. Для установки вдоль оси служит упор 3.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ КЛАССА ВАЛОВ

В настоящей главе рассматриваются приспособления, связанные с обработкой валов в центрах. Сюда относятся токарные центры, поводковые устройства, люнеты.

13. Центры

Центры токарных и круглошлифовальных станков служат для центрирования и поддержания изделий при их обработке. Короткий конус центра имеет угол 60° . Длинный конус (конус Морзе или метрический),

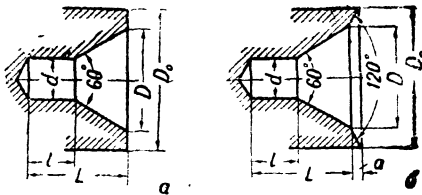


Рис. 74. Центровые отверстия.

которым он входит в конусное отверстие шпинделя, имеет угол около 3° (угол самоторможения), обеспечивающий надежное закрепление центра в отверстии силой трения. Обычные токарные центры стандартизованы (ОСТ 4142). Для установки центров в шпинделях с большими диаметрами конусных отверстий применяют переходные втулки. Форма центровых

отверстий в изделиях определяется ОСТ 3725.

На рис. 74 показаны два типа центровых отверстий: тип *a* — без предохранительного конуса, тип *б* — с предохранительным конусом. Назначение предохранительного конуса — уберечь опорную поверхность отверстия от случайных забоин. Наличие предохранительного конуса позволяет также производить подрезку торца без уменьшения опорной поверхности. Конус центра должен прилегать к центровому отверстию по всей конической поверхности последнего.

При обработке тяжелых деталей на крупных станках с целью увеличения прочности центра применяют центры с углами 75° и 90° .

Однако следует заметить, что изменение угла конуса меняет условия работы центра. На рис. 75 дана схема поперечных сил, действующих на задний центр. Поперечные составляющие силы резания P_z и P_y и сила веса изделия Q (точнее часть этих сил, так как вторая часть воспринимается передним центром) образуют равнодействующую R ,

которая вызывает силу S , направленную вдоль оси. Из схемы видно, что

$$S = R \operatorname{tg} \alpha \quad (6)$$

при $2\alpha = 60^\circ$, $\operatorname{tg} \alpha = 0,58$;
 при $2\alpha = 90^\circ$, $\operatorname{tg} \alpha = 1$,

т. е. осевое давление на центр в 90° почти удваивается. Кроме того, при наличии равной продольной игры, которая может возникнуть в результате разработки центрального отверстия, центр с углом в 60° допускает меньшее поперечное смещение конца вала в сравнении с центром в 90° , обеспечивая большую точность.

Кроме поперечных сил резания и вызываемой ими осевой силы S , на центры действует осевая составляющая сил резания P_x и сила первоначальной затяжки. При обычном направлении движения подачи от задней бабки к передней, осевая составляющая сил резания разгру-

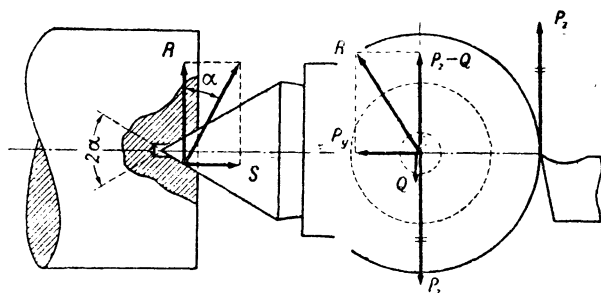


Рис. 75. Силы, действующие на задний центр.

жает задний центр. Во избежание ослабления зажима центрам дается первоначальная затяжка с силой примерно равной P_x . Однако в процессе обточки сила первоначальной затяжки может под влиянием температурного расширения обрабатываемой детали возрасти или, наоборот, в результате интенсивного износа центрального отверстия уменьшиться. И первое и второе зависит от ряда причин (в частности, от степени упругих деформаций узлов станка), значение которых не всегда можно правильно оценить. Поэтому на практике размеры центров и центральных отверстий выбирают в зависимости от размеров станка и обрабатываемой детали, не прибегая к сложным расчетам давлений на центры.

Отверстие под задний центр, выполняющий роль подшипника, заполняют густой смазкой. Иногда применяют центры с автоматическим подводом смазки. При сильном нагреве или интенсивном износе центрального отверстия периодически производят регулировку затяжки.

Центры изготавливают из углеродистой стали У7А и подвергают термообработке до твердости 50—55 R_C . Иногда их делают из быстрорежущей стали или наплавляют на короткий конус центра твердый сплав. Такие центры обладают повышенной теплостойкостью и позволяют работать с более высокими режимами резания. Кроме центров обычной формы для задних бабок применяют специальные и вращающиеся центры, а для передних — плавающие центры.

Специальные центры. Срезанный центр, или полуцентр *a* (рис. 76), удобен при массовой подрезке торцев. Центр *в* с шаровым концом используется при обточке конусов методом поперечного смещения задней бабки. Смещение бабки в этом случае не нарушает нормальной работы центра. Центр *б* с внутренним конусом применяется при обточке

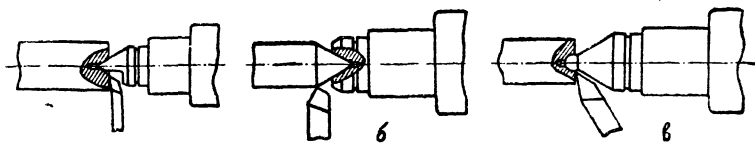


Рис. 76. Специальные центры.

тонких валиков. Последние устанавливаются в центры своими внешними конусами.

Вращающиеся центры. На рис. 77 показаны конструкции вращающихся центров завода „Калибр“. Тип А — для обычных центровых отверстий и тип Б — для установки полых цилиндров. Центровой палец 1 вращается в шариковых или роликовых подшипниках 2, установленных

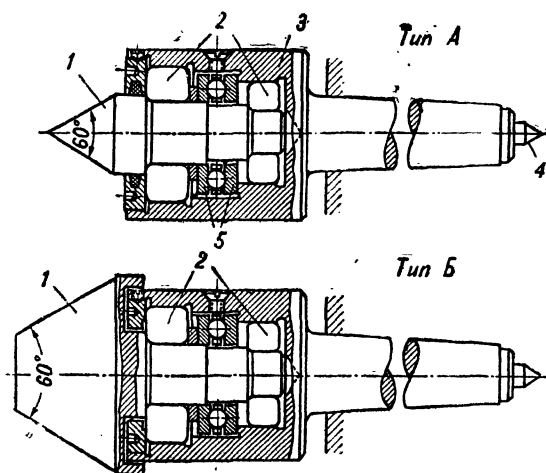


Рис. 77. Вращающиеся центры.

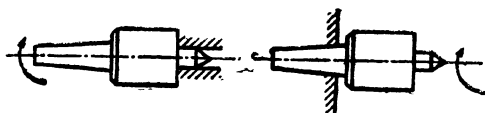
с определенным натягом в корпусе 3.¹ В быстроходных станках обычно применяют шарикоподшипники; в станках для тяжелых работ — роликоподшипники. Сопряжение центрального пальца с внутренними кольцами подшипников также выполняется с натягом.² Осевые силы воспринимаются упорным шарикоподшипником 5. Вспомогательный центр 4 используется при изготовлении и сборке вращающегося центра. Центровой палец дол-

жен быть хорошо сцентрирован. Точность центрирования характеризуется биением рабочего конуса центрального пальца и в основном зависит от точности подшипников качения. Вращающиеся центры по рис. 77 делятся на три класса точности. Характеристика каждого класса приведена в табл. 5.

¹ Подшипники показаны схематично.

² Подшипники нагреваются в масляной ванне до 70° и надеваются на центральный палец. Точно так же камера корпуса прогревается в масляной ванне до 70°, после чего в нее вводится охлажденный центральный палец с шарикоподшипниками.

Классы точности вращающихся центров в зависимости от величины биения



Классы точности	Биение рабочего конуса при неподвижном хвостовике		Биение хвостовика при неподвижном рабочем центре для типов А и Б, мм
	Тип А	Тип Б	
	на расстоянии 5 мм от вершины, мм	по всей длине, мм	
I	0,005	0,010	0,012
II	0,010	0,020	0,025
III	0,015	0,030	0,040

Изготавливаются центры и более высокой точности с биением рабочего конуса до 0,002 мм. Для получения высокой точности рабочий конус центрального пальца, а также конусный хвостовик корпуса шлифуются в собранном виде. Класс точности вращающегося центра выбирается из условия, чтобы биение рабочего конуса не превышало 0,2 от биения

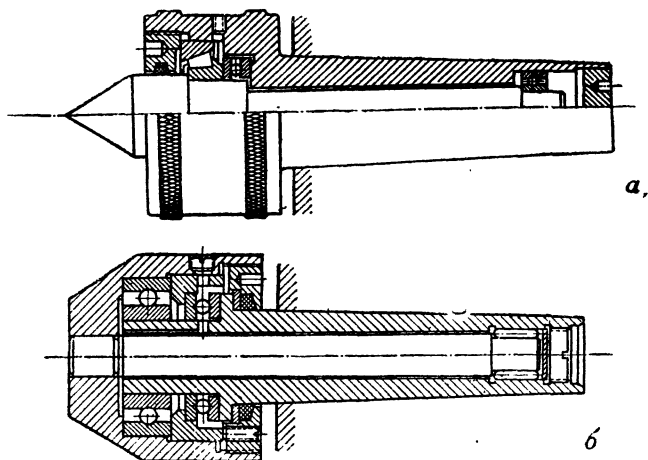


Рис. 78. Вращающиеся центры жесткой конструкции.

обрабатываемой детали, допустимого по техническим условиям. Запас точности необходим для покрытия погрешностей, возникающих по ряду других причин (нежесткость, износ и пр.).

На рис. 78 показаны вращающиеся центры более жесткой конструкции. Применение корпуса с пустотелым хвостовиком позволило увели-

чить расстояние между подшипниками центрального пальца и уменьшить вылет рабочего конуса от пиноли задней бабки.

Иногда рабочий конус центрального пальца изготовляют с конусностью 1:5 (угол конуса $11^{\circ}25'16''$) и надевают на него специальные наконечники в соответствии с различными требованиями практики (рис. 79).

Вращающиеся центры желательно применять в быстроходных станках и в станках многорезцовых, работающих с большими нагрузками на

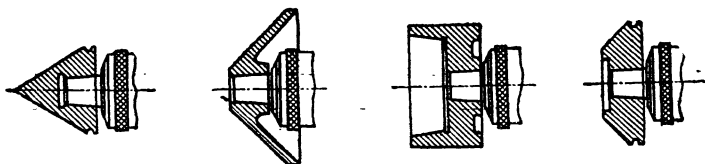


Рис. 79. Наконечники вращающегося центра.

центры. На крупных станках для тяжелых работ применяются специальные вращающиеся центры, составляющие одно целое со шпинделем задней бабки станка.¹ При проектировании вращающихся центров необходимо предусматривать возможность регулировки подшипников по мере их износа, хорошую смазку и минимальный вылет из шпинделя задней бабки.

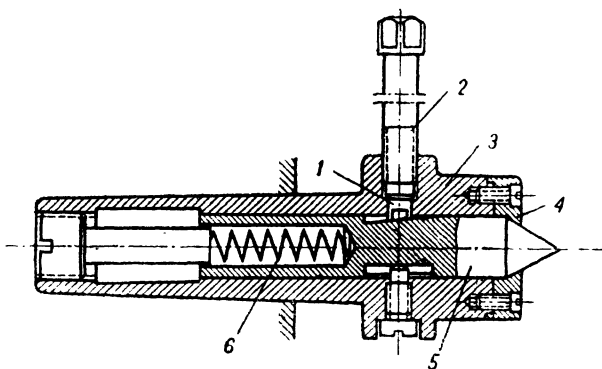


Рис. 80. Плавающий центр.

Плавающие центры. Плавающие центры закрепляются в шпинделе передней бабки станка и позволяют производить точную установку изделий вдоль оси. На рис. 80 показана одна из конструкций такого центра. Он состоит из корпуса 3, плавающего пальца 5, пружины 6 и упорной шайбы 4. После того как установленное в центры изделие нажимом со стороны задней бабки доведено до упора 4, плавающий палец стопорится винтом 2 через посредство сухаря 1. Плавающий палец сопрягается с отверстием корпуса по посадке скольжения.

¹ Вращающиеся центры, составляющие одно целое со шпинделем задней бабки станка, так же, как и сменные вращающиеся центры, должны получить широкое применение в быстроходных станках в связи с развитием скоростных методов обработки металлов резанием.

14. Поводковые устройства

Поводковые устройства служат для передачи крутящего момента изделиям, устанавливаемым в центрах или на центровых оправках.

Поводковые центры. В практике бывают случаи, когда передний центр станка не только центрирует, но и выполняет роль поводка. На рис. 81, *а* показан трехгранный центр. Центровое отверстие готовится обычным способом. Затем оно разбивается трехгранным закаленным центром (желательно в нагретом состоянии). Треугольное коническое отверстие обеспечивает жесткое закрепление детали без хому-

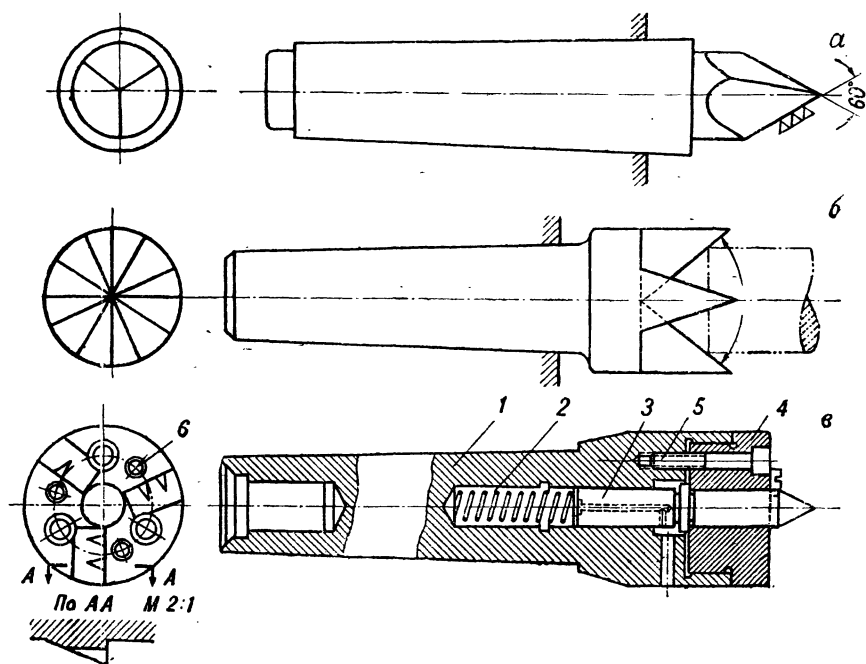


Рис. 81. Поводковые центры.

тика и удовлетворительное центрирование. Грани центра шлифуют на заточном станке под углом 60°. Такие центры иногда применяют при обточке или шлифовке гладких валиков. Операция выполняется с одной установки — без перевертывания изделия, что повышает точность работы.

Вильчатый поводковый центр *б* удобен при обдирке мелких валиков, когда время на установку и снятие хомутка составляет большой процент от штучного времени. При нажиме задним центром ребра поводка врезаются в обрабатываемый валик и передают ему вращение.

Поводковый центр *в* с плавающим центровым пальцем состоит из корпуса 1, пружины 2, плавающего пальца 3, движение которого ограничивается крышкой 4. Обрабатываемый вал после установки поджимается центром задней бабки. Плавающий центр при этом перемещается и позволяет торцу вала врезаться в три зуба, расположенных на крышке 4. Сопряжение пальца с отверстием корпуса по посадке скольжения.

Конструкция позволяет вести обработку без хомутика и без перевертывания обрабатываемой детали. Комбинация из плавающего центра и поводка может быть широко использована при выполнении нормальных обдирочных и отделочных работ. Заклинивание зубьев в изделие бывает вполне достаточным, чтобы обрабатывать стальные валики при глубине резания 3—4,5 мм, с подачей до 0,2 мм.

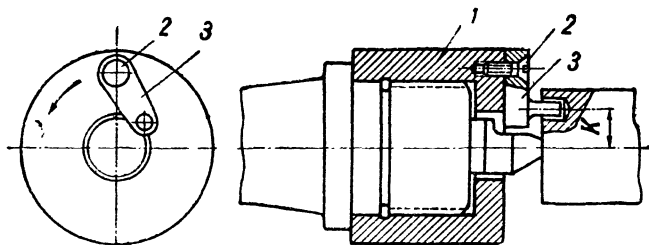


Рис. 82. Торцевой поводок с одним пальцем.

Торцевые поводки. Как и поводковые центры, торцевые поводки позволяют производить обточку или шлифовку вала в одну установку, без его перевертывания. Это особенно ценно при обработке гладких

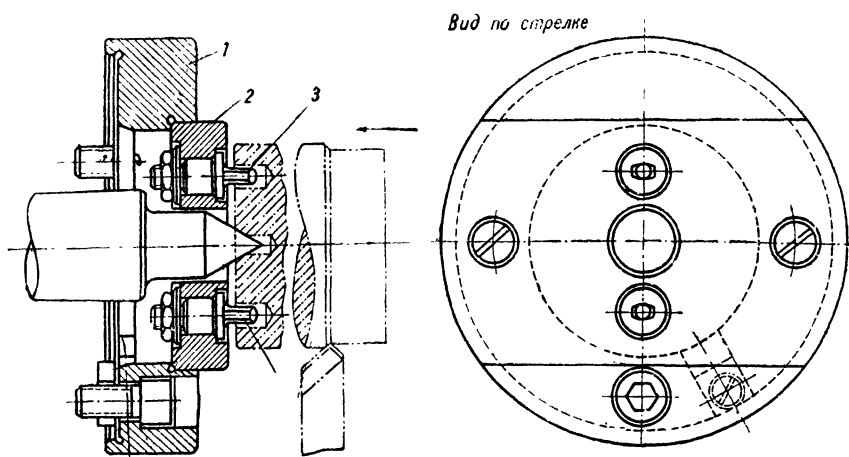


Рис. 83. Торцевой поводок с двумя пальцами.

валов. Помимо сокращения вспомогательного времени, улучшается качество обработки, так как исключается появление риски на поверхности гладкого вала, почти неизбежной при обработке с двух сторон. Поводок, показанный на рис. 82, используется при обработке валов диаметром более 40 мм. Поводок состоит из трех деталей. Корпус 1 навинчивается на шпиндель. Шурупом 2 к корпусу прикреплен качающийся палец 3, который входит во вспомогательное отверстие вала и передает ему вращение. При обработке тонких валов передний центр срезается, как это показано на рисунке. Размер между осями центрального и вспомогательного отверстий (размер *k*) выдерживается грубо.

На рис. 83 показан поводок с двумя поводковыми пальцами. Корпус поводка 1 центрируется и закрепляется на шпинделе станка. В направляющих корпуса помещена плавающая плита 2, в которой закреплены ромбические пальцы 3, срезанные с двух сторон перпендикулярно линии, соединяющей центры этих пальцев. Срез облегчает установку обрабатываемого вала. При наличии плавающей плиты оба пальца

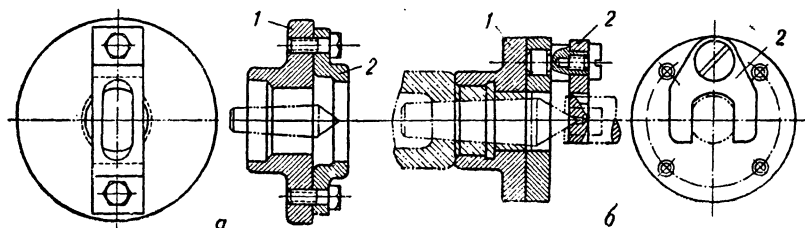


Рис. 84. Поводковые скобы.

являются ведущими. Затраты, связанные со сверловкой добавочных отверстий на торцах валов, окупаются сокращением вспомогательного времени на установку и повышенным качеством работы. Приспособление используется в крупносерийном и массовом производствах.

Поводковые скобы. Для вращения центровых оправок, на одном конце которых профрезерованы две параллельные плоскости (лыски), применяются поводковые скобы. На рис. 84, а скоба 2 с прямоугольным отверстием привернута к планшайбе 1. Прямоугольный конец оправки, устанавливаемой в центрах, заводится в это отверстие. Недостаток конструкции в том, что обычно оправка касается поводка только одним углом, вследствие чего при точении возникает неуравновешенная поперечная сила, действующая на оправку и сдвигающая ее по центру. Это может приводить к биению изделий обработанных на оправке.¹

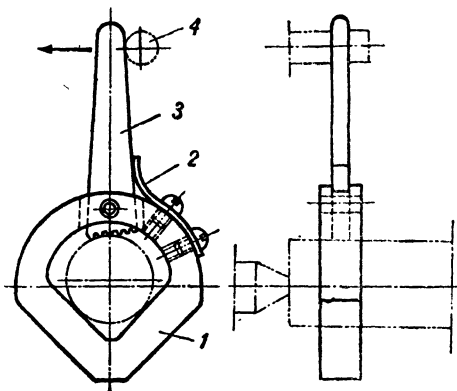


Рис. 85. Самозажимной хомутик.

Чтобы исключить появление поперечной силы, применяют плавающие или качающиеся поводковые скобы, в которых обе плоскости, образующие прямоугольное отверстие, являются ведущими. На рис. 84, б показана качающаяся скоба 2, свободно установленная на оси.

Самозажимные хомутики. Для легких токарных, а также для шлифовальных работ применяются хомутики с эксцентриковым кулачком (рис. 85). В сравнении с обычными винтовыми хомутиками, требующими за-

¹ Все хомутики обладают таким же недостатком.

жима ключом, самозажимные хомутики сокращают вспомогательное время до минимума.

В корпусе хомутика 1 на оси установлен кулачок 3. После установки хомутика на вал, эксцентрик под действием пружины 2 прижимается своим профилем с насечкой к поверхности вала. При пуске станка поводковый палец планшайбы 4 захватывает хвостовик эксцентрика. Хомутик автоматически заклинивается на валу и передает ему вращение.

Угол подъема зажимного профиля эксцентрика $11-14^\circ$.

Выключающиеся поводковые устройства. При обработке в центрах коротких изделий частые остановки и пуски станка создают большие неудобства в работе. Увеличиваются потери вспомогательного времени, нарушается режим смазки подшипников шпинделя и валков ко-

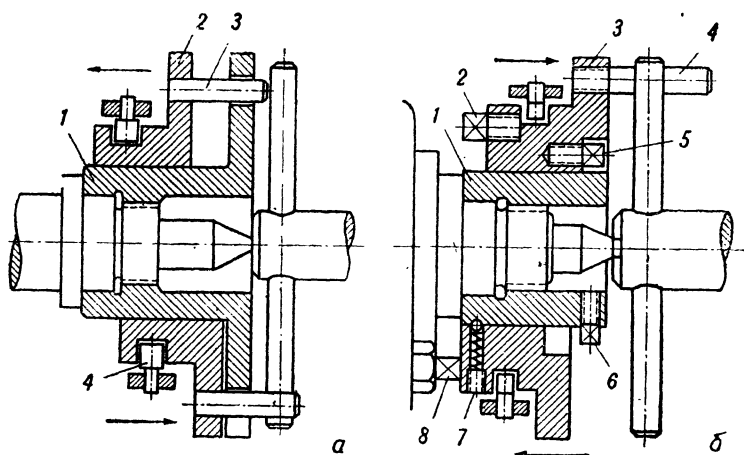


Рис. 86. Выключающиеся поводковые устройства.

робки скоростей, усиливается износ пусковых муфт и тормозов и т. д. Поэтому при необходимости частых выключений рекомендуется применять поводковые устройства, допускающие установку изделия при вращающемся шпинделе. Выключающиеся поводковые устройства показаны на рис. 86.

В конструкции *a* на планшайбе 1 установлена скользящая втулка 2 с запрессованным в нее поводковым пальцем 3. В кольцевой паз втулки свободно входят сухари 4, установленные в вилке (на чертеже не показаной), с помощью которой втулка 2 перемещается на поверхности планшайбы. Поводковый палец находится в постоянном зацеплении с планшайбой. При перемещении втулки 2 направо (нижнее положение) поводковый палец захватывает поводок (хомутик) на изделии и приводит его во вращение. При перемещении втулки влево (верхнее положение) палец выходит из зацепления с поводком изделия, и последнее останавливается.

В конструкции *б* на шпиндель навинчена втулка 1, по которой перемещается планшайба 3 с пальцем 4. Во втулку ввернут винт 6, ко-

торым она при вращении захватывает винт 5, ввернутый в планшайбу, и передает движение изделию (верхнее положение). При перемещении планшайбы влево (нижнее положение) ее упор 5 выходит из зацепления с винтом 6. Винт планшайбы 2 набегают на головку винта 8, ввернутого в корпус передней бабки. Планшайба и изделие останавливаются. Рабочее и выключенное положение планшайбы фиксируются шариковым фиксатором 7.

Для безопасности работы устройство необходимо закрывать кожухом.

Самозажимные поводковые патроны. Эти патроны заменяют собою обычные поводковые планшайбы с хомутками и благодаря скорости своего

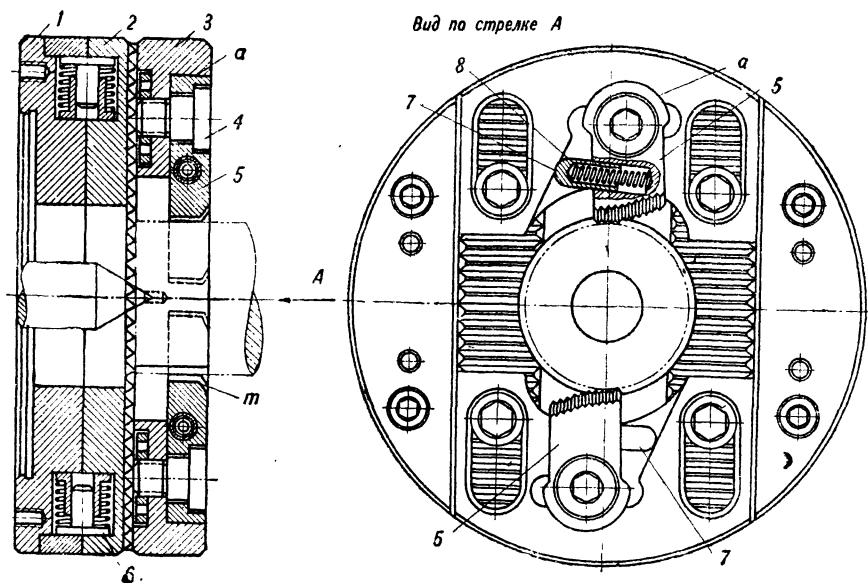


Рис. 87. Самозажимной поводковый патрон с переставными кулачками.

действия получили широкое применение. Самозажимные поводковые патроны встречаются двух типов—с переставными и сменными эксцентриковыми кулачками.

На рис. 87 показан патрон с переставными кулачками. Принцип работы патрона заключается в следующем. Кулачки 5, свободно посаженные на осях 4, после установки обрабатываемой детали в центрах прижимаются к ее поверхности пружинками 8, заложенными в скользящие стаканчики 7. Под влиянием момента сил резания деталь начинает вращаться по часовой стрелке и силой трения захватывает прижатые к ее поверхности кулачки. Возникают силы, действующие на эксцентрики со стороны изделия. Эти силы, будучи наклоненными к нормальям профиля под углами трений, создают моменты относительно осей эксцентриков. Эксцентрики продолжают поворачиваться по часовой стрелке, причем в соприкосновение с изделием приходят все новые участки зажимного профиля, имеющие большие радиусы—векторы. В результате кулачки захватывают изделие и, преодолевая момент резания, приводят его во

вращение вместе со шпинделем. С возрастанием крутящего момента на резце силы зажима автоматически увеличиваются. Кулачки 5 своей полуцилиндрической поверхностью *a* прижимаются к радиусным выточкам в переставных плитках 3. При такой конструкции зажимное усилие, действующее на кулачки со стороны изделия, воспринимается не осями кулачков, а опорными поверхностями плиток.

Зажимной профиль кулачков теоретически очерчивается по логарифмической спирали, которая потом заменяется дугой окружности. Угол подъема профиля¹ выбирается таким, чтобы, с одной стороны, был возможен зажим (при очень больших углах кулачки не захватят изделие), а с другой, чтобы не возникало самоторможение (при очень малых углах неизбежно самоторможение, затрудняющее съем изделия со станка). На практике углы подъема берут в пределах 11—14°. Для увеличения коэффициента сцепления на зажимном профиле нарезаются зубцы.

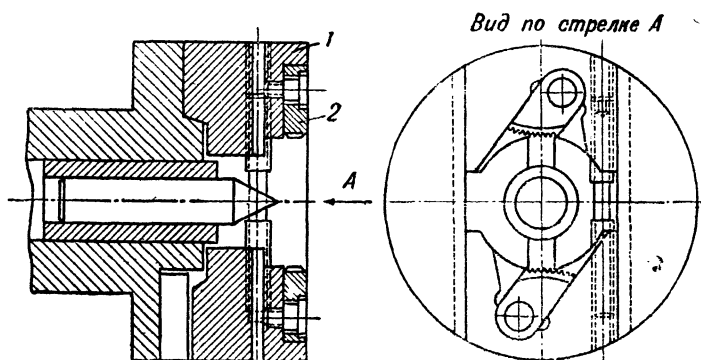


Рис. 88. Самозажимной поводковый патрон с кулачками, переставляемыми двухзначным винтом.

При зажиме изделий разных диаметров расстояние между осями кулачков (кулачки постоянные) регулируется перестановкой плиток 3 на зубчатой поверхности ползуна 2. Зубчатая (реечная) поверхность ползуна и плиток обеспечивает устойчивое положение кулачков относительно центра патрона. Ползун 2, установленный в паз корпуса патрона 1, зажат между двумя пружинами 6 и имеет возможность плавать в направлении, перпендикулярном оси обрабатываемого вала. Применение плавающего ползуна обеспечивает равномерный зажим изделия обоими кулачками и устраняет возможность появления неуравновешенной поперечной силы на изделие.

Обрабатываемые валы устанавливаются в кулачках патрона путем нажатия на их скошенные края *т*. При повороте вала влево кулачки расходятся и открывают доступ к центру. Для снятия со станка обработанный вал поворачивают влево и одновременно отводят центр задней бабки.

¹ Углом подъема называется угол между линией, соединяющей центр патрона с центром радиуса кривизны кулачка, и линией, соединяющей центр качания кулачка (ось вращения кулачка) с точкой его соприкосновения с поверхностью изделия.

Второй вариант патрона с переставными кулачками (универсальный поводковый патрон Форкарта) показан на рис. 88. Здесь кулачки 2 установлены в плавающих ползушках 1, связанных между собой винтом с правой и левой резьбой, позволяющим раздвигать ползушки в соответствии с диаметром зажима.

Самозажимные поводковые патроны со сменными кулачками работают так же, как и патроны, рассмотренные выше. Особенность их в том, что расстояние между осями кулачков у них неизменное, и для зажима изделий разного диаметра применяют сменные кулачки. При каждом патроне этого типа имеется набор сменных кулачков различной длины.

Самозажимной поводковый патрон с плавающим центром. В отличие от обычных самозажимных патронов с эксцентриковыми кулачками

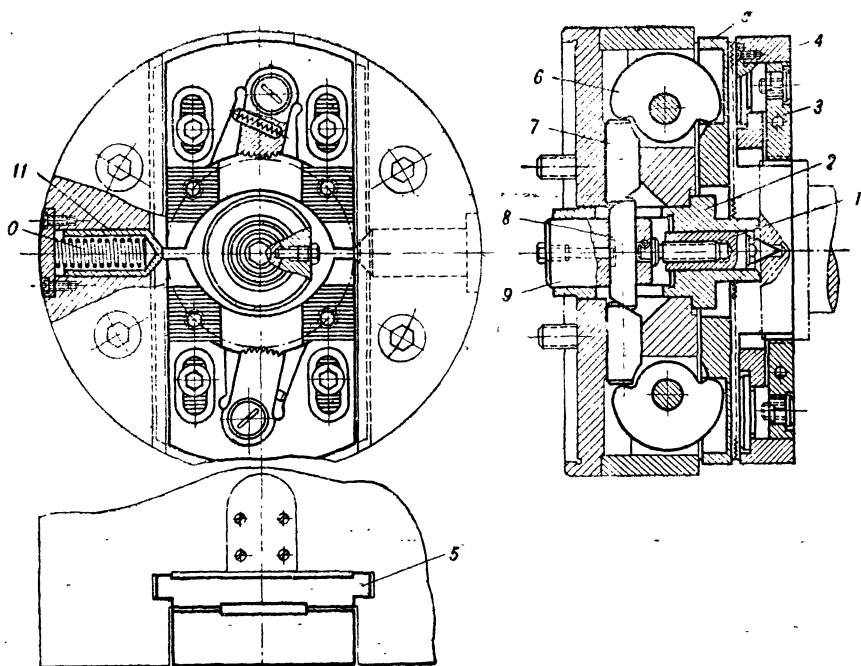


Рис. 89. Самозажимной поводковый патрон с плавающим центром.

этот патрон (рис. 89) позволяет производить точную установку изделий вдоль оси.

Упором служит торец втулки 2, в которой скользит плавающий центр 1 и связанная с ним скалка 9. Обработываемая деталь устанавливается в центрах станка. При поджиге задним центром передний центр перемещается, перемещает скалку 9, а с нею плавающий в ее отверстии штифт 8. Последний своими скосами раздвигает плунжеры 7, поворачивает рычаги 6 и перемещает установленные в пазах корпуса ползуны 5 с прикрепленными к ним плитками 4 и эксцентриковыми кулачками 3. Система плавающих плунжеров обеспечивает равномерный зажим изделия

обоими кулачками. При отводе заднего центра, пружины 10 и клинья 11 автоматически возвращают кулачки в исходное положение. Переставляя плитки с кулачками по зубчатой (реечной) поверхности ползунов 5, можно производить зажим деталей диаметром от 30 до 125 мм.

15. Люнеты

Люнеты применяются при обработке длинных изделий ($\frac{L}{D} > 12$). Неподвижные трехкулачковые люнеты устанавливаются на направляю-

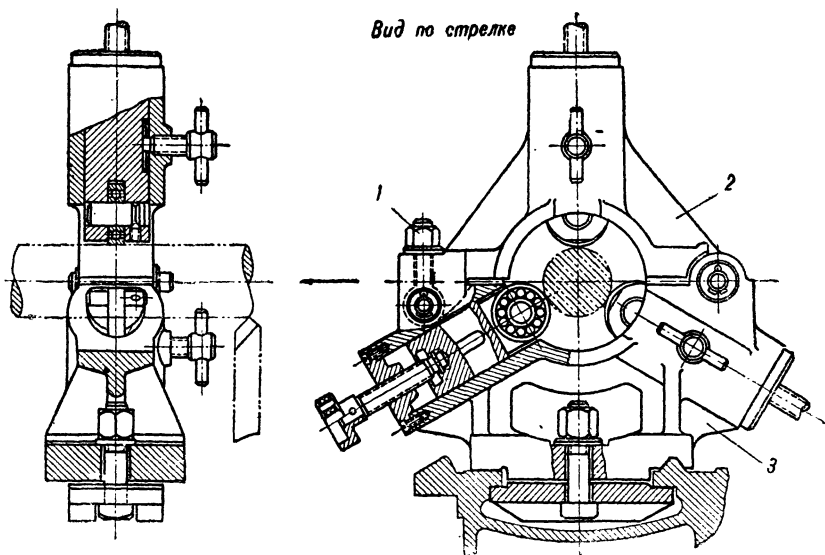


Рис. 90. Люнет, снабженный кулачками с шарикоподшипниками.

щих станины и служат в качестве дополнительной опоры, предупреждающей прогиб изделия под давлением резца и веса изделия.

Подвижные люнеты закрепляются на каретке супорта и перемещаются вместе с ней. Люнеты этого типа имеют обычно два кулачка, воспринимающие на себя вертикальную и радиальную реакции со стороны резца. Кулачки подвижного люнета располагаются не против резца, а несколько позади его, следуя по проточенной поверхности изделия.

Кроме обычных люнетов, кулачки которых поддерживают изделие непосредственно или через посредство сменных сухарей, применяются люнеты, снабженные кулачками с роликами или шарикопод-

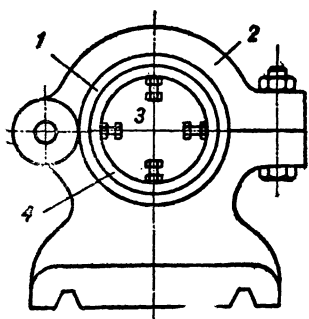


Рис. 91. Люнет для поддержки изделий некруглого профиля.

шипниками (рис. 90). Применение шарикоподшипников до минимума снижает трение между кулачками и изделием. Нижняя часть люнета 3 устанавливается на направляющих станины. Верхняя откидная часть 2 скрепляется с нижней откидным болтом 1.

Для использования неподвижного люнета при обточке или расточке изделий с еще необработанной поверхностью на изделии предварительно протачивают шейку, ширина которой немного больше ширины кулачка.

Люнет, изображенный на рис. 91, может служить для поддержки изделий квадратного, шестигранного или фигурного сечений. Внутри люнета имеется кольцо 1, которое может вращаться в корпусе люнета 2, как в подшипнике. Изделие зажимается и поддерживается перемещающимися болтами 3. Кольцо 4, в котором ввернуты болты, вращается вместе с кольцом 1.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ КЛАССА ВТУЛОК И ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПРУТКОВОГО МАТЕРИАЛА

подавляющее большинство специальных зажимных приспособлений, используемых на токарных и круглошлифовальных станках, связано с обработкой деталей класса втулок (втулки обычные и с фланцами, буксы, шестерни до нарезки зубцов, стаканы и пр.). В настоящей главе рассматриваются типовые конструкции оправок и патронов для мелких и средних деталей этого класса, а также патроны для зажима прутков.

16. Жесткие оправки

Жесткие оправки применяются для установки и закрепления изделий с гладкими и шлицевыми отверстиями, предварительно обработанными по 2—3-му классу точности. В практике используется несколько типов жестких оправок.

Конусные оправки. Оправки, показанные на рис. 92, используются для установки изделий с гладкими цилиндрическими отверстиями. Конусность обычно берется около 1/2000 (в пределах 1/1000 до 1/5000). Чем точнее отверстие и выше качество поверхности, тем меньше может быть конусность, тем точнее оправка центрирует изделие.

Конусность определяется по формуле

$$K = \frac{D_1 - D_2}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha, \quad (7)$$

где K — конусность;

D_1 — больший диаметр конусной части;

D_2 — меньший диаметр;

l — длина конусной части;

α — угол наклона, равный половине угла при вершине конуса.

При $K = 1/2000$ угол наклона $\alpha \approx 3,5'$.

Изделия удерживаются силой трения. При легких работах заклинивание изделия можно получить ударом левого торца оправки о деревянную подкладку. Конусные оправки хорошо центрируют. Основным их недостаток в том, что при изготовлении партии деталей последние меняют свое положение вдоль оси. Непостоянство положения (рис. 92, а) объясняется колебанием диаметра отверстия в пределах допуска,

а также колебанием силы запрессовки. По этой причине конусные оправки не пригодны для работы на настроенных станках по упорам. При очень длинных отверстиях и большой конусности центрирование

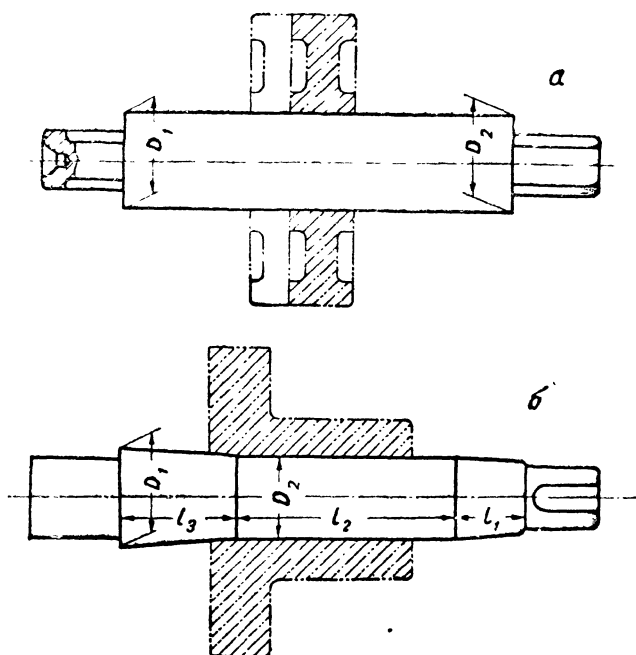


Рис. 92. Конусные оправки.

также становится ненадежным. Диаметр D_2 конусной части оправки берется несколько меньше минимального предельного диаметра отверстия.

Для отверстий большого диаметра применяются сварные оправки облегченной конструкции (рис. 93). Здесь лыска под хомутик заменена поводком в виде штифта 1, запрессованного в оправку. Наличие постоянного поводка сокращает время на установку оправки. Конусные оправки обычно используются для легких работ (чистовая обточка, шлифовка).

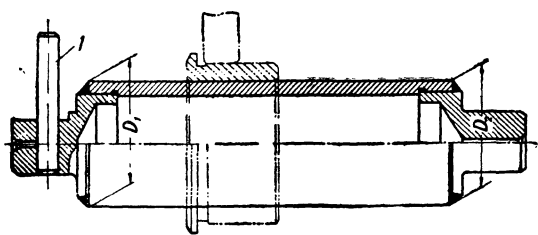


Рис. 93. Сварная конусная оправка.

Цилиндрические оправки для свободной установки изделий. Эти оправки имеют буртик и затяжную гайку (рис. 94). Изделия надеваются на оправку свободно и удерживаются от проворачивания моментом трения, возникающим на торцах в результате осевого зажима. При необработанных торцах необходимо применять сферические шайбы. Шайба 2 быстросменная с прорезью. Гайка 3 имеет размер A меньше диаметра

отверстия D , что позволяет устанавливать очередную деталь, не свинчивая гайки. Буртик обеспечивает постоянство положения изделия относительно оправки.

Рабочая часть оправки (диаметр D) делается по посадке скольжения 2-го класса точности, а для отверстий, изготовленных в системе вала, диаметр рабочей части должен соответствовать проходной стороне калибра отверстия. Недостаток оправок — неточность центрирования, обуславливаемая влиянием зазора в сопряжении. Допустим, например, что базовое отверстие изделия выполнено в системе отверстия по 2-му классу точности и имеет размер $D = 40^{+0,027}_{-0,017}$ мм. Оправка сделана по посадке С и имеет размер $D = 40^{-0,017}$.

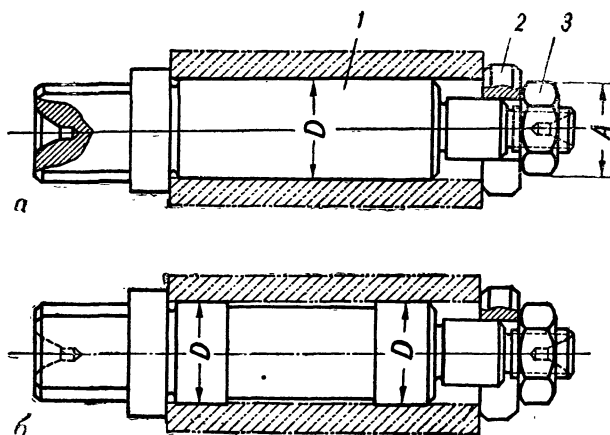


Рис. 94. Цилиндрические оправки для свободной установки изделий.

Максимальный зазор $s_{\max} = 0,044$ мм. Эксцентриситет (снос центров) $e = \frac{s_{\max}}{2} = 0,022$. Так как биение равно удвоенному эксцентриситету, то максимальное биение наружного диаметра обработанной втулки относительно отверстия будет:

$$2e = s_{\max} = 0,044 \text{ мм.}$$

Цилиндрические оправки с посадкой скольжения могут применяться для изделий, допуск на биение которых больше суммы допусков на диаметры базового отверстия и оправки (больше $s_{\max}$) плюс допуск на биение самой оправки.¹

Для длинных втулок применяются оправки с выточкой (рис. 94, б). Выточка облегчает насадку и сьем втулок и упрощает изготовление

¹ При необходимости обработки на цилиндрических оправках особо точных деталей (допуск на биение которых меньше суммы допусков на диаметры базового отверстия и оправки) применяется метод сортировки деталей внутри поля допуска на изготовление отверстия с последующим подбором соответствующего диаметра оправки.

оправок. У коротких изделий (диски) требуется весьма точное исполнение торцевых поверхностей, которые в этом случае наряду с отверстием играют роль основной базы.

На рис. 95 показана цилиндрическая оправка для ступенчатого отверстия. Наличие скользящей втулки 1 вводит дополнительный зазор и снижает точность центрирования.

Втулки и другие тонкостенные детали, подвергнутые термической обработке, имеют деформированные отверстия, окарины и прочие де-

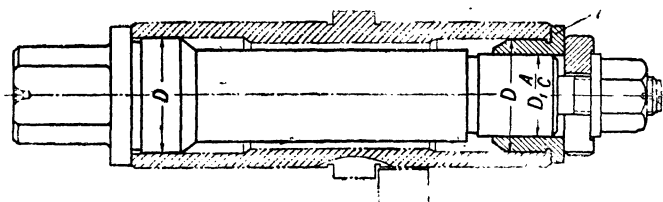


Рис. 95. Сборная оправка для ступенчатого отверстия.

фекты. Это затрудняет шлифовку наружного диаметра на обычных цилиндрических оправках, после которой детали оказываются эллипсными и попадают в брак. На рис. 96 показана оправка, на которой центрирование таких деталей осуществляется посредством конусов 3 и 4 с тремя гранями, а зажим производится по торцам. Сцентрированное изделие при затяжке гайки 5 зажимается между сферическими шайбами 1 и 2. Применение сферических шайб дает возможность обраба-

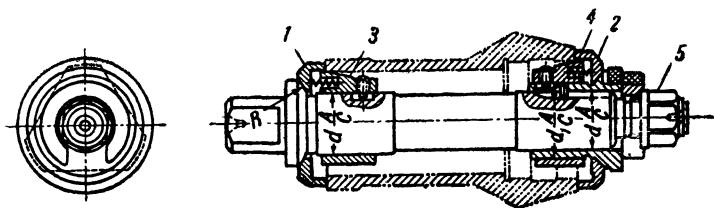


Рис. 96. Оправка с центрирующими конусами.

тываемой детали свободно устанавливаться на конусах 3 и 4 даже при наличии некоторой непараллельности торцев. Вообще же для точного центрирования на конусах торцы должны быть подрезаны строго перпендикулярно к оси.

Цилиндрические оправки для изделий, устанавливаемых под прессом. Оправки для прессовой посадки изделий (рис. 97) позволяют наряду с наружными поверхностями обрабатывать один или оба торца и широко используются на многорезцовых токарных станках. Для более удобного и быстрого надевания деталей на оправках предусмотрена направляющая часть 1. Длина направляющей части берется равной $\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}$ длины отверстия. Между рабочей и направляющей частью имеется выемка для выхода резца при подрезке торцев. Диаметр рабочей части оправки выполняется по прессовой, а направляющей части —

по легкоходовой посадке 2-го класса точности.¹ Для отверстий, изготовленных по системе вала, допуски на диаметры оправок подбираются такими, чтобы и в этом случае обеспечить те же посадки, т. е. пресовую на рабочем участке и легкоходовую на направляющем участке

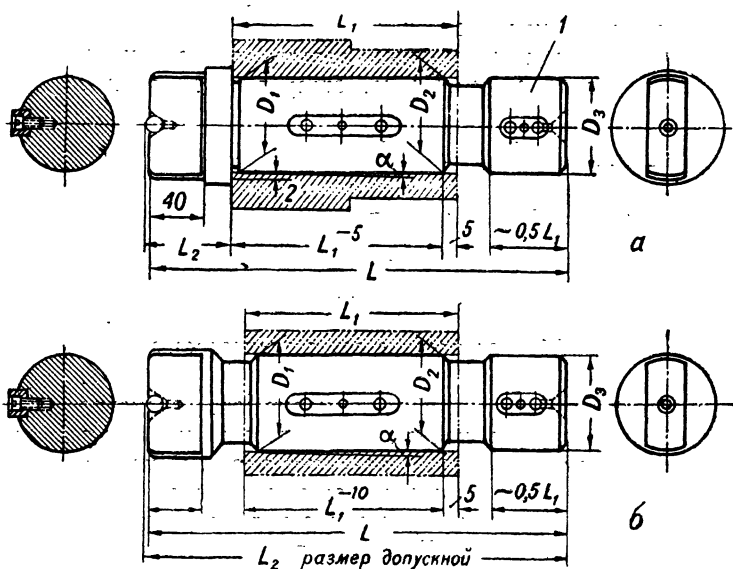


Рис. 97. Оправки для изделий, устанавливаемых под прессом.

оправки. Диаметр рабочей части оправки для этого случая определяется по формуле:

$$D = D_{\min} + \frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \quad (8)$$

где D — диаметр рабочей части оправки;

$D_{\min}$ — наименьший предельный размер диаметра отверстия изделия;
 Δ_1 и Δ_2 — нижнее и верхнее отклонения неосновного вала прессовой посадки 2-го класса точности.

Справедливость этой формулы легко видеть из графического построения допусков (рис. 98), где размер $D_{\min}$ рассматривается как номинальный размер сопряжения по прессовой посадке в системе отверстия 2-го класса точности, а нулевая линия служит началом отсчета отклонений от этого номинального размера. Так как допуск основного отверстия 2-го класса точности равен 1,5 ЕД, а допуск неосновного отверстия для таких посадок как Пр, Г, Т, Н, П, С, Д также равен 1,5 ЕД, то сопряжение отверстий, изготовленных по этим посадкам, с оправками,

¹ Прессовые посадки возможны для массивных деталей, для которых не опасны большие напряжения, возникающие при запрессовке. В ряде случаев оправки с буртиками и шпонкой могут выполняться по тугой посадке, если осевые силы резания направлены в сторону буртика. Вообще же применение прессовых посадок объясняется не только желанием придать большую устойчивость обрабатываемой детали, но и тем, что при интенсивной эксплуатации установочные поверхности оправок быстро изнашиваются и применением прес-совых посадок предусматривается некоторый запас натяга на износ.

рассчитанными по вышеприведенной формуле, будет точно соответствовать прессовой посадке. В случае отверстий, изготовленных по посадкам Гр, Х, Л, Ш, для которых допуск неосновного отверстия больше чем 1,5 ЕД (от 2 до 3 ЕД), сопряжение при обеспеченном максимальном натяге прессовой посадки дает несколько уменьшенный минимальный натяг.

Диаметр направляющей части оправки определяется по формуле:

$$D_3 = D_{\min}^{+\Delta_6, +\Delta_5}, \quad (9)$$

где D_3 — диаметр направляющей части оправки;

$D_{\min}$ — наименьший предельный размер диаметра отверстия изделия;
 Δ_5, Δ_6 — нижнее и верхнее отклонения неосновного вала легкоходовой посадки 2-го класса точности.

Пример. Рассчитать оправку, обеспечивающую прессовую посадку 2-го класса точности для изделия, отверстие которого выполнено по посадке движения. Номинальный диаметр 40 мм.

$$D = D_{\min}^{+\Delta_2, +\Delta_1} = 40,01^{+0,052, +0,035} = 40^{+0,062, +0,045}$$

$$D_3 = D_{\min}^{+\Delta_6, +\Delta_5} = 40,01^{-0,050, -0,085} = 40^{-0,040, -0,075}$$

Для заготовок с длинными отверстиями, имеющими отношение длины к диаметру больше единицы, рабочая часть оправок изготавливается слегка на конус, что облегчает запрессовку обрабатываемой детали. Для изделий с отверстиями, изготовленными по системе отверстия, отклонения размера большого диаметра конуса D_1 берутся по посадке Пр, отклонения меньшего диаметра конуса D_2 — по посадке С, а отклонения диаметра направляющей части D_3 — по посадке Л 2-го класса точности. Для заготовок с отверстиями, изготовленными по системе вала, предельные размеры диаметров D_1, D_2, D_3 определяются из тех же соображений, какие были изложены выше:

$$D_1 = D_{\min}^{+\Delta_2, +\Delta_1}, \quad (10)$$

где D_1 — больший диаметр конуса;

Δ_1, Δ_2 — нижнее и верхнее отклонения диаметра неосновного вала посадки Пр.

$$D_2 = D_{\min}^{+\Delta_4, +\Delta_3}, \quad (11)$$

где D_2 — меньший диаметр конуса;

Δ_3, Δ_4 — нижнее и верхнее отклонения диаметра неосновного вала посадки С.

$$D_3 = D_{\min}^{+\Delta_6, +\Delta_5},$$

где D_3 — диаметр направляющей части оправки;

Δ_5, Δ_6 — нижнее и верхнее отклонения диаметра неосновного вала посадки Л.

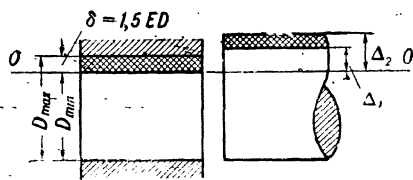


Рис. 98. Допуски на диаметры оправки и изделия.

Во всех формулах $D_{\min}$ — наименьший предельный размер диаметра отверстия изделия.

Пример. Рассчитать оправку для отверстия большой длины, изготовленного по плотной посадке 2-го класса точности Номинальный диаметр 60 мм. Отношение $L_1 : D = 1,5$.

$$D_1 = D_{\min}^{+\Delta_3}_{+\Delta_1} = 59,99^{+0,065}_{+0,045} = 60^{+0,055}_{+0,035};$$

$$D_2 = D_{\min}^{-\Delta_1}_{-\Delta_3} = 59,99^{-0,02}_{-0,01} = 60^{-0,03}_{-0,01};$$

$$D_3 = D_{\min}^{+\Delta_3}_{+\Delta_5} = 59,99^{-0,065}_{-0,105} = 60^{-0,075}_{-0,115};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_1 - D_2}{2L_1} = \frac{60,055 - 59,99}{2 \cdot 90} = 0,00035,$$

откуда $\alpha \simeq 1'10''$.

При определении угла наклона в формулу подставляются или оба наибольших, или оба наименьших предельных значения D_1 и D_2 .

Шлицевые оправки. Шлицевые или многошпоночные оправки (рис. 99) применяются для обработки деталей со шлицевыми отверстиями. Центрирование шлицевого вала с отверстием втулки (рис. 100) производится либо по наружной поверхности (по диаметру D), либо по внутренней (по диаметру d). При центрировании по наружному диаметру

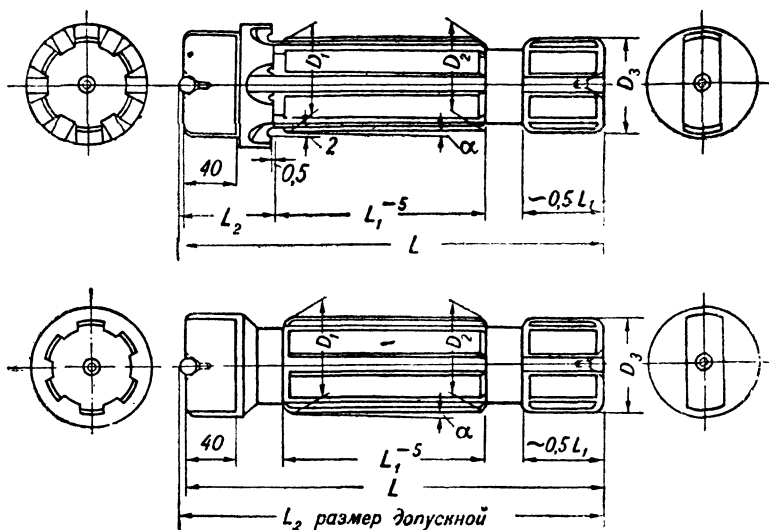


Рис. 99. Шлицевые оправки.

поверхность сопряжения у вала (оправки) с большой точностью получают круглой шлифовкой, а поверхность сопряжения у втулки (изделия) — протяжкой. Центрирование по наружному диаметру обычно применяется в массовом производстве (автомобильная и тракторная про-

мышленность). Многошпоночные оправки для шлицевых отверстий с центрированием по наружному диаметру рассчитываются так же, как и одношпоночные. Для коротких отверстий они делаются цилиндрическими, для длинных — слегка на конус.

При центрировании по внутреннему диаметру поверхность сопряжения у втулки (изделия) с большой точностью получают внутренней шлифовкой; поверхность сопряжения у вала (оправки) после нарезки червячной фрезой подвергают продольной шлифовке вдоль оси, одновременно шлифуя и боковые плоскости шпонок. Центрирование по внутреннему диаметру широко применяется в станкостроении.

Для шлицевых оправок с центрированием по внутреннему диаметру ЭНИМС рекомендует назначать посадки, приведенные в табл. 6.

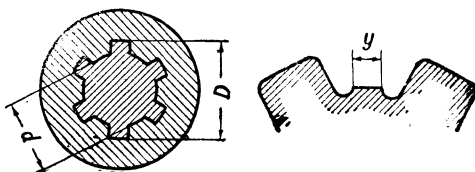


Рис. 100. Разрез шлицевого соединения.

Посадки сопряжения шлицевой оправки с изделием
(по данным ЭНИМС)

Место посадки	Рабочая часть оправки	Направляющая часть оправки
Внутренний диаметр оправки (центрирующий)	Т тугая ОСТ 1012	Л (легкоходовая) ОСТ 1012
Наружный диаметр оправки (наружный диаметр шлиц)	Л ₄ (легкоходовая) ОСТ 1014	Л ₄ (легкоходовая) ОСТ 1014
Ширина шлиц	П (плотная) ОСТ 1012	Х (ходовая) ОСТ 1012

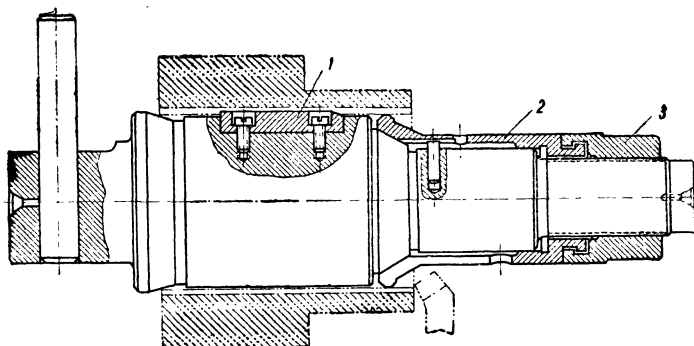


Рис. 101. Оправка с цангой для шлицевых отверстий.

На рис. 101 показана оправка для шлицевого отверстия с внутренним центрированием, на которую изделие не запрессовывается, а уста-

навливается свободно. Центрирование осуществляется конической поверхностью оправки и цангой 4, приводимой в действие гайкой 3. Оправка снабжена шпонкой 1, входящей в один из пазов изделия и передающей ему крутящий момент. Аналогичная конструкция может быть применена и для центрирования по внешнему диаметру шлицевого отверстия. В этом случае цанга 2 должна иметь шлицевой профиль.

Многоместные оправки. Для одновременной обработки нескольких изделий применяются многоместные оправки. При конструировании многоместных оправок необходимо помнить, что при малых отверстиях и больших наружных диаметрах обработки оправка может оказаться недостаточно жесткой и не обеспечит точной работы. Кроме того, если допуски на линейные размеры обрабатываемых деталей велики, то при установке большого числа изделий их положение на оси оправки будет неопределенным, что затруднит работу на настроенных станках. Торцы изделий перед установкой необходимо точно подрезать; в противном

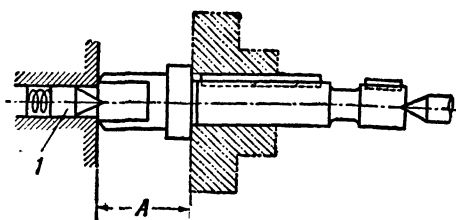


Рис. 102. Схема установки оправки до упора:
1 — плавающий центр.

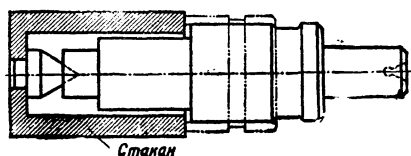


Рис. 103. Стакан с центром для точной установки обрабатываемой детали на оправку.

случае при осевой затяжке возникнут поперечные силы, изгибающие оправку. При необработанных торцах между ними устанавливают специальные шайбы.

Установка изделий вдоль оси. Оправки с буртиками определяют положение изделия вдоль оси и позволяют работать на настроенных станках. В тех случаях, когда работу ведут одновременно на двух оправках, совмещая машинное время обработки на одной с вспомогательным временем запрессовки очередной детали на другую оправку, необходимо, чтобы опорные буртики парных оправок при установке занимали одно и то же положение относительно станка. Так как глубина зацентровки может быть различной, то при конструировании таких оправок назначается допуск на расстояние L_2 (рис. 97 и 99). При использовании плавающего центра (рис. 102) допуск назначается на размер A . Допуски берут равными 0,3—0,5 от линейных допусков обрабатываемой детали. Иногда взаимозаменяемость достигается тем, что одновременно изготавливают комплект оправок, причем опорные площадки буртиков шлифуют, не смещая стола шлифовального станка.

При запрессовке изделий на оправки без буртиков применяют специальные стаканы с центром на дне (рис. 103). Применение стакана обеспечивает постоянство положения изделий на станке независимо от глубины зацентровки.

Центровые гнезда оправок изготавливают с предохранительным конусом и после закалки тщательно очищают от окалины и грязи (прити-

рают): После притирки оправки шлифуют до окончательного размера. Для оправок с хвостовиками прямоугольного профиля применяются поводковые планшайбы со скобой (рис. 84). Материалами для оправок служат конструкционные стали, допускающие цементацию с последующей закалкой, и инструментальные стали.

17. Цанговые оправки

Цанговые оправки служат для центрирования и зажима изделий по обработанному отверстию.

В конструкцию любой цанговой оправки в качестве основных элементов входит цанга (пружинящая втулка) и разжимной конус. На

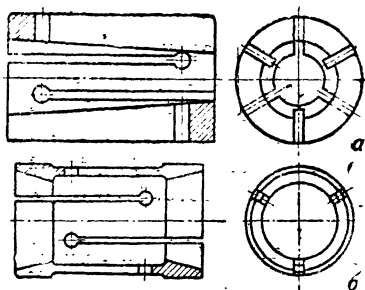


Рис. 104. Цанги в двухсторонними прорезями.

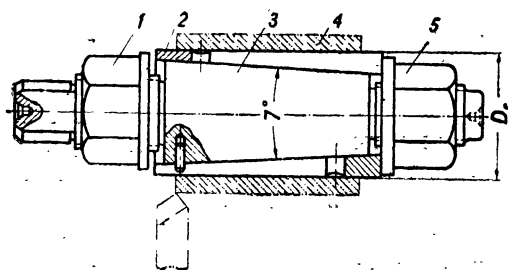


Рис. 105. Зажим изделия на цанговой оправке.
1 — отжимная гайка; 2 — цанга; 3 — разжимной конус;
4 — обрабатываемая деталь; 5 — затяжная гайка.

рис. 104 показаны две типичные цанги. Цанга б, имеющая два внутренних конуса, разжимается с двух сторон. Пружинящее свойство цанг обеспечивается продольными прорезями, по три с каждой стороны, расположенными в шахматном порядке. Каждая прорезь обычно заходит за середину длины цанги и заканчивается отверстием, просверленным перпендикулярно оси. Под действием одного или двух разжимных конусов цанга расширяется, центрирует обрабатываемую деталь и удерживает ее от проворачивания силами трения (рис. 105).

Помимо этих двух типов, широко применяются цанги с односторонними прорезями. Иногда такие прорези делают непосредственно в корпусе оправки, придавая ему пружинящее свойство. Прорезей делают три, четыре и больше.

Конус, разжимающий цангу, можно рассматривать как круглый клин, а сопряжение цанги с разжимным конусом — как клиновое соединение. Соединение цанги с разжимным конусом (клином) при известных условиях может оказаться самотормозящим и для освобождения обработанной детали потребуется сила выталкивать конус из конусного гнезда цанги.

Силы зажима и самоторможение в цанговых оправках. Из прикладной механики известно, что если тело 1 (рис. 106) под действием силы Q перемещается на плоскости 2, то благодаря наличию силы трения F полная реакция R плоскости 2 на ползун 1 отклоняется от

направления нормали навстречу движению на некоторый угол φ , называемый углом трения.

Из рис. 106 имеем:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{F}{N}.$$

Так как коэффициент трения скольжения, по закону Кулона, выражается формулой

$$f = \frac{F}{N},$$

то

$$\operatorname{tg} \varphi = f. \quad (12)$$

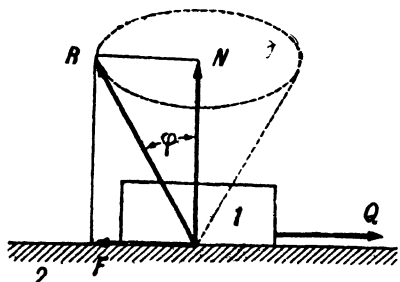


Рис. 106. Отклонение полной реакции на угол трения.

Для простоты предположим, что пружинящая часть оправки разрезана по оси в плоскости, перпендикулярной чертежу, и состоит из двух половинок (двух секторов).

Сила Q , приложенная к разжимному конусу I , вызывает поперечные силы, расширяющие цангу и зажимающие деталь. Силе Q со стороны

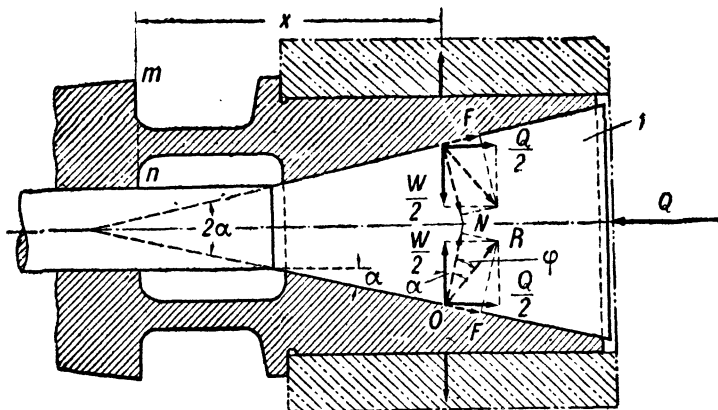


Рис. 107. Силы, возникающие при зажиме изделия на цанговой оправке.

каждого сектора (полуконуса) цанги противодействует нормальная реакция N и сила трения F . Заменяя их полной реакцией R , образующей с нормалью угол трения φ и разлагая ее на горизонтальную и вертикальную составляющие, получим систему горизонтальных и вертикальных сил. Силы $\frac{W}{2}$ взаимно уравниваются. Внешняя сила Q уравнивается двумя выталкивающими силами, каждая из которых равняется $\frac{Q}{2}$.

Из треугольника $\frac{W}{2}$ OR находим:

$$\frac{Q}{2} = \frac{W}{2} \operatorname{tg} (\alpha + \varphi),$$

откуда

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg} (\alpha + \varphi)}, \quad (13)$$

где Q — сила тяги, приложенная к конусу;

W — сила зажима;

α — угол наклона;

φ — угол трения.

Сила зажима одним сектором в общем случае будет:

$$W_0 = \frac{W}{n},$$

где n — число секторов.

Из формулы (13) видно, что при обычных углах трения ($5-6^\circ$) и малых углах наклона сила зажима будет значительно больше силы тяги, приложенной к разжимному конусу.

Рассматривая каждый из секторов разрезанной оправки как балку, заделанную одним концом (в сечении mn), можно заметить, что обрабатываемая деталь будет зажиматься силой несколько меньшей W . Часть силы W расходуется на изгиб „балок“, а в случае насадной цанги с двухсторонними прорезями — на преодоление ее упругости. Чем больше зазор между цангой и изделием, больше площадь сечения mn и чем меньше плечо x , тем большая доля силы W тратится на деформацию цанги.

Для выяснения условий самоторможения (заклинивания) допустим, что мы сняли с зажимного конуса внешнюю силу Q . Тогда на каждый полуконус будут действовать только две силы — реакция N и сила трения F (рис. 108). Так как при любом угле наклона реакция всегда стремится вытолкнуть конус из конусного отверстия, то в этом случае сила трения будет направлена в обратную сторону. Определим выражение для выталкивающей силы. Из параллелограмма, построенного на силах N и F , находим полную реакцию R . Разлагая ее на вертикальную и горизонтальную составляющие, получим:

$$\frac{Q}{2} = \frac{W}{2} \operatorname{tg} (\alpha - \varphi).$$

Полная выталкивающая сила Q для всего конуса будет:

$$Q = W \operatorname{tg} (\alpha - \varphi). \quad (14)$$

При $\alpha > \varphi$, $Q > 0$. Чтобы обеспечить зажим изделия, нужна постоянная внешняя сила, противодействующая силе выталкивающей.

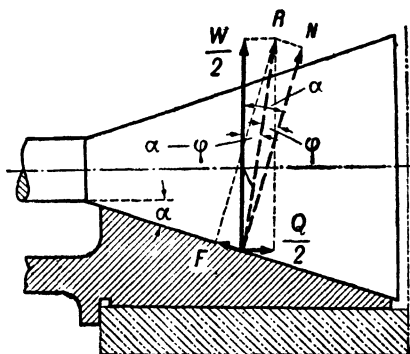


Рис. 108. Самоторможение в цанговой оправке.

При $\alpha < \varphi$, $Q < 0$. В этом случае изделие останется зажатым, если даже убрать внешнюю силу. Поэтому условие

$$\alpha \leq \varphi$$

называется условием самоторможения. Из рис. 108 видно, что самоторможение обеспечивается, если уравнивающие друг друга силы $\frac{W}{2}$ наклонены к нормальям не больше, чем на углы трения.

Для стальных шлифованных поверхностей коэффициент трения можно принять:

$$f = \operatorname{tg} \varphi = 0,1,$$

откуда

$$\varphi = 5^{\circ}43'29''.$$

Конусы с углами наклона меньше $5-6^{\circ}$ (угол при вершине конуса меньше $10-12^{\circ}$) будут самотормозящими.

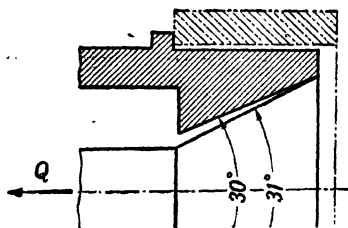


Рис. 109. Углы конуса в канг-овой оправке.

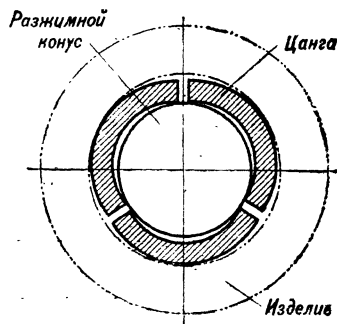


Рис. 110. Поперечное сечение канг-овой оправки после зажима.

Угол конуса обычно берут меньше 30° , стремясь придать оправке большую жесткость. Этот угол иногда доводят до 7° , вследствие чего неизбежно самоторможение. В конструкциях с малыми углами предусматриваются устройства для принудительного разжима.

Угол разжимного конуса иногда делают немного больше угла конуса канги. Например, при угле конуса канги в 30° (рис. 109) угол разжимного конуса берут 31° . Во время зажима угол зазора, равный 1° , уничтожается и разжимной конус лучше прилегает к конусному отверстию канги, обеспечивая более устойчивый зажим.

Существенный недостаток канговых механизмов в том, что они как в продольных, так и в поперечных сечениях не обеспечивают полного прилегания поверхностей. Полное прилегание сопряженных конусов возможно лишь в одном положении. При малейшем продольном перемещении зажимного конуса, неизбежном при наличии зазора между изделием и кангой, окружности больших его диаметров входят в соприкосновение с меньшими окружностями конусного отверстия канги и каждый ее сектор будет лежать лишь на двух точках зажимного конуса (рис. 110). Касание канги с отверстием изделия происходит по трем площадкам. Степень прилегания по образующим также зависит от величины зазора.

Канговые оправки применяются, главным образом, для зажима изделий с отверстиями, обработанными по 2—3-му классу точности. На-

ружный диаметр цанг изготовляют по посадке скольжения 2-го класса. Эластичные цанги допускают увеличение наружного диаметра до 0,5 — 0,7 мм. Однако при больших зазорах цанги не обеспечивают точного центрирования и вообще работают неудовлетворительно.

Цанги изготовляются как из цементуемых, так и из высокоуглеродистых сталей. Для тяжелых работ при частой эксплуатации применяют легированные стали — хромоникелевые, вольфрамовые и др. Для большей упругости и лучшего сопротивления износу цанги и зажимные конусы подвергаются закалке и шлифуются.

Разрезные оправки для мелких втулок. Эти оправки (рис. 111), устанавливаются в конусном гнезде шпинделя. Обрабатываемые детали

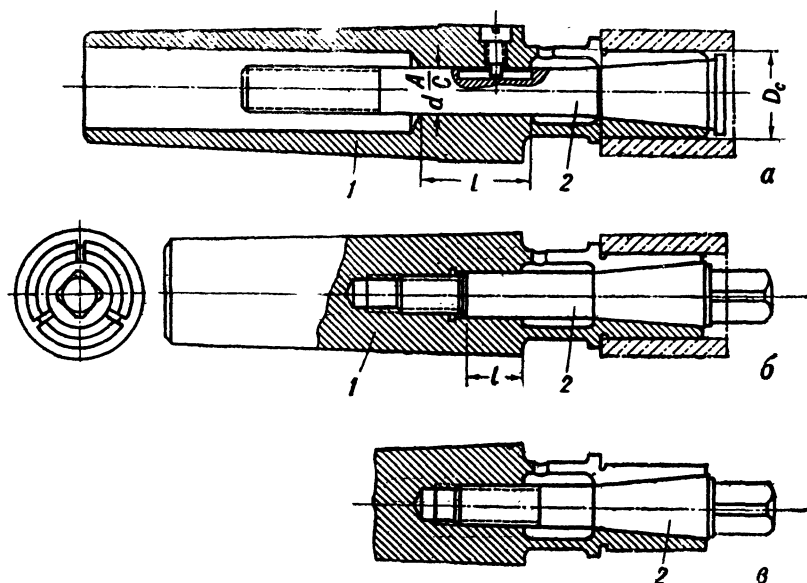


Рис. 111. Разрезные оправки для мелких втулок.

закрепляются на пружинящей части корпуса. В конструкции *а* разжимной конус 2 свинчивается с тягой, пропускаемой через шпиндель, и приводится в действие пневматическим или винтовым механизмом. В конструкции *б* зажим осуществляется спереди — при помощи ключа. Угол конуса около 10° (оправки самотормозящие).

Для правильного (концентричного) расширения оправки разжимной конус 2 должен быть точно сцентрирован в ее корпусе. В конструкциях *а* и *б* разжимной конус на участке *l* сопрягается с отверстием корпуса по посадке скольжения 2—3-го класса точности. Конструкция *в* оформлена неправильно, так как резьба не обеспечивает необходимую точность центрирования. Диаметр установочной поверхности оправок выполняется по посадке скольжения 2-го класса точности.

Оправки с цангами, имеющими односторонние прорези. На рис. 112, *а* цанга 2 навинчивается на корпус и центрируется направляющим пояском. В конструкции *б* цанга центрируется и закрепляется

в переходной планшайбе 1. Разжимной конус 3 затягивается рычажным механизмом. Угол конуса 30° (оправки несамотормозящие).

На рис. 113 показана оправка, в которой удачно разрешены две задачи—при длинной, хорошо пружинящей цанге обеспечена необходимая жесткость конструкции, так как участок зажима приближен к шпинделю. Цанга 1 перемещается под действием гайки 2.

Для оправок по рис. 111—113 характерно следующее:

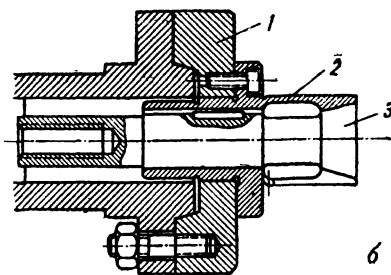
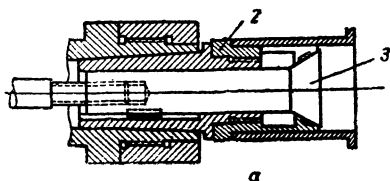


Рис. 112. Оправки с цангами, имеющими односторонние прорези.

1) все они применяются для закрепления сравнительно мелких изделий с обработанными отверстиями;

2) имеют буртики для осевой установки обрабатываемых деталей и поэтому позволяют производить точную подрезку торцев по упорам;

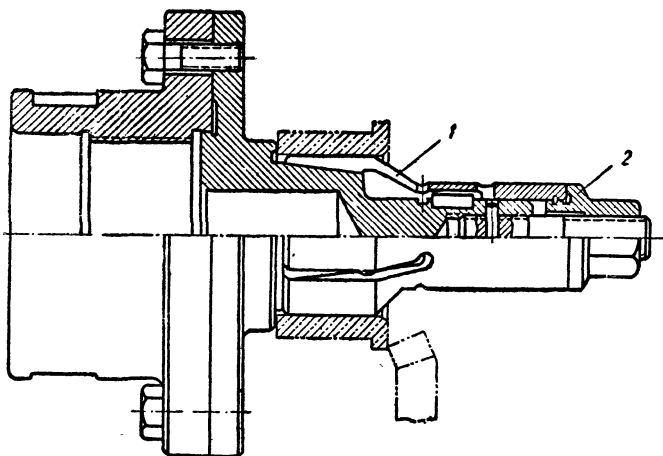


Рис. 113. Оправка жесткой конструкции.

3) все с односторонними прорезями; расширяются под действием хорошо сцентрированного разжимного конуса; диапазон расширения цанг до 0,5 мм;

4) обеспечивают точность обработки до 2-го класса.

Оправки с цангами в виде стаканов. В этих оправках (рис. 114) цанги 2 с двухсторонними прорезями имеют отверстие в днище и зажаты между буртиком и гайкой затяжных стержней 4. Такая конструкция обеспечивает принудительное стаскивание цанги. Применение поло-

гого самотормозящего конуса (угол конуса около 10°) объясняется стремлением сделать цангу эластичной, а корпус оправки 3 — массивным и жестким. Резьбовое кольцо 1 служит для выжима оправки из конуса шпинделя. В отличие от предыдущих конструкций здесь зажим осуществляется за счет передвижения цанги относительно разжимного конуса. При надвигании цанги на конус корпуса вместе с цангой перемещается и изделие. Поэтому подрезка торцев на настроенных станках в этих конструкциях исключается. При желании в оправках по рис. 114 можно предусмотреть упорные буртики. В этом случае перемещающаяся цанга 2 во время зажима будет преодолевать силы трения не только по разжимному конусу, но и по отверстию неподвижного изделия. Формула за-

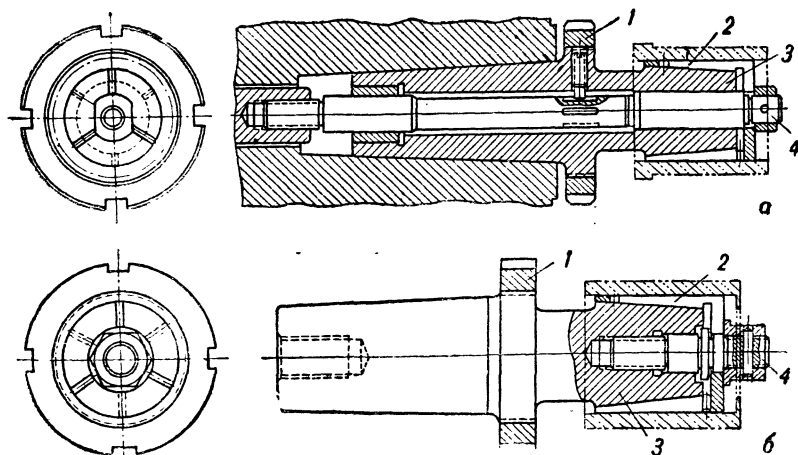


Рис. 114. Оправки с цангами в виде стаканов.

висимости между осевой силой Q и силой зажима W для этого случая будет:

$$Q = W [\operatorname{tg} (\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1], \quad (15)$$

где φ — угол трения между разжимным конусом и цангой,

φ_1 — угол трения между цангой и отверстием изделия.

Оправка с цангой, имеющей два в. утрених конуса. Оправка, показанная на рис. 115, имеет цангу с двумя конусами. С левого конца цанга разжимается конусным участком корпуса 1, справа — конусом разжимного стержня 2. Стержень затягивается с помощью пневматического или винтового механизма. По обоим конусам неизбежно самоторможение. Для принудительного разжима предусмотрены винты 3, неподвижно закрепленные в средней части цанги. Концы их проходят через овальные отверстия корпуса 1 и скользят в призматических пазах стержня. Если заедает левый конец цанги, левые стенки пазов стержня, движущегося вправо, увлекают за собой концы винтов и принудительно стягивают цангу с левого конуса. При заедании правого конца цанги последняя совместно с деталью и стержнем движется вправо до тех пор, пока винты не упрутся в правые стенки отверстий корпуса. После

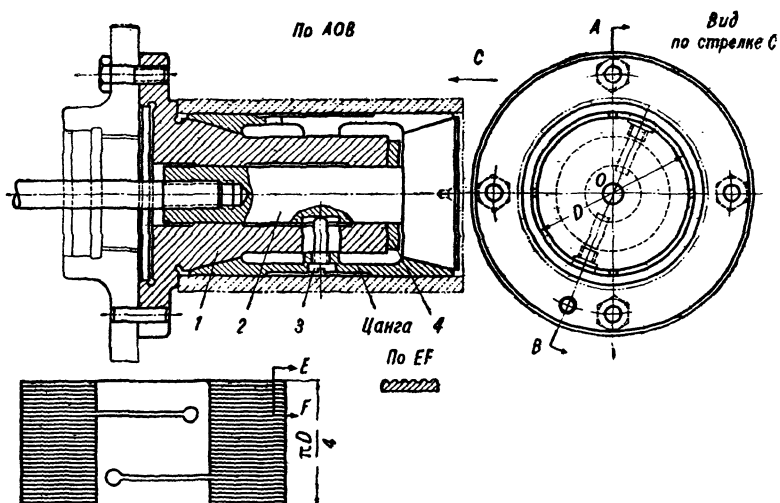


Рис. 115. Цанговая оправка с двухсторонним зажимом.

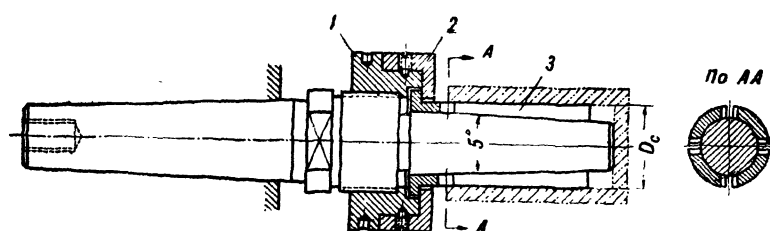


Рис. 116. Оправка для изделий с глухим отверстием.

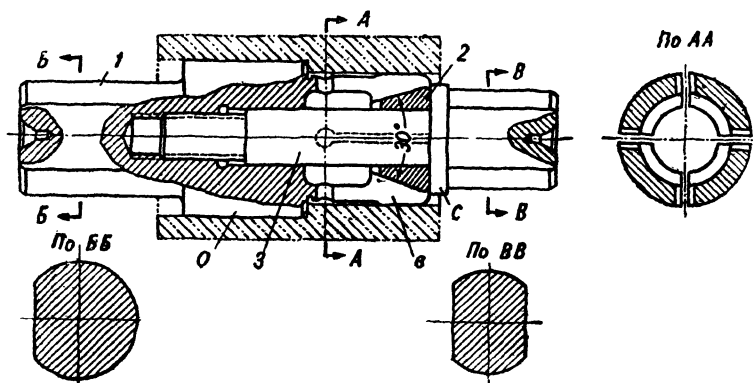


Рис. 117. Ступенчатая оправка.

этого цанга останавливается, а продолжающий движение стержень расклинится и освободит обрабатываемую деталь.

Кольцо 4 предохраняет цангу от излишнего расширения и служит одновременно для затяжки ее без изделия при шлифовании в сборке. Цанга имеет двухсторонние прорезы, расположенные в шахматном порядке. На поверхности цанги выполнена продольная нарезка, повышающая коэффициент сцепления ее с изделием. Оправка обеспечивает сильный двухсторонний зажим и пригодна для работ с большими режимами резания.

Аналогичная оправка может быть выполнена для установки в центрах.

Оправка для изделий с глухим отверстием. Здесь обрабатываемая деталь (рис. 116) упирается в конец оправки. Затяжка и разжим цанги 3 осуществляются гайкой 1 с посаженным на нее кольцом 2. Буртик цанги заложен в выемке между гайкой и кольцом, чем и обеспечивается ее

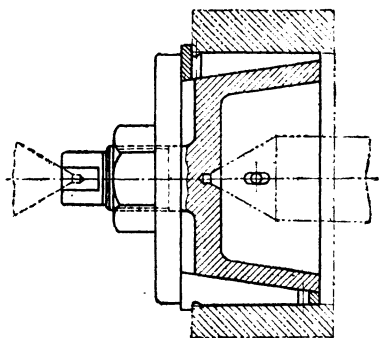


Рис. 118. Центровая оправка для крупных втулок.

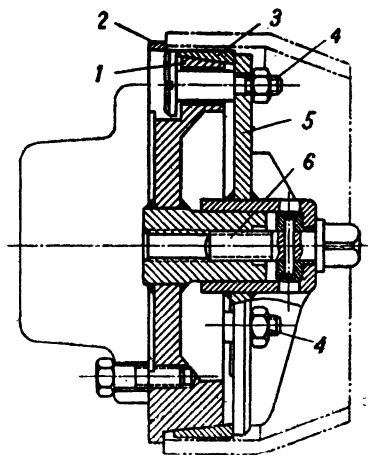


Рис. 119. Сварная оправка для зажима крупных тонкостенных изделий.

принудительное перемещение. Оправка может быть использована и для зажима изделий со сквозным отверстием.

Ступенчатая оправка. Для изделий со ступенчатым отверстием может быть использована оправка по типу, показанному на рис. 117. Изделие центрируется цилиндрической частью оправки и зажимается цангой. Подобный зажим длинных втулок допускается лишь при сравнительно легких режимах резания или для случаев, когда снятие стружки происходит над участком зажима.

Оправки большого диаметра. Обработка втулок с большим диаметром отверстия может выполняться на оправке, показанной на рис. 118.

На рис. 119 показана сварная конструкция оправки, используемая для обработки тонкостенных изделий с диаметром отверстия ≥ 200 мм. Зажимная тарелка 5 под действием болта 6 перемещает зажимное кольцо 3 с прорезью и натягивает его на конус корпуса 1. Чтобы кольцо хорошо пружинило, стенки его не должны быть толстыми. Кольцо равномерно зажимает изделие и одновременно прижимает его к упорам 2. Освобождение изделия после обработки производится болтами 4. Головки этих болтов заходят за пружинящее кольцо 3 и при

обратном вращении винта 6 стаскивают его с конуса корпуса. Корпус оправки центрируется и крепится болтами на переходной планшайбе. Чтобы обеспечить хорошую работу приспособления, конусы необходимо точно пригнать, а наружный диаметр зажимного кольца шлифовать после сборки.

18. Цанговые патроны для зажима прутков

В revolverных станках, полуавтоматах и автоматах, предназначенных для обработки пруткового материала, цанговые патроны (зажимные механизмы) являются неотъемлемой частью станка и используются для зажима прутков различного профиля.

Затяжка патронов обычно производится через шпиндель с помощью рычажно-клинового механизма или сжатым воздухом с помощью пневматической установки. В сравнении с кулачковыми патронами цанговые патроны имеют малые габариты, удобны в управлении, позволяют перезакреплять пруток, не останавливая станка, и требуют меньше времени на зажим. Все это обеспечило им широкое применение. Цанговые патроны делятся на три типа: с выдвижной цангой, с втягиваемой цангой и неподвижной цангой.

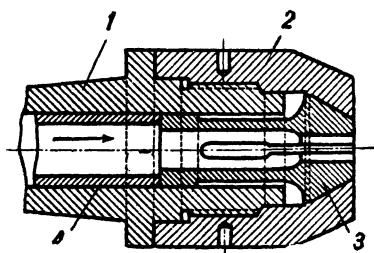


Рис. 120. Патрон с выдвижной цангой.

Патрон с выдвижной цангой. В патронах с выдвижной цангой (рис. 120) зажимной конус цанги 3 суживается к переднему концу шпинделя. В шпинделе 1 помещена зажимная труба 4, которая давит на цангу.

Зажим прутка осуществляется путем вдвигания цанги в конус упорной гайки 2.

К недостаткам патронов первого типа следует отнести:

1) пруток при перемещении вперед стремится увлечь цангу, которая при этом сжимается и может задерживать его подачу;

2) в процессе зажима цанга, захватив пруток, доведенный до упора, перемещается вперед, вследствие чего возникают большие силы, действующие на упор; ¹ деформация упора может отражаться на точности подачи материала;

3) осевые силы, например, при сверлении могут ослаблять зажим.

Несмотря на перечисленные недостатки, зажимные механизмы этого типа нашли широкое применение в станках.

Патроны с втягиваемой цангой. В этих патронах (рис. 121) зажимной конус направлен внутрь шпинделя. Под действием трубы 4, помещенной в шпинделе 1, цанга 3 втягивается и зажимает материал. В патроне б цанга центрируется непосредственно по конусу шпинделя (станки Питлер). Этим обеспечивается высокая точность центрирования. Недостаток конструкции в том, что при износе конуса необходимо заменять весь шпиндель. В патроне а (станки Герберт) цанга центри-

¹ Имеется в виду упор, устанавливаемый в revolverной головке.

руется по конусу насадного фланца 2, а в конструкции *в* — по конусу упорной гайки. Точность центрирования в этом случае зависит от точности и плотности посадки фланца и гайки на шпиндель. При износе конуса заменяют фланец или гайку.

Общий недостаток патронов второго типа в том, что материал, поданный до упора, зажимается путем втягивания цанги в шпиндель.

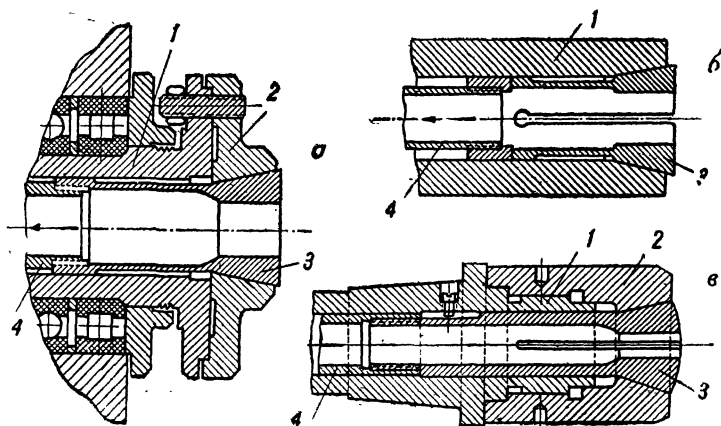


Рис. 121. Патроны с втягиваемой цангой.

При этом цанга, захватив пруток, оттягивает его от упора назад, нарушая точность подачи. Патроны второго типа широко используются на многшпиндельных автоматах.

Патрон с неподвижной цангой. На рис. 122 показан патрон с неподвижной цангой. Для предотвращения осевого смещения цанги 3 на переднем конце шпинделя 1 предусмотрена упорная гайка 2. При зажиме прутка на цангу действует конусная гильза 4. Под действием гильзы цанга сжимается, не имея осевых перемещений. Недостаток конструкции в том, что она сложна. Чтобы выдержать допуск на биение изделия, требуется повышенная точность в сопряжении цанги с гильзой и гильзы со шпинделем. Кроме того, конструкция требует больших габаритов шпинделя и поэтому применяется преимущественно на одношпиндельных автоматах.

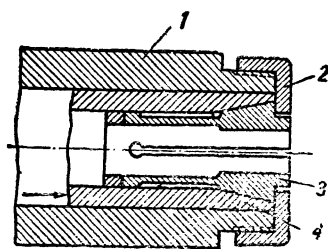


Рис. 122. Патрон с неподвижной цангой.

Углы конуса. Углы конуса в цанговых патронах берут несомоторно. Цанги изготовляют с углом 30° . Угол же конуса упорной гайки (фланца) принимают в 31° для цанг первого типа и 29° для цанг второго типа (рис. 123). Разница углов объясняется тем, что в процессе зажима сектора цанги испытывают поперечную деформацию (изгибаются как балки, заделанные одним концом) — в результате после зажима обеспечивается плотное прилегание конусов и более надежное центрирование. В зависимости от профиля прутка отверстие в цангах

может быть круглым, квадратным или шестигранным. Для каждого патрона применяется набор сменных цанг, обеспечивающих определенный диапазон диаметров зажима. Целесообразно иметь постоянную цангу с набором сменных вкладышей.

Цанга со сменными вкладышами. Цанга 5 (рис. 124) сжимается упорной гайкой 2, навинченной на шпindelь 1 (револьверный станок 136

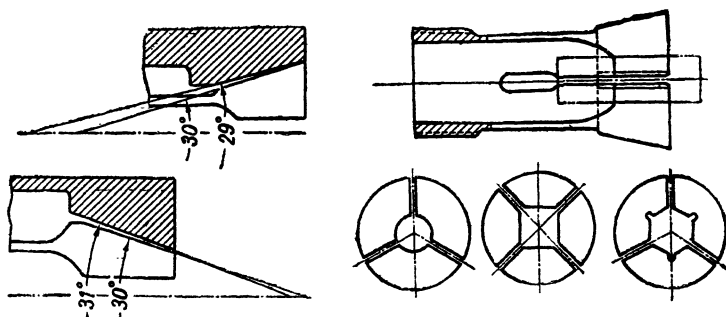


Рис. 123. Углы и профиль цанг.

завода им. Серго Орджоникидзе). В цангу вставлены вкладыши 4 (три штуки), каждый из которых укрепляется в цанге винтом 3. Вкладыши представляют собой стальное закаленное кольцо, точно отшлифованное и разрезанное на три части. Наружный диаметр кольца B одинаков для всех комплектов вкладышей, а внутренний диаметр d соответствует

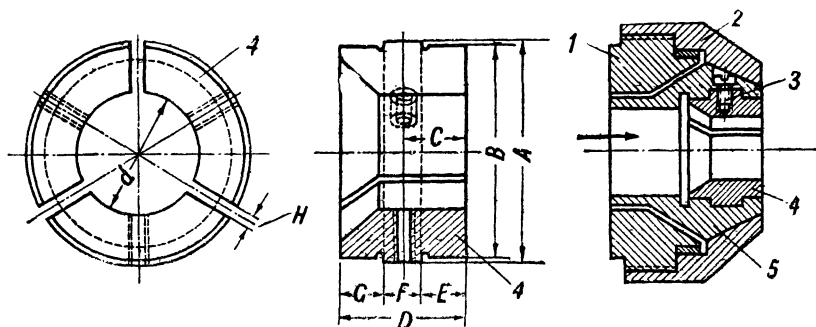


Рис. 124. Сменные вкладыши для зажима прутков круглого профиля.

диаметру зажимаемого прутка. Так, например, для зажима круглых прутков применяется шесть комплектов вкладышей, у которых $B=78$ мм, а внутренний диаметр $d=42; 45; 48; 52; 60$ мм. Аналогичные вкладыши применяются для прутков квадратного и шестигранного профилей.

Цанговые патроны с затяжкой через шпindelь Цанговые патроны с механизмом затяжки через шпindelь показаны на рис. 125. Зажимная муфта 4, свободно сидящая на шпинделе станка, с помощью рычага перемещается справа налево и раздвигает рычажки, имеющие на конце вращающиеся ролики. В конструкции а (патрон первого типа) оси рычагов установлены в корпусе 3, навинченном на конец шпинделя. При повороте

рычажки своими короткими плечами перемещают закаленную стальную втулку 2, трубу 5, цангу 6 и осуществляют зажим прутка 7. Труба и цанга работают на сжатие.

Сила нажима рычажков зависит от того, насколько велик зазор между их нажимающими концами и втулкой 2 до начала зажима. Чем меньше зазор, тем сильнее получается нажим. Величину зазора можно регулировать поворотом корпуса—гайки 3. Регулировкой обеспечивается нормальный зажим прутка. Ролики рычажков во время зажима должны подниматься по закругленной части муфты и располагаться на ее цилиндрическом участке. При таком положении роликов исключается возможность самоотжима материала в процессе работы. В револьверных станках муфта 4 перемещается вручную с помощью рукоятки (на чертеже не показана). В автоматах—механически, от кулачков.¹

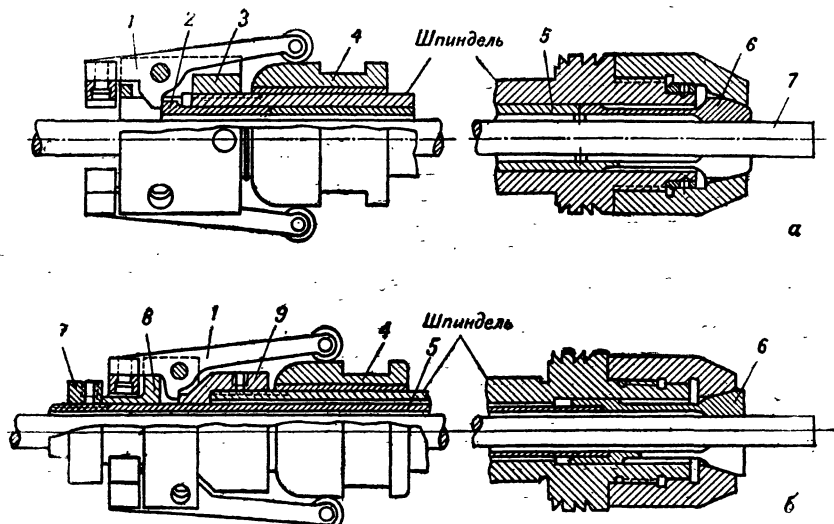


Рис. 125. Цанговые патроны с затяжкой через шпиндель.

В конструкции б (патрон второго типа) на шпиндель навернута упорная гайка 9, а на зажимную трубу 5 — гайка 7. Под действием муфты 4 рычаги поворачиваются вокруг своих осей, коротким плечом упираются в гайку 9 и перемещают корпус 8, гайку 7, зажимную трубу 5 и цангу 6 справа налево, осуществляя зажим. Сила зажима регулируется поворотом гайки 7. Зажимная труба и цанга в этом патроне работают на растяжение.

Сила зажима и потребная осевая сила в цанговом патроне зависят от выбранного режима резания. При одновременной работе несколькими инструментами подсчитывается сумма моментов сил резания, стремящихся провернуть прутки, и сумма осевых составляющих сил резания, стре-

¹ Как в револьверных станках, так и в токарных автоматах действие механизма зажима согласовано с работой механизма подачи прутка. Механизм подачи прутка здесь не рассматривается.

мящихся сдвинуть пруток вдоль оси. Суммарная нормальная сила, необходимая для зажима, определяется по формуле:

$$W = \frac{1}{\mu} \sqrt{\left(\frac{2M}{D}\right)^2 + P_x^2}, \quad (16)$$

где M — суммарный момент сил резания;

P_x — суммарная осевая сила;

D — диаметр зажима;

μ — коэффициент сцепления (значения μ приведены на стр. 32).

Для цанг первого типа потребная осевая сила на цанге определяется по формуле:

$$Q = W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + (0,3 \div 1) W \mu. \quad (17)$$

Коэффициент при $W\mu$ выбирается в зависимости от жесткости упора. Для весьма жестких упоров коэффициент близок к единице.

Для цанг второго типа (рис. 126) по формуле (13):

$$Q = W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi).$$

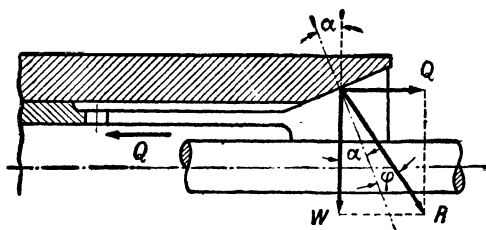


Рис. 126. Силы зажима в цанговом патроне.

Зная осевую силу Q , легко найти силу включения, т. е. силу, которую необходимо приложить к муфте 4 (рис. 125), чтобы развести рычажки 1, а также рассчитать на прочность

все звенья зажимного механизма — цангу, зажимную трубу, рычажки.¹

Нормальная сила зажима W , осевая сила и сила включения определяются из условия зажима прутка с минимальным предельным диаметром. При зажиме прутков того же номинального размера, но с максимальным предельным диаметром неизбежно увеличение сил, действующих в механизме, что легко видеть из анализа работы механизма по рис. 125. Наиболее слабые звенья механизма, рассчитанные для нормальных сил зажима при перегрузке, могут выходить из строя (обрыв цанг, разрыв труб на участке резьбового соединения с цангами и т. д.).

Для предотвращения поломок, особенно в механизмах зажима с управлением от кулачков (автоматы), вводят специальное звено (компенсатор), допускающее значительные деформации и превращающее весь зажимной механизм в упругую систему, способную приспособливаться к колебаниям диаметра прутка в пределах допуска. В конструкциях по рис. 125 роль компенсатора выполняют рычажки 1. В других конструкциях вводятся специальные компенсаторы (компенсаторные пружины).

Цанговые патроны с затяжкой на переднем концевом шпинделе. В рассмотренной выше конструкции зажимного механизма часть отверстия в шпинделе занята трубой 5, вследствие чего уменьшаются диаметры прутков, которые можно обрабатывать на данном станке. Поэтому не-

¹ Расчеты цанговых зажимных механизмов приведены в статье Шаумяна Г. А. Конструирование и расчет зажимных механизмов автоматов, „Станки и инструмент“, 1940, № 3 и в статье Мельмана Я. И., Расчет цанговых патронов, „Станки и инструмент“, 1940, № 2.

которые заводы снабжают револьверные станки механизмами зажима прутка, рас оложенны и на переднем конце шпинделя, при этом надобность в трубе 5 отпадает.

На рис. 127 изображен один из таких патронов (станок Вард). К передней бабке привинчен кожух патрона 2. Муфта 11, установленная в кожух патрона, имеет на внешней поверхности зубчатый сектор (не показанный на чертеже), с которым сцепляется шестерня 14, закрепленная на оси рычага. На той же поверхности муфты имеются два одинаковых криволинейных паза, в которые входят ролики 3, сидящие на осях, укрепленных в кожухе. При повороте муфты при помощи рычага последняя благодаря криволинейным пазам, скользящим относительно роликов 3, перемещается в осевом направлении вместе с подшипниками 4 и 12 и

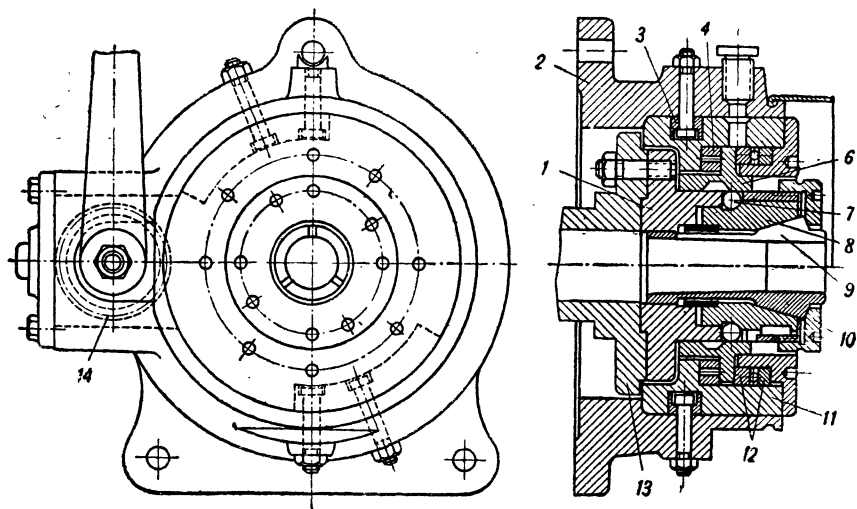


Рис. 127. Цанговый патрон с затяжкой на переднем конце шпинделя.

кольцом 6. При перемещении кольца 6 вправо на шарики 7 надвигается его кольцевая выточка, что дает шарикам 7 возможность зайти в эту выточку. При сдвиге же кольца 6 влево шарики перемещаются в радиальном направлении и, упираясь в конический выступ гильзы 8, перемещают последнюю вправо и сжимают пружинящую цангу 9. Происходит зажим прутка. Шарики 7 сидят в отверстиях корпуса патрона 1, сцентрированного на переднем конце шпинделя 13. Подшипники 4 и 12 нужны для того, чтобы уменьшить трение между вращающимися и неподвижными деталями. Вместе со шпинделем и пруком вращаются детали 1, 6, 7, 8, 9 и 10. Остальные детали патрона неподвижные.

Аналогичная конструкция выполняется также с пневматическим приводом в виде пневматического зажимного патрона с совмещенными цилиндром и поршнем.¹

¹ Пер ж нян ко-А. Е. Пневматические зажимные патроны с совмещенными цилиндрами и поршнями, „Станки и инструмент“ № 3, 1943, стр. 25.

На рис. 128 показаны более простые патроны. Патрон *а* может быть использован на токарных станках, если оказывается необходимым выполнять на них легкие прутковые работы. Патрон затягивается маховичком-гайкой 1. Для уменьшения трения и для того, чтобы вращательное движение маховичка не вызывало поворота втулки 3 и цанги (кулачков) 5, между маховичком и втулкой помещен упорный шарикоподшипник 2. Гайка 4 связывает маховичок, втулку 3 и шарикоподшипник в одно целое, что позволяет просто и быстро производить смену кулачков. При замене кулачков достаточно свинтить маховичок с корпуса патрона.

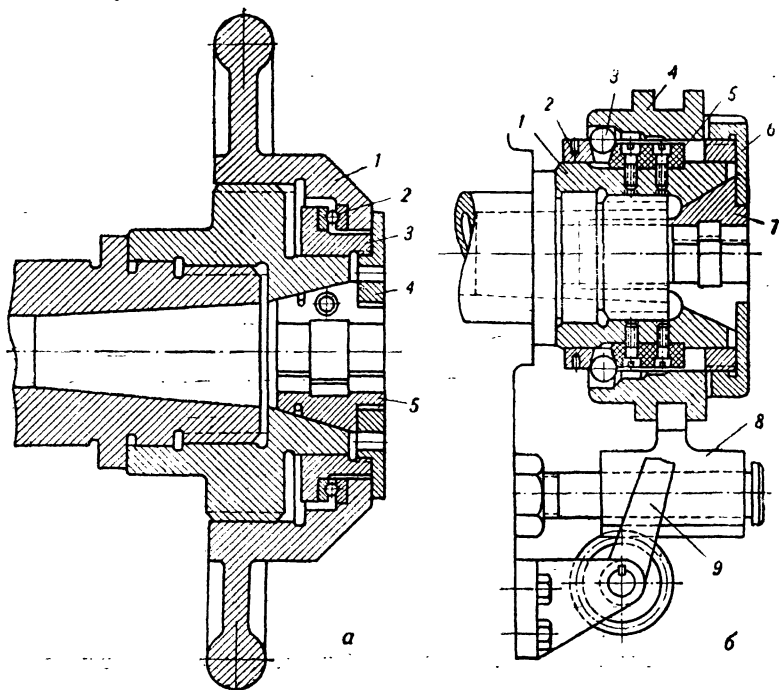


Рис. 128. Цанговые патроны с затяжкой на переднем конце шпинделя.

Патрон *б* используется на revolverных станках и может быть приспособлен к любому токарному станку. Патрон приводится в действие рычагом 9, перемещающим рейку-вилку 8 и муфту 4. К корпусу патрона 1 винтами прикреплены два сухаря 5. При зажиме муфта 4 находит на шарики 3 и углубляет их в конусное пространство между сухарями и скосами втулки 2. Под действием шариков втулка 2 перемещается. Связанная с втулкой гайка 6 перемещает цангу 7. Разжим патрона осуществляется поворотом рычага в другую сторону.

При использовании патронов с затяжкой на переднем конце шпинделя в качестве механизма подачи прутка до упора можно применить грузовой механизм, аналогичный механизму, устанавливаемому на revolverных станках Ижевского завода.

Клиновой патрон. Для зажима прутков на revolverных станках широко используется клиновой патрон Питлера (рис. 129). Корпус

патрона 1 навинчивается на шпиндель станка. На корпус надета втулка 3, перемещающаяся вдоль патрона вручную с помощью реечной пары 8, 7 и кольца 2. Втулка 3 имеет наклонные пазы, в которых заложен клин 6. При движении втулки вправо клин перемещается перпендикулярно оси, нажимает на скользящую в корпусе патрона конусную гильзу 4 и с помощью кулачков 5 зажимает пруток.

В комплект (рис. 130) входят три кулачка, между которыми заложены распорные пружины. Последние способствуют раскрытию кулачков при разжиме и удерживают их в раскрытом положении при продвижении прутка. Патроны с кулачками выгодно применять для зажима прутков грубой прокатки, так как при большой разности в диаметре и криволинейности прутка патроны с пружинящей цельной цангой будут зажимать пруток лишь краями губок, т. е. недостаточно прочно.

В позиции б показаны кулачки, в которых устанавливаются сменные вкладыши д. Кулачки со сменными вкладышами более экономичны.

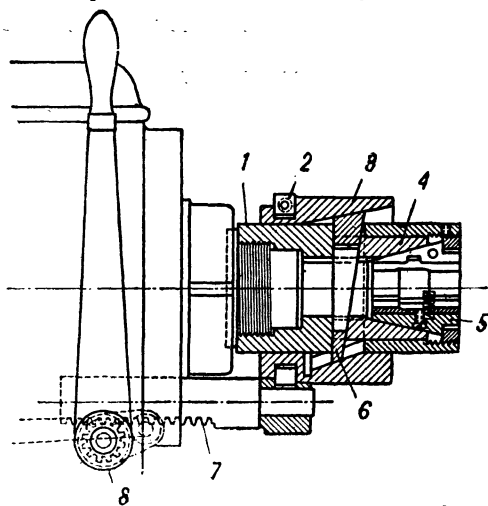


Рис. 129. Клиновой патрон.

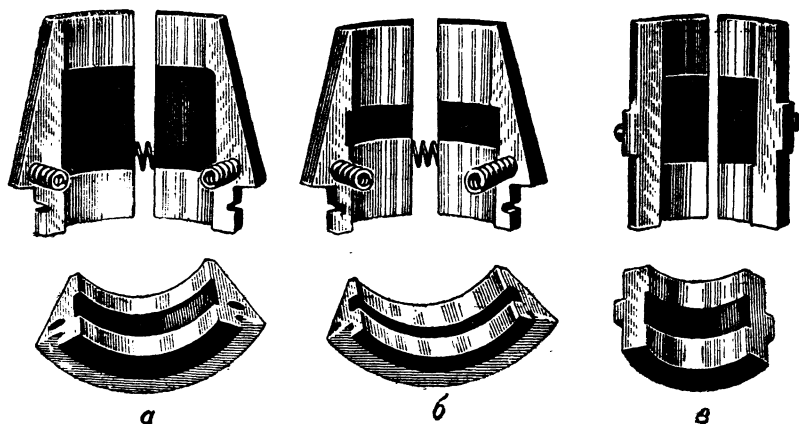


Рис. 130. Зажимные кулачки клинового патрона.

Клиновые патроны изготовляются нескольких размеров и используются для зажима прутков диаметром от 4 до 50 мм. При каждом патроне имеется набор сменных кулачков.

К недостаткам клиновых патронов следует отнести их общую сложность, значительный вылет участка зажима от шпинделя, а также и то,

что при большом трении в клинковой паре они требуют от рабочего значительного усилия на рукоятке. В этом отношении клиновые патроны менее эффективны, чем патроны, изображенные на рис. 128, с.

19. Цанговые патроны для вторичного зажима

Наряду с патронами для зажима прутков применяются цанговые патроны для центрирования и зажима одиночных изделий по обработанным поверхностям (вторичная установка).¹ Эти патроны обеспечивают повы-

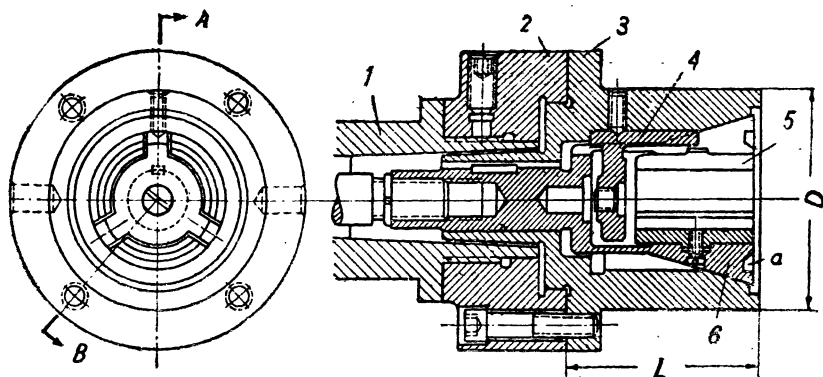


Рис. 131. Универсальный цанговый патрон для вторичного зажима с затяжкой через шпиндель.

шенную точность центрирования и обычно снабжены упорами для точной установки изделий вдоль оси. Широко используются для зажима тонкостенных изделий.

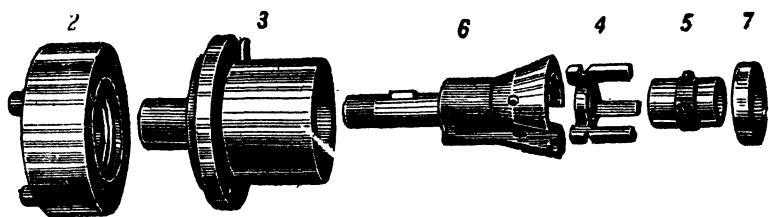


Рис. 132. Детали к патрону рис. 131.

Универсальный цанговый патрон с затяжкой через шпиндель². Патрон, показанный на рис. 131, закрепляется на шпинделе станка 1. В выточке фланца 2 сцентрирован закаленный и точно отшлифованный корпус патрона 3, имеющий внутренний конус под цангу. Закаленная и отшлифованная цанга 6, с тремя широкими прорезями, своим цилиндрическим хвостовиком и внешним конусом с большой точностью сцен-

¹ Патроны для прутков также могут быть использованы для зажима одиночных изделий.

² Универсальными называются патроны, в которых сменной цанг или вкладышей можно зажимать детали разных диаметров и форм поперечных сечений.

трирована в корпусе. В цанге закрепляются сырые, сменные вкладыши 5, отдельно изображенные на рис. 132. Упор 4 тремя шпоночнообразными выступами входит в прорези цанги, обеспечивая точную установку изделия вдоль оси. Упор закрепляется винтом. При затяжке патрона изделие плотно прижимается к упору. Вкладыши растачиваются и расшлифовываются на месте, в собранном патроне. Для этого на торце цанги 6 предусмотрена выточка *a*, в которую закладывается специальное кольцо 7 (рис. 132), дающее возможность прочно затянуть цангу перед ее расточкой и шлифовкой.

Универсальные патроны изготавливаются нескольких размеров (табл. 7).

Таблица 7

Основные размеры универсальных цанговых патронов для вторичного зажима

(по данным фирмы Питлер)

№	Корпус 3		Цанга 6		Макс. глубина зажимания, мм	Вес, кг	Предназначен для отверстия шпинделя, мм
	наружный диаметр <i>D</i> , мм	длина <i>L</i> , мм	макс. зажимаемый диаметр				
			с вкладышами, мм	без вкладышей, мм			
2	50	52	18	22	37	3	21
3	65	103	24	28	40	4	28
4	80	130	32	38	55	6	36
5	106	168	42	48	76	14	47
6	125	152	54	62	95	15	60
7	145	214	74	82	103	20	82
8	175	205	94	102	150	35	105

По АВ

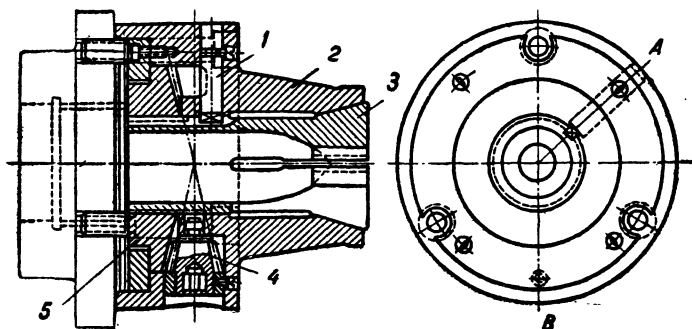
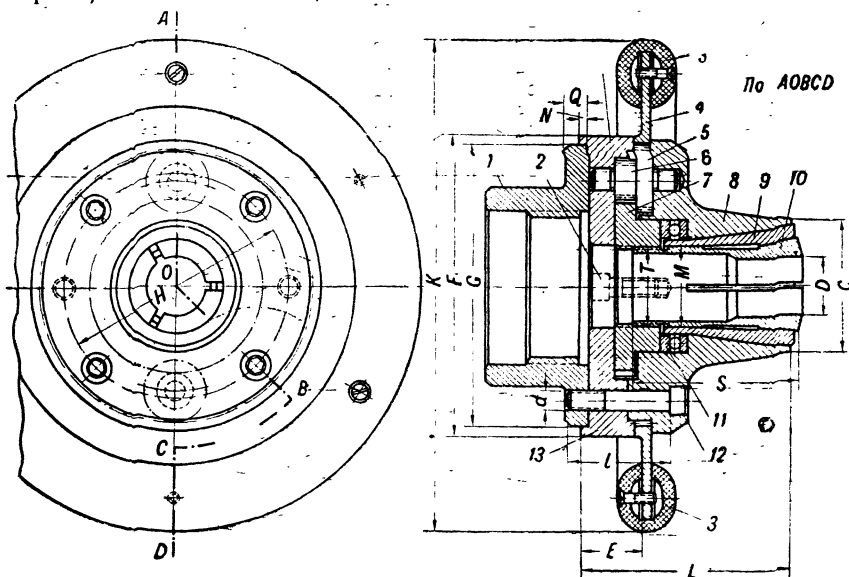


Рис. 133. Универсальный цанговый патрон с затяжкой от ключа.

Универсальный патрон с затяжкой от ключа. Патрон (рис. 133) состоит из корпуса 2, цанги 3 и конических шестерен 4 и 5. Шестерня 5 является гайкой для цанги. Вращая ключом шестерню 4, вращают гайку-шестерню 5 и перемещают цангу, осуществляя зажим изделия. Чтобы цанга не поворачивалась совместно с гайкой, она застопорена шпонкой 1.

Патрон относится к первому типу — с втягиваемой кангой. При необходимости точной подрезки торцев патроны дополняются регулируемыми упорами, показанными на рис. 134.



Здесь 1 — шпиндель станка; 2 — упор; 3 — патрон; 4 — обрабатываемая деталь.

93.

операциях, когда затяжка ключом утомительна и ведет к большой потере времени. Зажим и открытие патрона могут выполняться притормаживанием маховичка. При повороте маховичка 3, связанный с ним диск 4 с зубчатым венцом внутреннего зацепления, передает вращение через промежуточные шестерни 5 и 6 центрально расположенной шестерняйке 7, которая в зависимости от направления вращения втягивает или выталкивает цангу 10.

Возможность принудительного разжима позволила применить цангу с малым углом конуса и тем повысить силу зажима патрона. Для той же цели резьба на цангах выполняется с мелким шагом (18—20 ниток на дюйм, в зависимости от размера патрона). Для уменьшения усилия, потребного на зажим между шестерней 7 и корпусом патрона 8, помещен упорный шарикоподшипник 11, снижающий потери на трение.

Крепление патрона к фланцу 1 производится винтами 12. Крышка 13 крепится к корпусу двумя винтами 2. Для улучшения захвата внутренняя поверхность маховичка делается волнистой. Кроме обычных цанг могут применяться цанги для квадратного и шестигранного профилей.

В табл. 8 приведены основные размеры патронов и цанг.

Таблица 8

Размеры универсальных патронов с маховичком
(по данным американской фирмы Hardinge Brothers Inc), мм

Патрон (номер)	D max	K	L	F	G	H	d		C	S	M	T (резьба правая)		E	N	I	Q
							Наружный диаметр	Ниток на 1 дюйм				Наружный диаметр	Ниток на 1 дюйм				
1	25,4	229	102	140	127,00	108	—	16	57,2	76,2	31,75	31,623	20	27	4,8	51	14,3
2	34,9	254	108	156	143,05	117,5	—	16	66,7	82,6	41,275	41,15	18	23,6	4,8	57	17,5
3	44,5	267	118	163	146,05	127,0	—	16	79,4	95,3	50,8	50,67	20	30,2	4,8	64	20,6

Патрон с затяжными винтами для точных работ. Патрон, показанный на рис. 136, применяется для шлифовки внутренних конусов у шпинделей и в других случаях, требующих высокой точности центрирования.

В корпусе патрона 2, навинченном на шпиндель станка, имеются четыре затяжных винта 3 с квадратной головкой под ключ. Каждый винт упирается в один из четырех секторов цанги 6. Цанга устанавливается в шпиндель и удерживается тягой 1. Шпонка 4 обеспечивает правильное положение цанги относительно затяжных болтов. Для получения высокой точности цангу равномерно сжимают болтами и в таком положении расшлифовывают до размера, обеспечивающего надлежащую посадку обрабатываемой детали 5. Патрон прост, удобен, безопасен в работе и дает возможность центрировать изделие с точностью до 0,003 мм. Применяя сменные цанги, можно использовать патрон для обработки изделий разных диаметров.

Патроны для зажима тонкостенных изделий. На рис. 137 показано несколько вариантов патронов для зажима тонкостенных изделий. Во всех патронах зажим осуществляется стальным закаленным кольцом 2, имеющим одну прорезь. На внешний конус кольца натягивается внутренний конус детали 3 или кольцо вдвигается в неподвижный внутренний конус. При затяжке кольцо полностью охватывает изделие, чем обеспечивается равномерное распределение зажимного давления по всей его поверхности.

Патрон *а* используется для небольших диаметров зажима, так как натяжное кольцо 3 при затягивании (вращении) скользит по зажимному кольцу 2 и при больших диаметрах зажима должно преодолевать на-

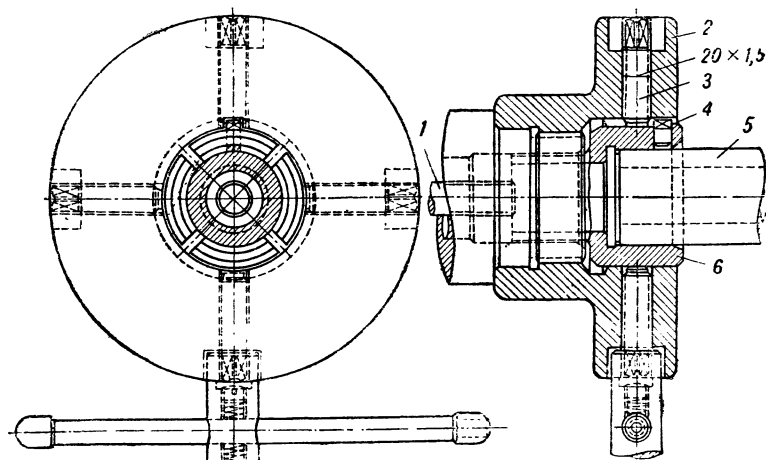


Рис. 136. Патрон с затяжными винтами.

столько сильное сопротивление трения, что изделие трудно было бы прочно зажать.

Сложнее, но зато эффективнее, конструкция патрона *б*. Здесь натяжное кольцо 3 имеет только осевое перемещение, благодаря чему сопротивление трения значительно меньше. Шпонка-винт 5 предохраняет натяжное кольцо от проворачивания. Затягивание производится гайкой 4. Действие натяжной гайки 4 основано на том, что она снабжена двумя резьбами одинакового направления, но различного шага. Чем больше разность шагов резьбы на деталях 1 и 3, тем сильнее зажимное действие патрона. Исключив вращение натяжного кольца 3 относительно зажимного кольца 2, уменьшили сопротивление трения на конических поверхностях; однако в резьбе гайки 4 оно все же настолько велико, что и этот патрон можно рекомендовать только для малых и средних диаметров зажима.

Патрон *в* можно использовать для зажима изделий с большими диаметрами. Шестерня-гайка 9 связана с корпусом патрона 1 разъемным кольцом 11 так, что может вращаться относительно корпуса. Действуя ключом на шестерню 7, вращают шестерню-гайку 9 и через посредство детали 8, имеющей наружную резьбу, перемещают натяжное кольцо 3.

Для того чтобы деталь 8 имела только осевое перемещение, она связана с корпусом патрона шпонкой 10. Кольцо 3, навинченное на деталь 8, застопорено винтом 12. Патрон обладает сильным зажимом и имеет еще то преимущество, что при зажиме на шпиндель токарного станка не действует крутящий момент, что неизбежно в патронах *а* и *б*.

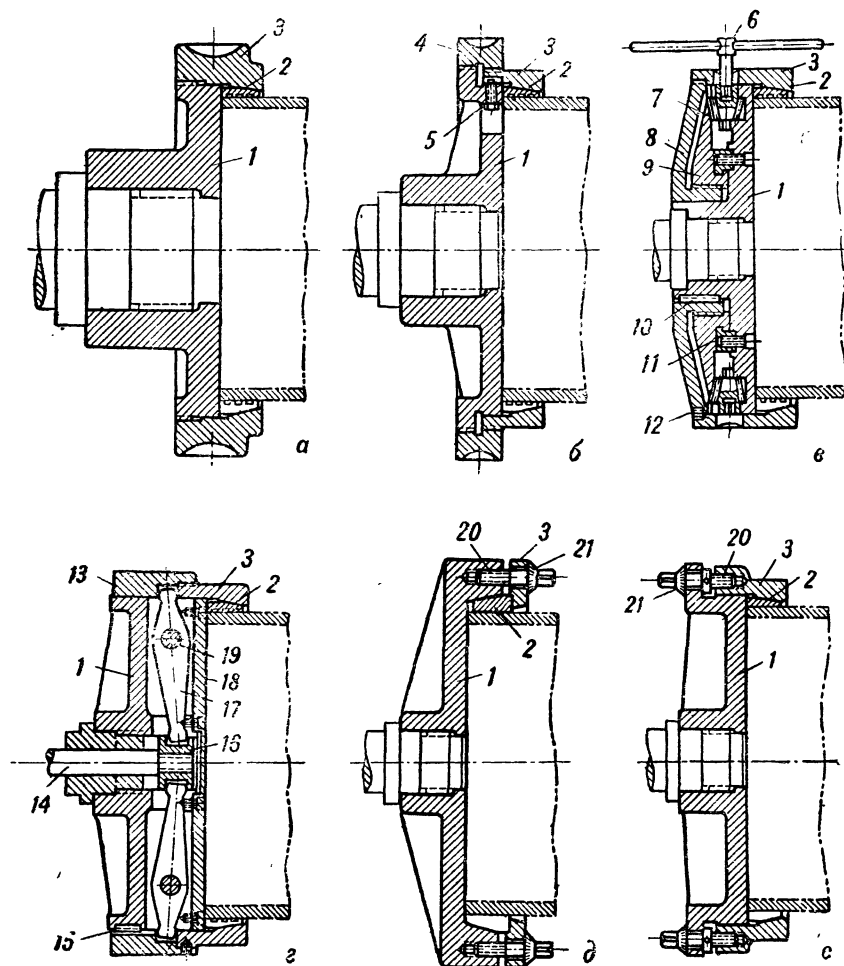


Рис. 137. Патроны для зажима тонкостенных изделий.

Для станков, оборудованных пневматической установкой, можно использовать патрон *г*, в котором поршневой шток 14 через посредство муфты 16, рычагов 17 и скользящего кольца 13 перемещает натяжное кольцо 3. Шпонка 15 предохраняет кольцо 13 от вращения. Крышка 18, привинченная к корпусу патрона, закрывает пазы с рычагами 17, посаженными на осях 19. Конструкция пригодна для зажима изделий большого диаметра.

Патроны простой конструкции для зажима крупных тонкостенных изделий на токарных и карусельных станках показаны в позиции *д* и *е*.

Зажим осуществляется путем последовательной затяжки трех и больше винтов 20, расположенных по окружности патрона. Винты имеют шкалы 21 с градусными делениями, благодаря которым их можно поворачивать на равные углы, обеспечивая равномерное затягивание натяжного кольца 3. Рассмотренные конструкции не исчерпывают всех возможностей в проектировании патронов для зажима крупных тонкостенных изделий, хотя и дают достаточно полное представление о такого рода патронах.¹

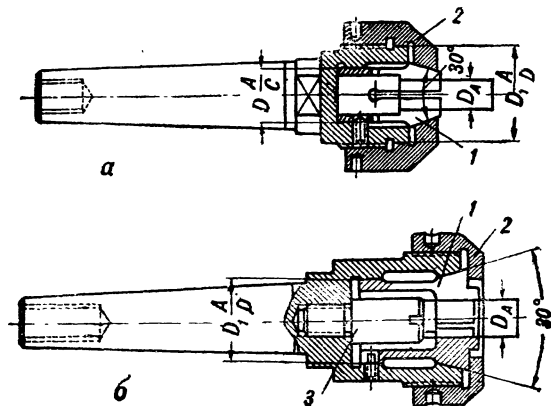


Рис. 138. Цанговые патроны с затяжной гайкой.

Цанговые патроны с затяжной гайкой. Кроме рассмотренных патронов сравнительно сложной конструкции на токарных станках применяются и более простые цанговые патроны узкого назначения.

На рис. 138 показаны два варианта таких патронов. Здесь цанга 1 приводится в действие с помощью затяжной гайки 2. В патроне *б* предусмотрен упор 3 для точной установки изделий вдоль оси.

¹ Патроны для зажима тонкостенных втулок вдоль оси рассматриваются в группе приспособлений с центрирующим пальцем (стаканом) и рычажным зажимом вдоль оси (глава шестая).

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ КЛАССА ВТУЛОК (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

20. Раздвижные оправки и патроны

Раздвижные приспособления применяются, в основном, для обработки втулок большого диаметра (90—100 мм и больше), а также длинных втулок, стаканов и цилиндров. В отличие от цанговых оправок центрирование и зажим изделий производятся в них кулачками в виде плунжеров, раздвигающихся секторов, сухарей или раздвигающихся шпонок. В случае длинных втулок и стаканов применяются два ряда кулачков, и зажим производится в двух сечениях по краям изделий. Кулачки раздвигаются при помощи шариков, круглых конусов или наклонных плоских граней, профрезерованных на цилиндре, действующих как клин. Углы наклона берутся обычно больше углов самоторможения, что исключает возможность заедания при разжиге. Раздвижные приспособления не обеспечивают высокой точности центрирования и поэтому применяются для изделий с допустимым биением обрабатываемой поверхности относительно базовой $\geq 0,1$ мм.

Раздвижные оправки.¹ На рис. 139 показана плунжерная оправка с шариком и разрезным кольцом. На корпус оправки 1 плотно установлено пружинящее кольцо 6, зажатое между буртиком корпуса и деталью 2. Последняя одновременно служит упором для изделия. Винтом 5 через шарик 4 и плунжер 3 кольцо расклинивают и зажимают обрабатываемую деталь.

Раздвижная центровая оправка с сухарями показана на рис. 140. На корпусе оправки 1 закреплена деталь 2, имеющая прорези (окна) для трех сухарей 3. Сухари, заложенные в прорези, своими нижними основаниями лежат на наклонных плоскостях, профрезерованных в скользящем цилиндре 4, который в данном случае выполняет роль клина. При перемещении цилиндра сухари раздвигаются и зажимают обрабатываемую деталь. Оправка приводится в действие при помощи гайки 5, захватывающей цилиндр-клин за его выступы. Конструкция гайки обеспечивает

¹ Здесь рассматриваются типичные раздвижные оправки для коротких втулок. Обзор оправок для длинных втулок и стаканов дается ниже.

принудительное расклинивание. Для предотвращения выпадания сухарей из оправки предусмотрена кольцевая пружина 6, заложенная в прорези сухарей.

Аналогичная оправка, устанавливаемая в планшайбе шпинделя станка 1, показана на рис. 141. Изделие зажимается шестью сухарями 3, зало-

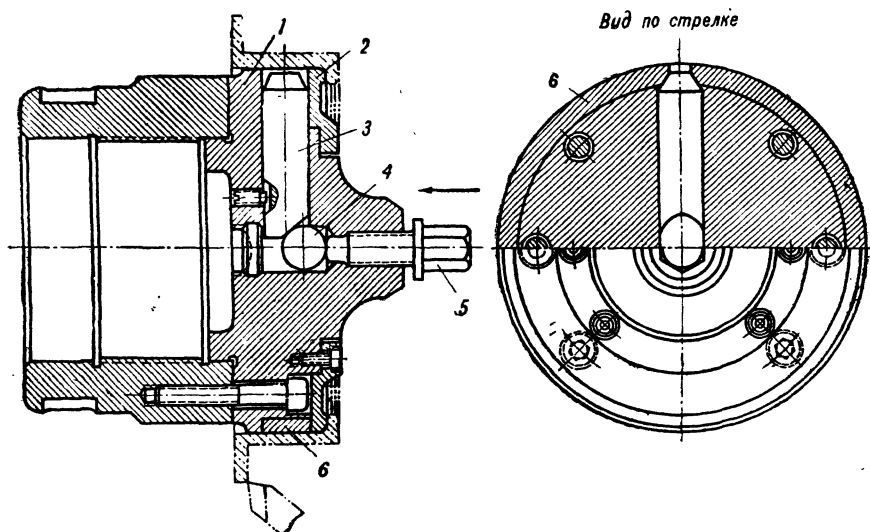


Рис. 139. Плунжерная оправка с шариком и разжимным кольцом.

женными в прорези детали 2. Сухари раздвигаются под действием цилиндра-клина 4, перемещаемого гайкой 5. Расклинивание производится с помощью пружины 6, возвращающей скользящий цилиндр обратно,

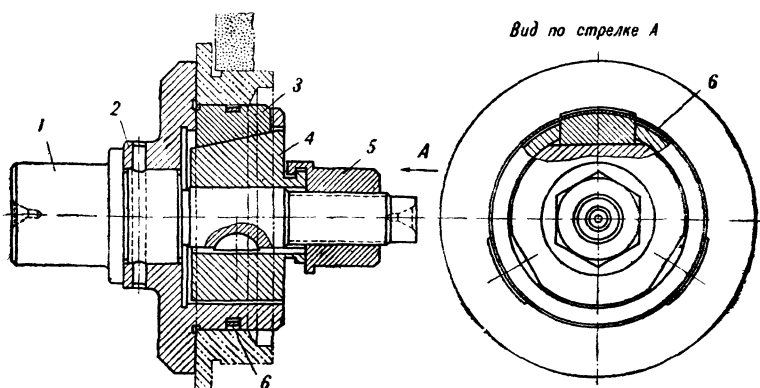


Рис. 140. Раздвижная центровая оправка с сухарями.

после того как зажимная гайка будет несколько отвернута. Для связи сухарей-предусмотрена кольцевая пружина 6. Чтобы исключить возможность самозаклинивания сухарей желательно движение цилиндра-клина связать с перемещением зажимной гайки, как это выполнено в конструкции на рис. 140.

На рис. 142 и 143 показаны раздвижные оправки, в которых кулачки (в виде секторов) раздвигаются при их перемещении по конусам. В оправке (рис. 142) изделие центрируется и закрепляется шестью секторами 2, скользящими по конусному участку корпуса оправки 1. Перемещение секторов вызывается перемещением стержня, связанного с

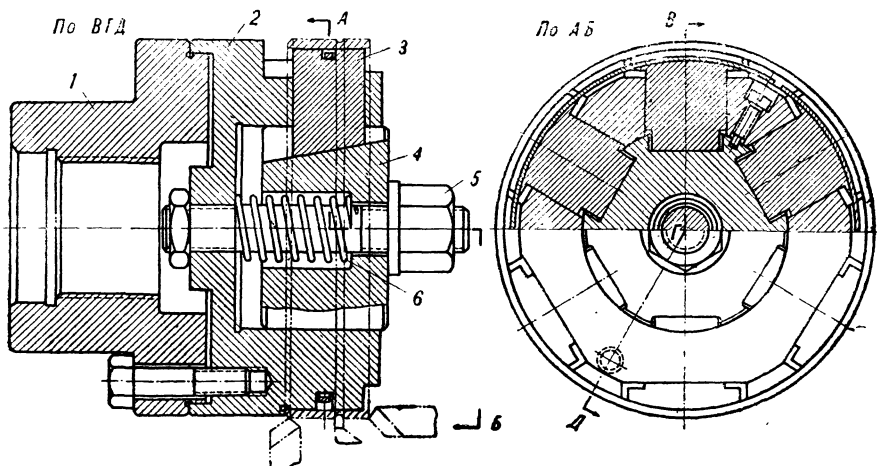


Рис. 141. Раздвижная оправка с шестью сухарями.

тягой, проходящей через шпиндель станка. Последняя связана со штоком поршня воздушного цилиндра. Для связи секторов предусмотрены две спиральные пружины 4. Оправка обеспечивает надежное закрепление и

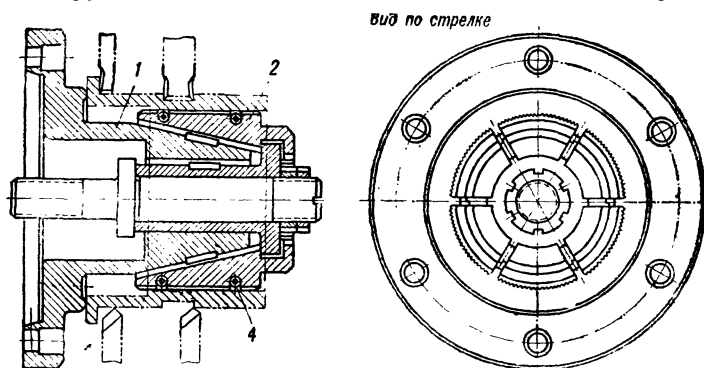


Рис. 142. Оправка с секторами.

может быть использована на многолезцовых станках для обработки изделий, не требующих высокой степени concentricity поверхностей.

В центральной раздвижной оправке (рис. 143) изделие также центрируется и зажимается шестью секторами 2, раздвигаемыми под действием двух конусов. Правый конус 3 перемещается затяжной гайкой 4. Оправка выполнена сборной. В конструкции предусмотрены центровые пробки 5 и постоянный поводковый палец 1. Оправка может быть использована для зажима тонкостенных изделий.

Раздвижные патроны. Патроны с раздвижными сухарями применяются редко, так как для наружного зажима обычно используются кулачковые патроны, а для точных работ — специальные патроны типа цанговых, расширяющихся и др. В патроне, показанном на рис. 144, изделие

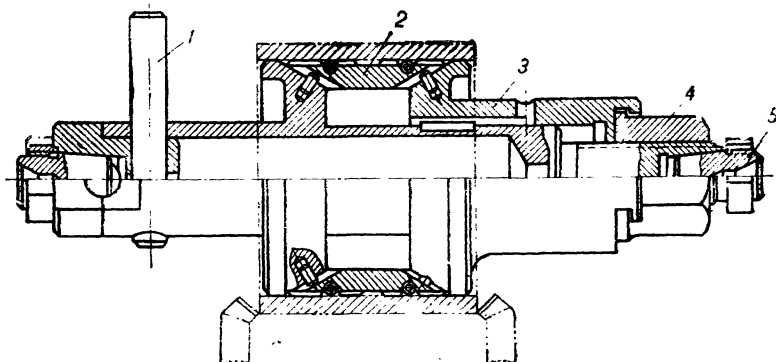


Рис. 143. Центровая раздвижная оправка с секторами.

центрируется и зажимается шестью сухарями 3, скользящими в прорезях корпуса патрона 1. Сухари сдвигаются под действием скользящей втулки 4, имеющей наклонные пазы под сухари. Для перемещения втулки используется маховичок-гайка 2.

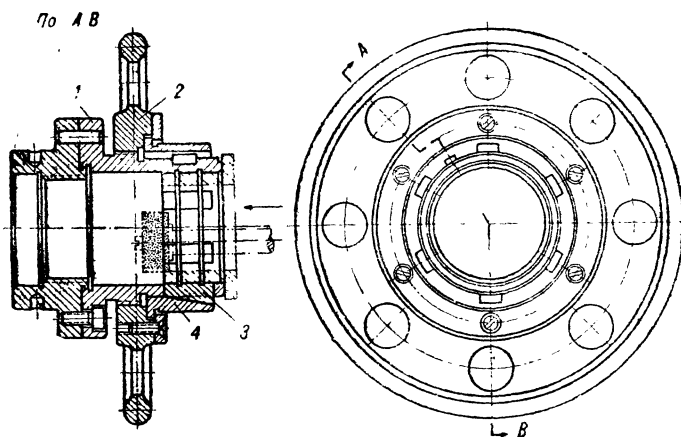


Рис. 144. Патрон с зажимными сухарями.

Точность центрирования в раздвигающихся оправках и патронах зависит от точности пригонки перемещающихся в них деталей — сухарей, конусов и др. В оправках и патронах для точных работ сопряжения этих деталей необходимо выполнять с минимальными зазорами.

21. Самозажимные оправки и патроны

Патроны и оправки не только центрируют, но и передают крутящий момент от шпинделя станка изделию. При внутренних зажимах, когда обработка ведется на диаметрах больших, чем диаметры зажима, трудности, связанные с передачей крутящего момента, возрастают.

В самозажимных оправках усилие зажима автоматически увеличивается пропорционально крутящему моменту на резце. Это свойство делает их весьма ценными, особенно в тех случаях, когда по условиям работы

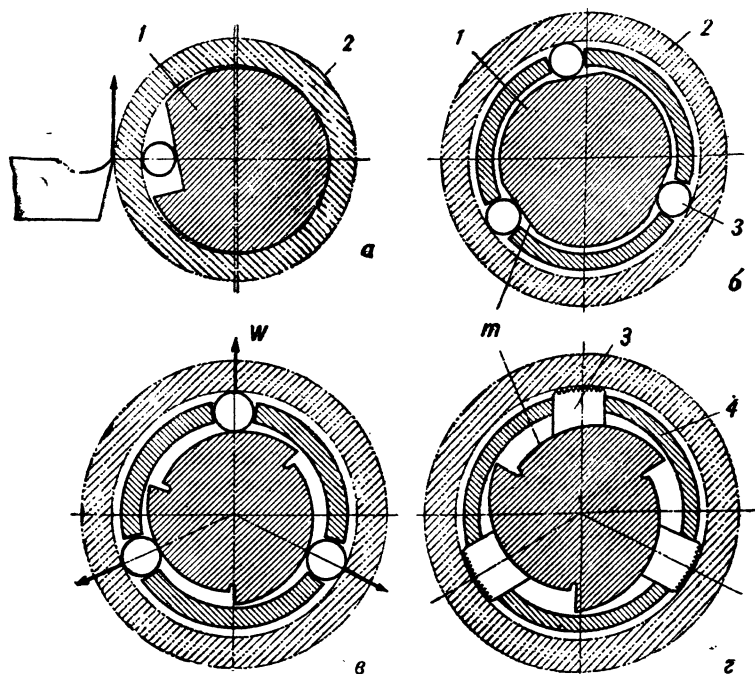


Рис. 145. Схемы самозажимных оправок.

требуются* большие зажимные усилия, например при обточке на многорезцовых станках.

На рис. 145 показаны схемы, из которых легко понять принцип действия самозажимных оправок. На корпусе оправки 1 образован зажимной профиль *m* в виде плоскости или криволинейной поверхности. Между зажимным профилем и отверстием обрабатываемой детали 2 помещены ролики или сухари 3, заключенные в сепаратор 4. Сепаратор изготавливается так, чтобы ролики и сухари не выпадали при смене обрабатываемых деталей. Изделие устанавливается на оправку при убранных сухарях (роликах), что достигается перемещением их по зажимному профилю поворотом сепаратора против часовой стрелки. После установки, под действием специально предусмотренных пружин или от руки, производится поворот сепаратора по часовой стрелке; промежуточные зажимные тела (ролики, сухари) выдвигаются, и осуществляется

легкий первоначальный зажим. С началом процесса резания крутящие моменты на оправке и на резце, действующие в противоположных направлениях, закатывают ролики (затягивают сухари). Сила зажима автоматически увеличивается.

Оправки по схеме *б, в, г* центрируют изделие. Точность центрирования зависит от точности изготовления зажимного профиля и сепаратора. Если окна сепаратора и зажимные поверхности неточно расположены по окружности, неточным будет выдвижение роликов (сухарей), что приводит к смещению оси отверстия изделия относительно оси оправки.

В оправках по схеме *а* центрирование обеспечивается цилиндрической частью оправки. Чем больше зазор между оправкой и отверстием изделия, тем больше неточность центрирования. При зажиме весь зазор смещается в одну сторону. Между осями оправки и отверстия возникает эксцентриситет, равный половине зазора. Биение после обработки будет равно двум эксцентриситетам или полному зазору. Роликовые оправки применяются для установки по обработанному отверстию, так как неровности грубо обработанной или черной поверхности мешают закатыванию и заклиниванию роликов. В роликовых оправках, используемых для работ с большими режимами резания, возникают значительные зажимные силы W , действующие на узкие площадки касания роликов с поверхностью отверстия. Это приводит к образованию вмятин на обрабатываемой детали. Зажим сырых изделий роликовыми оправками рекомендуется лишь в тех случаях, когда технологическим процессом предусматривается последующая окончательная обработка отверстия или когда обработка намечается с малыми режимами резания.

Для зажима по необработанному отверстию, а также при больших крутящих моментах с успехом применяются оправки с сухарями. Чтобы исключить в процессе зажима возможность проскальзывания сухарей относительно изделия, на них наносятся зубцы. Насечка увеличивает коэффициент сцепления и обеспечивает надежный зажим.

Расчет samozажимных оправок сводится к правильному выбору зажимного профиля и проверке поверхностных слоев зажимных тел и обрабатываемой детали.

Заклинивание и сила зажима в роликовых оправках. Зажим в роликовых оправках основан на принципе встречных клиньев, причем один из клиньев заменен роликом. Для выяснения условий заклинивания рассмотрим несколько элементарных схем, которые в простейшем виде воспроизводят картину зажима в роликовых оправках.

Допустим, что силой W (рис. 146) ролик зажат между плоскостью *1* и ползушкой *2*, причем последняя под действием силы тяги P совершает равномерное движение по плоскости *3*. Трением между плоскостью *3* и ползушкой, а также весом ползушки и весом ролика пренебрегаем. Сила тяги P , отнесенная к ролику, будет действовать как сила трения, равномерно перекатывающая ролик. Из прикладной механики известно, что вследствие упругого смятия и явления гистерезиса, возникающих при качении в зонах касания поверхностей, нормальные реакции со стороны ползушки и плоскости *1* окажутся смещенными относительно центра на величину некоторого плеча, равного коэффициенту трения качения k . Силы и моменты сил, приложенные к равномерно перекатывающемуся

ролику, должны быть уравновешены. Из условия равновесия сил в направлении оси Y получим:

$$N = W.$$

Из условия равновесия сил в направлении оси X заключаем, что в точке касания ролика с плоскостью 1 , помимо нормальной реакции, должна действовать касательная реакция, направленная в сторону, противоположную направлению силы P и равная ей по абсолютной величине:

$$F = P.$$

Очевидно, что к равномерно перекатываемому ролику приложены две пары сил: пара PF с плечом d , создающая движущий момент, и

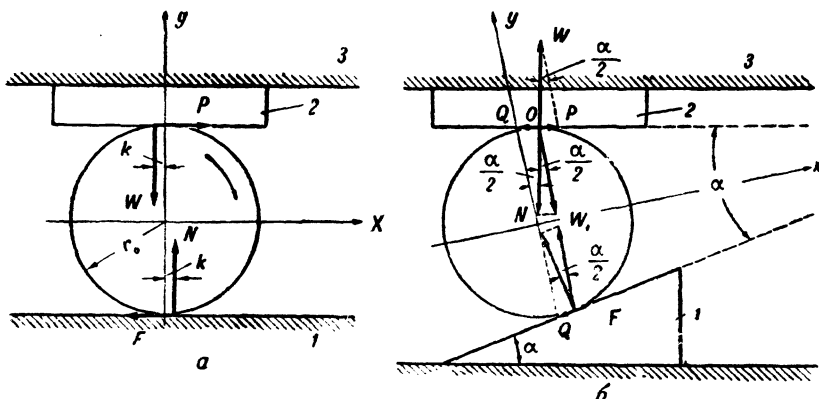


Рис. 146. Перекатывание и заклинивание ролика.

пара WN с плечом $2k$, создающая момент сопротивления качению. Из условия равновесия пар получим:

$$Pd = W2k,$$

откуда

$$P = \frac{2k}{d} W. \quad (18)$$

Заменим плоскость 1 клином 1 с углом подъема α (рис. 146, б) и, двигая ползушку силой P , будем накатывать ролик на клин или, что то же самое, закатывать его в угол α , равный углу подъема клина. Угол α , образованный продолжением рабочих плоскостей клина и ползушки, будем называть углом заклинивания. Нетрудно заметить, что зажимной профиль в оправках на рис. 145 действует аналогично клину (рис. 146, б), а роль ползушки, нагруженной силой P и перекатывающей ролик, выполняет обрабатываемая деталь, нагруженная силой резания.

Закатывание и заклинивание ролика возможно лишь при определенных значениях угла α . Для выяснения предельного значения угла α , при котором еще возможно заклинивание, а также для определения силы зажима W предположим, что ролик заклинился и находится в статическом равновесии. Все силы и моменты сил, действующие на зажатый ролик, должны взаимно уравновешиваться. Нормальные реакции $N = W$,

равные между собой по абсолютной величине и направленные к центру ролика, принятому за начало координат, моментов не создают. Сила P создает момент Pr_0 . Последний должен быть уравновешен моментом силы трения покоя F , изменившей свое направление как только ролик прекратил перекатывание. Из условий равновесия моментов получим:

$$Pr_0 = Fr_0,$$

$$F = P.$$

Разложим нормальные реакции на составляющие W_1 и Q . Силы W_1 взаимно уравновешиваются. Из условия равновесия оставшихся сил получим:

$$Q = F = P.$$

Из треугольника POW найдем зависимость между силой тяги P и давлением на ползушку $W = N$:

$$P = W \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}. \quad (19)$$

В свою очередь

$$F = N \operatorname{tg} \varphi = W \operatorname{tg} \varphi.$$

Учитывая, что $P = F$, получим:

$$\frac{\alpha}{2} = \varphi, \text{ или } \alpha = 2\varphi.$$

Угол трения покоя,¹ как известно, может меняться в пределах:

$$0 \leq \varphi \leq \varphi_0,$$

где φ_0 — максимальный предельный угол трения, соответствующий предельному коэффициенту трения покоя f_0 . Из равенства $\alpha = 2\varphi$ видно, что с увеличением угла подъема α угол трения покоя растет, пока не достигнет своего наибольшего значения φ_0 . При дальнейшем увеличении угла подъема закатывание и заклинивание ролика становятся невозможными. Очевидно, что условие заклинивания можно выразить неравенством:

$$\alpha \leq 2\varphi_0.$$

Учитывая, что угол трения φ_1 между роликом и изделием (ползушкой) обычно больше угла трения φ_2 между роликом и профилем (клином), условие заклинивания представим в виде:

$$\alpha \leq 2\varphi_2. \quad (20)$$

При графическом построении (рис. 146, б) максимальные углы подъема профиля можно находить из условия, чтобы уравновешивающие друг друга силы W_1 , действующие на ролик, были наклонены к нормальям в точках касания поверхностей не больше, чем на углы трения.

Условие самоторможения ролика. Уберем с ползушки силу P . При этом возможны два случая: или ролик под действием нормальных реакций самопроизвольно выкатится (скатится по наклонной плоскости клина) или при очень малых углах подъема он останется зажатым. Для выяснения условия самоторможения ролика допустим, что ролик остался в зажатом

¹ Понятие об угле трения дано на стр. 78.

состоянии и чтобы его скатить требуется приложить к ползушке силу P , направленную в обратную сторону (рис. 147). В этом случае на ролик будут действовать силы P и F , причем $P = F^1$ и две нормальные реакции $N = W$. Из условия равномерного скатывания ролика имеем:

$$2Pr_0 = 2Wk.$$

Подставляя вместо P его значение из формулы (19), получим:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{k}{r_0}.$$

Принимая для малых углов $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2}$ (углы в радианах), будем иметь:

$$\frac{\alpha}{2} = \frac{k}{r_0},$$

$$\alpha = \frac{2k}{r_0} = \frac{4k}{d}.$$

Очевидно, что условие самоторможения ролика можно выразить неравенством:

$$\alpha \leq \frac{4k}{d}. \quad (21)$$

Сравнивая условие заклинивания (20) с условием самоторможения (21), легко заметить, что при обычных углах подъема профиля, обеспечивающих заклинивание, ролик, как правило, будет самовыкатываться. Например, при коэффициенте трения скольжения $f=0,1$ или угле трения $\varphi = 6^\circ$ (стальные шлифованные поверхности) заклинивание теоретически возможно при $\alpha \leq 12^\circ$, тогда как при коэффициенте трения качения $k = 0,005$ см ролик диаметром 1 см не будет самовыкатываться лишь при углах подъема $\alpha \leq 0^\circ 10'$. При коэффициенте трения $k = 0,001$ см этот угол будет еще меньше.

Расчет роликовых оправок с плоским зажимным профилем. На рис. 148 показана схема зажимного патрона с одним роликом (рис. 145, а). В начале резания резец задерживает обрабатываемую деталь. В это время оправка, вращающаяся вместе со шпинделем станка против часовой стрелки, заставляет ролик перекатываться, пока он не заклинит между зажимной плоскостью и изделием. Как уже указывалось, зажимная плоскость оправки действует аналогично клину в рассмотренной выше простейшей схеме (рис. 146, б), а роль ползушки выполняет обрабатываемая деталь. Угол

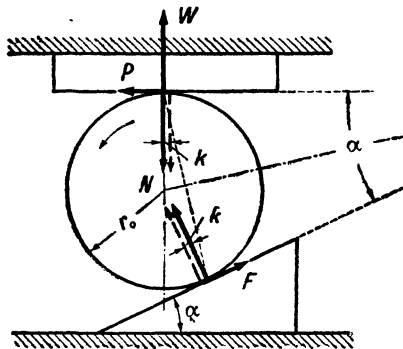


Рис. 147. Схема самоторможения ролика.

¹ Сделанное нами допущение, что $P = F$ не вносит сколько-нибудь заметной ошибки в расчет, так как самоторможение ролика имеет место при очень малых углах подъема.

заклинивания образуется линией mm и нормалью к концу радиуса отверстия, проведенному из центра оправки через центр зажатого ролика. Условие заклинивания:

$$\alpha \leq 2\varphi_2,$$

где φ_2 — угол трения между роликом и зажимной плоскостью оправки.

Из прямоугольного треугольника ABC находим:

$$\cos \alpha = \frac{h+r_0}{R-r_0}$$

или после замены радиусов диаметрами:

$$\cos \alpha = \frac{2h+d}{D-d}. \quad (22)$$

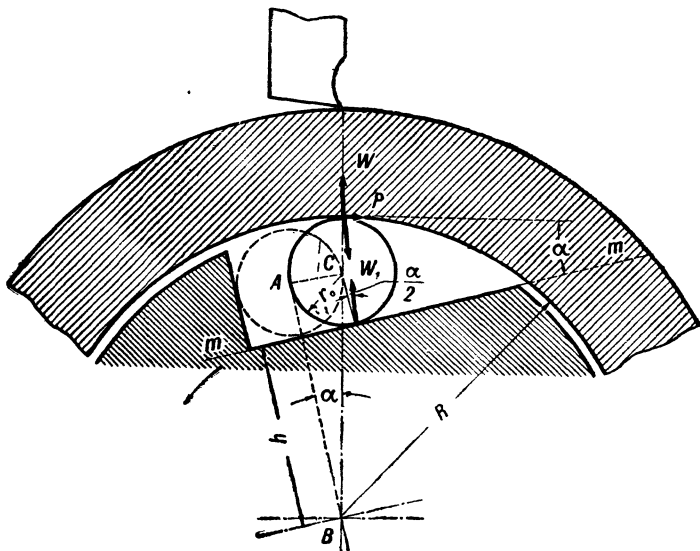


Рис. 148. Схема зажима на оправке с плоским зажимным профилем.

При выбранных диаметре ролика d и координате зажимной плоскости h угол заклинивания будет определяться диаметром отверстия D . При больших допусках на диаметр отверстия угол заклинивания может оказаться больше, чем $2\varphi_2$, и изделия, диаметры отверстий у которых близки к наибольшим предельным, заклиниваться не будут.

По этой причине роликовые оправки с плоским зажимным профилем рекомендуются для отверстий с малым допуском.

Из уравнения (22) имеем:

$$h = \frac{D}{2} \cos \alpha - \frac{d}{2} (1 + \cos \alpha). \quad (23)$$

В общеизвестных роликовых замках системы Шварц, работающих по этому же принципу, надежный зажим получается при угле заклинивания $\alpha \approx 7^\circ$. В роликовых оправках и патронах угол заклинивания обычно принимают:

$$\alpha = 4 - 6^\circ.$$

Диаметр и длину ролика выбирают конструктивно с последующим расчетом на прочность. При выборе диаметра ролика необходимо считаться с возможностью недопустимого ослабления тела оправки.

Соотношение между размером h и диаметром ролика в порядке предварительных расчетов можно оценивать по формуле:

$$h = 0,5D - d.$$

Точное определение размера h при выбранном диаметре ролика производят по формуле (23), подставляя номинальный размер диаметра отверстия D и расчетный угол заклинивания $\alpha = 5^\circ$ ($\cos 5^\circ = 0,99619$). Проверку фактических углов заклинивания, соответствующих наибольшему и наименьшему предельным диаметрам отверстия обрабатываемой детали, выполняют по формуле (22), причем в формулу подставляют значения $D_{\max}$ и $D_{\min}$, а также размер h , найденный по формуле (23).

Сила зажима W для оправок с одним роликом определяется из формулы (19):

$$W = \frac{P}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{2M}{D \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \text{ кг.} \quad (24)$$

Для оправок с тремя роликами сила зажима, осуществляемая одним роликом,

$$W = \frac{2M}{3D \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (25)$$

где M — крутящий момент на шпинделе, $\text{кг} \cdot \text{м}$;

D — диаметр отверстия изделия, мм ;

α — угол заклинивания.

Крутящий момент на шпинделе легко определить, зная материал обрабатываемой детали и режим резания,

$$M = \frac{P_z D_1}{2000} \text{ кг} \cdot \text{м}, \quad (26)$$

где P_z — усилие резания, кг ;

D_1 — наружный диаметр изделия, мм .

При тяжелых режимах резания не исключено, что на поверхности обрабатываемой детали, на участке касания ее с роликами, останется отпечаток. Для проверки прочности поверхностного слоя можно воспользоваться формулой Герца. Упругое напряжение смятия, по Герцу (контактное напряжение), при контакте стальных тел определяется по формуле:

$$\sigma = 600 \sqrt{\frac{W}{l} \left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} \right)} \text{ кг/см}^2, \quad (27)$$

для стали по чугуно:

$$\sigma = 50 \sqrt{\frac{W}{l} \left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} \right)} \text{ кг/см}^2, \quad (28)$$

где W — сила зажима одним роликом, кг ;

l — длина ролика, см ,

ρ_1 и ρ_2 — радиусы кривизны сжимаемых тел, см ; положительные для выпуклых и отрицательные для вогнутых тел.

Для плоских тел

$$\rho = \infty.$$

Для ролика и поверхности обрабатываемой детали допустимое напряжение можно принять:

$$\sigma \leq 3\sigma_s \text{ кг/см}^2.$$

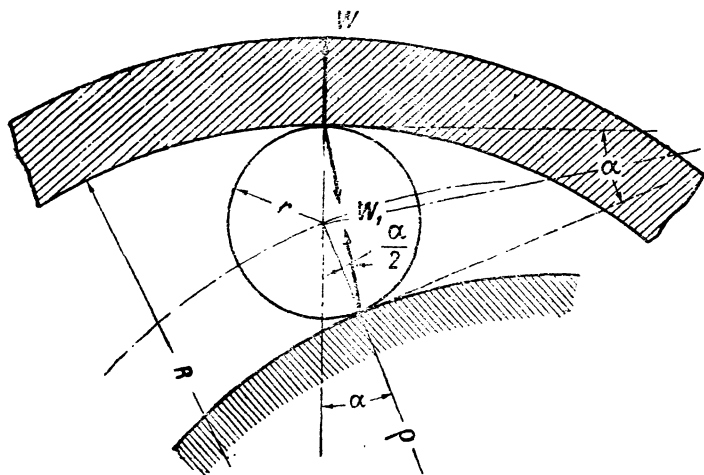


Рис. 149. Схема зажима криволинейным профилем.

Для ролика и зажимного профиля:

$$\sigma \leq 2\sigma_s \text{ кг/см}^2,$$

где σ_s — предел текучести.

Для чугуна вместо предела текучести следует брать предел упругости на сжатие¹.

Условия работы самозажимной оправки аналогичны работе роликоподшипников, поэтому и материалы для ее деталей целесообразно применять те же, какие применяются для роликоподшипников, т. е. стали ШХ15 и ШХ12. При отсутствии этих марок можно рекомендовать цементируемые стали Ст. 15 и Ст. 20Х со слоем цементации в готовом изделии не менее 1—1,5 мм.

Для роликов можно применять сталь У8А.

Коэффициент трения качения при зажиме по обработанному отверстию можно брать от 0,005 до 0,001 см.

При таком коэффициенте оправки с прекращением резания саморазжимаются.

Расчет роликовых оправок с криволинейным зажимным профилем. На рис. 145, в и рис. 149 показана схема зажима криволинейным профилем. Угол заклинивания α должен равняться углу подъема профиля. Из построения видно, что угол заклинивания равняется углу подъема

¹ Решетов Д. Н., Проектирование самозажимных патронов, „Станки и инструмент“ № 2—3, 1942.

вспомогательного теоретического профиля, проведенного через центр ролика. Поэтому для построения реального профиля (реальной кривой) вначале вычерчивают теоретическую кривую через центр зажатого ролика, а кривую кулачка получают как эквидистанту (равноотстоящую) к теоретической кривой и проводят ее касательно к ролику. Углом подъема теоретического профиля в данной точке является угол между линией, соединяющей центр оправки с центром ролика, и линией, соединяющей центр ролика с центром радиуса кривизны профиля. Легко заметить, что и в этом случае как и в случае зажима плоским профилем, ролик зажимается как бы между клином и ползушкой по элементарной схеме, изображенной на рис. 146, б.

Расчетные формулы для случая с плоским зажимным профилем остаются справедливыми и для патронов с криволинейным профилем. Условие заклинивания определяется по формуле (20). Сила зажима детали W определяется по формулам (24), (25). Проверка прочности поверхностных слоев — по формулам (27), (28).

Теоретический зажимной профиль очерчивается по логарифмической спирали. Логарифмическая спираль — единственная кривая, которая имеет постоянный угол подъема α . Для партии изделий с неизбежным колебанием диаметра отверстий (в пределах допуска) профиль, очерченный по логарифмической спирали, будет обеспечивать постоянство угла заклинивания даже при больших допусках.

Уравнение логарифмической спирали в полярных координатах:

$$r = r_{\min} e^{m\beta}, \quad (29)$$

где r и β — полярные координаты, причем r — радиус-вектор; β — полярный угол; $r_{\min}$ — величина радиуса-вектора при $\beta = 0$; e — основание натуральных логарифмов, равное 2,718; m — параметр спирали — постоянное положительное число, характеризующее угол подъема кривой:

$$m = \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha.$$

При построении теоретического профиля по логарифмической спирали за начало полярных координат принимается центр вращения оправки (рис. 150). Из этого центра через центр ролика в его левом положе-

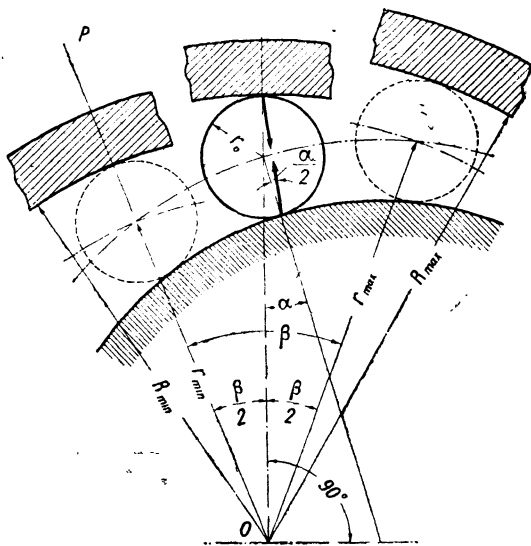


Рис. 150. Построение зажимного профиля по дуге окружности, заменяющей логарифмическую спираль.

нии проводится полярная ось Op . Левое положение ролика соответствует зажиму заготовки с наименьшим предельным диаметром $D_{\min}$. На оси откладывается размер радиуса-вектора $r_{\min}$:

$$r_{\min} = R_{\min} - r_0.$$

Этим определяется первая точка логарифмической спирали. Спираль должна проходить через центры ролика в его различных положениях. Правое положение ролика соответствует зажиму заготовки с максимальным предельным диаметром $D_{\max}$. Радиус-вектор для этого положения будет

$$r_{\max} = R_{\max} - r_0.$$

Полярный угол β (угол поворота тела патрона при переходе от зажима заготовки минимального диаметра к зажиму заготовки максимального диаметра) определяется из уравнения спирали:

$$r_{\max} = r_{\min} e^{\alpha\beta},$$

$$\frac{r_{\max}}{r_{\min}} = e^{\alpha\beta},$$

так как

$$\alpha\beta = \ln \frac{r_{\max}}{r_{\min}} \approx 2,3 \lg \frac{r_{\max}}{r_{\min}},$$

то

$$\beta = \frac{2,3 \lg \frac{r_{\max}}{r_{\min}}}{\alpha}. \quad (30)$$

Полагая расчетный угол подъема спирали (угол заклинивания) $\alpha^\circ = 5^\circ$, а в радианах $\alpha = \frac{\pi\alpha^\circ}{180^\circ} = 0,0873$ и подставляя в формулу, найдем β в радианах. Для перевода в градусы воспользуемся формулой:

$$\beta^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} \beta. \quad (31)$$

Откладывая найденный угол и проведя $r_{\max}$, получим вторую точку спирали, соответствующую крайнему правому положению ролика, которое он будет занимать при зажиме заготовок с максимальным диаметром отверстия.

Нет необходимости определять промежуточные точки спирали для ее построения. Логарифмическую спираль с большой точностью можно заменить дугой окружности. Центр окружности легко определить построением. Для этого из центра вращения оправки восстанавливается перпендикуляр к биссектрисе полярного угла β° до пересечения с другим перпендикуляром, проведенным из середины прямой, соединяющей концы предельных радиусов-векторов $r_{\min}$ и $r_{\max}$. Пересечение перпендикуляров и будет центром окружности, весьма точно заменяющей логарифмическую спираль. Такая замена облегчает изготовление зажимного профиля.

На рис. 150 через центры роликов пунктиром проведена кривая (дуга окружности) теоретического профиля, а касательно к роликам — кривая (концентричная дуга окружности) зажимного профиля.

В патронах с тремя роликами необходимо проверять углы для размещения ролика:

$$\gamma^\circ = 120^\circ - \beta^\circ, \quad (32)$$

где γ° — угол размещения и запаса.

Расчет оправок с сухарями. Зажим изделий на этих оправках (рис. 145, з) происходит следующим образом. После того как изделие установлено, под действием специальных пружин или от руки производится поворот сепаратора 4 по часовой стрелке, сухари выдвигаются и осуществляют легкий первоначальный зажим. В начале резания резец задерживает обрабатываемую деталь. В это время оправка, вращающаяся вместе со шпинделем станка против часовой стрелки, несколько проскальзывает относительно сухарей и вызывает заклинивание. Чтобы исключить возможность проскальзывания сухарей относительно изделия,

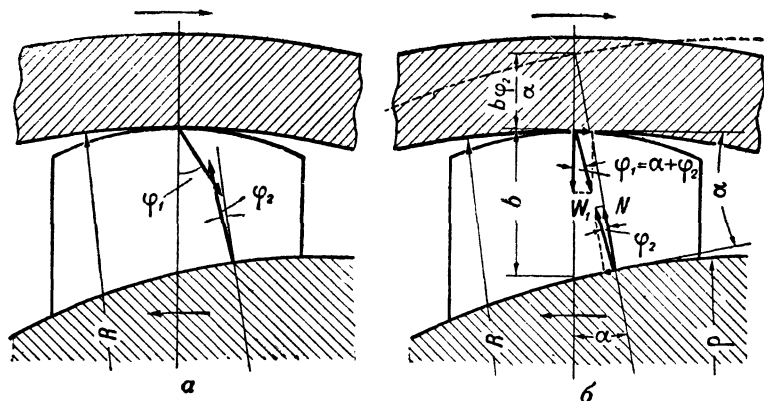


Рис. 151. Схема зажима в оправках с сухарями.

на них наносятся зубцы. Насечка увеличивает коэффициент сцепления и делает его больше коэффициента трения между сухарями и профилем. Внешние силы, действующие на сухарь, дают равнодействующую, вызывающую его затягивание (рис. 151, а).

После окончания процесса затягивания силы W_1 , действующие на сухарь от изделия и от профиля, направлены по одной прямой в противоположные стороны и уравнивают друг друга (рис. 151, б). Равнодействующая N элементарных нормальных давлений между сухарем и профилем оправки смещается вправо настолько, что образует с линией, проведенной через середину сухаря и центр оправки, угол, равный углу заклинивания α . Уравнивающие друг друга силы W_1 наклонены к нормальным под углами трения φ_1 и φ_2 . Из чертежа видно, что $\varphi_1 = \alpha + \varphi_2$, откуда $\alpha = \varphi_1 - \varphi_2$. Условием заклинивания будет неравенство:

$$\alpha \leq \varphi_1 - \varphi_2. \quad (33)$$

Очевидно, что для большей надежности заклинивания необходимо всячески увеличивать угол трения φ_1 между изделием и сухарями. С этой целью на сухарях наносят зубцы. По этой же причине оправки с сухарями лучше работают при зажиме по черным или грубо обработанным поверхностям.

Угол заклинивания α должен равняться углу подъема профиля. Из построения видно, что угол заклинивания равняется углу подъема вспомогательного теоретического профиля, проведенного пунктиром (рис. 151, б). Поэтому для построения реального профиля вначале вычерчивают теоретическую кривую, а кривую профиля оправки получают как эквидистанту к теоретической кривой. Учитывая колебания диаметра отверстий (в пределах допуска), вспомогательный профиль очерчивают по логарифмической спирали. Чтобы обеспечить касание сухаря с профилем во всех положениях, логарифмическую спираль путем построения заменяют дугой окружности. Порядок построения тот же, что и в случае роликовых патронов (рис. 150). Предельные (максимальный и минимальный) расчетные радиусы-векторы логарифмической спирали, соответствующие зажиму изделия наибольшего и наименьшего диаметра и используемые для определения центра окружности, точно заменяющей логарифмическую спираль, будут:

$$r_{\max} = R_{\max} + \frac{b \varphi_2}{\alpha},$$

$$r_{\min} = R_{\min} + \frac{b \varphi_2}{\alpha}.$$

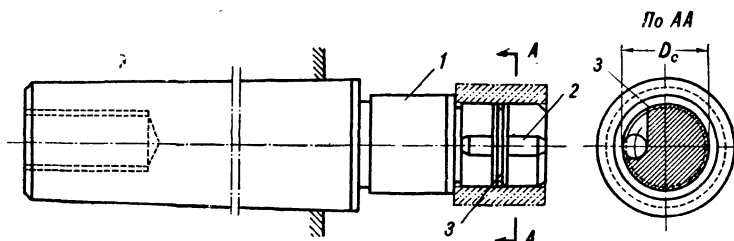


Рис. 152. Консольная самозажимная оправка с одним роликом.

Менее точно центр окружности, заменяющей логарифмическую спираль, может быть подобран по предельным радиусам рабочего профиля, проведенным к середине дуг сухарей:

$$r_{\max} = R_{\max} - b,$$

$$r_{\min} = R_{\min} - b.$$

Углы подъема зажимного профиля берут в пределах $\alpha = 4 - 6^\circ$.

Сила зажима W определяется из построения.

Для оправок, имеющих три сухаря, сила зажима одним сухарем будет:

$$W = \frac{2M}{3D \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)}, \quad (34)$$

где M — крутящий момент на шпинделе;

D — диаметр отверстия заготовки.

Оправки с сухарями обычно не саморазжимаются, поэтому предусматриваются устройства для быстрого освобождения детали после ее обработки.

Однороликовые самозажимные оправки. Однороликовые оправки с плоским зажимным профилем изготавливаются двух типов: консольные —

для токарных станков (рис. 152) и центровые — главным образом, для многолезцовых станков (рис. 153). Они состоят из корпуса 1, ролика 2 и пружины 3, расположенной в кольцевой канавке, проточенной на корпусе оправки и на ролике. Пружина прижимает ролик к корпусу и удерживает его от выпадания. Выемка в корпусе для помещения ролика делается с таким расчетом, чтобы в исходном положении ролика диаметр оправки D_c был выдержан в пределах посадки скольжения. Изделие устанавливается на оправку свободно. С началом резания ролик под влиянием сил трения перекачивается и заклинивает изделие. Новые оправки после сборки испытываются на зажим по контрольной втулке.

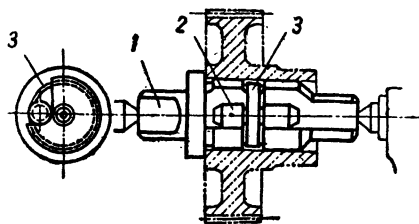


Рис 153. Центровая самозажимная оправка.

К недостаткам однороликовых оправок следует отнести одностороннее смещение зазора во время зажима и сравнительно быстрый износ ролика и паза, в котором он расположен. И то и другое приводит к повышенному биению обработанной детали. По этой причине роликовые оправки используются лишь для черновой обточки деталей типа шестерен или для чистовой обточки втулок под шлифовку. Преимущество оправок — в простоте конструкции, в удобстве установки и сня-

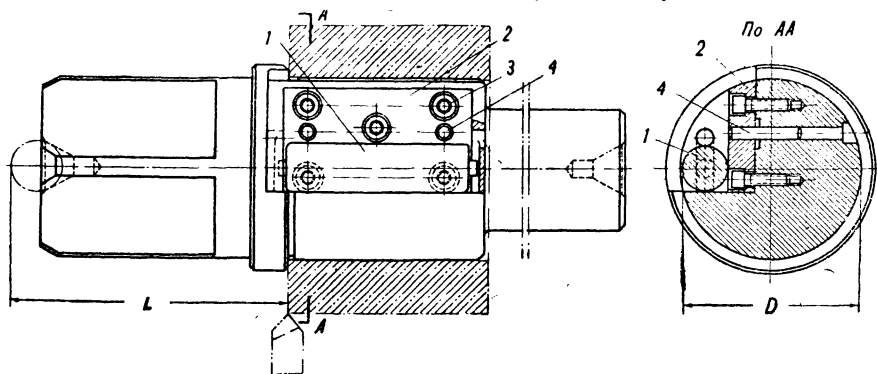


Рис. 154. Самозажимная оправка с обоймой для ролика.

тия детали, в надежности зажима. На консольных оправках обрабатываются изделия с диаметрами отверстий от 12 до 60 мм и выше.

Центровые оправки используются для черновой обточки изделий с диаметрами отверстий свыше 40 мм.

На рис. 154 показана оправка, в которой ролик 1 установлен в специальной обойме 2, предотвращающей его перекашивание и выпадание, что не исключено в конструкциях с пружиной. При сборке ролик своими цапфами вставляется во внутренние глухие пазы обоймы, после чего обойма надевается на установочные штифты 4 и винтами 3 прикручивается к корпусу оправки.

Для того чтобы образующая ролика в его исходном положении лежала на окружности оправки, опорную плоскость обоймы, прилегающую к вер-

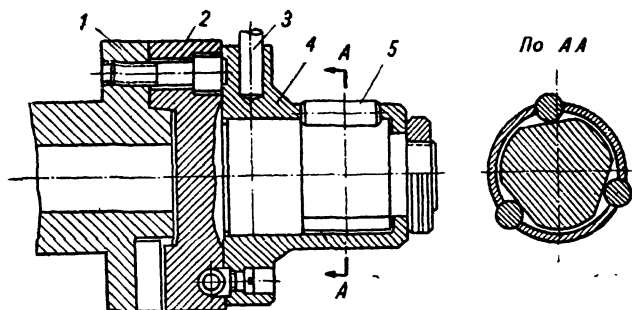


Рис. 155. Трехроликовая самозажимная оправка.

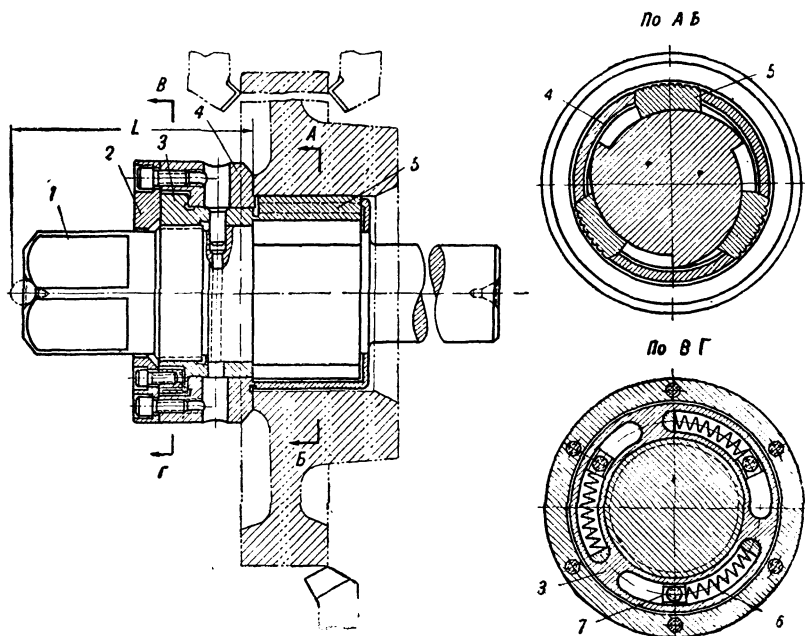


Рис. 156. Самозажимная оправка с сухарями.

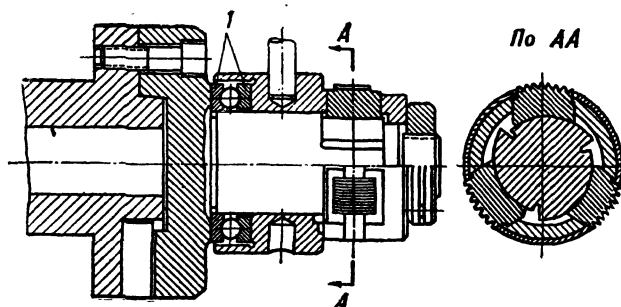


Рис. 157. Оправка с шариковым подпятником.

тикальной стенке паза, или ролик шлифуют до тех пор, пока размер всей собранной системы не достигнет размера диаметра D цилиндрической части оправки. Такая подгонка устраняет необходимость точного исполнения каждого из размеров в размерной цепи сборки. Размер L дается с допуском.

Диаметры роликов следует брать возможно большими с тем, однако, чтобы выемка под ролик (обойму) не ослабляла чрезмерно оправку. В качестве материалов для изготовления роликов и его опор применяются стали 12Х 2Н 4А, Х12М, ШХ25 с закалкой до твердости R_c 55—60.

Трехроликовая самозажимная оправка. На рис. 155 показана трехроликовая оправка с плоским зажимным профилем. Корпус оправки 2 сцентрирован и укреплен на шпинделе 1. На корпус надет стакан (сепаратор) 4 с заложенными в него роликами 5. Патрон приводится в действие с помощью вставного штыря 3. Такие оправки применяются для зажима изделий с отверстиями, предварительно обработанными и имеющими узкий допуск на диаметр.

Самозажимные оправки с сухарями. Оправки с сухарями, изображенные на рис. 156 и 157, сложнее в изготовлении, чем роликовые, поэтому их целесообразно применять лишь в тех случаях, когда по состоянию поверхности зажима или из-за недопустимо больших давлений на ролики роликовые оправки не применимы.

Центровая оправка (рис. 156) состоит из корпуса 1, жестко с ним связанной втулки 3 (в пазы которой заложены пружины 6), сепараторной втулки 4 и сухарей 5. К сепараторной втулке привернута крышка 2, связанная с ползушками 7. Для установки изделия сепараторную втулку вращают против часовой стрелки, перемещают по кривой профиля заложенные в ее вырезах сухари 5 и приближают их к центру, при этом пружины 6 под давлением ползушек 7 сжимаются. После установки пружины, вмонтированные во втулку 3, повертывают сепаратор по часовой стрелке и приводят сухари в контакт с изделием. С началом резания осуществляется самозажим.

В конструкции по рис. 157 пружины для автоматического подвода сухарей отсутствуют. Начальный зажим производится от руки. Для облегчения разжима в оправке предусмотрен шариковый подпятник 1.

Самозажимная оправка с качающимся эксцентриком. Эта оправка, как и самозажимные оправки с одним роликом, не обеспечивает необходимую точность центрирования и применяется для черновой обточки с установкой изделий по грубо обработанным отверстиям. В продольный паз корпуса оправки 1 (рис. 158) свободно установлен эксцентриковый кулачок 2, который удерживается от выпадания шариками 3, находящимися под действием пружин 4.

Обрабатываемая деталь центрируется цилиндрической частью оправки и с началом резания заклинивается эксцентриком с насечкой. Первоначальный контакт эксцентрика с изделием осуществляется с помощью пружинки и плунжера 5.

Установка и снятие изделий производятся с минимальной затратой вспомогательного времени.

Винтовая самозажимная оправка. На рис. 159 дан пример конструкции самозажимной оправки, построенной на ином принципе, чем все оправки, рассмотренные выше. Зажимные кулачки 2, вставленные в

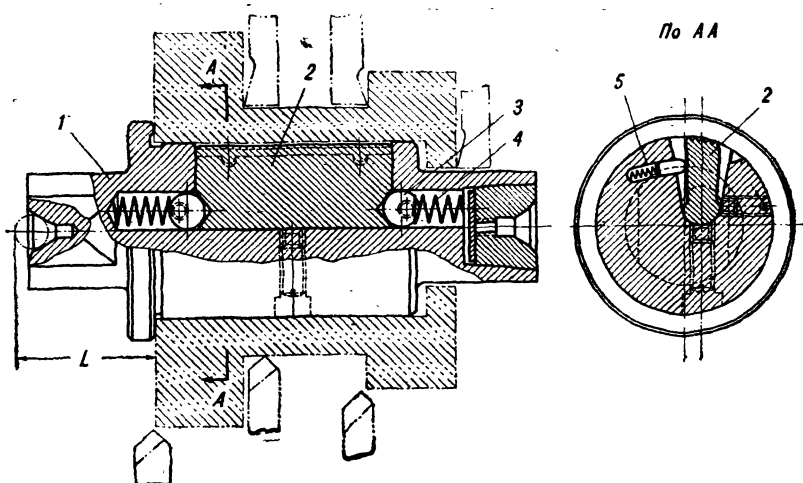


Рис. 158. Самозажимная оправка с эксцентриком

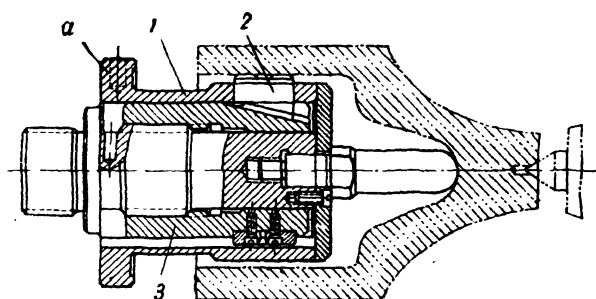


Рис. 159. Винтовая самсзажимная оправка.

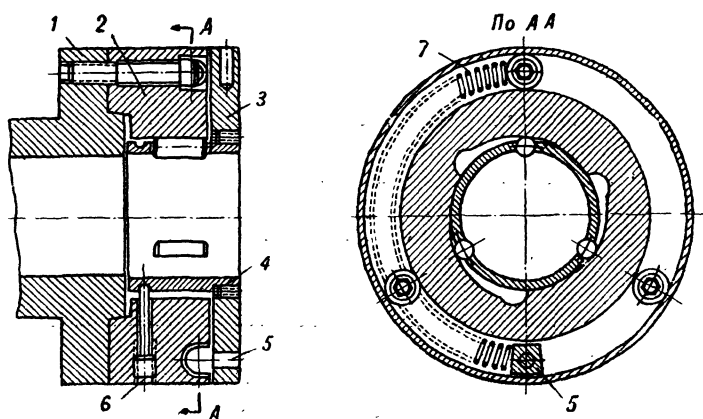


Рис. 160. Трехроликовый самозажимной патрон.

окна наружной втулки 1, скользят в клиновидных пазах внутренней втулки 3.

При вращении наружной втулки в направлении, обратном направлению вращения во время обработки, внутренняя втулка 3, захваченная кулачками 2, свинчивается с левой резьбы корпуса патрона и, перемещаясь вправо, раздвигает кулачки. Осуществляется предварительный зажим изделия. С началом резания весь этот процесс автоматически повторяется. Происходит дополнительный зажим изделия с силой, пропорциональной крутящему моменту на шпинделе. Освобождение обработанной детали осуществляется поворотом наружной втулки с помощью штыря, вставляемого в гнездо *a*. Оправки, по рис. 159, используются для изделий с диаметрами отверстий свыше 70 мм.

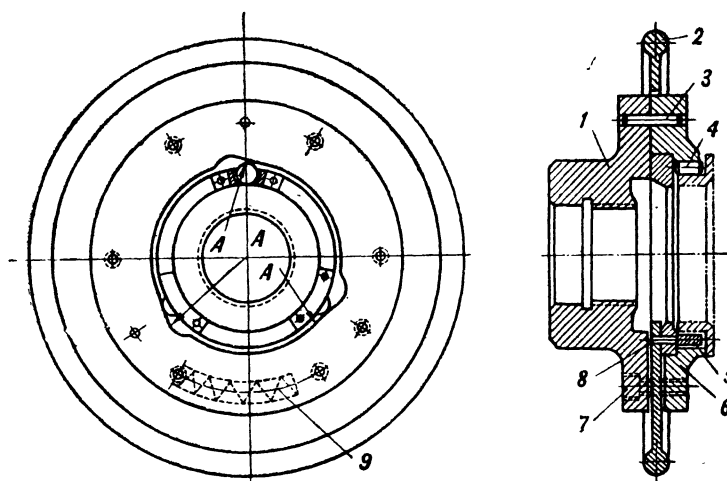


Рис. 161. Самозажимной патрон с маховичком.

Трехроlikовые самозажимные патроны. Наряду с оправками применяются самозажимные патроны для наружного зажима изделий. Патрон, показанный на рис. 160, состоит из корпуса 2, закрепленного на шпинделе станка 1, сепаратора 4, связанного с диском 3, и роликов. Ролики перекатываются по кривым, имеющимся в корпусе патрона. Перед установкой изделия диск 3 с сепаратором поворачивают против часовой стрелки и раскрывают патрон. Пружина 7, связанная с сухарем 5, при этом растягивается. После установки изделия сепаратор под действием пружины возвращается в исходное положение и ролики, перекатываясь по кривым, слегка заклиниваются. С началом резания происходит дальнейшее заклинивание и зажим изделия. Винт 6 удерживает сепаратор от осевых смещений.

На рис. 161 показан аналогичный патрон с маховичком. При вращении маховичка 2 против часовой стрелки патрон раскрывается. После установки обрабатываемой детали маховичок под действием пружины 9 возвращается в исходное положение и, увлекая с собой сепаратор 5, связанный с маховичком винтами 8, перекатывает ролики 4 по кривым корпуса патрона. Происходит начальное заклинивание. С началом работы

заклинивание увеличивается, и изделие надежно зажимается. Колебание наружных диаметров зажимаемых деталей может быть в пределах 3—4 мм. Патроны просты по конструкции и в изготовлении и в сравнении с универсальными кулачковыми патронами обеспечивают чрезвычайно быстрый зажим и снятие обрабатываемых деталей. Расчет роликовых патронов сводится к правильному выбору зажимного профиля и проверке поверхностных слоев на смятие. Расчет выполняется в том же порядке, какой принят для роликовых самозажимных оправок.

22. Расширяющиеся (упругие) оправки и патроны

Зажимные приспособления в виде расширяющихся оправок и патронов появились в производстве лишь в последние годы. В отличие от цанговых зажимных механизмов, в которых зажим и центрирование изделий осуществляются через посредство разрезной втулки (цанги) или разрезного корпуса приспособления, в расширяющихся патронах и оправках пустотелый корпус приспособления прорезей не имеет и работает как тонкостенный цилиндр, расширяющийся (при внутреннем зажиме) или сжимающийся (при наружном зажиме) под действием внешних сил. Изделия, свободно устанавливаемые на пустотелый корпус, после его расширения (сжатия) надежно центрируются и зажимаются. Деформация рабочей части корпуса должна протекать только в пределах упругости. Даже после многократных зажимов появление остаточных деформаций недопустимо, так как иначе изделия нельзя будет свободно устанавливать в приспособление.

В расширяющихся оправках и патронах внешние силы деформируют рабочую часть корпуса через промежуточное тело (заполнитель) в виде роликов, пластической массы или жидкой среды (масло). В соответствии с этим расширяющиеся патроны и оправки можно разделить на три группы:

1) роликовые, в которых усилия зажима передаются через ролики, заключенные в сепаратор;

2) гидравлические с пластическим заполнителем, в которых передатчиком зажимных усилий является пластическая масса или резина, заполняющие полость приспособления;

3) гидравлические с жидким заполнителем, в которых усилие зажима передается через масло.

Роликовые оправки и патроны. На рис. 162 показана роликовая оправка. Левый конец корпуса оправки 1 выполнен в виде конуса Морзе и служит для установки и закрепления оправки в конусном гнезде шпинделя. Правый конец пустотелый с небольшим внутренним конусом. Конусность берется в пределах $1:30 \div 1:50$ ($\alpha = 30^\circ \div 1^\circ$). Чаше принимают $\alpha = 1^\circ$. В отверстие корпуса вставлен разжимной конус 5, имеющий ту же конусность. Между разжимным конусом и тонкостенным корпусом оправки помещен сепаратор 6, удерживающий попарно цилиндрические ролики 3.¹ Оси роликов наклонены к оси отверстия корпуса и разжимного конуса под небольшим углом γ . Угол γ колеблется в пределах от 1 до 3° . Чаше принимают $\gamma = 1^\circ$. Размеры ро-

¹ На рис. 162 показана только часть сепаратора.

ликов берутся в зависимости от диаметра базовой поверхности изделия. Длина их колеблется от 8 до 20 мм, а диаметр от 0,75 до 5 мм. Для предохранения роликов и полости оправки от загрязнения предусмотрено сальниковое уплотнение 4 (показано схематично). Изделие 2, с предварительно обработанным отверстием, свободно надевается на корпус оправки и после установки надежно зажимается. Зажим осуществляют ключом с шестигранной головкой, вставляемой в шестигранное отверстие, предусмотренное в зажимном конусе 5. При вращении зажимного конуса в направлении стрелки последний, вследствие наклонного положения осей роликов, как бы ввинчивается в полость оправки (перемещается справа налево) и с большой силой расширяет

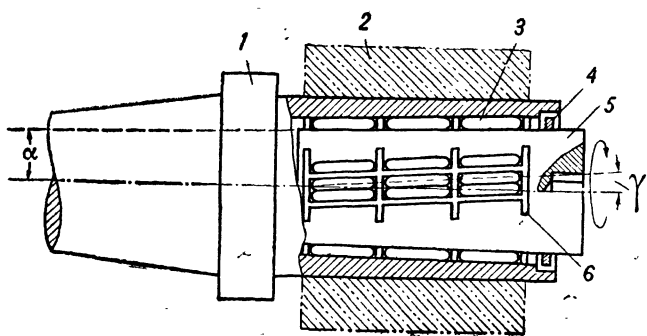


Рис. 162. Роликовая расширяющая оправка.

стигранное отверстие, предусмотренное в зажимном конусе 5. При вращении зажимного конуса в направлении стрелки последний, вследствие наклонного положения осей роликов, как бы ввинчивается в полость оправки (перемещается справа налево) и с большой силой расширяет

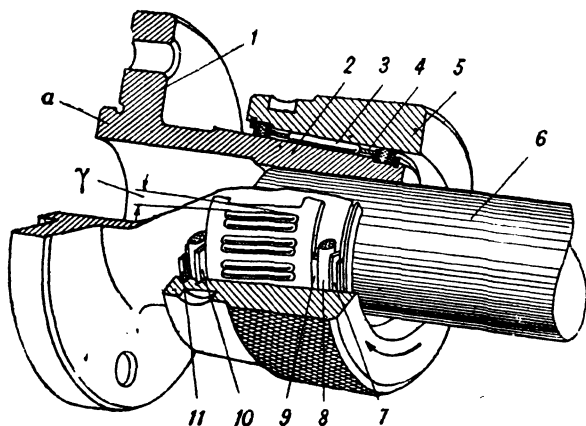


Рис. 163. Роликовый патрон.

тонкостенный корпус. Упруго расширяющийся корпус оправки центрирует и равномерно зажимает обрабатываемую деталь. Толщина стенок корпуса для малых и средних оправок колеблется в среднем от 2 до 5 мм.

Типичная конструкция роликового патрона показана на рис. 163. Корпус патрона 1 с фланцем и центрирующим выступом a закрепляется на шпинделе станка. На правом конце корпуса имеется наружный конусный участок с углом наклона $\alpha = 1 - 3^\circ$, строго концентричный

центрирующему выступу. На корпус установлена зажимная втулка 5 с внутренним конусом. Конусность втулки соответствует конусности корпуса патрона. Между зажимной втулкой и корпусом помещен сепаратор 4 с роликами 3. Оси роликов наклонены к оси патрона под углом $\gamma = 1-3^\circ$. Размеры роликов те же, что и у оправок. Для предохранения роликов от грязи и охлаждающей жидкости с обеих сторон сепаратора предусмотрены фетровые кольца 8, удерживаемые металлическими разрезными кольцами 7, 9, 10, 11. Эти же стальные кольца, между которыми заключен (с некоторыми зазором) сепаратор, препятствуют самопроизвольному соскальзыванию зажимной втулки 5. Изделие 6 свободно вводится в отверстие корпуса патрона и после установки надежно зажимается. Зажим осуществляется вращением зажимной втулки от руки или с помощью ключа, закладываемого в отверстия на

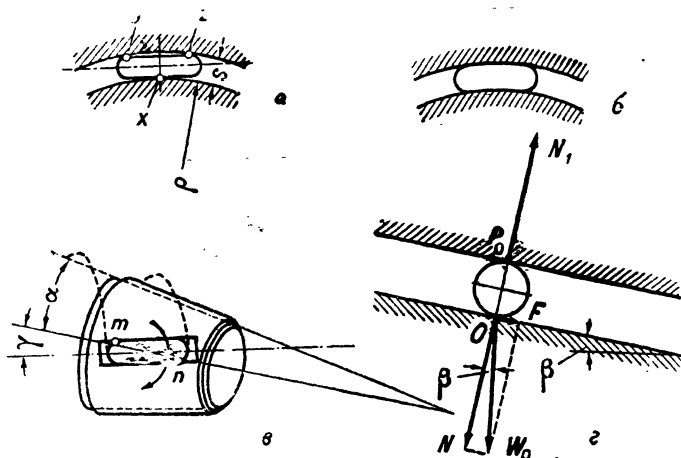


Рис. 164. Схема зажима в роликовом патроне.

ее периферии. При вращении по часовой стрелке зажимная втулка вследствие наклонного положения осей роликов как бы навинчивается на корпус патрона (перемещается справа налево) и с большой силой сжимает его. Упруго сжимающийся корпус центрирует и равномерно зажимает обрабатываемую деталь.

Механика роликовых зажимов. Зажим изделий в роликовых патронах и оправках производится с небольшим усилием от руки или ключа, причем легко достигается соединение, равноценное прессовой посадке. Кроме того, роликовые зажимы обладают свойством самоторможения, и поэтому силы первоначального зажима остаются неизменными на весь период обработки изделия. Для выяснения механики роликовых зажимов рассмотрим рис. 164, на котором представлена схема зажима изделия в патроне по рис. 163. В позиции *a* дано сечение патрона плоскостью по оси ролика. Так как ось ролика наклонена к оси патрона на угол γ , то в незажатом состоянии ролик в точке *x* касается с обрабатываемой конусной частью корпуса, а в точках *y* и *z* с внутренним конусом зажимной втулки. При вращении зажимной втулки 5 в направлении стрелки (рис. 163) ролик, увлекаемый силами трения, возникаю-

щим в точках его касания с коническими поверхностями (в точках x , y , z), начинает вращаться и перекатываться по конусному участку корпуса патрона. Наклонное положение ролика заставляет его перекатываться по винтовой линии (позиция θ), что в свою очередь заставляет зажимную втулку, связанную с роликами силой трения, перемещаться в осевом направлении. Вследствие осевого перемещения зажимной втулки зазор s будет уменьшаться. Ролик, работающий как балка на двух опорах (в точках y и z), нагруженный посередине (в точке x), будет изгибаться до полного прилегания к коническим поверхностям. Дальнейшее вращение зажимной втулки и перекатывание роликов вызывает упругую деформацию стенок корпуса и зажим изделия.

Из рис. 164, θ и z видно, что перекатывающийся ролик преодолевает подъем, и для выяснения возникающих сил зажима и условия самоторможения следует рассматривать качение зажатого с двух сторон ролика по наклонной плоскости. Очевидно, что угол подъема β (угол наклонной плоскости) тем больше, чем больше углы α и γ . Значение угла β определяется по формуле:

$$\sin \beta = \sin \alpha \cdot \sin \gamma. \quad (35)$$

При $\gamma = 0$, $\beta = 0$. При $\gamma = 90$, $\beta = \alpha$. При неизменном угле наклона конуса α угол подъема роликов β изменяется в зависимости от изменения угла наклона оси роликов к оси патрона в пределах от нуля до значения α . Так как при конструировании роликовых патронов и оправок углы α и γ задаются малыми ($1-3^\circ$), то получающиеся углы подъема β исчисляются в долях градуса. Последнее обеспечивает колоссальный выигрыш в силе.

Для определения силы, с которой ролики сжимают корпус патрона, введем обозначения:

D — наружный диаметр зажимной втулки, мм;

D_1 — диаметр конуса корпуса в средней части, мм;

$D_2 = D_1 + 2d_0$ — диаметр конуса зажимной втулки в средней части, мм;

d — диаметр отверстия патрона, мм;

d_0 — диаметр роликов, мм;

P — окружное усилие, прикладываемое рабочим на наружном диаметре втулки.

Суммарная окружная сила на роликах будет:

$$\sum P_0 = P \frac{D}{D_2}, \quad (36)$$

где P_0 — усилие, приложенное к одному ролику.

Допустим, что рабочий прекратил вращение зажимной втулки, но окружное усилие с нее не снял (рука рабочего находится в напряжении). Тогда на каждый ролик будут действовать четыре силы (рис. 164, z): окружная сила P_0 , сила трения F и реакции со стороны конусных по-

¹ Формулу (35) можно вывести из рассмотрения трехгранного угла, образованного в любой точке касания ролика с конусной поверхностью (например в точке x) тремя плоскостями: плоскостью касательной к конусной поверхности в рассматриваемой точке, горизонтальной плоскостью и плоскостью, перпендикулярной оси ролика

верхностей втулки и корпуса N и N_1 . Из условия равновесия ролика видно, что $P_0 = F$ и $N = N_1$. Из треугольника $NO W_0$ находим силу давления ролика на корпус, направленную перпендикулярно к оси изделия:

$$W_0 = \frac{P_0}{\sin \beta}.$$

Суммарная сила давления на корпус со стороны всех роликов будет:

$$W = \sum W_0 = \sum \frac{P_0}{\sin \beta} = \frac{\sum P_0}{\sin \beta}.$$

Учитывая, что $\sum P_0 = P \frac{D}{D_2}$, получим:

$$W = \frac{PD}{D_2 \sin \beta}. \quad (37)$$

Если предположить, что изделие вставлено в отверстие патрона без зазора (например по плотной посадке), то сила W будет той силой, которая зажимает обрабатываемую деталь.¹ Тогда окружная сила на изделии будет:

$$T = W\mu, \quad (38)$$

где μ — коэффициент трения скольжения между обрабатываемой деталью и корпусом патрона.

Соответствующий крутящий момент, который можно допустить на резце, не опасаясь проскальзывания детали, определится из формулы:

$$M = T \cdot \frac{d}{2} \text{ кг} \cdot \text{см}, \quad (39)$$

где M — допустимый крутящий момент на резце, $\text{кг} \cdot \text{см}$;

T — окружное усилие, кг ;

d — диаметр отверстия корпуса, см .

Пример. Патрон изготовлен с углом $\alpha = 1^\circ$ и углом $\gamma = 1^\circ$.

По формуле (35) находим:

$$\sin \beta = 0,017 \cdot 0,017 = 0,0003,$$

откуда угол подъема $\beta = 0^\circ 1'$.

Наружный диаметр зажимной втулки 5 (рис. 163) $D = 90 \text{ мм}$; диаметр конуса корпуса в средней части $D_1 = 50 \text{ мм}$; диаметр отверстия корпуса $d = 42 \text{ мм}$; диаметр роликов $d_0 = 2,5 \text{ мм}$; окружное усилие, приложенное на наружном диаметре зажимной втулки, $P = 1 \text{ кг}$.

Суммарная сила давления на корпус со стороны всех роликов будет:

$$W = \frac{P \cdot D}{D_2 \sin \beta} = \frac{1 \cdot 90}{55 \cdot 0,0003} \approx 5470 \text{ кг}.$$

Окружная сила на изделии при коэффициенте трения $\mu = 0,1$;

$$T = W\mu = 5470 \cdot 0,1 = 547 \text{ кг}.$$

Допустимый крутящий момент на резце:

$$M = T \frac{d}{2} = 547 \cdot 2,1 = 1148,7 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

¹ При посадке с зазором часть силы W расходуется на деформацию корпуса, о чем будет подробно сказано ниже.

Если при зажиме использовать ключ (рычаг), то значения M можно увеличить в 8—10 раз.

Для выяснения условия самоторможения допустим, что рабочий, прекратив зажим, снял окружное усилие с зажимной втулки. При этом возможны два случая. Или ролики под действием силы реакции скатятся по наклонной плоскости, зажимная втулка повернется против часовой стрелки и патрон самопроизвольно разожмется, или при очень малых углах подъема произойдет самоторможение. Как и в самозажимных патронах, условие самоторможения определяется формулой (21), в которой вместо угла α надо подставлять угол β . Например, для патронов с роликами диаметром $d_0 = 1$ мм, при коэффициенте трения качения $k = 0,001$, условие самоторможения будет:

$$\beta \leq \frac{4k}{d} = \frac{4 \cdot 0,001}{0,1} = 0,04,$$

или в градусах:

$$\beta \leq 2^\circ 20'.$$

Так как на практике углы β значительно меньше и, кроме того, самоторможение усиливается благодаря тому, что ролики находятся в искривленном состоянии, то роликовые патроны и оправки надежно удерживают изделие и никакие удары, сотрясения и вибрации в процессе работы не нарушают прочности зажима. Крутящие моменты и осевые силы можно передавать в обоих направлениях.

Все выводы по механике роликового патрона справедливы и для роликовых оправок.

В зажимных приспособлениях ролики работают на изгиб и сжатие, что учитывается при их расчете. Ролики изготавливают из специальной стали, прочность которой должна быть выше прочности сталей для обычных роликовых игольчатых подшипников. Ролики закаливают и подвергают лапингованию (притирке). Точность диаметра роликов должна быть в пределах $\pm 0,001$ мм.

Корпуса патронов и оправок, а также зажимные втулки и конуса изготавливают из сталей с высоким пределом упругости, например У10А ГОСТ 1935—42 и ей равноценных, и подвергают термообработке до $R_c 58—62$. Стенки корпуса не должны быть толстыми, так как в противном случае трудно будет зажимать изделие. Сепараторы изготавливают из бронзы с толщиной стенок, соответствующей диаметру роликов. Сепаратор должен быть достаточно прочным. В процессе зажима вследствие того, что ролики стремятся повернуться по стрелке (рис. 164, в) и расположиться параллельно оси корпуса, в точках m и n окон сепаратора возникают значительные давления. Все вырезы в сепараторе должны быть сделаны под одним углом, в противном случае не будет обеспечена равномерность давления со стороны роликов. Один из патронов, хорошо оправдавших себя на практике, имел толщину стенок корпуса 2,5 мм, диаметр роликов 2 мм, количество их 84 шт., угол наклона роликов $\gamma = 1^\circ$. Патрон легко зажимался от руки и обеспечивал равномерное сжатие корпуса по всей длине с уменьшением по диаметру на 0,05—0,06 мм. Хорошо изготовленный патрон (оправка) обеспечивает точность центрирования до 0,005 мм. В особых случаях

точность может быть доведена до 0,002 мм. Число зажатий, при котором патрон работает нормально, доходит до 50 000.

Примеры конструкций роликовых оправок и патронов. На рис. 165 показаны две фланцевые роликовых оправки. Оправка *а* применяется на шлифовальных станках. Регулируемый упор 2, ограничивающий осевое перемещение зажимного конуса 3, предохраняет оправку от чрез-

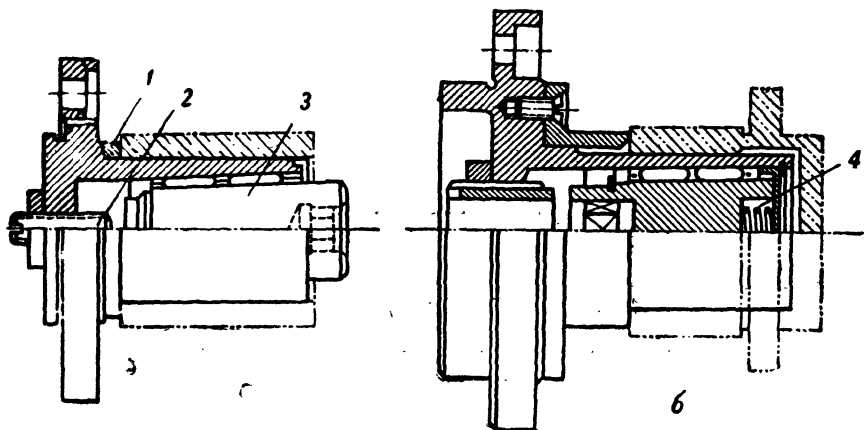


Рис. 165. Фланцевые роликовые оправки.

мерного расширения. Регулировку упорного винта следует производить по втулке-калибру, надеваемой на корпус оправки и имеющей диаметр отверстия несколько больший максимального предельного диаметра отверстия изделия. Изделие устанавливается до упорного кольца 1. Кре-

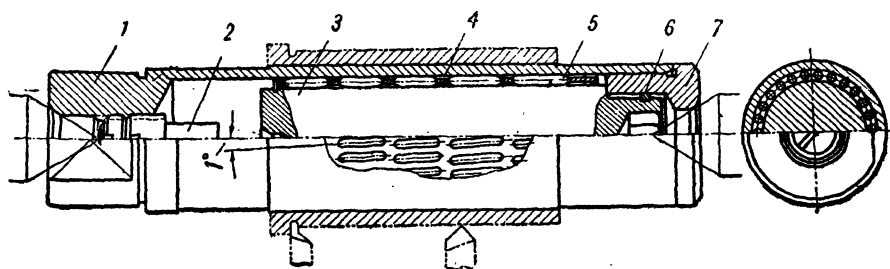


Рис. 166. Центровая роликовая оправка.

пление изделия производится торцевым ключом, с помощью которого вращают по часовой стрелке зажимной конус 3. При разжиме конус вращают в обратную сторону.

Оправка *б* используется для зажима тонкостенных изделий с глухим отверстием. Зажим производится торцевым ключом через шпиндель станка. Для возвращения зажимного конуса в исходное положение предусмотрена пружина 4.

Центровая оправка с роликами показана на рис. 166. Оправка состоит из корпуса 1 с запрессованной в него центральной пробкой 7. Изделие до установки в центры зажимается на ней путем вращения

конуса 3. Для ограничения расширения оправки предусмотрен упор 2. 4 и 5 — сепаратор с роликами; 6 — фетровая прокладка, предохраняющая полость оправки от загрязнения. Угол наклона роликов $\gamma = 1^\circ$, диаметр их 2—3 мм; толщина стенок корпуса в наибольшем сечении — до 4 мм.

Базовое отверстие изделия должно быть предварительно обработано по 2-му классу точности. Сопряжение оправки с изделием до разжима по посадке скольжения.

На рис. 167 изображен роликовый патрон для шлифовки отверстия в шестерне. Патрон состоит из корпуса 1, зажимной втулки 2 и роликов 3, заключенных в сепараторе 4. Угол наклона конуса $\alpha = 1^\circ$, угол наклона оси роликов к оси патрона $\gamma = 1^\circ$; диаметр роликов 2—2,5 мм. Толщина стенки корпуса в наибольшем сечении до 4 мм.

Диаметр базовой поверхности изделия выполнен по 2-му классу точности — посадка скольжения. Допуск на concentricity поверхностей вращения $< 0,01$ мм.

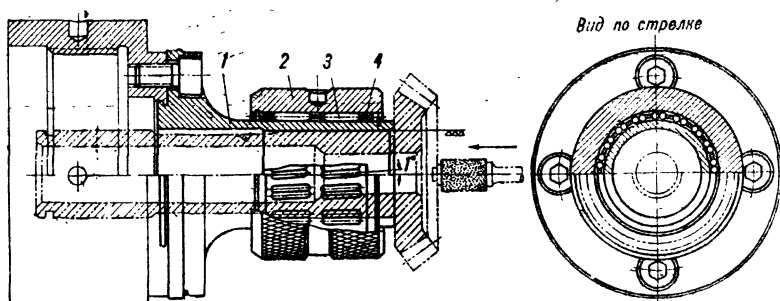


Рис. 167. Роликовый патрон.

Роликовые соединения заслуживают пристального внимания и изучения. Они пригодны не только для центрирования и зажима обрабатываемых деталей. Роликовые оправки используются и, видимо, получат широкое применение для закрепления режущего инструмента на станках: фрез, разверток, шлифовальных кругов и т. п. В 1943 г. в Берлинском высшем техническом училище проведены специальные исследования применения расширяющихся оправок и в первую очередь роликовых оправок в производстве зубчатых колес. Исследовались оправки для закрепления червячных фрез, долбяков феллоу, профильных шлифовальных кругов, шеверов в виде зубчатого колеса. Исследовалось применение этих же оправок для закрепления заготовок на зубообрабатывающих станках, для обмера зубчатых колес в измерительных приборах и, наконец, для центрирования сменных шестерен в делительных механизмах станков. Результаты этих исследований позволяют сделать вывод, что широкое применение упругих оправок будет способствовать заметному повышению точности в производстве зубчатых колес. Роликовые соединения нашли также применение в качестве муфт сцепления при соединении валов и осей, при креплении шкивов, маховиков и т. п.

¹ Под допуском на concentricity подразумевается допустимое биение обработанной поверхности изделия относительно базовой. Биение равно двойному эксцентриситету.

Гидравлические оправки и патроны с пластической массой.
 На рис. 168 показана гидравлическая оправка. На корпус оправки 1 установлена зажимная втулка 2. В каналы корпуса и в цилиндрическую полость между корпусом и втулкой помещена пластическая масса 3. Давление в пластмассе создается винтом 4 через поршень 5. В результате давления втулка 2 расширяется, центрирует и зажимает установленное на ней изделие. Для того чтобы расширение втулки совершалось только в пределах упругости, предусмотрен упорный винт 6, ограничивающий перемещение поршня. Регулировка упора производится по

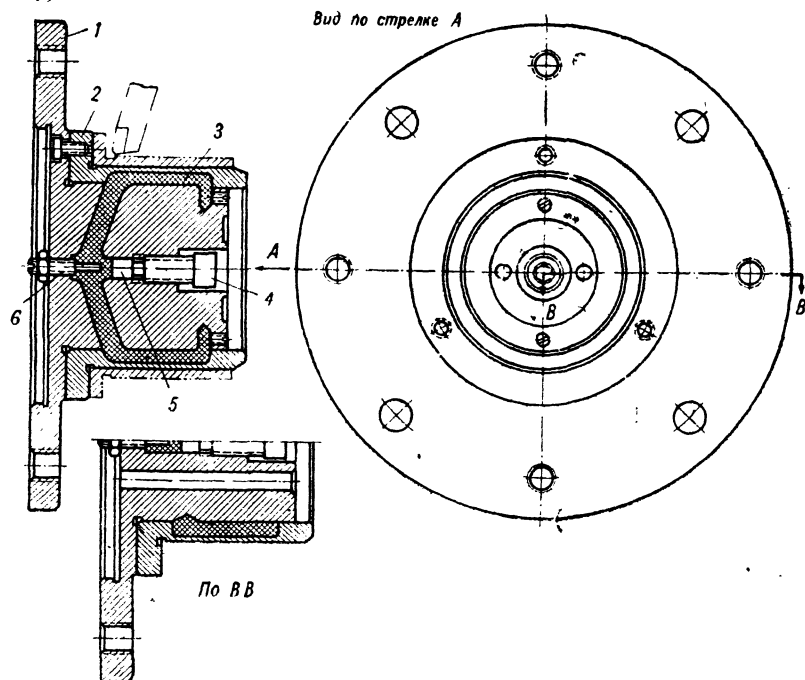


Рис. 168. Гидравлическая оправка с пластмассой.

втулке-калибру с диаметром отверстия немного большим максимального предельного диаметра обрабатываемой детали.

Гидравлический патрон, показанный на рис. 169, работает по тому же принципу. Пластическая масса, заполняющая каналы корпуса патрона 1 и полость между корпусом и втулкой 2, сжимается винтом 3, действующим на поршень 4. Для ограничения хода поршня предусмотрен упор 5. Регулировка упорного винта производится по калибру, вставляемому в отверстие втулки и имеющему диаметр, несколько меньший минимального диаметра базовой поверхности изделия. Ввинчиванием винта 3 можно создать давление до 400 атмосфер. При вращении винта в обратную сторону давление на поршень прекращается, разжимая втулка под действием сил упругости приходит в нормальное состояние и изделие легко вынимается.

Пластическая масса для гидравлических приспособлений. Требования, предъявляемые к пластической массе, используемой в качестве заполнителя приспособлений, сводятся к следующему:

- 1) она должна при нормальных условиях легко сжиматься и передавать равномерное давление на стенки зажимных втулок;
- 2) должна быть достаточно эластичной для того, чтобы после прекращения давления легко стекала в образующееся пустое пространство и возвращалась в исходное положение;
- 3) должна быть достаточно густой и вязкой, чтобы не происходило утечки при применении нажимного винта с плотной резьбой и поршней без уплотнений;

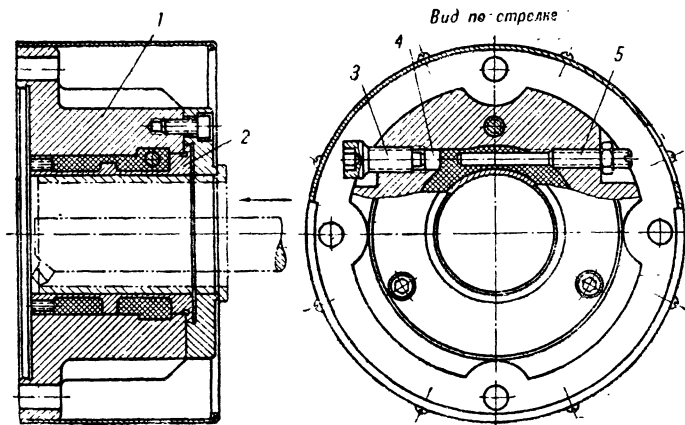


Рис. 169. Гидравлический патрон с пластмассой.

4) должна приводиться в жидкое состояние без затруднений с тем, чтобы при известной температуре можно было легко и без образования воздушных пузырей осуществить заполнение камеры приспособления;

5) пластическая масса не должна подвергаться химическим изменениям и вступать в реакцию с металлом.

Фирма Питлер до войны применяла в гидравлических приспособлениях смесь сала с парафином, в процентном соотношении, обычно применяемом при изготовлении свечей. Приспособления с таким заполнителем работали хорошо. Во время войны фирмой „Фарбениндустри“ был найден заменитель — хлористое соединение „игелит“ с примесью 85% „месамоль 1“, вполне отвечающий указанным требованиям. При нагревании до 90° „игелит“ легко вливается в каналы приспособления. Известна также пластмасса „миполам“, изготавливаемая на основе виниловых смол, в частности на основе винилацетата.

В Советском Союзе аналогичная пластмасса изготавливается из хлорвиниловой смолы с прибавлением пластификатора дибутилфтората и стабилизатора — стеората кальция. Эти материалы не дефицитны, и изготовление такой пластмассы доступно в заводских условиях. Заполнение приспособления пластмассой производится под давлением 100 атмосфер с подогревом как самого приспособления, так и цилиндра

с поршнем, из которого производится заполнение до температуры 160°. Не исключена возможность подбора других сортов пластических масс.¹

Гидравлические оправки с жидким заполнителем. На рис. 170 показана оправка, в которой давление передается через масло. На корпус оправки 1 с камерой и каналами для масла плотно насажена зажимная втулка 2, которая в случае большой длины опирается на корпус перегородками а. В цилиндрическую полость между корпусом и зажимной втулкой, винтом 7 под большим давлением нагнетается масло, вследствие чего втулка расширяется, центрирует и зажимает установленное на ней изделие. Давление масла получается весьма равномерным. Между гайкой 6 и корпусом предусмотрено сальниковое уплотнение 5. Предельное расширение втулки регулируется упором 3, ограничивающим осевое перемещение винта (поршня) 7.

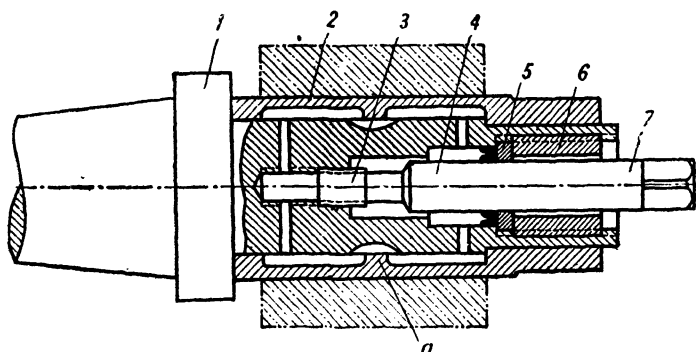


Рис. 170. Гидравлическая оправка, заполненная маслом.

В гидравлических оправках, заполненных жидким маслом, вызывает опасение надежность сальникового уплотнения. Часто высказывается предположение, что масло будет иметь значительную утечку. Однако при хорошем исполнении эти оправки оказываются вполне устойчивыми и работают не хуже оправок с пластической массой. Был проделан опыт. Оправку этого типа после тщательного очищения места входа поршня 7 от масла держали под давлением в течение двух месяцев. По прошествии этого времени не было замечено ни малейших следов утечки масла. Последующий зажим изделий, как и раньше, протекал нормально. Испытания специальных масляных оправок для зажима изделий и режущего инструмента на зубообрабатывающих станках доказали полную пригодность масляных оправок как средств удобного и дешевого зажима.

Свойства расширяющихся оправок и патронов. Ниже рассматриваются основные свойства расширяющихся приспособлений, в равной мере

¹ В этом направлении работы ведутся в наших научно-исследовательских институтах. Испытания опытных образцов гидравлических приспособлений дали хорошие результаты.

присущие всем трем их типам.¹ Эти свойства необходимо учитывать при расчетах.

Зажимной диапазон. Как уже указывалось, расширяющиеся оправки не должны при зажиме подвергаться остаточным деформациям. В противном случае они теряют форму и начинают „бить“. Кроме того, они становятся полнее, отчего изделия не могут свободно устанавливаться на оправку. Вопрос о том, при каких зазорах упруго расширяющаяся оправка способна зажимать изделие, решается из следующих соображе-

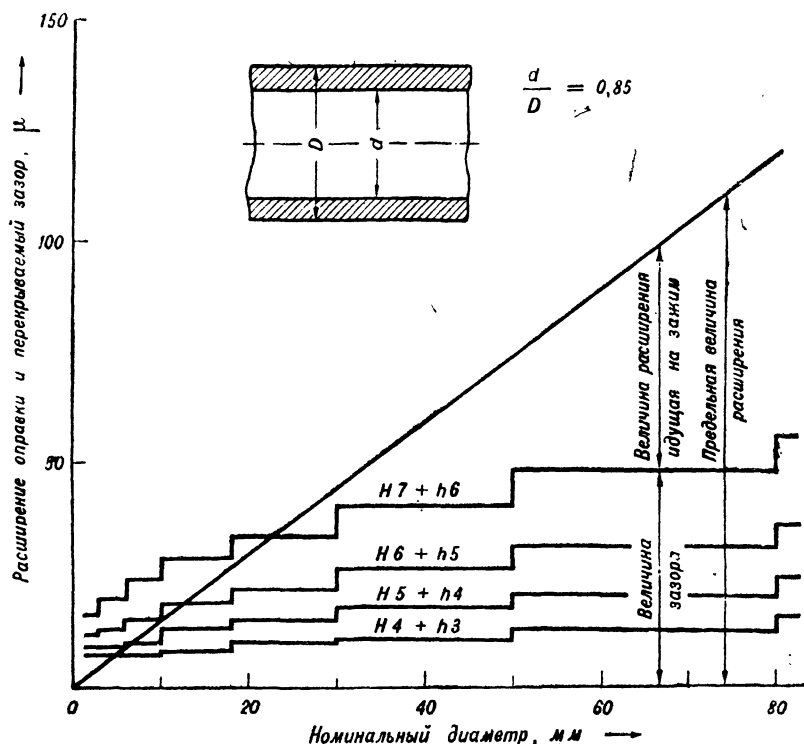


Рис. 171. График для оценки возможности зажима на расширяющихся оправках и в патронах.

ний. Чем больше диаметр установочной поверхности оправки, тем больше ее способность расширяться, не выходя за предел упругости. При неизменном материале оправки зависимость между ее упругим расширением в микронах и номинальным диаметром установочной поверхности выражается по закону прямой линии (рис. 171).

Расширение в микронах пропорционально номинальному диаметру в миллиметрах. В то же время сумма полей допусков вала и отверстия

¹ Нами использованы результаты исследований Кингле, проведенные им над расширяющимися оправками в 1943 г. в Берлинском высшем техническом училище, а также данные Штибера, опубликованные в журнале „Die Werkzeugmaschine“.

(зазор) увеличивается медленнее, по закону кубического корня (по ОСТ 1 ЕД $= 5\sqrt[3]{d}$; в системе ИСА $i = 0,45\sqrt[3]{d} + 0,001d$). Поэтому, например, при номинальном диаметре 16 мм, допуске на отверстие изделия H6 и допуске на оправку h5 расширяющаяся оправка, достигнув предела упругости, едва центрирует изделие, не зажимая его, тогда как оправка из того же материала при номинальном диаметре 80 мм свободно перекрывает зазор $s = H7 + h6$ и надежно зажимает изделие.¹

В соответствии с номограммой (рис. 171) изделия с отверстиями, обработанными по H7 ИСА (2-й класс точности ОСТ), вполне надежно зажимаются на оправках изготовленных по h5, h6 (1, 2-й классы точности ОСТ). Аналогично базовые поверхности валов, зажимаемых в патронах, должны быть изготовлены по h6 (2-й класс точности), причем отверстия в патронах желательно делать по H6 (1-й класс точности по ОСТ).

По данным Штибера, максимальное расширение роликовых оправок, при котором они продолжают работать в пределах упругости, можно определять по формуле: $\frac{2D}{1000}$, где D — диаметр установочной поверхности в мм. Для обеспечения запаса упругости Штибер рекомендует при расчетах не допускать расширения больше, чем на величину $\frac{D}{1000}$.

Передаваемый вращающий момент. Крутящий момент, который может передать расширившаяся в пределах упругости оправка, пропорционален квадрату диаметра установочной поверхности (номинального диаметра), длине этой поверхности и коэффициенту сцепления. Последнее справедливо при зазоре $s = 0$. При наличии зазора крутящий момент убывает от максимального значения при $s = 0$ до нуля при каком-то $s_{\max}$. Момент, передаваемый оправкой, получившей расширение в пределах упругости, обратно пропорционален также модулю упругости изделия и тем меньше, чем тоньше его стенки. Штибер рекомендует следующую эмпирическую формулу для определения передаваемого момента:

$$M_d = CLD^2,$$

где C — опытный коэффициент (для оправок $C = 1,5$, для патронов $C = 1,8$);

L — рабочая длина сопряжения;

D — диаметр установочной поверхности.

Жесткость расширяющихся оправок. Можно предположить, что полые расширяющиеся оправки не могут быть столь же жесткими, как используемые для той же цели сплошные жесткие оправки. Проведенные опыты над тремя центровыми оправками равной длины и диаметра, из которых одна была обычная сплошная оправка, а две расширяющиеся, показали ничтожную разницу в жесткости (прогиб под действием сил резания), не имеющую практического значения.

Точность формы расширяющихся оправок после их деформации. Расширяющиеся оправки, деформированные без установленной на них обрабатываемой детали, оставались бы строго цилиндрическими после расш-

¹ Посадка H6 h5 ИСА соответствует посадке скольжения 1-го класса точности ОСТ; посадка H7 h6 соответствует посадке скольжения 2-го класса точности.

рения лишь в том случае, если бы их камера давления простиралась на всю длину оправки. На практике всегда наблюдается некоторое уменьшение расширения к концам оправок. На рис. 172 кривая *a* характеризует приращение диаметров в центральной оправке в ее различных сечениях. Уменьшение расширения к концам оправки не снижает точности центрирования и поэтому не является опасным. В особых случаях камеру давлений можно сделать настолько длинной, чтобы оправка в пределах посадочной длины оставалась цилиндрической. При разжиге с установленным изделием разность деформаций в различных сечениях уменьшается за счет того, что оправка как бы выравнивается по базовой поверхности изделия.

В заключение заметим, что расширяющиеся оправки и патроны, как и всякие приспособления для весьма точных работ, требуют ухода и бережного с ними обращения. При неумелой эксплуатации их легко вывести из строя (вызвать остаточные деформации и пр.).

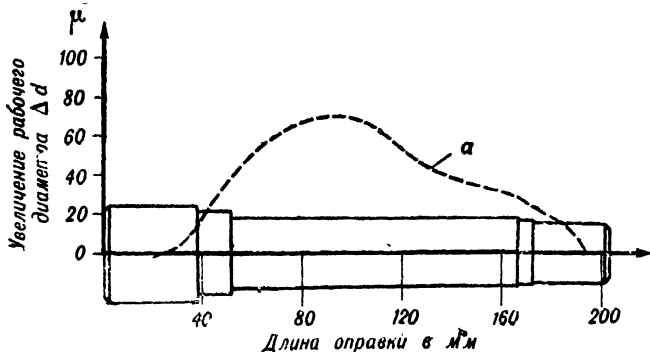


Рис. 172. Изменение диаметра оправки в различных ее сечениях после расширения.

Учитывая высокие качества этого рода приспособлений, желательно как можно шире поставить их экспериментальное исследование и обеспечить им массовое применение в производстве.

23. Приспособления для обработки крупных втулок и стаканов

Большие диаметры и длины крупных втулок предъявляют особые требования к приспособлениям для их установки. Обычные оправки и патроны в ряде случаев оказываются непригодными, так как становятся слишком тяжелыми, громоздкими и неудобными в эксплуатации. При обработке крупных втулок используются специальные насадные центры большого диаметра, центровые пробки, пустотелые сварные оправки облегченной конструкции, оправки и патроны с раздвижными кулачками. В случае очень длинных втулок и стаканов, как правило, используются задние центры и люнеты.

Простейшее приспособление в виде двух насадных центров показано на рис. 173. Изделие фасками устанавливается на зубчатую поверхность переднего центра 1 и поджимается центром задней бабки 2. Передний центр одновременно является и поводком. Такая установка допускает

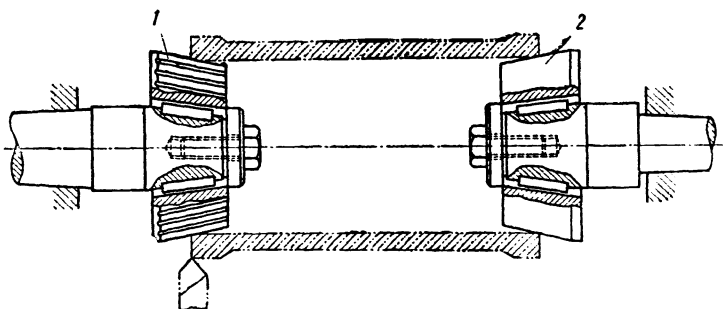


Рис. 173. Обработка крупной втулки на специальных центрах.

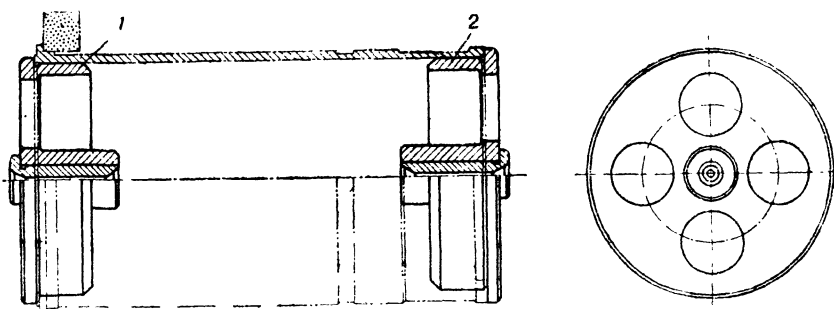


Рис. 174. Обработка втулки на пробках.

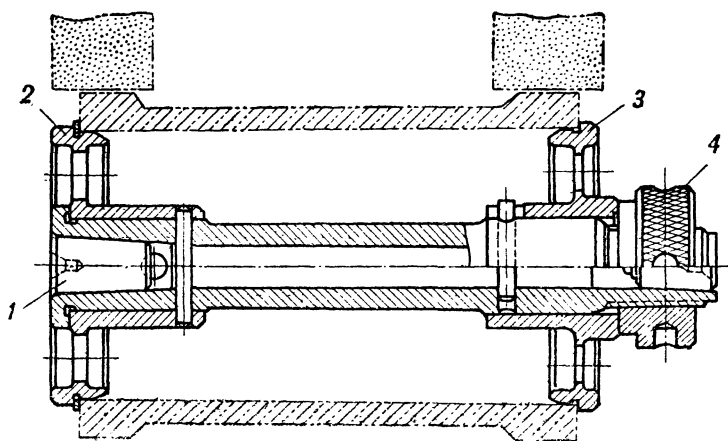


Рис. 175. Сборная центровая оправка.

лишь при грубой работе, так как она не обеспечивает точного центрирования. Базовая поверхность изделия не может быть использована в последующих операциях.

На рис. 174 показана установка изделия на центровых пробках. Пробки 1 и 2 плотно вставляются в обработанное отверстие тонкостенной втулки (цилиндра), после чего изделие зажимается в центрах станка. Для облегчения в пробках высверлены отверстия. Приспособление может быть использовано при шлифовке наружных поверхностей.

Приспособление, показанное на рис. 175, представляет собой центровую оправку с центрирующими пробками. Пробка 2 — постоянная, пробка 3 — съемная. Изделие зажимается между буртиками пробок гайкой 4. Для длительного сохранения оправки в эксплуатации центровые отверстия просверлены не в корпусе, а в запрессованных в него конусах 1.

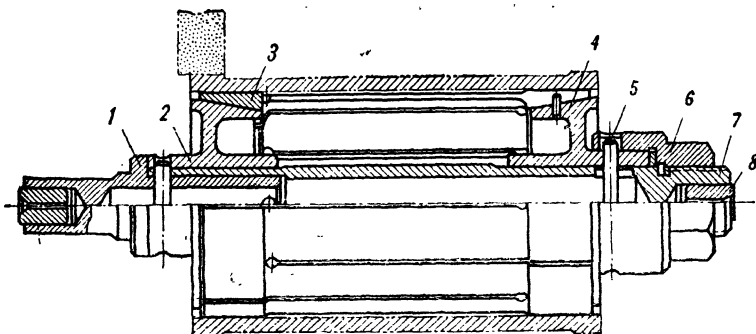


Рис. 176. Сборная цанговая оправка для крупных втулок.

Типичная цанговая оправка для крупных втулок показана на рис. 176. Корпус оправки сборный и состоит из втулок 1 и 7 с запрессованными в них центровыми пробками 8, центрирующими конусов 2 и 4 и цанги с двухсторонними прорезями 3. Конус 4 перемещается гайкой 6 с помощью штифта 5, пропущенного в продольные окна оправки. Изделие центрируется и зажимается расширяющейся цангой. Оправка может быть использована для легких токарных и шлифовальных работ.

Раздвижная оправка для крупных втулок показана на рис. 177. Втулка 5, перемещаемая штоком воздушного цилиндра, давит на шесть кулачков 4, которые, скользя по конусу детали 3, раздвигаются и зажимают изделие. При движении втулки 5 вправо диск 1 через толкатели 2 возвращает кулачки в исходное положение, и изделие освобождается. Кулачки связаны двумя пружинами 14. Зажим правого конца осуществляется перемещением шпинделя задней бабки влево, при этом буртики кулачков 11 упираются в торец изделия. При дальнейшем перемещении шпинделя последний через центр 13 сдвигает распорный конус 10, сжимает пружину 6, кулачки 11 раздвигаются, центрируют и зажимают изделие. При обратном движении шпинделя пружина 6 возвращает конус 10 и кулачки 11 в исходное положение. Детали 6—12 в совокупности образуют центрирующий механизм, заранее устанавливаемый в отверстие втулки. Приспособление используется на станках,

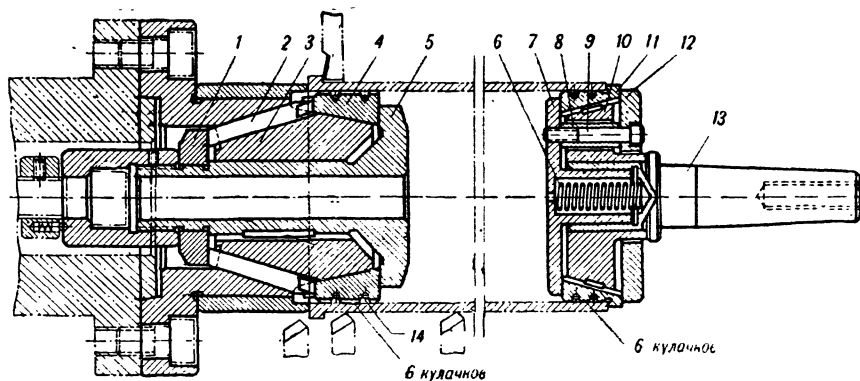


Рис. 177. Раздвижная оправка.

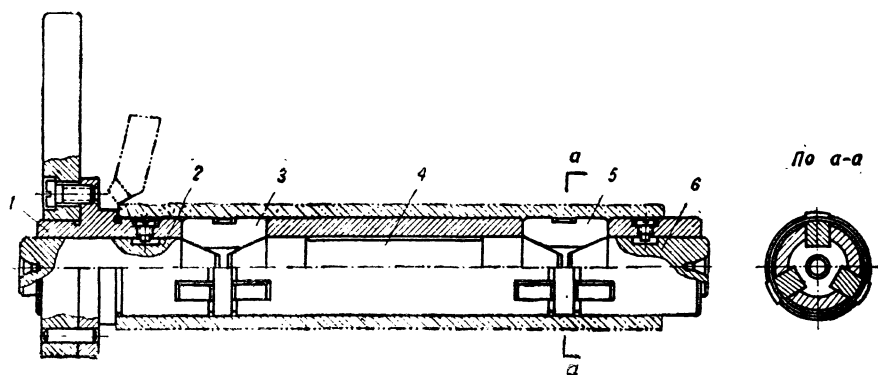


Рис. 178. Центровая раздвижная оправка.

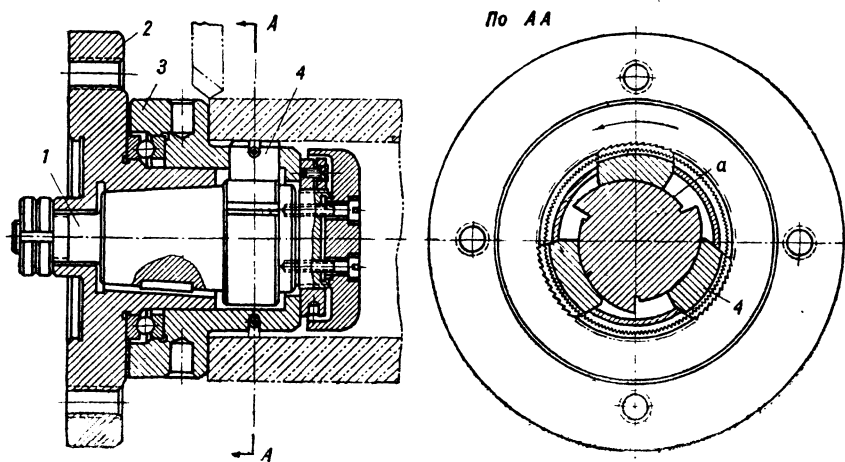


Рис. 179. Самозажимная оправка для крупных втулок и ступиц.

имеющих вращающийся центр задней бабки. С помощью приспособления можно производить наружную обточку или шлифовку тонкостенных изделий, не требующих высокой степени concentricности.

На рис. 178 показана центровая раздвижная оправка для обработки длинных втулок. Изделие устанавливается на оправку до упора торцом в буртик гильзы 1. Под давлением заднего центра скользящие конусы 2, 4, 6 раздвигают кулачки 3 и 5 и зажимают изделие. Изделие открыто для обработки по всей длине. Оправка удобна в эксплуатации и используется для легких токарных и шлифовальных работ.

На рис. 179 левый конец длинного изделия центрируется само-
зажимной оправкой (см. параграф 21), которая одновременно является

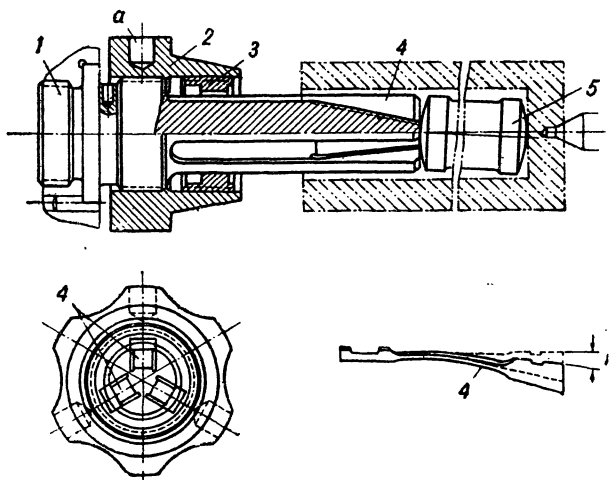


Рис. 180. Раздвижная оправка для втулок и стаканов.

и поводком. Правый конец центрируется вращающимся центром, установленным в задней бабке (на чертеже не показан). В корпус приспособления 2 вставлен сердечник 1 с тремя кривыми *a*. По кривым сердечника скользят сухари 4, заключенные в окна гильзы 3. Изделие устанавливается до упора. При повороте гильзы по стрелке сухари перемещаются по кривым, центрируют и зажимают изделие. С началом резания зажим автоматически увеличивается. Упорный шарикоподшипник облегчает поворот гильзы. Приспособление может быть использовано для обработки стаканов, если конструкцию дополнить упорной деталью как это показано ниже на рис. 180.

Оправка, изображенная на рис. 180, используется для наружной обдирки длинных втулок и стаканов с отверстиями диаметром 50 – 60 мм. Отверстия предварительно грубо растачиваются. Оправка состоит из жесткого корпуса 1, в котором профрезерованы пазы для трех зажимных кулачков 4. Кулачки представляют собой как бы цангу, разрезанную на части. Их преимущество в сравнении с цельной цангой в том, что они требуют мало места, не ослабляют корпус оправки и дешевле в изготовлении. Перед монтажом кулачкам задается искривление на величину γ , для того чтобы во время работы грязь и стружка

не попадали на опорную поверхность. Кулачки затягиваются зажимной гайкой 2 с помощью промежуточного кольца 3. Гайка имеет правую и левую резьбы. Недостаток конструкции — большой вылет участка зажима, что обуславливается длиной кулачков, которые должны легко пружинить и поэтому не могут быть короткими. Этот недостаток можно устранить, если несколько изменить конструкцию: кольцо 3 перенести на задний конец гайки, а резьбу на корпусе перенести вперед. Гайку

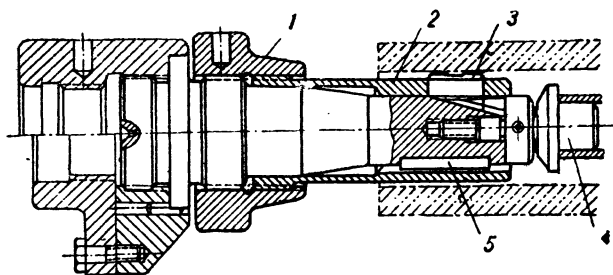


Рис. 181. Раздвижная кулачковая оправка для втулок и стаканов.

вращают рычагом, вставляемым в отверстия *a*. Задний конец обрабатываемой втулки поддерживается центром задней бабки. При обработке стаканов используется упор 5, обеспечивающий установку вдоль оси. При затягивании кулачков стакан плотно прижимается к упору. Чтобы

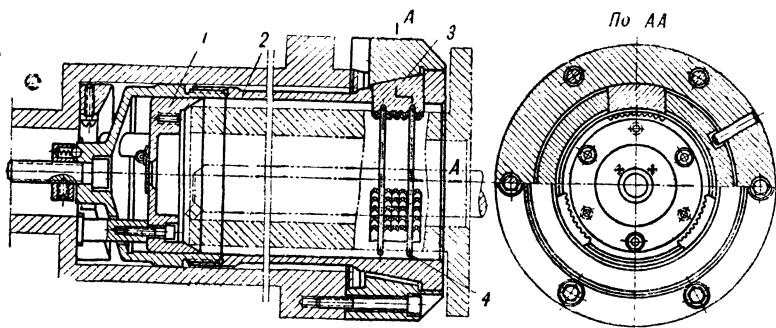


Рис. 182. Патрон для крупных втулок.

при смене изделий не отводить заднюю бабку на большое расстояние, упорная деталь 5 не связана жестко с оправкой, а закладывается перед установкой. Упорная деталь состоит из трубы с запрессованными в нее сферическими пробками, причем диаметр шаровой поверхности пробок должен быть равен длине упорной детали. В этом случае даже в перекошенном состоянии она будет обеспечивать постоянное осевое положение изделия.

Для крупных втулок и стаканов с диаметрами отверстий 50—75 мм можно использовать оправку по рис. 181. Зажим осуществляется тремя кулачками 3, скользящими по наклонным плоскостям корпуса. При вращении гайки 1 кулачки, пропущенные в прорези втулки 2, уде-

каются последней и зажимают изделие. Шпонка 5 обеспечивает только осевое перемещение втулки. При обратном вращении гайки кулачки под действием плоских пружин, скользящих в прорезях корпуса, сходятся к центру и освобождают изделие. Для зажима изделий различного диаметра используется комплект сменных кулачков. При обработке стаканов в качестве упора применяется труба с запрессованными в нее сферическими пробками. Правый конец изделия поддерживается центром задней бабки.

На рис. 182 показана типичная конструкция патрона для зажима длинных втулок. Лезый конец изделия с точно подрезанным торцом центрируется конической втулкой 1. Правый конец центрируется и зажимается кулачками 3, затягиваемыми гильзой 2. Последняя перемещается под действием штока воздушного цилиндра. При раскреплении кулачки раздвигаются пружинами 4. Если наружный диаметр изделия обработан, то вместо гильзы 2 и кулачков можно использовать обычную цангу.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ РАЗНЫХ КЛАССОВ

24. Оправки и патроны для обработки колец и дисков

К классу деталей „диски“ относятся такие изделия, как собственно диски, кольца, плоские шестерни (до нарезки зубцов), шкивы, венцы обода, маховики, фланцы, круглые крышки и др. Они характеризуются сильно развитыми торцевыми поверхностями. Размер вдоль оси меньше диаметра. Кроме обычных технологических задач, связанных с обра-

зованием наружных и внутренних поверхностей вращения и обеспечением их концентричности, особое значение приобретает задача получения строгой параллельности торцевых поверхностей и перпендикулярности их к оси изделия. Центрирование на коротких цилиндрических участках не может быть надежным, поэтому наряду с наружными и внутренними поверхностями вращения в качестве основной

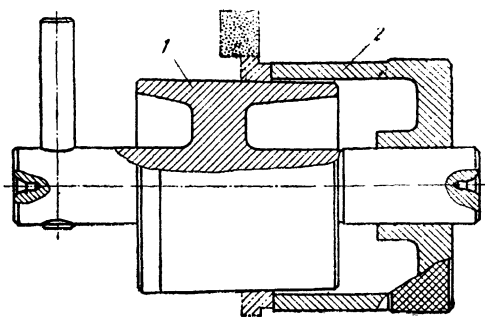


Рис. 183. Жесткая конусная оправка для шлифовки колец.

и обязательной базы принимаются торцевые поверхности.

Приспособления для обработки деталей класса диски можно разделить на четыре группы:

1) обычные патроны и оправки для индивидуальной обработки изделий — жесткие, цанговые и др., аналогичные рассмотренным для класса втулок; их особенность — сильно развитые опорные поверхности для базировки по торцам;

2) многоступенчатые оправки и патроны для обработки изделий (например поршневых колец) пакетами;

3) магнитные и электромагнитные патроны для обточки и шлифовки тонких дисков и колец;

4) вакуум-патроны для изделий малых размеров и плоской формы особенно из немагнитных материалов, например бронзы, латуни, алюминия и др

Обычные оправки и патроны. На рис 183 показана жесткая центровая оправка для шлифовки наружной поверхности кольца. Установочная поверхность корпуса оправки 1 выполнена с небольшой конусностью. Центрирование изделия обеспечивается конусной поверхностью оправки и торцом установочной втулки 2. Заклинивание изделия достигается ударом левого торца оправки о деревянную подкладку. После закрепления втулка 2 снимается. Изделие должно иметь обработанное отверстие и точно подрезанный торец. Установочная втулка 2 и корпус оправки должны сопрягаться с минимальным зазором.

На рис. 184 представлена оправка, в которой изделие центрируется цилиндрической выточкой по кольцу 2, прикрепленному к корпусу

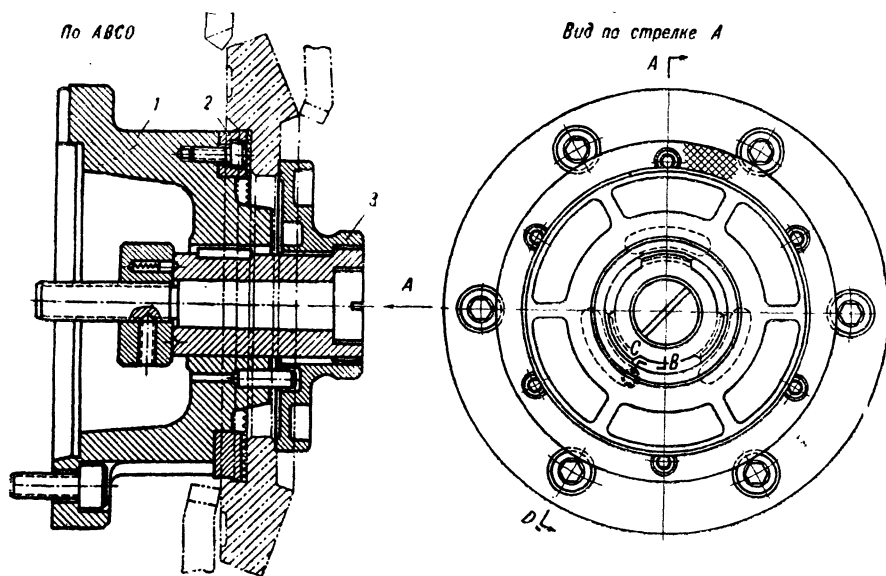


Рис. 134. Оправка с центрирующим кольцом для обточки конических шестерен.

оправки 1. Зажим осуществляется быстросъемной шайбой 3 (с пушечным затвором), связанной со штоком поршня воздушного цилиндра. Для увеличения сцепления изделия с приспособлением на опорном торце кольца 2 нанесена насечка.

В цанговой оправке, показанной на рис. 185, изделие устанавливается на поверхность цанги 2 и доводится до упора 1. Зажим изделия производится конусом 3, связанным со штоком поршня воздушного цилиндра. В конструкции желательно уменьшить вылет от шпинделя станка, не изменяя длину цанги.

На рис. 186 показан цанговый патрон. Изделие центрируется в выточке цанги 2. Последняя связана со штоком поршня воздушного цилиндра и может перемещаться в корпусе патрона 1. При затяжке цанга сжимается, центрирует и закрепляет изделие.

Многоместные оправки и патроны. Для окончательной обработки тонких колец, в частности поршневых, разработаны многоместные

конструкции патронов и оправок, хорошо оправдавшие себя на практике. Простейшее приспособление этого типа показано на рис. 187. Предварительно обработанные и нарезанные кольца 3 устанавливаются на оправку и зажимаются гайкой 2, перемещающейся на резьбе корпуса 1. После этого производят внутреннюю расточку колец.

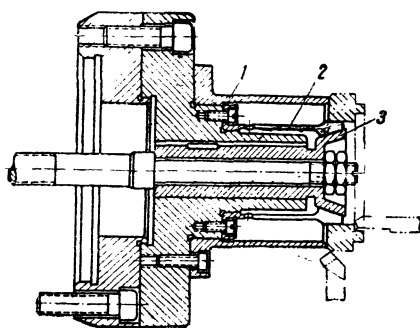


Рис. 185. Цанговая оправка для обработки колец.

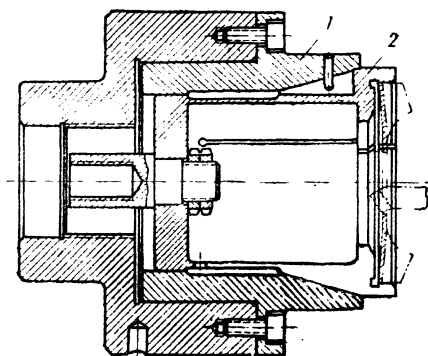


Рис. 186. Цанговый патрон.

Далее, не ослабляя гайку 2, зажимают кольца болтом с шайбой 4, после чего гайку 2 свинчивают и производят наружную обточку. При таком методе обеспечивается высокая концентричность наружных и внутренних поверхностей вращения.

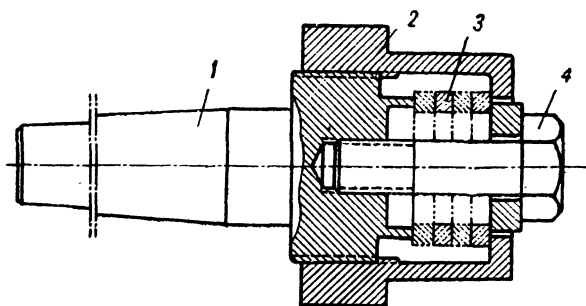


Рис. 187. Простая многоместная оправка для обработки колец.

Рассмотренная конструкция обладает рядом недостатков и интересна с точки зрения принципа последовательного зажима. Более совершенная конструкция, основанная на том же принципе, показана на рис. 188. Здесь обрабатываемые поршневые кольца набираются в раскрывающийся стакан 4 и зажимаются болтами 6 через кольцо 5. После этого стакан с кольцами центрируется на цилиндрическом участке детали 2, установленной на планшайбе 1, и закрепляется гайкой 3. Соединение гайки с буртиком стакана выполнено в виде пушечного замка, что ускоряет установку и съем стакана. После расточки стакан со станка снимается, и кольца перезакрепляются на жесткую центро-

вую оправку с буртиком и зажимной гайкой. Раскрывая стакан, оправку с кольцами вынимают, устанавливают в центры того же стакана и производят наружную обточку. Положение оправки на чертеже обозначено пунктиром.

Для обработки колец можно использовать также патрон, показанный на рис. 189. Как и в предыдущей конструкции, кольца укладываются в стакан 3, после чего он устанавливается в отверстие корпуса патрона 1.

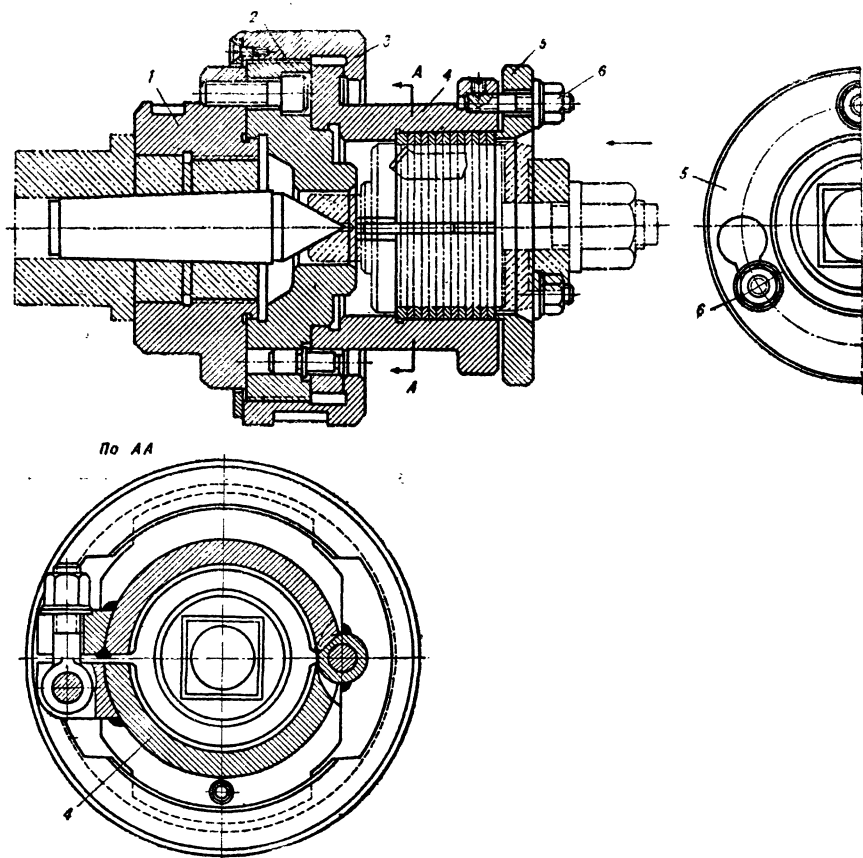


Рис. 188. Приспособление для расточки и обточки поршневых колец

Закрепление колец производится Г-образными прихватами 2, путем спрессовывания их между буртиком стакана и упорным кольцом 4. После чего кольца растачиваются. Соединение колец со стаканом и стакана с корпусом патрона должно выполняться с минимальным зазором.

Магнитные патроны. Магнитные патроны могут устанавливаться на шпинделе любого токарного станка посредством переходной планшайбы. Применяются патроны электромагнитные и с постоянным магнитом. Последние более удобны и просты в эксплуатации, так как не требуют специальных электрических устройств. Магнитные патроны используются для обточки и шлифовки тонких дисков и колец.

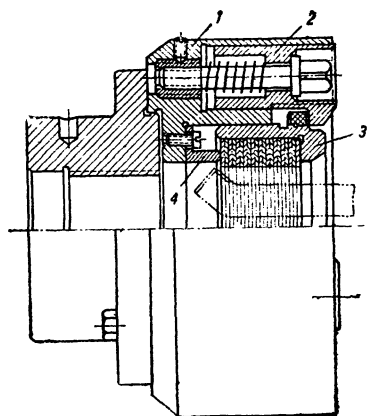
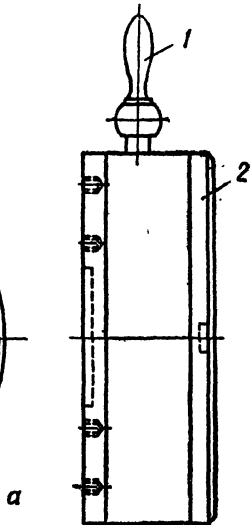
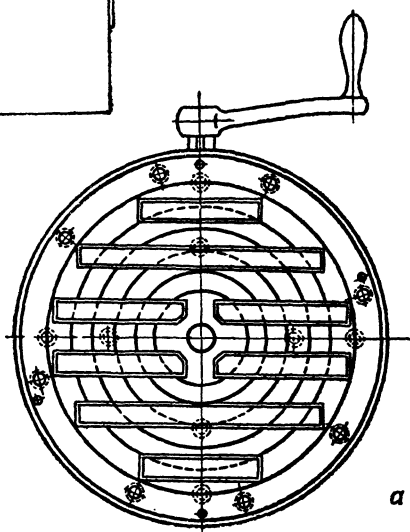
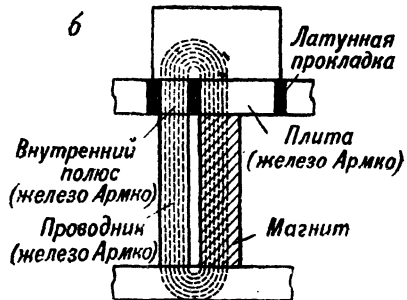


Рис. 189. Патрон для расточки колец.

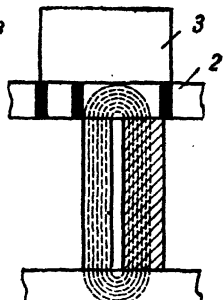


Деталь закреплена

Деталь освобождена



Положение рукоятки «включено»



«выключено»

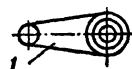


Рис. 190. Магнитный патрон с постоянным магнитом.

На рис. 190 в позиции *а* показан общий вид патрона с постоянным магнитом, а в позициях *б* и *в* — схемы магнитного потока. Принцип работы патрона заключается в следующем. При установке рукоятки 1 в положение „включено“ происходит перемещение магнитных сил относительно верхней плиты патрона 2. Последняя является как бы удлинителем магнита; магнитный силовой поток проходит через обрабатываемую деталь 3 и прижимает ее к плите. В выключенном положении (при повороте рукоятки на 180°) магнитный силовой поток отводится от детали (поглощается верхней плитой), и деталь освобождается.

Вакуум-патроны. В вакуум-патронах обрабатываемые детали укрепляются и удерживаются давлением атмосферного воздуха. С помощью специальных резиновых прокладок между поверхностями патрона и изделия образуются камеры (закрытые пространства), в которых создается вакуум.

Для образования вакуума используются вакуум-насосы, отсасывающие воздух из этих камер. Вследствие этого обрабатываемая деталь, задняя часть которой обращена к вакуумной камере, закрепляется в патроне давлением атмосферного воздуха. Сила, с которой давление атмосферного воздуха удерживает изделие, зависит от площади поверхности, воспринимающей это давление, и от степени разрежения вакуумной камеры. При абсолютном вакууме (теоретический случай) давление достигает 1 кг/см^2 поверхности. После закрепления детали и во время ее обработки вакуум-насос должен только поддерживать достигнутый вакуум, и его работа на некоторое время может быть прекращена. Для освобождения изделия вакуумную камеру отключают от вакуум-насоса, открывая доступ для атмосферного воздуха. Вакуум-насос может быть групповым, с одной общей магистралью для обслуживания нескольких станков, и индивидуальным.

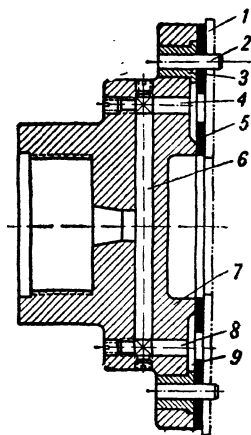


Рис. 191. Вакуум-патрон.

На рис. 191 показан вакуум-патрон для обработки больших тонких дисков. Диски 1 предварительно центрируются на штифтах 2 и прижимаются к резиновой прокладке 5 толщиной в 0,8 см. Между изделием, поджатым к резиновой прокладке, и корпусом патрона образуются камеры 9. Воздух из камер через каналы 4, 8 и 6 и отверстие шпинделя отсасывается вакуум-насосом. Центрирующие штифты 2 впрессованы в корпус патрона через втулки 3, изолирующие вакуумную камеру от просачивания воздуха снаружи. Диаметральный канал 6 и другие отверстия также закрыты изолирующими пробками.

Вакуум-патроны являются узко специальными и проектируются для обработки одного какого-либо конкретного изделия. Поэтому могут быть использованы в крупносерийном и массовом производстве.

25. Приспособления для обработки эксцентричных деталей

К классу эксцентричных деталей относятся эксцентрики, коленчатые валы, эксцентрикковые оси и т. д. Детали этого класса характеризуются

наличием нескольких обработанных поверхностей вращения, имеющих строго параллельные оси при общей конфигурации тел вращения. Обработка каждой отдельно взятой поверхности эксцентрика выполняется обычными методами. Новая технологическая задача при обработке эксцентричных деталей заключается в обеспечении параллельности осей и в получении точных расстояний (эксцентриситета) между ними. Решение этой задачи выполняется с помощью специальных приспособлений.

Приспособления для обработки эксцентричных деталей можно разделить на три группы:

1) универсальные эксцентриковые патроны с переменным эксцентриситетом;

2) эксцентриковые патроны и оправки с постоянным эксцентриситетом;

3) приспособления для обработки коленчатых валов.

Универсальные эксцентриковые патроны с переменным эксцентриситетом. Встречающиеся на практике эксцентриковые патроны бывают

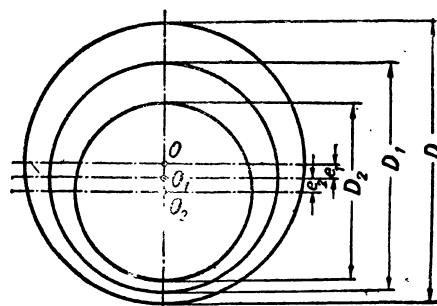


Рис. 192. Схема к расчету эксцентриситетов.

кулачковые и цанговые. Изделие устанавливается в патроне предварительно обработанной наружной цилиндрической поверхности. Путем соответствующей наладки патрона ось базовой поверхности изделия смещается на заданный эксцентриситет относительно оси шпинделя (оси вращения). Ось обработанного после этого отверстия или второго конца изделия оказывается смещенной относительно оси базовой поверхности на величину эксцентриситета.

Расчет эксцентриковых патронов. Независимо от конструктивного исполнения патронов расчет эксцентриситетов, которым пользуются при проектировании, остается одним и тем же

Допустим, что планшайба с наружным диаметром D установлена на шпинделе станка и имеет смещенное отверстие диаметром D_1 (рис 192).

O — центр шпинделя (центр вращения), O_1 — центр отверстия в планшайбе, e_1 — эксцентриситет. Допустим далее, что в отверстие планшайбы установлен круглый вкладыш (по посадке скользящая) с номинальным наружным диаметром D_1 , в свою очередь имеющий смещенное отверстие диаметром D_2 . O_2 — центр отверстия вкладыша, e_2 — эксцентриситет между центром отверстия вкладыша и центром отверстия в планшайбе. Если изделие установить и закрепить в отверстии вкладыша, то при повороте последнего относительно планшайбы центр базовой поверхности изделия O_3 , совпадающий с центром отверстия вкладыша, будет описывать некоторую кривую, а расстояние $OO_3 = e$, т. е. эксцентриситет между центром шпинделя и центром изделия будет изменяться от какого-то минимального значения $e_{\min}$ до $e_{\max}$.

При вычислении эксцентриситета e возможны три случая:

1. Эксцентриситет $e_1 = e_2$. В этом случае величина переменного эксцентриситета e между центром шпинделя и центром изделия опреде-

ляется из треугольника OO_1O_2 (рис. 193, а). При вращении вкладыша (вокруг центра O_1) центры O и O_1 остаются неподвижными. Центр O_2 (центр изделия) описывает кривую, обозначенную на чертеже пунктиром, причем расстояние $OO_2 = e$ будет изменяться от 0 до $e_1 + e_2$. Любое промежуточное значение e , как это видно из треугольника OO_1O_2 , определяется по формуле

$$e = 2e_1 \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (40)$$

где α — угол поворота вкладыша относительно планшайбы, отсчитываемый от вертикальной линии по часовой стрелке.

2. Эксцентриситет $e_1 > e_2$. Из треугольника OO_1O_2 (рис. 193, б) находим:

$$e = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 - 2e_1e_2 \cos \alpha}. \quad (41)$$

При $\alpha = 0$, $e = e_1 - e_2$; при $\alpha = 180^\circ$, $e = e_1 + e_2$.

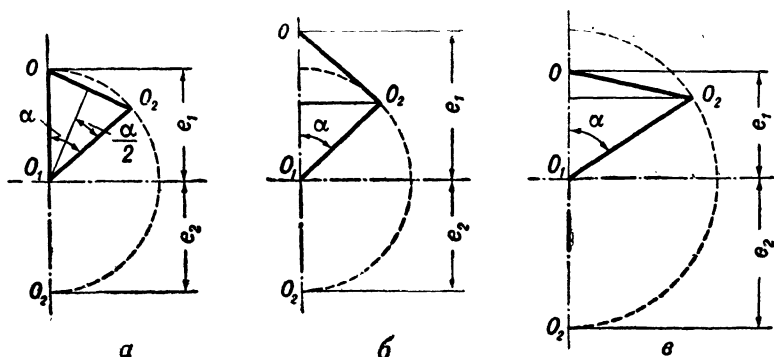


Рис. 193. Схемы к расчету эксцентриситетов.

3. Эксцентриситет $e_1 < e_2$. Из треугольника OO_1O_2 (рис. 193, в) для этого случая находим:

$$e = \sqrt{e_2^2 + e_1^2 - 2e_1e_2 \cos \alpha}. \quad (42)$$

При $\alpha = 0$, $e = e_2 - e_1$; при $\alpha = 180^\circ$, $e = e_2 + e_1$.

Пользуясь выведенными формулами, легко составить таблицу эксцентриситетов e и произвести градуировку патрона. Пусть, например, требуется сконструировать патрон для обработки изделий с эксцентриситетами в пределах от 2 до 5 мм, причем $e_1 > e_2$.

Соответствующие значения e_1 и e_2 определяются из уравнений:

$$\begin{aligned} e_1 - e_2 &= 2; & e_1 + e_2 &= 5, \\ e_1 &= 3,5 \text{ мм}; & e_2 &= 1,5 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Подставляя найденные значения в формулу (41) и задаваясь углом α (угол градуировки), можем получить любое количество эксцентриситетов e , значения которых наносятся на шкале патрона.

Задачу можно решать другим путем. Можно не задаваться точными эксцентриситетами e_1 и e_2 , а выполнить их, т. е. расточить отверстие в планшайбе и во вкладыше, приближенно. После этого произвести

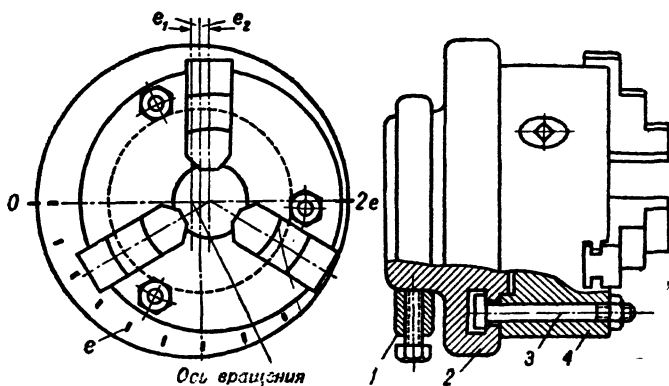


Рис. 194. Универсальный кулачковый патрон для обработки эксцентриков.

точный замер полученных эксцентриситетов e_1 и e_2 и, пользуясь соответствующей формулой, составить таблицу эксцентриситетов e и произвести градуировку.

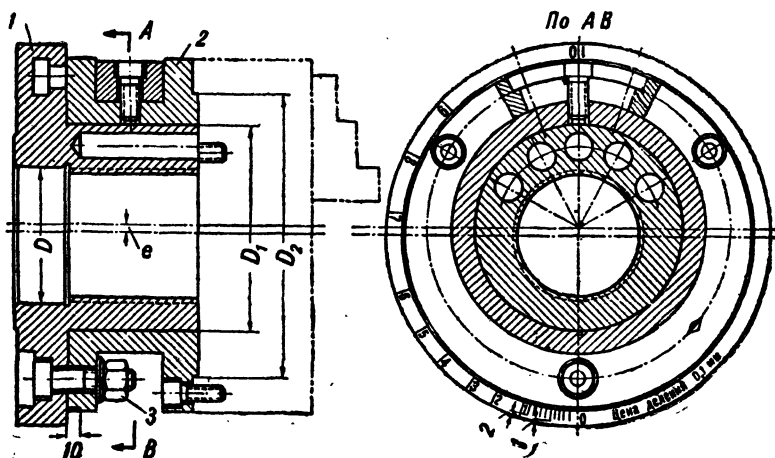


Рис. 195. Второй вариант универсального патрона для обработки эксцентриков.

Кулачковый эксцентриковый патрон. Принцип планшайбы и вкладыша со смещенными отверстиями положен в основу проектирования и работы патрона, показанного на рис. 194.

Планшайба 2, имеющая центрирующий выступ со смещенным центром (показан пунктиром), крепится на шпинделе станка. Концентрично выступу в планшайбе расточен кольцевой Т-образный паз. Эксцентри-

ситет между центром шпинделя и центром выступа и кольцевого паза — e_1 . В свою очередь центрирующая выточка в корпусе 4 обычного трехкулачкового спирального патрона также смещена относительно центра патрона на величину эксцентриситета e_2 .

В данном патроне $e_1 = e_2$ (первый случай). Поворачивая корпус патрона относительно планшайбы, можно или совмещать центр патрона с центром шпинделя ($e_{\min} = 0$), или располагать эти центры на любом расстоянии в пределах от $e_{\min}$ до $e_{\max}$ ($e_{\max} = e_1 + e_2$). Возможность установки патрона на $e_{\min} = 0$ важна в том отношении, что патрон при этой установке можно использовать как обычный, и в случае необходимости кулачки патрона можно выверять шлифованием.

Риска-индекс наносится на корпус патрона. Шкала значений эксцентриситета наносится на планшайбе. Крепление патрона к планшайбе производится тремя болтами 3. Для балансировки предусмотрен противовес 1.

На рис. 195 показано приспособление, благодаря которому отпадает необходимость производить эксцентричную расточку в корпусе патрона. На планшайбу 1 со смещенным центрирующим участком D_1 (эксцентриситет $e_1 = 5$ мм) установлена втулка 2. На центрирующий выступ D_2 втулки 2, смещенный относительно оси отверстия втулки (эксцентриситет $e_2 = 5$ мм), устанавливается и закрепляется обычный самоцентрирующий патрон (показан пунктиром). Поворачивая втулку 2 относительно планшайбы и закрепляя ее болтами 3, можно менять эксцентриситет e в пределах от 0 до 10 мм. Кулачковые патроны используются для обработки эксцентричных втулок и валиков.

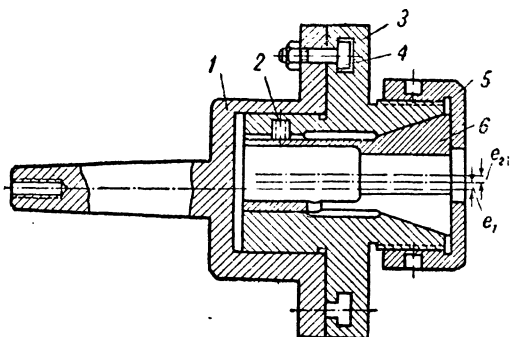


Рис. 196. Универсальный канговый эксцентриковый патрон.

обычный самоцентрирующий патрон (показан пунктиром). Поворачивая втулку 2 относительно планшайбы и закрепляя ее болтами 3, можно менять эксцентриситет e в пределах от 0 до 10 мм. Кулачковые патроны используются для обработки эксцентричных втулок и валиков.

Цанговый эксцентриковый патрон Патрон, показанный на рис. 196, укрепляется в конусном отверстии шпинделя. В гнездо корпуса патрона 1, смещенное относительно оси шпинделя (эксцентриситет e_1), входит фланец 3. В отверстие фланца, смещенное относительно оси гнезда корпуса (эксцентриситет e_2), устанавливается цанга 6. При повороте фланца (вместе с цангой) относительно корпуса эксцентриситет между осью шпинделя и осью изделия будет изменяться от $e_{\min}$ до $e_{\max}$. После поворота фланец закрепляется болтами 4. Для зажима изделий используется зажимная гайка 5. Стопор 2 предотвращает поворот цанги во время зажима. Шкала эксцентриситетов наносится на цилиндрической поверхности фланцев. При тщательном изготовлении патрона цена деления может быть от 0,5 мм с допуском $\pm 0,01$ мм.

Универсальное приспособление для обработки эксцентриков иногда выполняют в виде ползуна, перемещающегося в диаметральный пазу планшайбы. Планшайба устанавливается на шпинделе станка, а изделие — на ползуне. Перемещая ползун в пазу планшайбы, смещают ось изделия

относительно оси шпинделя на определенный эксцентриситет. Отсчет эксцентриситета производится по шкале, укрепляемой на планшайбе параллельно пазу.

Патроны и оправки с постоянным эксцентриситетом. В крупносерийном и массовом производствах при изготовлении эксцентричных деталей большими партиями применяются приспособления с постоянным эксцентриситетом. На рис. 197 изображен поворотный цанговый патрон, в котором из прутка с одной установки вытачивается эксцентричная деталь, показанная над патроном. Планшайба 1, устанавливаемая на шпинделе станка, имеет смещенный центрирующий выступ a с эксцентриситетом $e = 2$ мм, соответствующим половине эксцентриситета изделия. Корпус патрона 2 центрируется по выступу и закрепляется болтами. Между планшайбой и корпусом помещено кольцо 3 с закрепленными в нем двумя закаленными втулками 6, в которые заскакивает фиксирующий палец 7. Так как ось цанги 4 совпадает с осью центрирующей выточки корпуса, то она (ось цанги) при любом положении корпуса смещена относительно оси шпинделя на величину эксцентриситета.

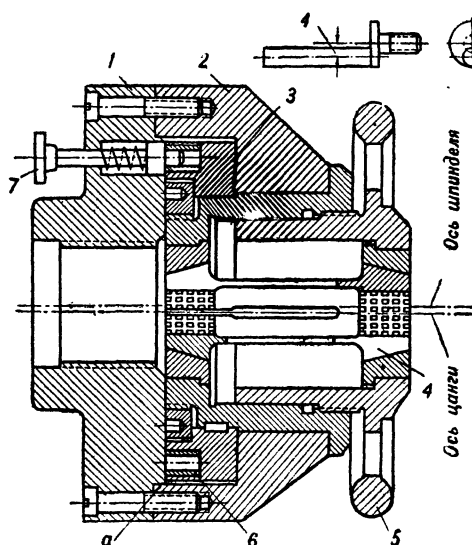


Рис. 197. Цанговый патрон с постоянным эксцентриситетом.

В первой позиции производится обточка и нарезка конца детали. Во второй позиции после поворота цанги с зажатым изделием на 180° обтачивается длинный конец детали, после чего готовая деталь отрезается. Эксцентриситет изделия получается равным $2e$ (4 мм). Цанга затягивается маховичком-гайкой 5.

При необходимости поддерживать во время обработки второй конец изделия можно использовать приспособление по типу, изображенному на рис. 198. Здесь в двухпозиционном патроне, аналогичном патрону по рис. 197, закреплена жесткая оправка 5. На оправке устанавливается деталь 2 в виде двух эксцентриков. На конце оправки закреплена шайба 3 с двумя пальцами, которыми она входит в шарикоподшипник в оправке 4, в свою очередь укрепленной в задней бабке револьверной головки револьверного станка.

В первой позиции обрабатывается правый эксцентрик. После обработки револьверную головку отводят, диск 1 вместе с изделием поворачивают на 180° , стопорят фиксатором; второй палец вводится в шарикоподшипник и производится обработка следующего эксцентрика.

Многоступенчатая оправка для обработки эксцентричных шайб показана на рис. 199. Приспособление просто и не требует разъяснений.

Приспособления для обработки коленчатых валов. Вали по образцу, показанному на рис. 200, могут обрабатываться в сварном приспособлении, изображенном на рис. 201. Изделие устанавливается на центр 2, укреп-

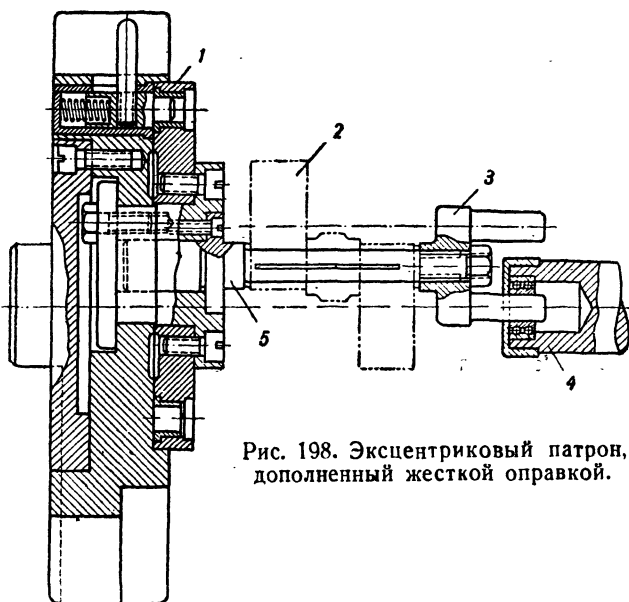


Рис. 198. Эксцентриковый патрон, дополненный жесткой оправкой.

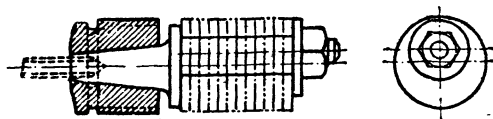


Рис. 199. Оправка для обработки эксцентричных шайб.

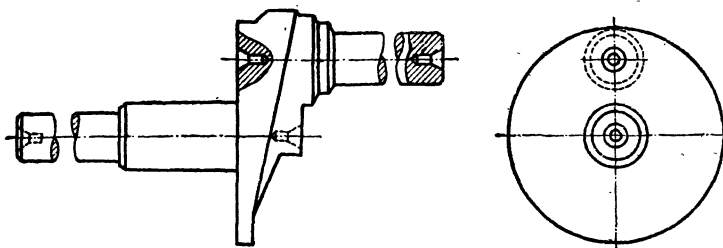


Рис. 200. Коленчатый вал.

пленный в корпусе 1, и поджимается центром задней бабки станка. Свободный конец вала зажимается между двумя болтами 3, которые выполняют роль поводка.

Приспособление сцентрировано и закреплено на шпинделе. Для безопасности корпус приспособления закрыт железным кожухом 4. Для балансировки предусмотрен противовес 5.

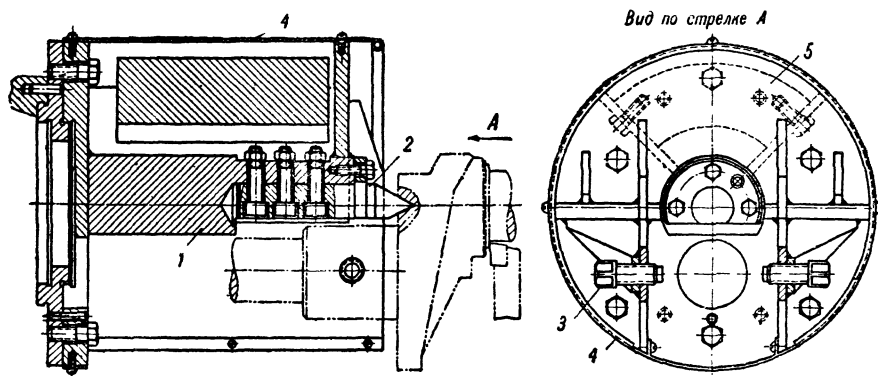


Рис. 201. Приспособление для обработки коленчатого вала рис. 200.

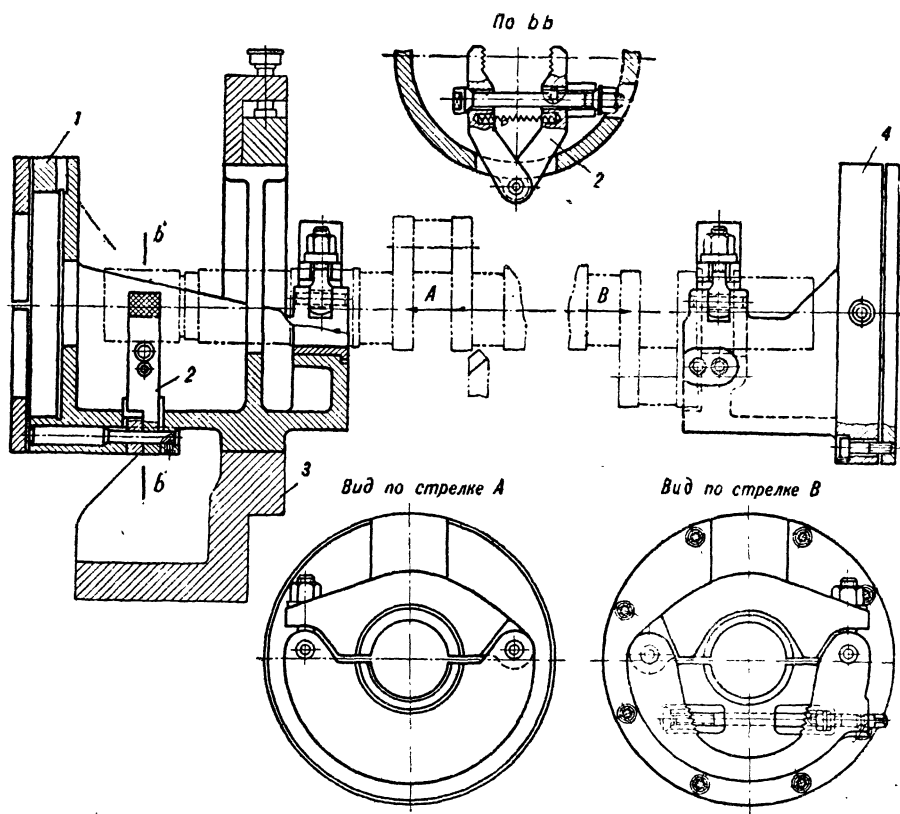


Рис. 202. Приспособление для обработки коренных шеек коленчатого вала,

На рис. 202 показано приспособление, типичное для обработки коренных шеек коленчатых валов. Патроны 1 и 4 приспособления крепятся к левой и правой планшайбам станка. Левый из них дополнительно поддерживается люнетом 3. Вал своими концевыми шейками устанавливается в подшипниках патронов, после чего подшипники закрываются накладными крышками. В левом патроне предусмотрен поводок в виде тисков 2. Приспособление применяется в крупносерийном и массовом производстве.

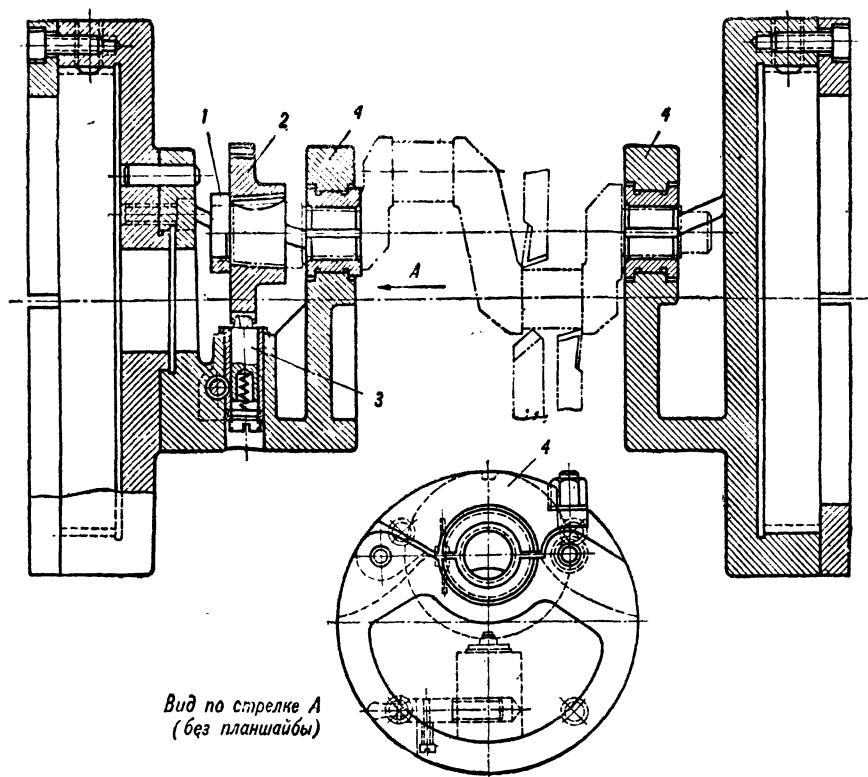


Рис. 203. Приспособление для обработки шатунных шеек коленчатого вала.

Обработка шатунных шеек может производиться в аналогичном приспособлении, показанном на рис. 203. При установке вала в приспособление на его конец (в данном случае конический) устанавливается на шпонке диск 2 и затягивается круглой гайкой 1. Изделие устанавливается цилиндрическими шейками в подшипники левого и правого патронов и фиксируется пальцем 3, под действием пружины заскакивающим в выемку диска 2. После установки подшипники закрываются накладными крышками 4. Для обработки шейки второго колена зажимы ослабляют, и изделие поворачивают на 180° .

26. Оправки и патроны для установки по резьбе

Детали вращения, имеющие внутреннюю или наружную резьбу, приходится обрабатывать, устанавливая их по резьбовой поверхности. Допуски на резьбы по ОСТ разработаны только для скользящей посадки. В обычном машиностроении для резьбовых соединений в основном применяются второй и третий классы точности с относительно большими допусками по среднему диаметру. Резьбовая поверхность таких изделий не может служить надежной базой центрирования. Поэтому за базу обычно принимают резьбу и точно подрезанный торец. Навинчивая обрабатываемую деталь на резьбу приспособления и поджимая ее плотно к упору, исключают возможность перекоса. В тех случаях, когда необходимо не только исключить перекося, но и получить повышенное центрирование, применяют резьбовые цанги (пружинящие втулки с резьбой). Изделие, зажатое в такой цанге, центрируется более надежно.

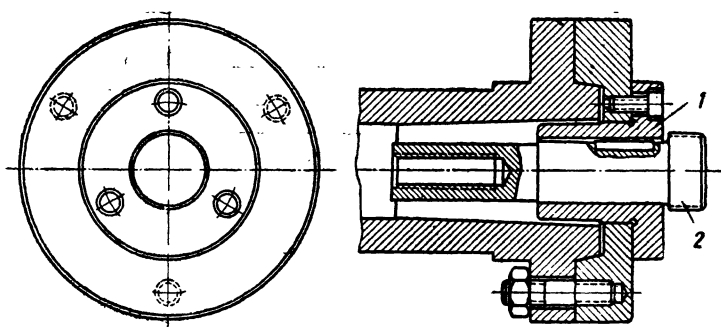


Рис. 204. Резьбовая оправка.

Резьбовые оправки. При отделочных работах с малыми режимами резания можно использовать простую жесткую оправку с резьбой. Оправка устанавливается в конус шпинделя. Изделие навинчивается на оправку и плотно прижимается к торцевой поверхности буртика. Для работы с большими режимами резания такие оправки непригодны, так как изделие в процессе работы затягивается и его трудно свинтить.

Для изделий, требующих значительного снятия стружки, на револьверных станках используются оправки по типу, показанному на рис. 204. Резьбовая оправка 2 скользит в направляющей втулке 1. Навинчивая изделие на оправку, доводят его близко к торцевой поверхности втулки 2. После этого с помощью рычажного натяжного механизма оттягивают оправку назад и плотно прижимают изделие к торцевой поверхности втулки 1. По окончании обработки оправку снова продвигают вперед и этим уничтожают напряжение в резьбе. Обработанная деталь легко свинчивается.

Аналогичные оправки показаны на рис. 205. В оправке а изделие 3 навинчивается на скользящий плунжер 4 и после установки подтягивается к упорной гайке 2, ввинченной в корпус приспособления 1.

В оправке б изделие 2, имеющее большой диаметр резьбы, навинчивается на корпус оправки 1 и перемещением плунжера 3 вправо базируется по торцу и затягивается.

На токарных станках можно использовать центровую резьбовую оправку, показанную на рис. 206, а. Изделие, навинченное на оправку, затягивается гайкой с левой резьбой. Левая резьба исключает свинчивание гайки во время работы. Перед установкой изделия гайка навинчивается до упора, благодаря чему обеспечивается постоянство осевого

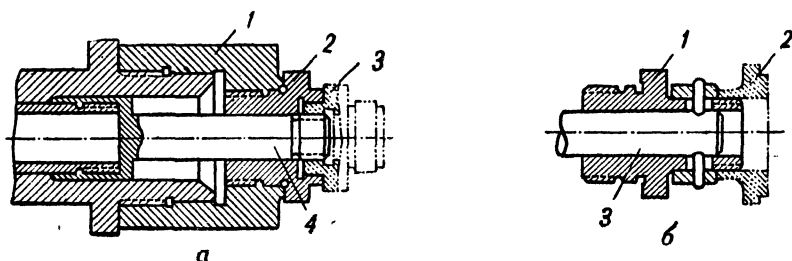


Рис. 205. Варианты резьбовых оправок.

положения обрабатываемых деталей. После обработки гайку ослабляют и легко свинчивают изделие.

Для точной подрезки торцев гаек можно использовать оправку, работающую по принципу контргайки (рис. 206, б). Торцы корпуса а, оправки 1 и затяжной гайки 2 шлифованы перпендикулярно оси. На наружном диаметре корпуса оправки и гайки нарезана резьба. Обрабатываемую деталь навинчивают на резьбу корпуса до положения, позволяющего обработать торец. Затем ввертывают в нее гайку 2 до упора и затягивают ключом. Деталь закрепляется и центрируется относительно оси резьбового отверстия.

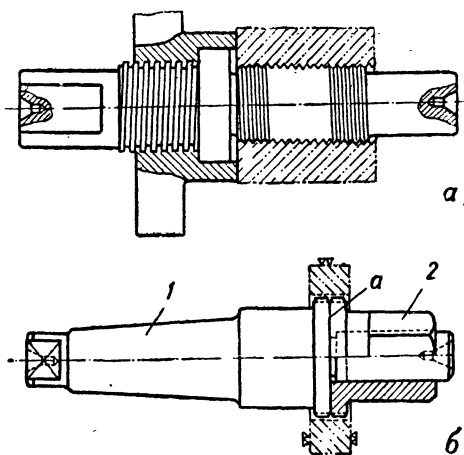


Рис. 206. Центровая резьбовая оправка и оправка для подрезки торцев у гаек.

Резьбовые патроны. На рис. 207 показан патрон, который можно использовать как на токарных, так и на револьверных станках. Изделие, ввинченное в резьбу скользящей пробки 4, затягивается с помощью резьбового кольца 2, перемещающегося по резьбе корпуса патрона 1. При перемещении резьбовое кольцо увлекает с собой штифт 3, пробку 4 и плотно прижимает обрабатываемую деталь к торцу корпуса патрона. При разжиме кольцо поворачивают в обратном направлении, после чего изделие свинчивается.

Аналогичный патрон показан на рис. 208. Чугунный корпус патрона 1 закрепляется на шпинделе станка. На корпус установлена сколь-

заящая втулка 4. Поворот втулки исключается наличием шпонки 2. Изделие 5 ввинчивают в резьбовое отверстие втулки, пока его торец не упрется в торец корпуса 1. Гайкой 3 изделие плотно прижимают к торцу. При разжиме гайку ослабляют, после чего изделие легко свинчивается.

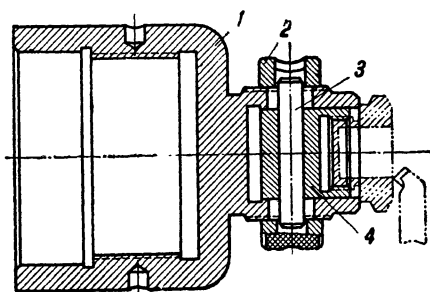


Рис. 207. Резьбовой патрон.

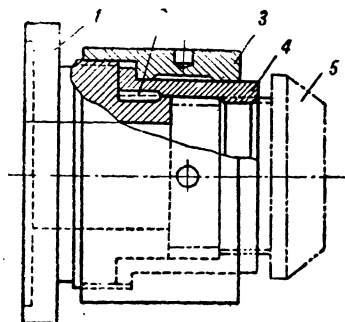


Рис. 208. Резьбовой патрон.

В приспособлении, показанном на рис. 209, разрезная оправка 3 ввинчивается в изделие и разжимается в нем с помощью клина 4 и конуса 5. После этого оправка вводится в коническую расточку корпуса 1. Другой конец изделия (стакана) имеет центровое отверстие и поддерживается центром задней бабки. Штифты 2, ввинченные в корпус

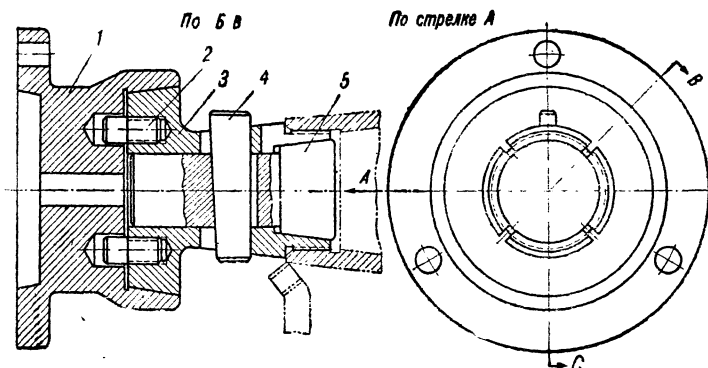


Рис. 209. Приспособление для установки длинных изделий по резьбе и центрному отверстию.

оправки, служат поводками. Для ускорения работы целесообразно иметь две оправки. Во время обточки на первой оправке вторая устанавливается в следующем изделии.

27. Патроны для обработки шестерен с установкой по зубчатой поверхности

В передних бабках и коробках подач станков, в коробках скоростей автомобилей и тракторов, а также в других шестеренных узлах применяются термически обработанные шестерни. По условиям работы

этих шестерен от них требуется плавность хода и бесшумность, обеспечиваемые в основном концентричностью отверстия с начальной окружностью в пределах нескольких сотых миллиметра. Шлифование закаленных шестерен на зубошлифовальных станках является весьма дорогой операцией, превышающей стоимость, например, шевингования в 20 раз. Кроме того, парк зубошлифовальных станков сравнительно невелик и не на всех заводах они имеются. Поэтому часто концентричность в термически закаленных шестернях получают не шлифовкой профиля от отверстия, а, наоборот, окончательной шлифовкой отверстия на внутришлифовальных станках. В этом случае нарезанные и закаленные шестерни устанавливаются в специальных патронах, в которых при помощи

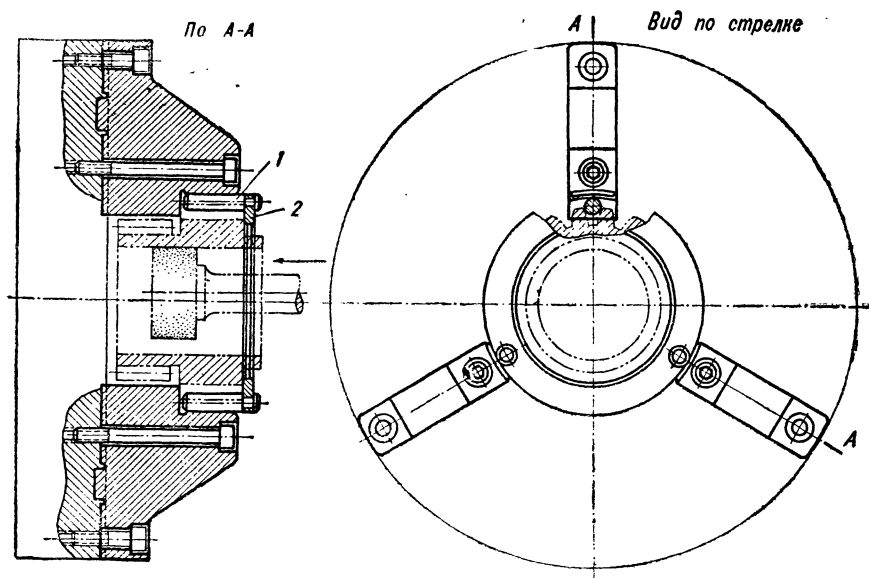


Рис. 210. Универсальный кулачковый патрон, дополненный зажимными роликами для центрирования шестерен по начальной окружности.

шариков, роликов, шестерен или реек шлифуемая шестерня базируется от начальной окружности зубьев. Отверстия с базировкой по нарезанному профилю шлифуют иногда и в том случае, когда запроектирована последующая шлифовка профиля на зубошлифовальном станке. Этим достигают более равномерное удаление материала и, следовательно, равномерную глубину закаленного слоя по профилю снимаемого при зубошлифовании. Даже незакаленные шестерни во многих случаях приходится базировать по зубчатой поверхности.

Крепление шестерен при шлифовании отверстий по наружному диаметру с предварительной выверкой не обеспечивает необходимую концентричность, так как эта окружность обрабатывается не в одну установку с операцией нарезки зубцов и поэтому всегда имеет биение относительно начальной окружности.

По типу шестерен патроны можно разделить на три группы:

- 1) патроны для одновенцовых цилиндрических шестерен;

- 2) патроны для двух-и многовенцовых цилиндрических шестерен;
- 3) патроны для конических шестерен.

Патроны могут быть универсальными и специальными.

Патроны для одновенцовых цилиндрических шестерен. На рис. 210 показан обычный трехкулачковый патрон, в котором изделие центрируется и зажимается по профилю зубцов с помощью трех роликов 1, вставляемых во впадины против кулачков. Ролики смонтированы на общем сепараторе 2. Чтобы вследствие чрезмерного погружения роликов во впадины шестерни не оказалась центрируемой по внешней цилиндрической поверхности, диаметр роликов должен быть проверен расчетом.

Для зубчаток с модулем от 2 до 6 мм диаметр роликов выбирается из расчета, чтобы касание их зубьями происходило на глубине 1—2 мм

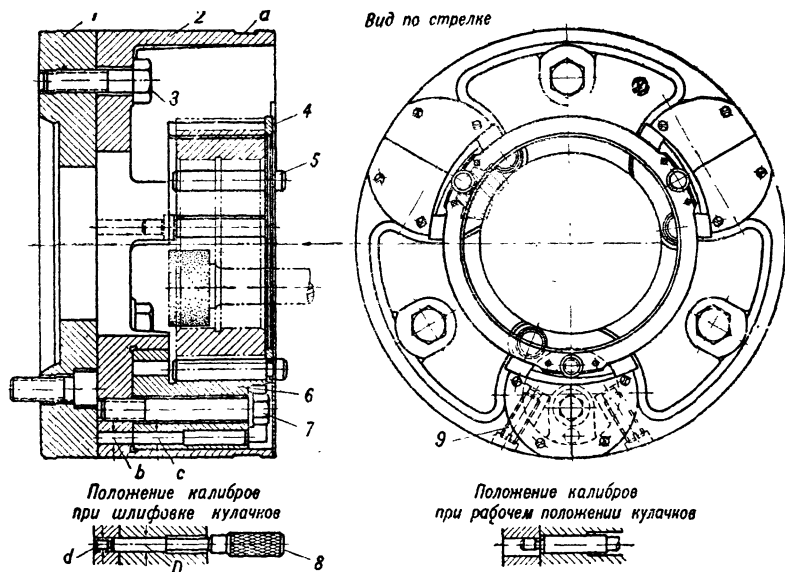


Рис. 211. Эксцентриковый патрон.

от внешней цилиндрической поверхности шестерни, причем глубина касания в 2 мм рекомендуется для зубьев с модулем не меньше четырех.¹ Указанный патрон не обеспечивает высокой concentricity и требует частой перешлифовки кулачков. Используется в мелкосерийном производстве.

Патрон, показанный на рис. 211, состоит из корпуса 2 и трех кулачков 6, имеющих возможность качаться на осях 7. До установки изделий производится специальная наладка патрона. Патрон с неокончательно затянутыми крепежными болтами 3 устанавливают на планшайбе станка 1 и выверяют индикатором на биение по точному пояску а,

¹ Расчет роликов для цилиндрических шестерен с прямым зубом и шариков для шестерен с косым зубом и конических шестерен дан в книге Болотина Х. Л. и Костромина Ф. П., Конструирование станочных приспособлений, Машгиз, 1946.

имеющемуся на корпусе. Получив точность до 0,01—0,02 мм, окончательно закрепляют патрон на планшайбе. После этого производят шлифовку кулачков. Перед шлифовкой положение кулачков фиксируется калибрами 8, вставляемыми в совпадающие отверстия *b* и *c* и винтами 9. Зажимные поверхности кулачков после шлифовки располагаются концентрично относительно оси шпинделя. Затем калибры 8 устанавливают в положение, показанное справа, с помощью винтов 9 поворачивают кулачки на их осях и создают необходимый эксцентриситет зажимных поверхностей кулачков относительно оси патрона. Разница между диаметрами *D* и *d* калибров рассчитывается так, чтобы угол поворота кулачков не превышал угла самоторможения (обычно берется

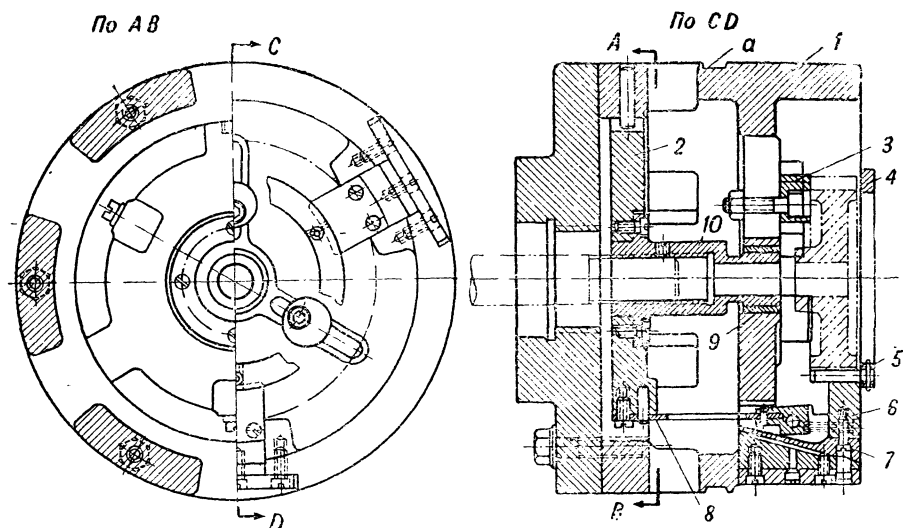


Рис. 212. Патрон типа Хилд.

угол 3°). Обрабатываемая шестерня устанавливается в патрон с предварительно заложенными в ее впадины тремя роликами 5, смонтированными на общем сепараторе 4. После установки шестерню поворачивают по часовой стрелке, и она заклинивается. Во время обработки заклинивание увеличивается.

Обработанную шестерню поворачивают против часовой стрелки, освобождают от заклинивания и вынимают из патрона. Приспособление доступно для изготовления на любом заводе и обеспечивает необходимую точность центрирования. Кроме рассмотренных, сравнительно простых патронов, для одновенцовых шестерен применяется много других конструкций патронов типа Хилд, Брайант, Гаррисон, Вотан, Форкарт и др., в которых шлифуемая шестерня с помощью роликов, шариков, зажимных шестерен и пр. базируется от начальной окружности.

На рис. 212 показан патрон типа Хилд. Патрон на шпинделе станка выверяется так же, как и патрон по рис. 211, для чего на корпусе патрона 1 предусмотрена центрирующая выточка *a*. Центрирующий механизм патрона состоит из клиновидных кулачков 7 с губками 6, связанных с крестовиной 2 плоскими пружинами 8. Одновременная работа

всех кулачков достигается точным направлением крестовины втулками 9 и 10 при ее поступательном перемещении вдоль патрона. В шестерню закладываются ролики 5, смонтированные в сепараторе 4. Благодаря скошенным поверхностям кулачков 7 шестерня центрируется и одновременно прижимается своим торцом к упорам 3. Кулачки имеют весьма ограниченный продольный ход, поэтому для шестерен разных диаметров приходится сменять губки 6. Патроны применяются разных размеров с внешними диаметрами 250, 320 и 395 мм для обработки шестерен диаметром соответственно 70—130, 130—180 и 180—280 мм.

Патрон затягивается вручную через систему рычагов и пружин, либо с помощью пневматической установки через полость шпинделя. Встрече-

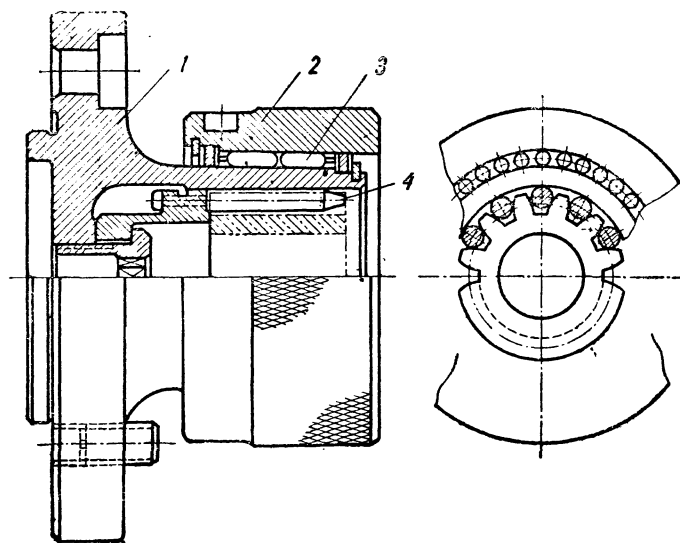


Рис. 213. Интегральный роликовый патрон.

чаются патроны с затяжкой на переднем конце шпинделя эксцентриковым механизмом.

Интегральный роликовый патрон. Во всех рассмотренных выше патронах шестерни центрируются по трем точкам (тремя роликами, заложенными во впадины между зубьями). Лучшие результаты можно получить, центрируя шестерню роликами, заложенными во все впадины зубчатого венца. В этом случае происходит как бы „осреднение“ отдельных погрешностей, распределенных по окружности колеса. Патрон для этой цели показан на рис. 213. Патрон относится к группе приспособлений, подробно рассмотренных в главе пятой.

Во впадины обрабатываемой шестерни заложены ролики 4. При вращении зажимной втулки 2 по часовой стрелке наклонно расположенные ролики 3 перекатываются по наружному конусу корпуса 1, заклиниваются и деформируют корпус, центрируя и надежно зажимая изделие. После этого шлифуют отверстие. Все дефекты зубчатого венца при таком зажиме выравниваются. В последнем можно убедиться из рассмотрения

диаграммы по рис. 214. При испытании большого количества зубчатых колес последние перед шлифовкой отверстия устанавливались на станке и подвергались шлифовке. Было определено биение до и после этой операции.

Для одной из произвольно взятых шестерен биение изображено в виде кривых. Собственно биение, раньше шедшее по синусоиде, совершенно отпало. Оставшиеся еще погрешности (нижняя кривая) объясняются погрешностями деления и формы профиля зубцов, которые при этом не были устранены, но в значительной мере скомпенсированы.¹ Отклонение толщины зубцов у каждого отдельного колеса бралось различным, чтобы выяснить зажимной диапазон патрона. Последний, как известно, может сужаться только в пределах упругости. Допуск на толщину зубцов в 50 м, как оказалось, легко перекрывался. Интегральные зажимные патроны по рис. 213 должны найти применение в крупносерийном и массовом производстве.

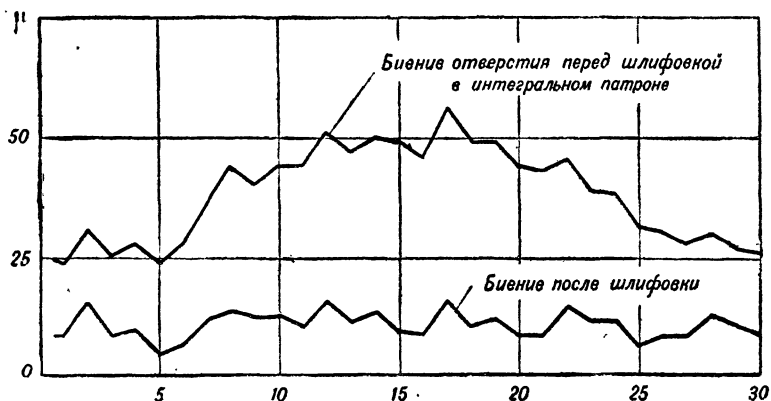


Рис. 214. Диаграмма, характеризующая точность зажима в интегральном патроне.

На практике применяются также интегральные патроны, в которых зажим роликов, заложенных во впадины зубцов, осуществляется обычной цангой.

Патроны для двух- и многовенцовых цилиндрических шестерен. Базировку двух- и многовенцовых шестерен необходимо производить так, чтобы биение по начальной окружности было в пределах технических условий по всем венцам. Установка многовенцовых шестерен обычно производится по крайним двум венцам. Патроны типа Хилд с двумя комплектами кулачков, действующих на два венца шестерни, для длинных шестерен оказываются весьма громоздкими и имеют значительный вылет от шпинделя станка. Поэтому для шестерен длиной 70—100 и более миллиметров на практике используются другие конструкции патронов, один из которых показан на рис. 215. Изделие центрируется и зажимается в приспособлении по профилю двух крайних венцов. При установке шестерни с заранее вложенными в ее впадины роликами 9 уклады-

¹ По оси абсцисс отложены числа зубцов.

вается так, чтобы ролики приходились против кулачков 1 и 3. После этого, вращая ключом приводную шестерню 8, поворачивают зубчатку 7 и соединенный с ней диск 6 с запрессованными в нем пальцами 4. Концы пальцев входят в наклонные пазы кулачков 3 и заставляют их перемещаться к центру. Кулачки скользят в радиальных пазах втулки 2. После зажатия роликов 5 происходит поворот втулки 2 с кулачками 1. Пальцы 10, укрепленные в левой части приспособления, скользят по наклонным пазам кулачков 1 и заставляют последние сдвигаться к центру. Осуществляется зажим левого венца. Для большей жесткости приспособление смонтировано в шпинделе станка. Аналогичное приспособление можно запроектировать для зажима на планшайбе. Одновенцовые

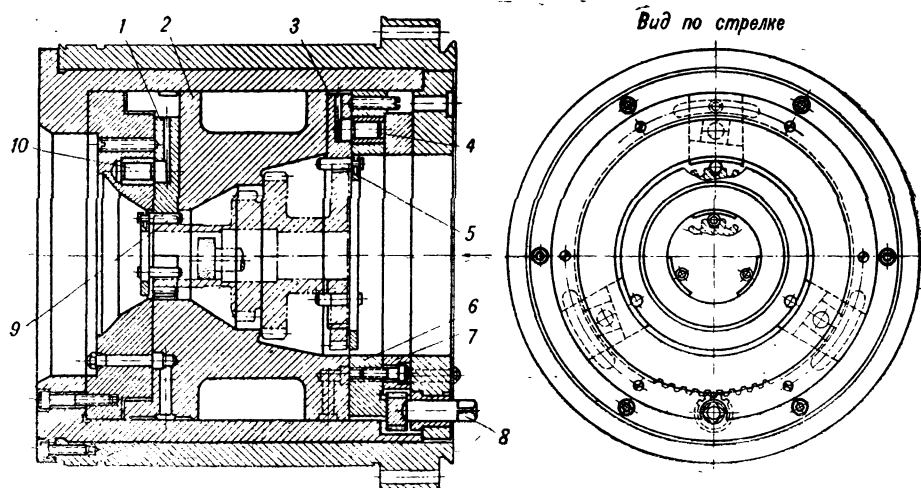


Рис. 215. Патрон для многовенцовых цилиндрических шестерен.

и многовенцовые цилиндрические шестерни с косым зубом устанавливаются в аналогичных патронах на шариках.¹

Патроны для конических шестерен. При шлифовании центрального отверстия конические шестерни устанавливаются впадинами на шарики приспособления. Зажим устроен так, что не нарушает положения шестерни, созданного шариками. На рис. 216 показана одна из конструкций патрона. Шарiki вложены в гнезда кольца 3, опорой же для них служит закаленное кольцо 1. Пружинки 4 предохраняют шарики 5 от выпадания. Шестерня предварительно помещается между тремя выступами 2 и прижимается к шарикам рычагами 7. Рычаги шарнирно связаны с крестовиной 9, посаженной на компенсаторной втулке 10. Зажим осуществляется через полость шпинделя станка. При разжиме рычаги принудительно раскрываются пружинками 8, посаженными на осях шарнирного соединения. Аналогичный патрон может быть выполнен с затяжкой на переднем конце шпинделя.

¹ Б. А. Шукарев, Патрон для изготовления отверстий в двухвенцовых шестернях на внутришлифовальных станках, "Станки и инструмент" № 4, 1939

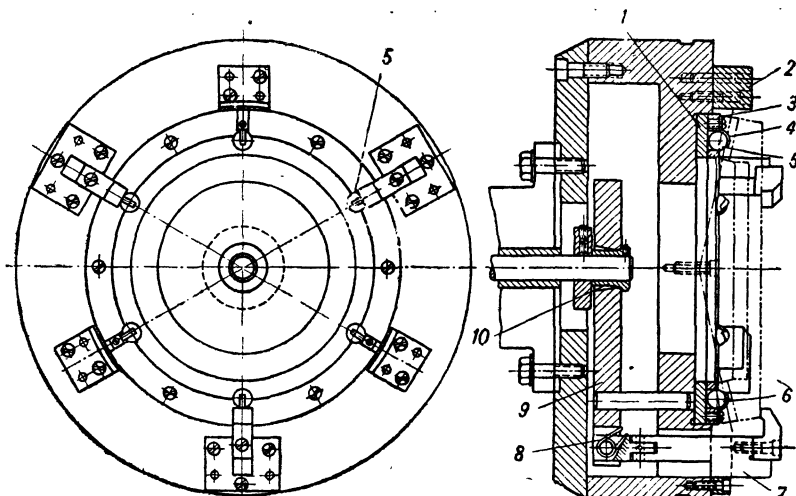


Рис. 216. Патрон для конических шестерен.

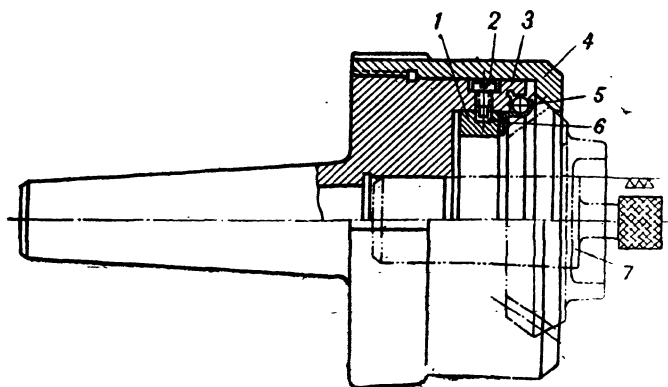


Рис. 217. Патрон для конических шестерен с предварительной установкой по калибру.

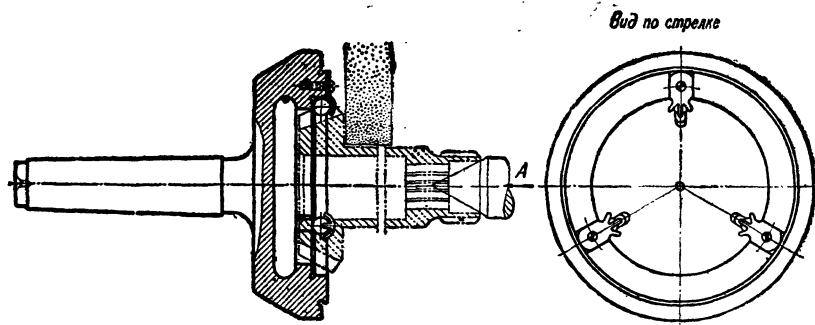


Рис. 218. Патрон для шлифовки хвостовика конической шестерни.

Более простой патрон показан на рис. 217. Шестерня устанавливается в приспособлении начальным конусом на три шарика и прижимается гайкой 4. Шарик уложен в желобок 3 и удерживается шарикодержателями 5, смонтированными на кольце 1, прикрепленном к корпусу приспособления винтом 2. Наличие кругового паза в кольце 1 позволяет свободно поворачивать шестерню при установке. Для предварительной установки предусмотрена калибровая пробка 7, которая удаляется после зажатия шестерни гайкой 4.

Аналогичная конструкция патрона представлена на рис. 218. Центрирование шестерни осуществляется тремя шариками и задним центром, упирающимся в фаску. Патрон используется для наружной шлифовки хвостовика.

28. Приспособления с центрирующим пальцем (стаканом) и рычажным зажимом вдоль оси

Приспособления этой группы можно разделить на рычажные оправки и патроны, в которых два или три рычага приводятся в действие одновременно, и простые приспособления с прихватами. Изделия (обычно тела вращения) центрируются на жестких пальцах или в стаканах и с помощью рычагов или прихватов зажимаются вдоль оси. При центрировании на пальцах обрабатываются наружные поверхности вращения и торцы; при центрировании в стаканах — внутренние. Если предварительно обработанное отверстие изделия принимается за базу для установки и в этом же приспособлении должно пройти дальнейшую обработку, то вместо жесткого пальца используется съемный центрирующий конус. После того как сцентрированное изделие зажато рычагами, конус убирается. Иногда для этой цели предусматривается скользящий (выдвижной) центрирующий палец. После зажима изделия палец втягивается в корпус приспособления, и отверстие становится доступным для обработки. Наиболее удобными изделиями для обработки в таких приспособлениях являются фланцы, диски, втулки с фланцами и т. д. Сцентрированные детали захватываются рычагами за фланцы и надежно прижимаются к торцу приспособления. На пальцах и в стаканах обрабатываемые детали устанавливаются с посадкой скользящего. Как и в жестких цилиндрических оправках, точность центрирования на пальцах зависит от величины зазора. Поэтому в этих приспособлениях можно обрабатывать такие изделия, допуск на бие (допуск на концентричность) не превышает суммы допусков на диаметры сопрягаемых поверхностей (пальца или стакана и базирующей поверхности изделия).

Рычажные оправки. На рис. 219 показана рычажная оправка, приводимая в действие двухзначным винтом. Изделие выточкой в торце (или отверстием) центрируется на цилиндрическом выступе патрона 8. Вращая двухзначный винт 2, перемещают муфты-гайки 3. Муфты ушками и осями 4 соединены с рычагами 6, которые, поворачиваясь на осях 5, прижимают изделие к торцу патрона. Для того чтобы обеспечить равномерный зажим обоими рычагами, между винтом 9 и выточкой двухзначного винта предусмотрен зазор, допускающий осевое его перемещение.

Аналогичные оправки с центрирующими пальцами и рычажным зажимом вдоль оси представлены на рис. 220. Равномерность зажима

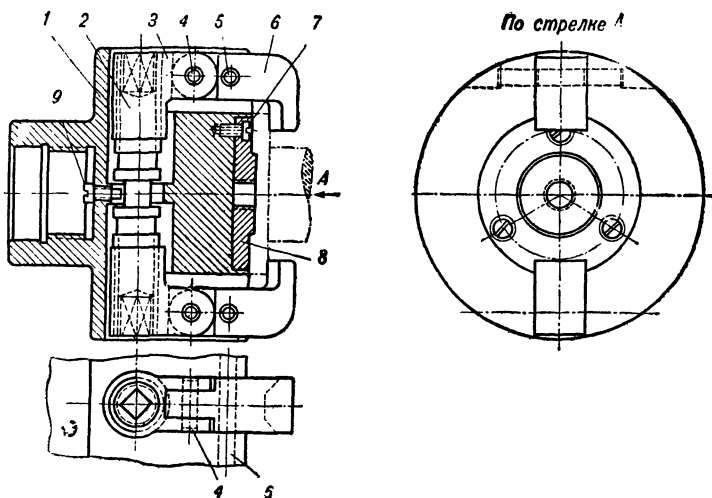


Рис. 219. Рычажная оправка с двухзначным винтом.

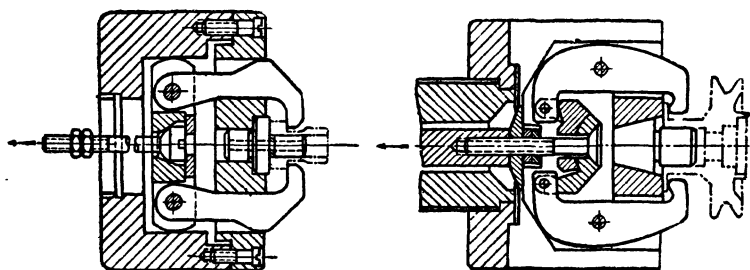


Рис. 220. Рычажные оправки с затяжкой через шпindel.

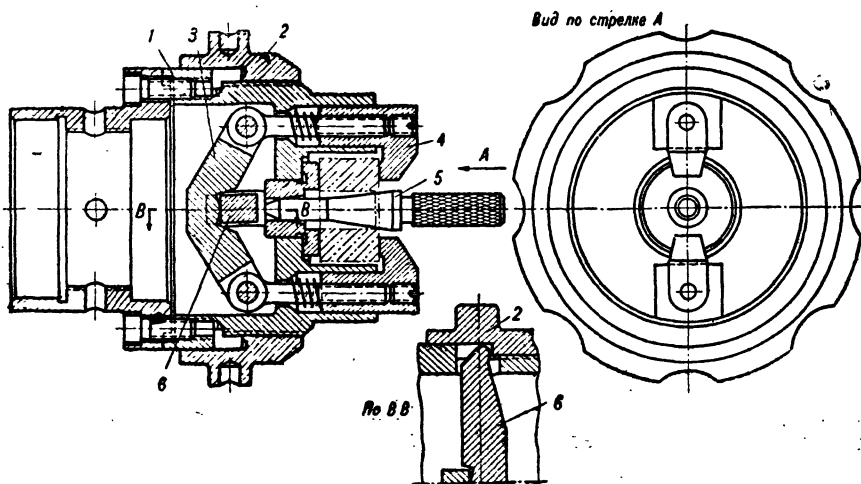


Рис. 221. Приспособление с рычажным зажимом.

рычагами обеспечивается применением подвижных сферических соединений. Рычаги приводятся в действие тягой, пропущенной через шпindelь станка и связанной со штоком поршня воздушного цилиндра.

В приспособлении, показанном на рис. 221, изделие с точно подрезанными торцами, центрируется съёмным конусным калибром 5 и зажимается рычагами 4, связанными с тягой 3. Поперечина тяги 6 приводится в действие гайкой 2, установленной на резьбе корпуса приспособления 1. После зажима калибр вынимается и производится обработка отверстия. При разжиге рычаги выдвигаются под действием пружин. Конструкцию можно выполнить с постоянным центрирующим пальцем для обработки изделий с фланцами и буртиками.

Рычажные патроны. В патроне по рис. 222 изделие центрируется в кольце приспособления 3 и зажимается двумя рычагами 2. Рычаги приводятся в действие винтом 1. Равномерность зажима обеспечивается плунжером-компенсатором 4, свободно перемещающимся в корпусе патрона 5.

В патроне, изображенном на рис. 223, втулка 3 большого диаметра с фланцем центрируется в кольце 2, прикрепленном к корпусу 1. Зажим изделия производится тремя Г-образными прихватами 6. Последние через трехплечее коромысло 5 затягиваются винтом 4. При отжиге прихваты под действием пружин 7 возвращаются в исходное положение. Подвижность коромысла относительно зажимного винта обеспечивает равномерность зажима всеми тремя прихватами.

Патроны для зажима тонкостенных втулок вдоль оси. При обработке тонкостенных втулок или цилиндров, особенно при расточке или развертке по внутреннему диаметру, зажим в цанговых патронах не дает надежных результатов, так как изделие при зажиме деформируется, и после обработки отверстие получается овальным. На рис. 224 показан патрон с осевым зажимом тонкостенных втулок.

Изделие *a* базируется точно обработанной наружной поверхностью в отверстии корпуса патрона 1 (позиция *б*) и зажимается вдоль оси вкладышами 3, полученными путем разрезки конической втулки на три части.

Вкладыши уложены в конусной выточке корпуса патрона и опираются на пружины 2. При вращении гайки 4 вкладыши перемещаются вдоль оси и одновременно сближаются к центру патрона, захватывая буртиками изделие. Последнее, опираясь своим левым концом в уступ корпуса патрона, надежно зажимается вдоль оси. Наличие буртика на обрабатываемой втулке позволило ввести еще одну пружину 6 для автоматического выбрасывания изделия из патрона после обработки. При раскреплении вкладыши под действием пружин 2 перемещаются слева направо, а под действием пружин 5 раздвигаются. В момент, когда буртики вкладышей выйдут из соприкосновения с торцом изделия, последнее выбрасывается. Для облегчения закладки изделия можно использовать специальную оправку (позиция *в*), устанавливаемую в пиноль задней бабки. Изделие надевается на оправку и вводится в патрон до упора, после чего его закрепляют.

Можно указать на более простые конструкции патронов для тонкостенных втулок. Общим для них будет принцип осевого зажима, исключаящий деформацию цилиндрических поверхностей изделия.

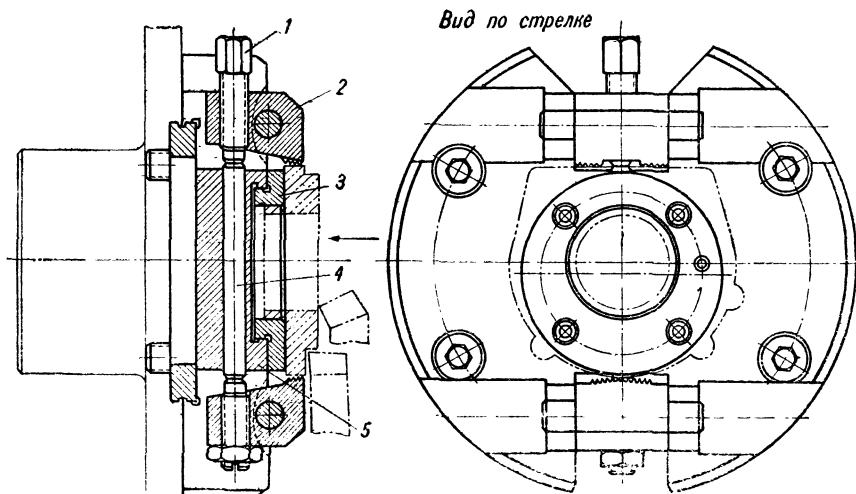


Рис. 222. Рычажный патрон с центрирующим кольцом.

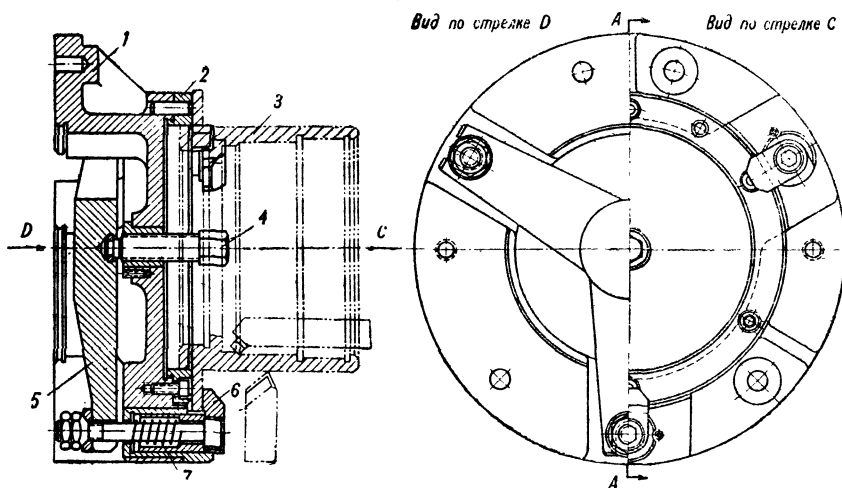


Рис. 223. Рычажный патрон для крупных изделий с фланцем.

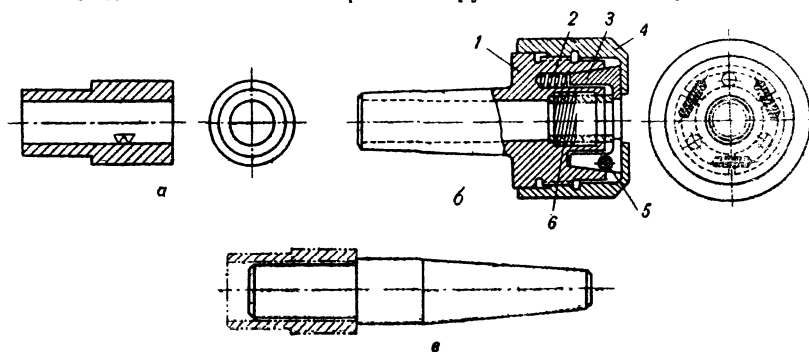


Рис. 224. Патрон для зажима тонкостенных втулок вдоль оси.

Простые приспособления с осевым зажимом. Приспособления, в которых сцентрированные на пальцах (в стаканах) изделия притягиваются к упорной поверхности с помощью индивидуальных болтов, могут применяться в самых разнообразных случаях. На рис. 225 показано одно из таких приспособлений, используемое на револьверном станке.

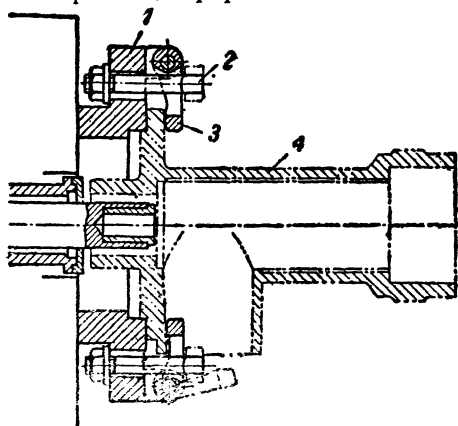


Рис. 225. Приспособление с центрирующей выточкой и прихватами.

Изделие 4, сцентрированное в выточке корпуса приспособления 1, зажимается четырьмя откидными прихватами 3. В прихватах предусмотрены окна, через которые пропущены затяжные болты 2. При раскреплении болты ослабляют и, повертывая их на 90° , отбрасывают прихваты и снимают изделие.

29. Установочно-зажимные приспособления для обработки изделий сложной конфигурации

Поверхности вращения в таких изделиях, как арматура, крестовины и поршни, рычаги и вилки, мелкие стойки и кронштейны и др., часто приходится обрабатывать на токарных и револьверных станках.

По форме основной базовой поверхности изделий и ее положению относительно оси обработки (оси вращения) установочно-зажимные приспособления для этих изделий можно разделить на следующие группы:

1) приспособления для изделий, устанавливаемых по отверстию, с осью, параллельной оси обработки;

2) приспособления для изделий, устанавливаемых по внутренней или наружной поверхности вращения, с осью, перпендикулярной (наклонной) к оси обработки;

3) приспособления для изделий, устанавливаемых по плоскости и отверстиям, с осями, параллельными или перпендикулярными к оси обработки;

4) прочие установочно-зажимные приспособления.

Приспособления могут быть универсальными и специальными, простыми и многопозиционными (поворотные и передвижные приспособления). Последние используются для изделий, у которых в одну уста-

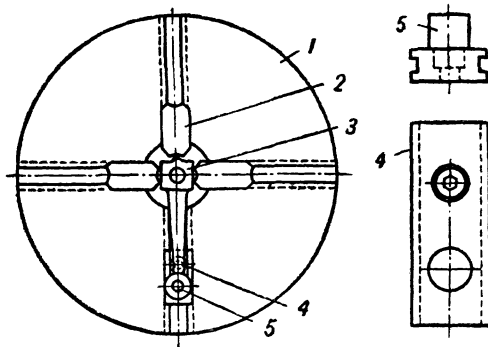


Рис. 226. Четырехкулачковый патрон, приспособленный для расточки шатунов.

новку требуется обработать два и больше отверстия или наружных цилиндрических участка, с параллельными, перпендикулярными или наклонно расположенными осями.

В особую группу можно отнести многоместные установочно-зажимные приспособления для обработки мелких изделий, имеющих участки цилиндрической поверхности большого радиуса, подлежащие обработке, а также для подрезки торцев у болтов и других мелких деталей. В этом случае несколько изделий обычно располагают по окружности планшайбы приспособления и зажимают призмами или прихватами, после чего производят одновременную их расточку, подрезку или обточку.

Приспособления для изделий, устанавливаемых по отверстию, с осью, параллельной оси обработки. На рис. 226 показан обыкновенный четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков, приспособленный для расточки втулки в большой головке шатуна. Один

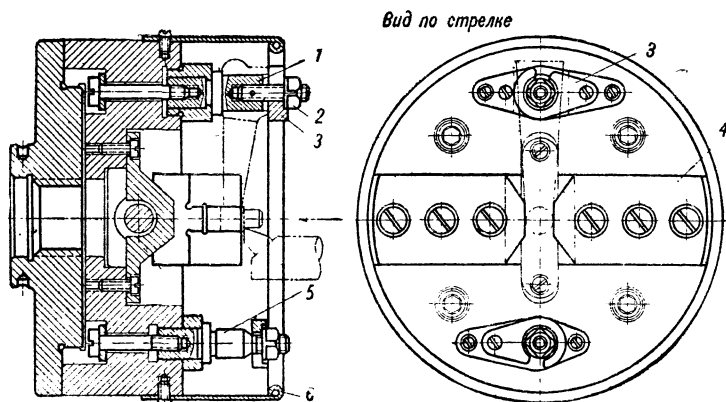


Рис. 227 Приспособление для обработки рычагов.

из кулачков патрона заменен специальным установочным кулачком 4 с пальцем 5. Шатун 3 отверстием втулки в малой головке надевают на палец 5 установочного кулачка. Затем кулачок перемещают по пазу патрона до тех пор, пока центр подшипника в большой головке не совпадет с центром патрона 1. После установки головка шатуна зажимается тремя кулачками 2. Установка следующих шатунов производится весьма быстро. После обработки ослабляют, например, правый и верхний кулачок и свободно снимают изделие. Очередной шатун надевают на палец, прижимают к кулачку с фиксированным положением и затягивают остальные два кулачка.

Приспособление универсальное и может быть использовано в мелко-серийном производстве.

Нормализованный двухкулачковый патрон, показанный на рис. 227, используется для обточки цилиндрических выступов или расточки отверстий в одной из бобышек рычагов. Изделие с предварительно обработанным одним отверстием устанавливается на палец 1 и зажимается на нем гайкой 2 через откидную шайбу 3. Центрирование и зажим другого конца рычага производятся специальными насадными кулачками патрона 4. Второй установочный палец 5 может быть использован для

установки рычагов других размеров. Для безопасности в работе приспособление закрыто железным кожухом 6.

На рис. 228 изображено приспособление, в котором изделие устанавливается на цилиндрическом и ромбическом пальцах 1 и 4. Соот-

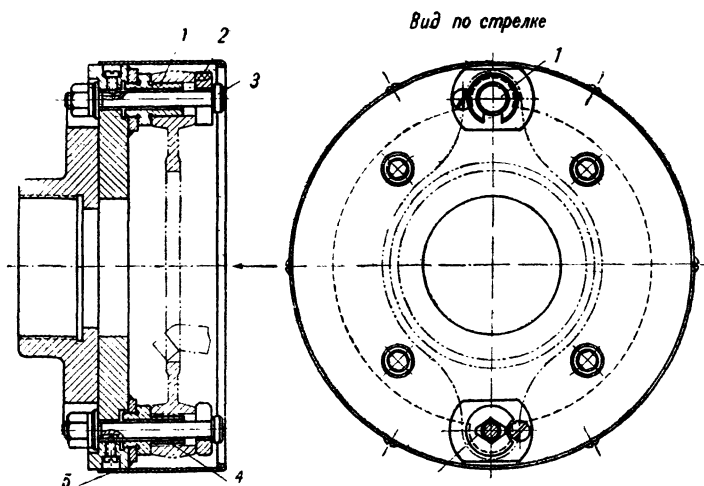


Рис. 228. Зажимное приспособление с установочными пальцами.

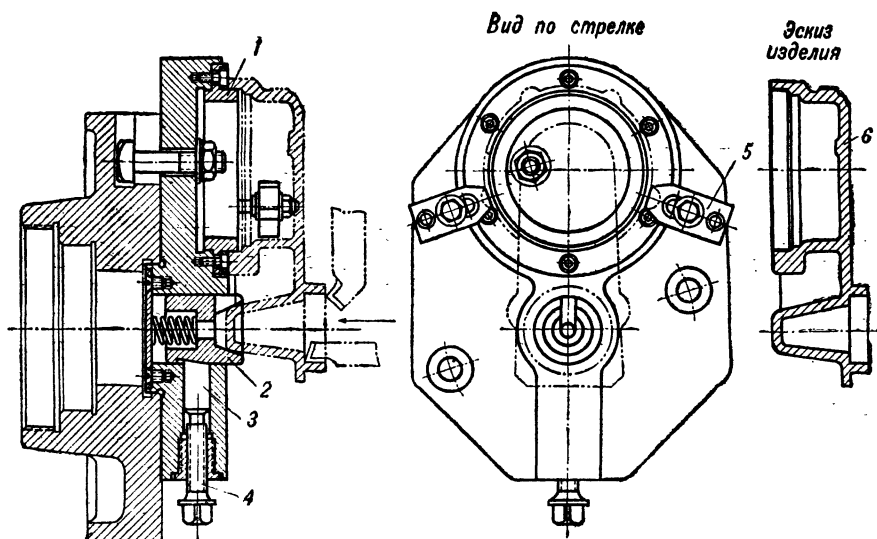


Рис. 229. Установка изделия по цапфе и конусной втулке.

ветствующие (базовые) отверстия в изделии заранее обрабатываются в кондукторе на сверлильном станке. В данном приспособлении растачивается центральное отверстие большого диаметра. После установки изделия на пальцы оно закрепляется болтами 3 через быстросъемные шайбы 2. Как и в предыдущем приспособлении, предусмотрен предохранительный

кожух 5. Плита приспособления монтируется на переходной планшайбе станка.

Изделие 6, показанное на рис. 229, обработанным отверстием устанавливается на кольцо приспособления 1, а приливом — в скользящую конусную втулку 2, находящуюся под действием пружины. После зажима изделия прихватами 5 конусная втулка стопорится винтом 4 через цилиндрический вкладыш 3.

Все рассмотренные приспособления тем точнее обеспечивают межосевые расстояния, чем точнее посадка изделий на установочных пальцах. Допуски на диаметры установочных пальцев рассчитывают обычно по посадке скольжения 2-го класса точности.

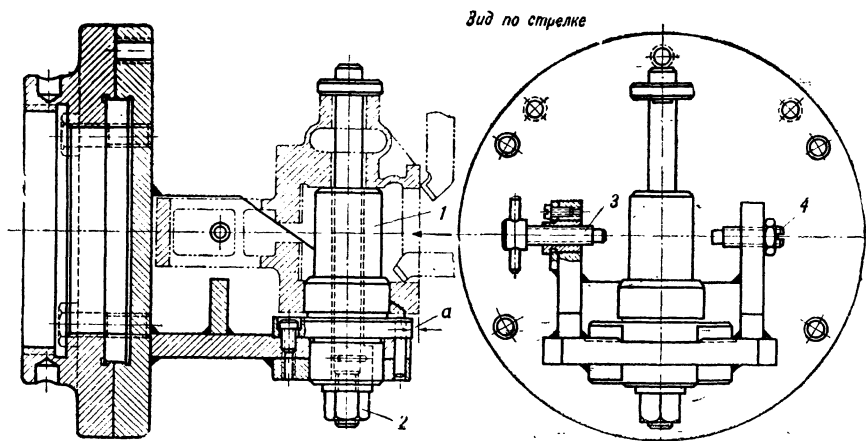


Рис. 230. Приспособление с центрирующей оправкой и опорами.

Приспособления для изделий, устанавливаемых по поверхностям вращения, с осью, перпендикулярной (наклонной) к оси обработки. Одно из приспособлений этого типа показано на рис. 230. Изделие отверстием устанавливается на оправку 1 и затягивается болтом 2 с быстросъемной шайбой. Установка изделия в горизонтальной плоскости производится регулируемым упором 4 и винтом 3.

На фланце оправки 1 снята лыска для промера при подрезке торца изделия. В верхней части планшайбы предусмотрены три нарезные отверстия для установки противовеса.

В изделии, изображенном в верхней части рис. 231, необходимо обточить две шейки *a* и *b*. Для этой цели на планшайбе 1 токарного станка закрепляется угольник 3; в отверстие его монтируется оправка 5, на конец которой насаживается своим отверстием обрабатываемое изделие, закрепляемое гайкой 4. На другом конце оправки 5 имеется делительный диск 6, положение которого фиксируется пальцем 7, находящимся под действием спиральной пружины 8. Правильное положение изделия в горизонтальной плоскости дополнительно обеспечивается выступом *e*. После обточки одной шейки изделия последнее вместе с оправкой и делительным диском поворачивают на 150° , фиксируют пальцем 7 и производят обработку второй шейки. Балансировка приспособления осуществляется перестановкой груза 2, который закрепляется на планшайбе болтом.

Обточка двух шеек *c* и *d* изделия 9, показанного на рис. 232, может быть выполнена в приспособлении, изображенном на том же рисунке. Изделие вставляется в наклонное отверстие втулки 1, смонтированной в угольнике 2, и затягивается снизу гайкой 4. Правильное положение изделия перед его закреплением обеспечивает шар-

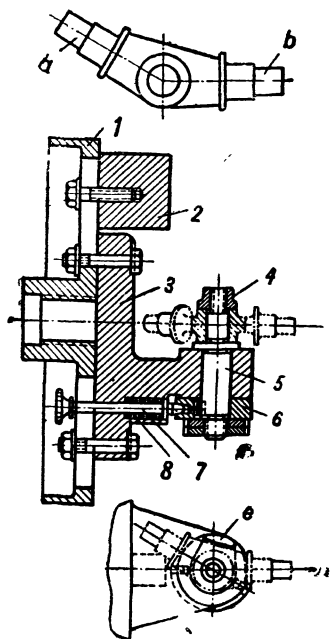


Рис. 231. Поворотное приспособление для обработки концевых шеек изделия.

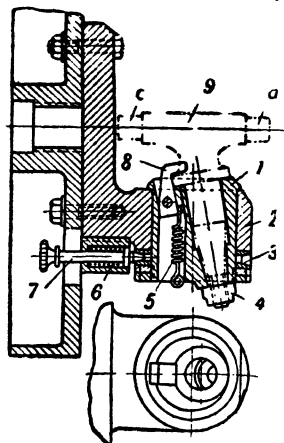


Рис. 232. Поворотное приспособление.

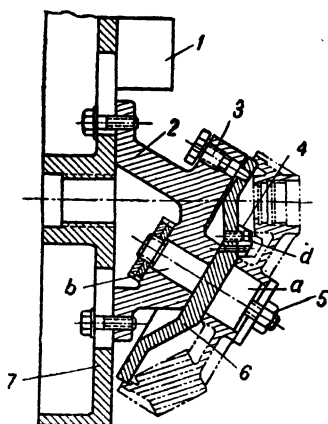
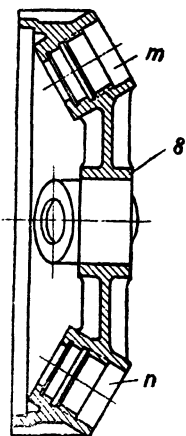


Рис. 233. Поворотное приспособление для обработки изделия с системой отверстий.

нирный упор 8, находящийся под действием спиральной пружины 5. После обработки одной шейки втулку 2 вместе с изделием поворачивают на 180° и фиксируют пальцем 6, конец которого входит в соответствующее отверстие делительного диска 3, смонтированного на втулке.

Изделие 8 (рис. 233), в котором требуется расточить несколько отверстий m и n , надевается своим центральным отверстием на цапфу a поворотной тарелки 6 и закрепляется гайкой 5. Тарелка 6 своей дру-

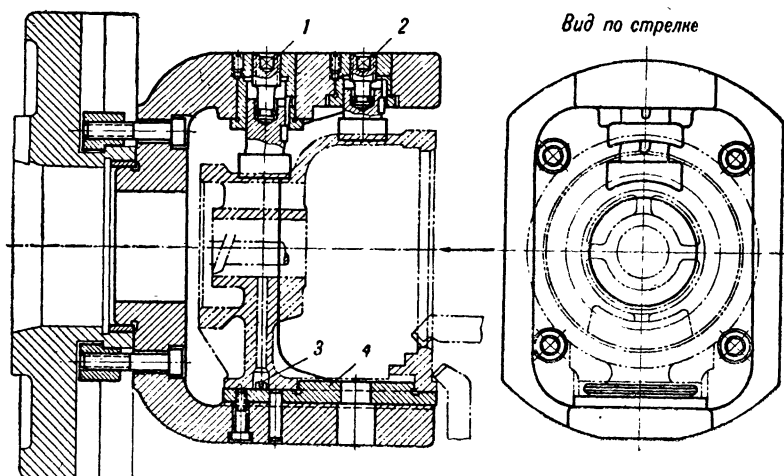


Рис. 234. Установочно-зажимное приспособление для обработки изделия коробчатой формы.

гой цапфой b монтируется в корпусе приспособления 2, который закрепляется на планшайбе станка 7. Правильное положение изделия фиксируется дополнительно сухарем 4, прикрепленным к тарелке 6. После обработки первого отверстия тарелку 6 вместе с закрепленным на ней изделием поворачивают на соответствующий угол и фиксируют винтом 3, конец которого входит в соответствующее отверстие тарелки. Число фиксирующих отверстий равно числу обрабатываемых отверстий в изделии. Приспособление с закрепленной на нем обрабатываемой деталью балансируется грузом 1, который закрепляется в соответствующем положении на планшайбе станка.

Конструкции по рис. 231—233 относятся к группе специальных поворотных приспособлений. На практике в качестве универсальных поворотных приспособлений часто используются двухкулачковые патроны, оснащенные насадными кулачками, по форме отвечающими конфигурации изделий.

Приспособления для изделий, устанавливаемых по плоскости и отверстиям, с осями, параллельными или перпендикулярными оси обработки. На рис. 234 показано приспособление для обработки изделия коробчатой формы. Нижняя плоскость изделия и два цилиндрических отверстия предварительно обработаны. Деталь устанавливается обработанными отверстиями на цилиндрический выступ 4 и ромбический палец 3. Крепление производится двумя прижимами 1 и 2.

Типичная конструкция передвижного приспособления для обработки изделий, имеющих отверстия с параллельными осями, показана на рис. 235. Корпус масляного насоса базируется обработанной плоскостью и двумя диагонально расположенными отверстиями с осями, параллель-

выми оси вращения. Приспособление состоит из диска 2, сцентрированного на планшайбе 1 и имеющего направляющую в виде ласточкиного хвоста. По направляющей диска 2 перемещается ползун 3 с закреплен-

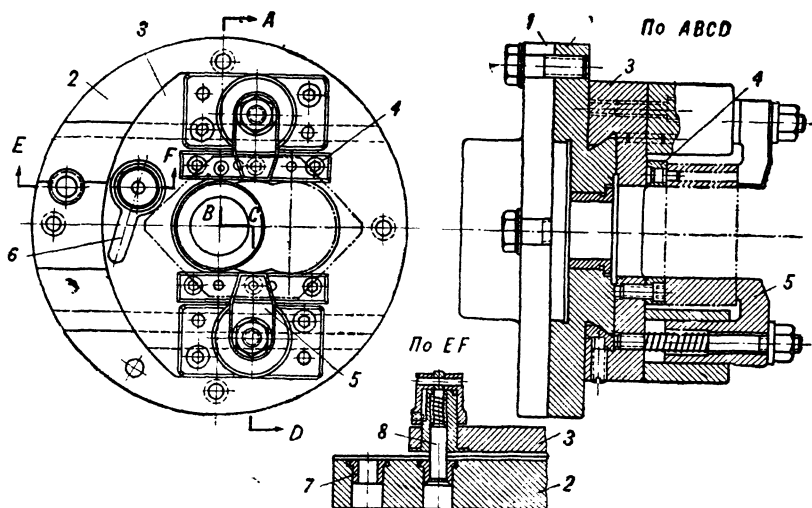


Рис. 235. Передвижное приспособление для обработки корпуса масляного насоса.

ными на нем установочными плитами и пальцами. Корпус насоса после установки закрепляется поворотными прихватами 5. В диске 2 вмонтированы две фиксирующие втулки 7, а в ползуне 3 фиксирующий палец 8 с пружинкой и рукояткой 6. После обработки первого отверстия ползун с закрепленным на нем изделием перемещают, фиксируют новое положение пальцем 8 и производят обработку второго отверстия.

К недостаткам приспособления следует отнести его неуравновешенность, т. к. центр тяжести системы при изменении позиции перемещается. Фиксатор приспособления должен быть вполне надежным, способным предупредить соскальзывание ползуна под действием центробежных сил.

Делительные механизмы (фиксаторы) приспособлений. Точность обработки изделий в поворотных и передвижных приспособлениях в значительной мере зависит от точности и жесткости фиксирующих устройств. На рис. 236 показаны обычные конструкции фиксаторов. Конический фиксатор (позиция в) обеспечивает большую точность делительного механизма, чем цилиндрический (позиции а и б), однако в эксплуатации конический фиксатор менее надежен, так как при загрязнении может дать погрешность значительно больше нормальной. Призматический фиксатор 2 имеет те же особенности, что и конический, и те же нормы точности. Нормы точности делительных устройств в приспособлениях приведены в табл. 9. Эти нормы соответствуют наиболее частым требованиям точного машиностроения и в зависимости от технических условий на изделия могут быть понижены.¹

¹ Эдельман Я. И., Нормы точности делительных устройств приспособлений, „Станки и инструмент“. № 7—8, 1941, стр. 31—32.

Иногда целесообразно использовать конструкции делительных устройств, показанные на рис. 237. Делительный механизм *а* состоит

Таблица 9

Нормы точности делительных устройств в приспособлениях

Конструкция фиксаторов	Допускаемая „игра“ в фиксаторе, мм	Допускаемая ошибка одного деления, мм	Допускаемое радиальное и осевое биение диска, мм	Допускаемая ошибка прямолинейности перемещения, мм
Цилиндрические	$\pm 0,010$	$\pm 0,015$	0,010	0,020
Конусные и призматические	$\pm 0,005$	$\pm 0,010$	—	—

из диска 2, имеющего в сечении форму правильного многоугольника с числом сторон, равным числу делений

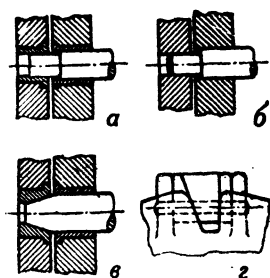


Рис. 236. Фиксаторы поворотных и передвижных приспособлений.

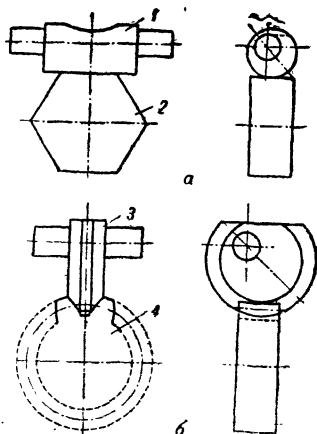


Рис. 237. Фиксаторы с эксцентриковым зажимом.

Диск 2 свободно поворачивается вокруг своей оси. Вращающийся в подшипниках самотормозящийся эксцентрик 1 плотно прижимается к краям диска и осуществляет точное деление и зажим. Для предварительного деления в конструкции приспособления следует предусматривать устройство в виде шарика, который под действием пружины заскакивает в надсверленное углубление.

В случае большого числа делений можно использовать механизм *б*, состоящий из делительного диска 4 и эксцентрика. Диск изготавливают на зуборезных станках. Профиль эксцентрика — по шаблону, пригнанному к впадине диска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколовский А. П., Основы технологии машиностроения, часть I и II, Машгиз, 1939.
2. Болотин Х. Л., Костромин Ф. Н., Конструирование станочных приспособлений, Машгиз, 1946.
3. Горошкин А. К., Приспособления для станков, Справочник, Машгиз, 1947.
4. Решетов Д. Н., Расчет деталей станков, Машгиз, 1945.
5. Баранов В. М., Рациональное использование токарно-винторезного станка, Машгиз, 1947.
6. ЦНИИТМАШ, Типовые конструкции приспособлений и их узлов, 1941.
7. 8 ГПИ, Типовые приспособления для механической обработки металлов резанием, часть I, 1946.
8. Оргаметалл, Оправки нормальные для токарных и шлифовальных станков, 1936.
9. Решетов Д. Н., Расчет и конструирование кулачковых патронов, „Станки и инструмент“, 1942, № 4 — 6.
10. Решетов Д. Н., Проектирование самозажимных патронов, „Станки и инструмент“, 1942, № 2 — 3.
11. Шаумян Г. А., Конструирование и расчет зажимных механизмов, „Станки и инструмент“, 1940, № 3.
12. Мельман Я. И., Расчет цанговых патронов, „Станки и инструмент“, 1940, № 2.
13. Самохвалов Н. В., Патрон для обработки эксцентрических втулок и валиков, „Станки и инструмент“, 1945, № 9.
14. Лычагин Я. Я., Эксцентриковый патрон, „Станки и инструмент“, 1946, № 12.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
--------------------	---

Глава первая. Кулачковые патроны

1. Центрирование и закрепление приспособлений на шпинделях станков	7
2. Двухкулачковые патроны	9
3. Трехкулачковые самоцентрирующие патроны с ручным приводом	11
4. Пневматические патроны	18
5. Электромоторные патроны	25
6. Четырехкулачковые патроны с независимой регулировкой кулачков	28

Глава вторая. Зажим и центрирование в кулачковых патронах

7. Силы зажима в кулачковых патронах	30
8. Центрирование в кулачковых патронах	36
9. Точность центрирования в самоцентрирующих патронах	39
10. Примеры установки и зажима изделий по черным базам	43
11. Примеры вторичной установки в кулачковых патронах, оснащенных дополнительными центрирующими устройствами	48
12. Зажим тонкостенных изделий в кулачковых патронах	51

Глава третья. Приспособления для обработки деталей класса валов

13. Центры	54
14. Поводковые устройства	56
15. Люнеты	66

Глава четвертая. Приспособления для обработки деталей класса втулок и деталей из пруткового материала

16. Жесткие оправки	68
17. Цанговые оправки	77
18. Цанговые патроны для зажима прутков	86
19. Цанговые патроны для вторичного зажима	94

Глава пятая. Приспособления для обработки деталей класса втулок (продолжение)

20. Раздвижные оправки и патроны	101
21. Самозажимные оправки и патроны	105
22. Расширяющиеся (упругие) оправки и патроны	122
23. Приспособления для обработки крупных втулок и стаканов	135

Глава шестая. Приспособления для обработки деталей разных классов

24. Оправки и патроны для обработки колец и дисков	142
25. Приспособления для обработки эксцентричных деталей	147
26. Оправки и патроны для установки по резьбе	156
27. Патроны для обработки шестерен с установкой по зубчатой по- верхности	158
28. Приспособления с центрирующим пальцем (стаканом) и рычаж- ным зажимом вдоль оси	166
29. Установочно-зажимные приспособления для обработки изделий сложной конфигурации	170

Литература	178
----------------------	-----

Корректор *М. П. Бушева.*

Техн. редактор *Н. Крушкoл*

Подписано к печати 13/XII 1947 г.
Уч.-изд. лист. 14,65.

М-09753
Тираж 5000 экз.

Печ. лист. 11¹/₄.
Заказ 2191