

Тема 1.3 Установочные элементы в приспособлениях

Механическая обработка, в результате которой достигается заданная форма поверхностей, их взаимное расположение и размеры, осуществляется в процессе относительного движения заготовки и режущего инструмента. Для обеспечения требуемой точности обработки заготовки должна быть придано вполне определенное положение относительно режущего инструмента. При этом она должна быть надежно закреплена во избежание смещения под действием сил, возникающих при резании. Детали и механизмы приспособления, обеспечивающие правильное и однообразное положение заготовки относительно инструмента, называются **установочными элементами (опорами)**. Длительное сохранение точности размеров этих элементов и их взаимного расположения необходимо учитывать при конструировании и изготовлении приспособлений.

К установочным элементам предъявляются следующие требования:

- число и расположение установочных элементов должно обеспечивать необходимую ориентацию заготовки согласно принятой в технологическом процессе схеме базирования, а также достаточную ее устойчивость;
- при использовании черновых баз с шероховатостью до 3-го класса установочные элементы целесообразно выполнять с ограниченной опорной поверхностью в целях уменьшения влияния погрешностей этих баз на устойчивость заготовки;
- установочные элементы по возможности не должны повреждать технологические базы заготовки, что особенно важно при ее установке на точные базы, не подвергаемые дальнейшей обработке;
- установочные элементы должны быть жестко зафиксированы. Для повышения жесткости крепления целесообразно улучшать качество сопряжения установочных элементов с корпусом приспособления, применяя шлифование, а в отдельных случаях шабрения или притирку поверхностей стыка;
- для повышения износостойкости опоры выполняют из сталей 45 или 20 (20X) и подвергают термической обработке для получения твердости HRC 58...62. Несущие поверхности опор целесообразно шлифовать, доводя шероховатость их поверхности до 8-го класса;
- в целях упрощения и ускорения ремонта приспособления его установочные элементы должны быть легкосменными.

Соблюдение этих требований предохраняет приспособление от брака при обработке и сокращает время и средства, затрачиваемые на его ремонт.

Опоры сопрягаются с технологическими базами устанавливаемых заготовок. Различают опоры основные и вспомогательные.

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

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

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

УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ПЛОСКОСТЯМ

Рассмотрим схему установки заготовок на основные опоры. В качестве установочных элементов при установке заготовок по плоскостям применяют штыри и опорные пластинки (рис. 3.1). Конструкции и размеры штырей и пластинок определены специальными стандартами.

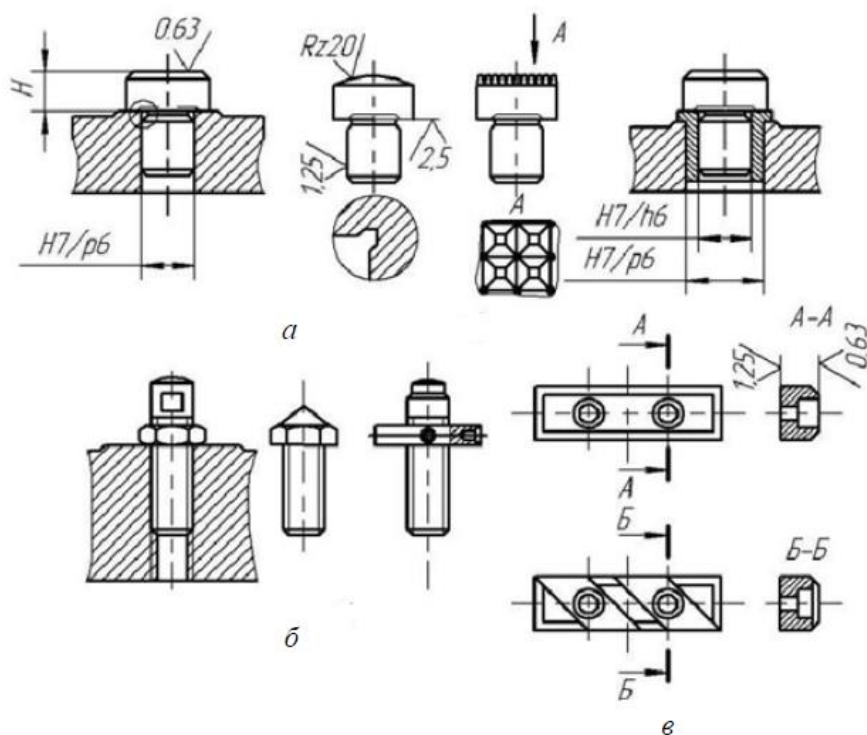


Рис. 3.1. Конструкции установочных штырей и пластинок

Опорные штыри могут быть постоянными и регулируемыми. На рис. 3.1, а, приведены стандартные опорные штыри (ГОСТ 13440–68, 13441–68, 13442–

68), на рис. 3.1, б, – регулируемые опоры (ГОСТ 4084–68, 4085–68, 4086–68). Отверстия в корпусе приспособления под штыри выполняют сквозными, сопряжение штырей с отверстиями выполняют по посадке $H7h6(AC)$ или $H7p6(APl)$.

Опорные площадки в корпусе под головки штырей следует выполнять слегка выступающими для того, чтобы их обработку осуществлять с одного рабочего хода. При частой смене изношенных штырей их устанавливают в стальную каленую переходную втулку по посадкам $H7j6(AП)$ или $H7h6(AC)$, а втулку устанавливают в корпус приспособления по посадкам $H7h6(AAC)$ или $H7p6(AAPl)$.

Головку штыря высотой H выполняют с отклонениями посадки $h6(C)$ или $h5(C1)$, чем обеспечивается их взаимозаменяемость в конструкции приспособления.

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

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

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

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

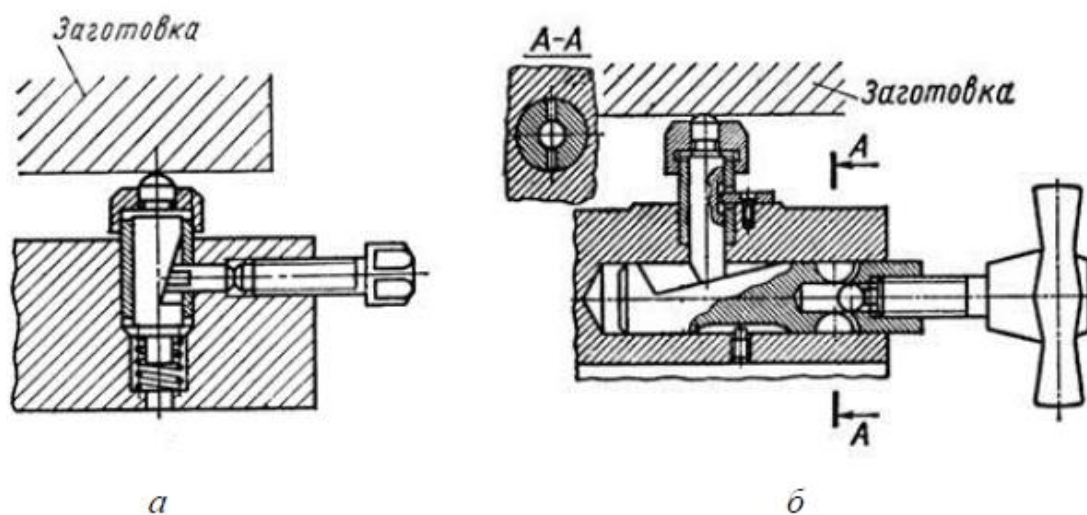


Рис. 3.2. Вспомогательные опоры:
а – самоустанавливающаяся опора;
б – подводимая опора

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

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

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

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

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

Достоинством подводимой опоры по сравнению с самоустанавливающейся опорой является способность выдержать значительно большие силы, которые действуют вдоль оси штыря. К недостаткам подводимой опоры следует отнести: низкую производительность, связанную с ручным подводом опоры; невозможность одновременного управления несколькими опорами; невозможность применения при обработке

легких и маложестких заготовок, так как при подводе опоры вручную можно нарушить положение заготовки, определяемое основными опорами.

УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ К ЕЕ ОСИ ПЛОСКОСТИ

На практике широкое распространение имеет установка заготовки на призму (рис. 3.3).

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

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

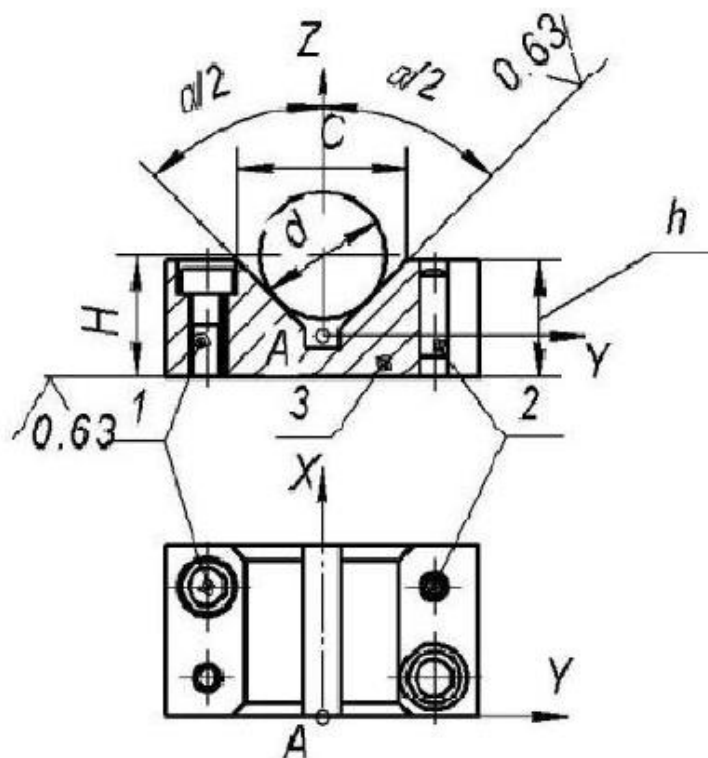


Рис. 3.3. Крепление призмы:

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

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

В приспособлениях используют призмы с углами α , равными 60, 90 и 120°. Наибольшее распространение получили призмы с $\alpha = 90^\circ$. Призмы с $\alpha = 120^\circ$ применяют, когда устанавливаемая заготовка не имеет полной цилиндрической поверхности. В этом случае направление оси заготовки придают с помощью части цилиндрической поверхности. Заготовки, устанавливаемые в такие призмы, имеют небольшую устойчивость. Призмы с углом $\alpha = 60^\circ$ обеспечивают большую устойчивость заготовки. Их применяют в том случае, когда в процессе обработки действуют значительные силы резания, линии действия которых параллельны основанию призмы.

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

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

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

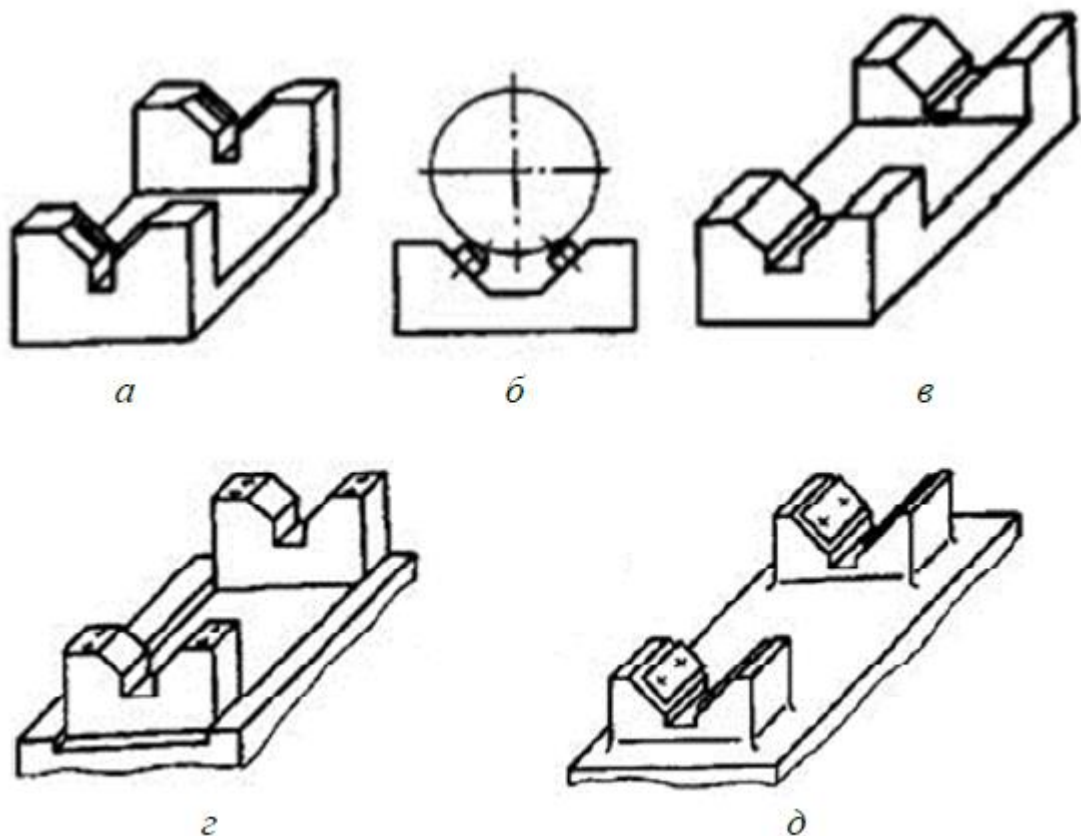


Рис. 3.4. Конструктивные схемы призм

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

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

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

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

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

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

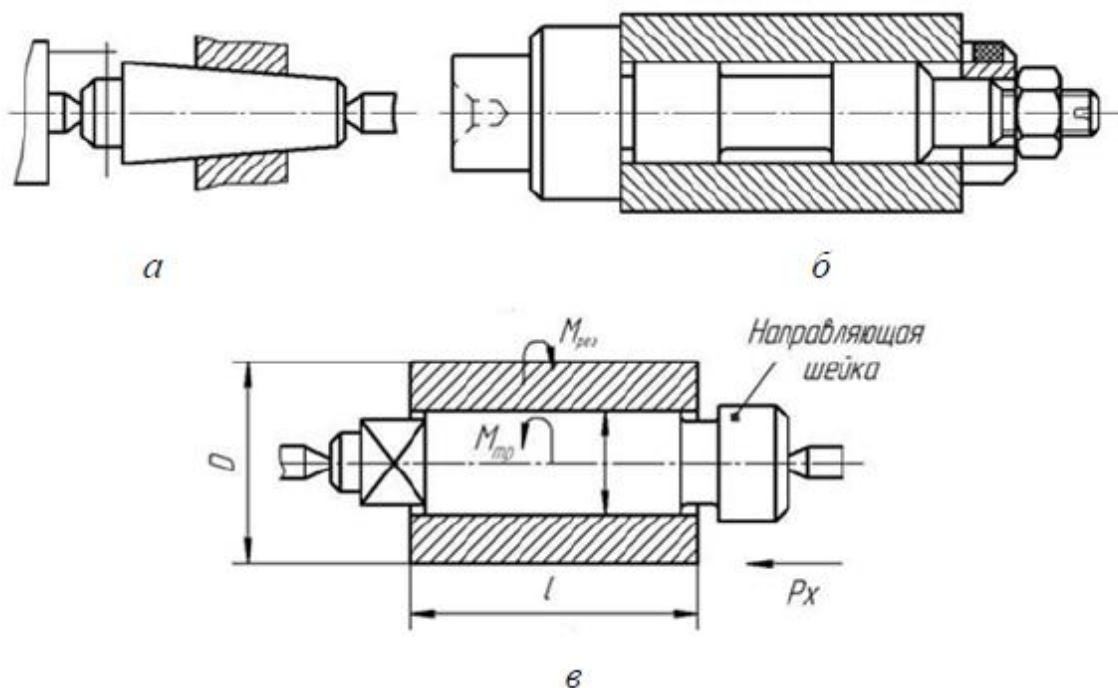


Рис. 3.5. Оправки:

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

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

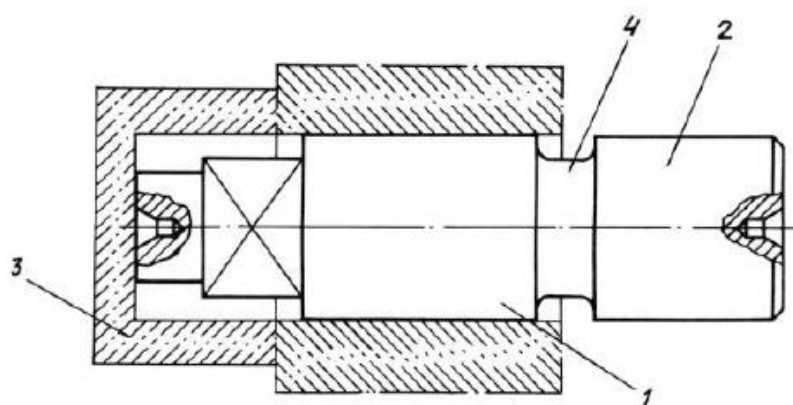


Рис. 3.6. Схема придания заготовке фиксированного по длине оправки положения:

1 – рабочий участок оправки, гарантирующий натяг;
2 – направляющая шейка оправки, гарантирующая зазор; *3* – упорный стакан;
4 – переходный участок для перебега резца при подрезке торца

Конусные оправки (рис. 3.5, *a*) обеспечивают высокую точность центрирования. Конусность рабочей поверхности оправки принимается равной 1/1500–1/2000. Заготовка насаживается на конусную оправку легкими

ударами. Благодаря равномерности в окружном направлении упругих сил взаимодействия оправки и заготовки достигается совмещение осей оправки базового отверстия. Кроме того, при обработке заготовка удерживается от проскальзывания относительно оправки за счет сил трения, обусловленных упругими силами натяга, и дополнительного зажима заготовки не требуется.

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

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

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

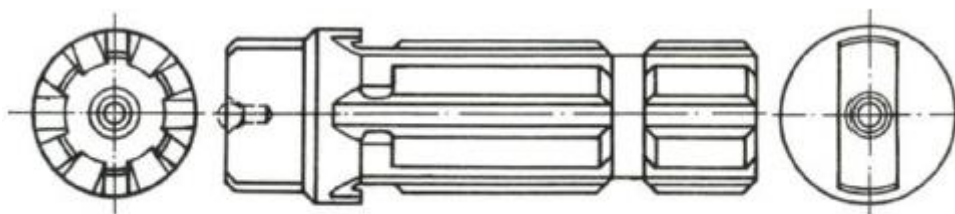


Рис. 3.7. Шлицевая оправка

Пальцы используют для реализации теоретической схемы базирования, приведенной на рис. 2.6. Конструктивные разновидности пальцев приведены на рис. 3.8. Конструкции пальцев стандартизованы ГОСТ 12209–66, 12210–66,

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

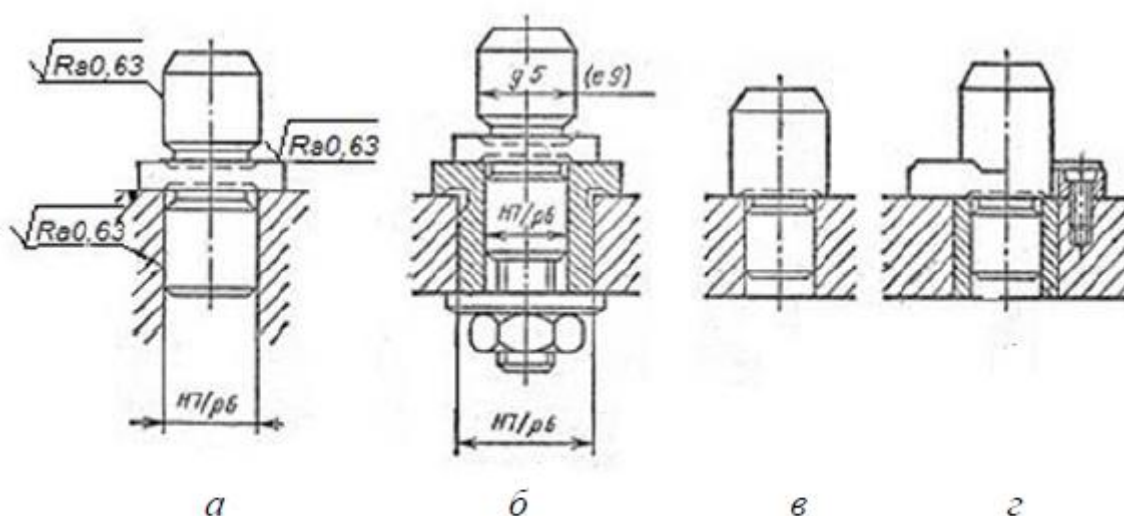


Рис. 3.8. Установочные пальцы

Пальцы диаметром до 16 мм изготавливают из стали У8А, а свыше 16 мм – из стали 20Х с цементацией на глубину 0,8–1,2 мм. Пальцы закаливают до твердости HRC 50–55. Диаметр рабочей поверхности пальца выполняют с отклонениями по посадкам g5(D1), g6(D), f6(X1), f7(X), e9(X3).

УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ПЛОСКОСТИ И ДВУМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ОТВЕРСТИЯМ

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

Достоинства рассматриваемой схемы заключаются в следующем:

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

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

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

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

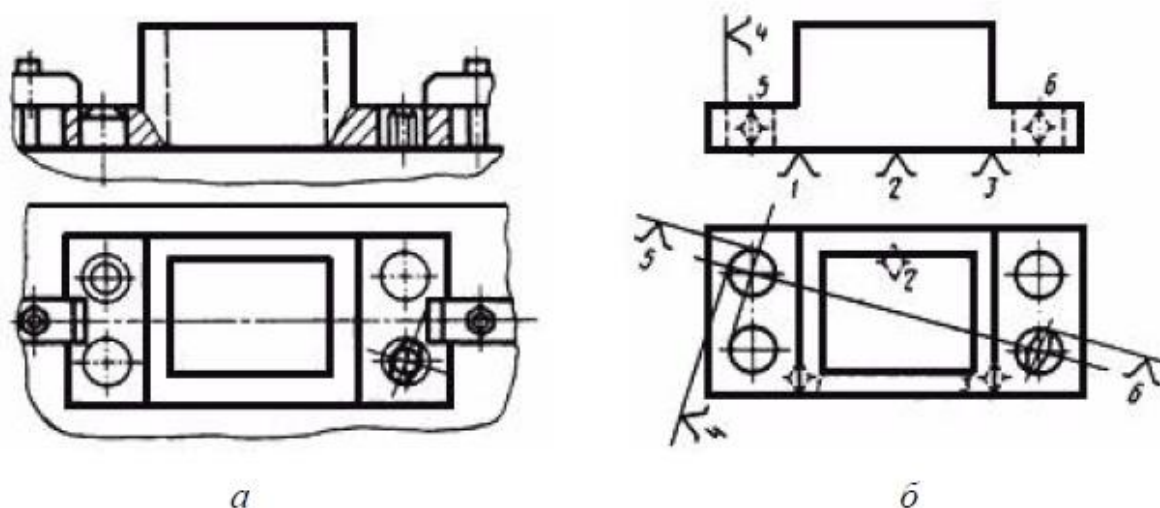


Рис. 3.9. Установка заготовки по плоскости и двум отверстиям ($l/d < 1$):
a – схема установки; *б* – теоретическая схема базирования

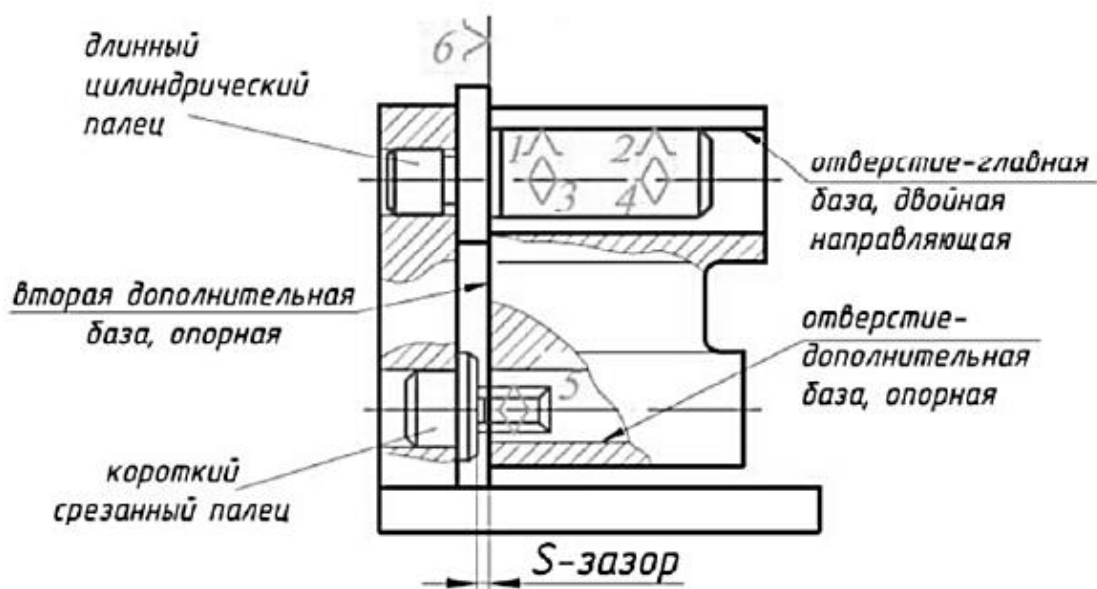


Рис. 3.10. Установка заготовки по плоскости и двум отверстиям ($l/d > 1$)

УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ЦЕНТРОВЫМ ОТВЕРСТИЯМ

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

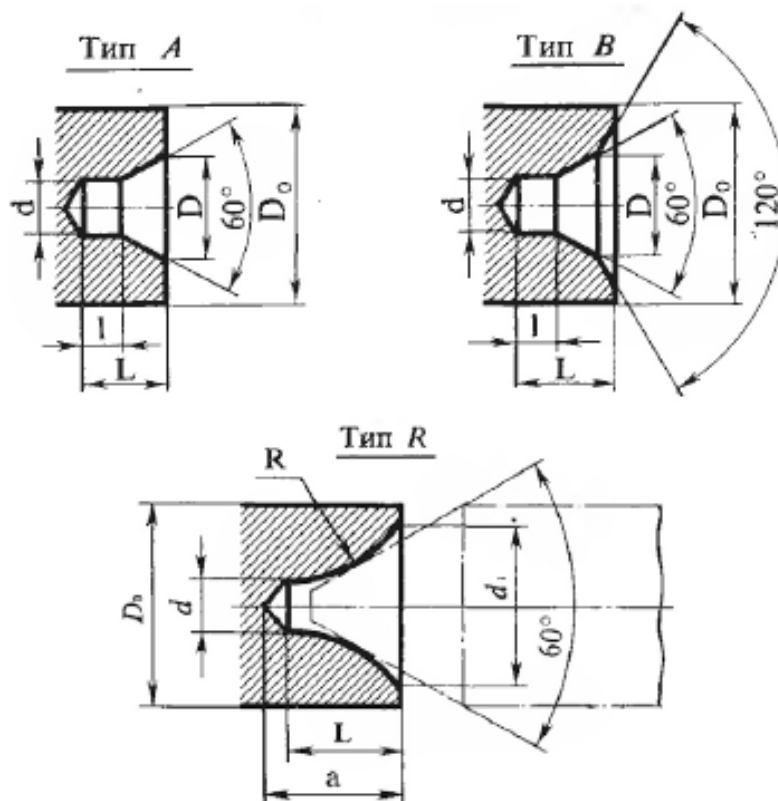


Рис. 3.11. Основные типы центровых отверстий:
 тип А – для заготовок, после обработки которых необходимость в центровых отверстиях отпадает;
 тип В – для заготовок, которые обрабатываются в дальнейшем с установкой в центрах; тип R – для заготовок точных деталей (данный тип обеспечивает надежный кольцевой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

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

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

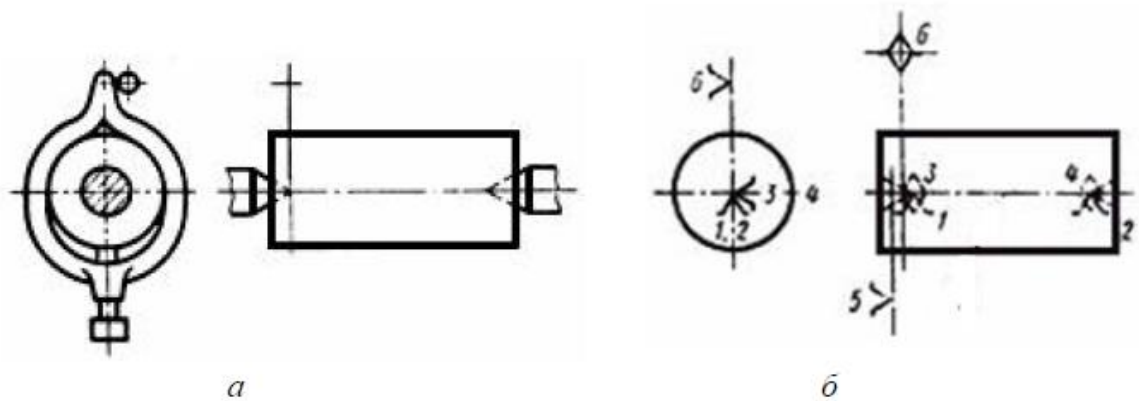


Рис. 3.12. Установка вала в центрах:
a – схема установки; *б* – теоретическая схема базирования

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

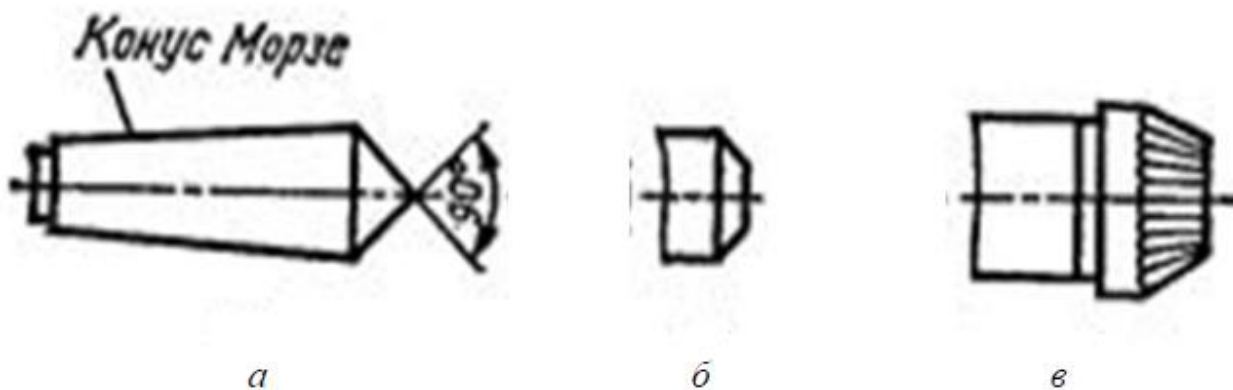


Рис. 3.13. Конструктивные формы жестких центров

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

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

вращения шпинделя применяют износостойкие центры, у которых рабочий конус имеет наплавленный поверхностный слой из твердого сплава или впаянный твердосплавный наконечник (рис. 3.15, а, б).

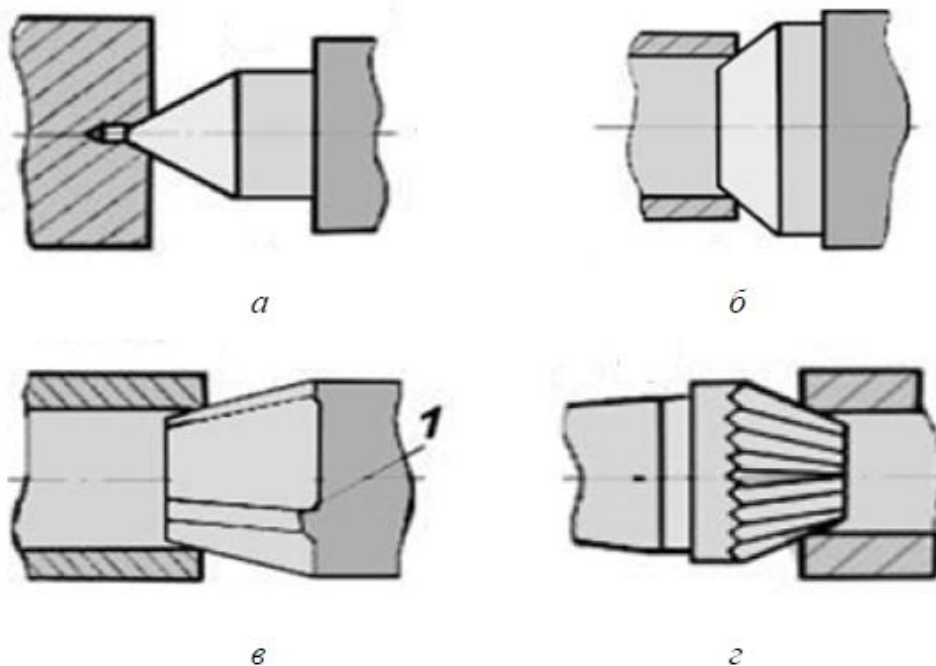


Рис. 3.14. Схемы установки заготовок на основе применения жестких центров:
 а – установка заготовки вала с центровыми отверстиями в обычных центрах;
 б – установка заготовки в виде отрезка трубы с коническими фасками в срезанных центрах; в – установка заготовки на специальный срезанный центр с тремя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

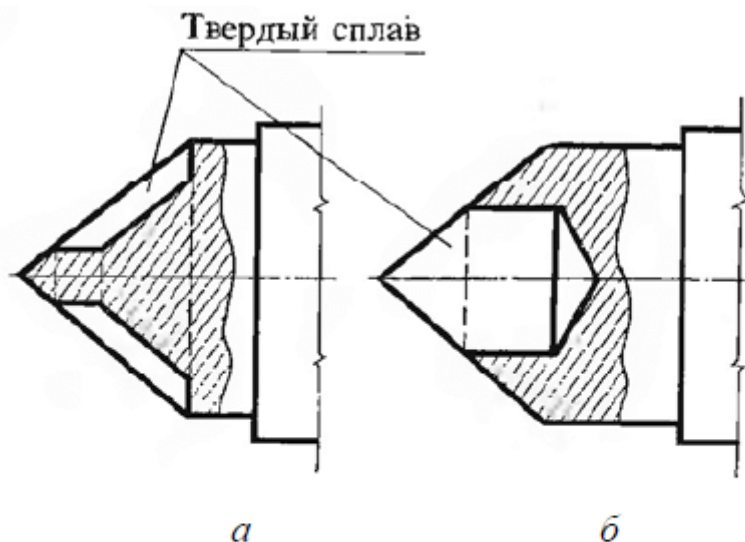


Рис. 3.15. Твердосплавные центры:
 а – с наплавленным слоем из твердого сплава;
 б – с впаянным твердосплавным наконечником

Работа с высокой частотой вращения вызывает потребность в установке вращающихся задних центров, в которых для легких работ применяют

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

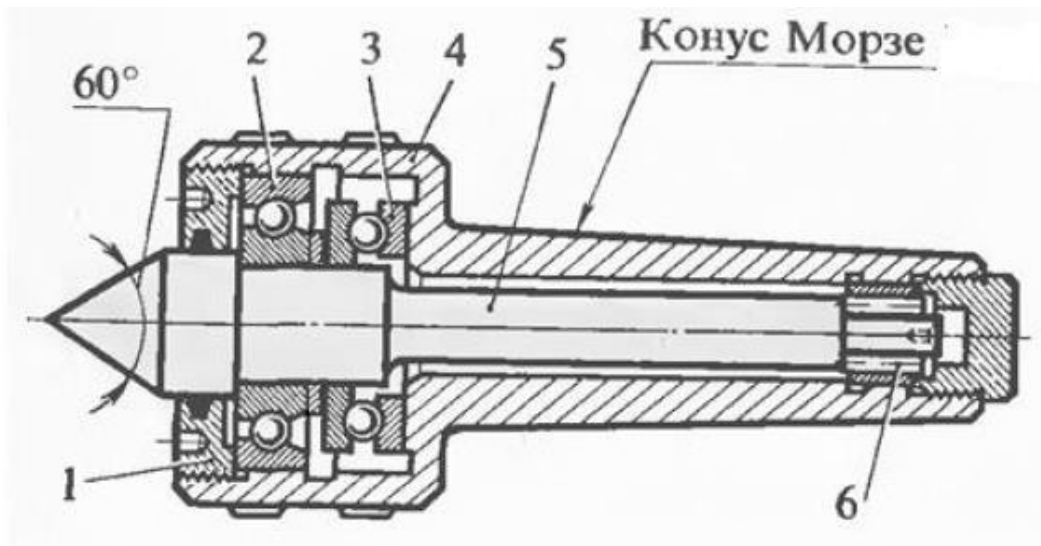


Рис. 3.16. Вращающийся центр для легких радиальных нагрузок (до 2000 Н):
 1 – крышка; 2 – радиальный подшипник; 3 – упорный подшипник;
 4 – корпус с конусом Морзе; 5 – центровой валик с рабочим конусом;
 6 – игольчатый подшипник

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

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

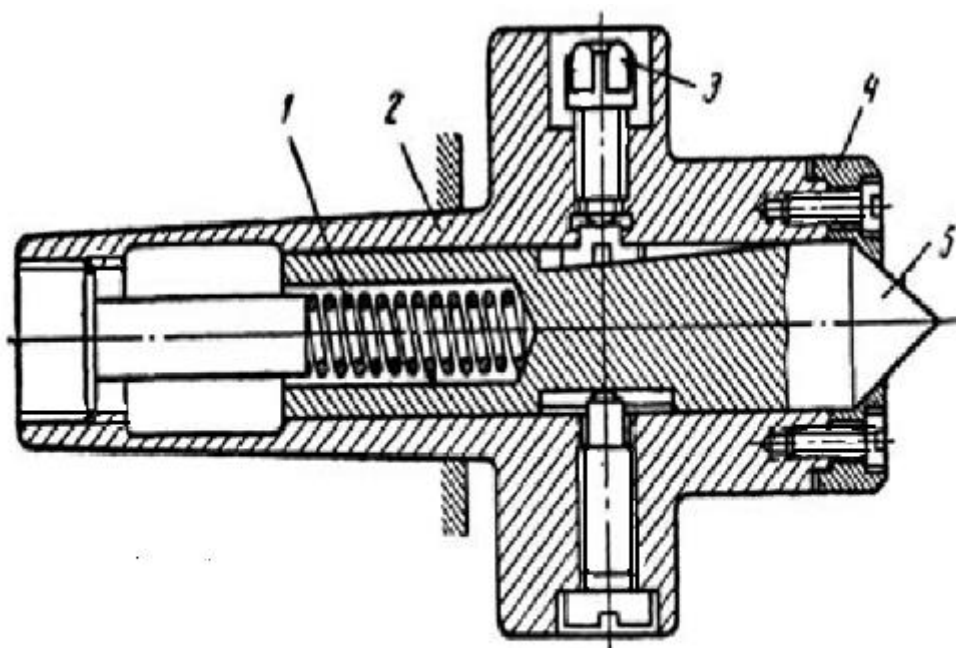


Рис. 3.17. Плавающий центр:

1 – пружина; 2 – корпус; 3 – винт-стопор; 4 – упор; 5 – центр

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