

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является базой всей отечественной промышленности. Уровень развития машиностроения определяет значимость страны как сильной державы. Именно машиностроение, а не добыча и продажа энергоносителей должно развиваться опережающими темпами. Известно, что те страны, которые не способны производить средства производства для производства, обречены на экономическую зависимость и хозяйственный паралич.

Для ускорения эффективного развития промышленности необходимы разработка и внедрение в производство нового оборудования, техники и инновационных технологий. Тогда, начиная от фундаментальных и прикладных научных исследований и заканчивая производством высокотехнологичной и конкурентной, а значит востребованной продукции, можно ожидать резкого увеличения ВВП.

В настоящее время многие предприятия машиностроительного комплекса оснащаются новым современным металлообрабатывающим оборудованием (к сожалению, в большинстве своем зарубежного производства). Однако любой самый современный станок останется «железной» массой, которая ничего не сможет производить, если его не укомплектовать современной технологической оснасткой.

В понятие технологическая оснастка входят все вспомогательные устройства и инструменты (режущий, мерительный, слесарный и пр.), без которых оборудование не может работать.

Приспособлениями в машиностроении называют вспомогательные устройства, используемые на операциях механической обработки заготовок, контроля заготовок и деталей машин, сборки деталей в узлы и механизмы. При этом приспособления являются, как правило, наиболее сложной, трудоемкой и дорогой частью технологической оснастки, определяющей производительность, точность и качество обработки заготовок деталей машин.

Проектирование и производство всей технологической оснастки относится к технологической подготовке производства.

Технологическая подготовка любого машиностроительного производства в значительной степени определяет его состояние и развитие. От уровня и значи-

мости технологической подготовки производства зависит его эффективность, расходование материальных и энергетических затрат, качество выпускаемой продукции, ее конкурентоспособность.

Непрерывное совершенствование современных машин, механизмов, повышение требований к их качеству, точности и надежности, повышение эффективности производства (в том числе и производительности труда) обуславливают рост потребности в различных приспособлениях и необходимость повышения их качества и эффективности.

Правильно и рационально спроектированные приспособления в значительной степени предопределяют точность выполнения заданных размеров, удобства и простоту в эксплуатации, производительность и экономичность выполнения технологических операций.

Степень оснащенности различных отраслей машиностроения приспособлениями неодинакова. На заводах крупносерийного и серийного производства она в несколько раз выше, чем на предприятиях мелкосерийного производства. Модернизация машиностроения требует значительного увеличения степени оснащения технологических процессов не только в серийном, но и в мелкосерийном и даже единичном производстве.

Повышение коэффициента технологической оснащенности является одним из весьма эффективных путей совершенствования производства и, в частности, повышения производительности труда.

Однако рост числа приспособлений и другой технологической оснастки неизбежно вызывает значительное увеличение затрат и нередко возникают трудности, связанные с необходимостью рационально расходовать ассигнования на капитальные вложения. Поэтому весьма актуальной становится задача повышения эффективности использования приспособлений. Эта задача решается различными путями, среди которых основное место занимают усовершенствование конструкций приспособлений с точки зрения простоты их изготовления, сборки и эксплуатации, а также создание и внедрение систем переналаживаемых, многократно используемых приспособлений.

Частая смена объектов производства, связанная с нарастанием темпов технологического процесса в эпоху научно-технической революции, требует от технологической науки и практики создания конструкций и систем приспособлений, метода и расчета, проектирования и изготовления, обеспечивающих неуклонное сокращение сроков подготовки производства. Сегодня в серийном, мелкосерийном, многономенклатурном производстве необходимо использовать специализированные, быстропереналаживаемые и обратимые системы приспособлений, все более широко применять систему универсально-сборных приспособлений и т. п.

Ряд принципиально новых требований, предъявляемых к приспособлениям, определен расширением парка современных многокоординатных станков с ЧПУ и станков типа «обрабатывающий центр» (ОЦ), переналадка которых на обработку новой заготовки сводится к замене программы (что занимает мало времени) и к замене или переналадке приспособления для базирования и закрепления заготовки (что также должно занимать соизмеримо мало времени).

Изучение закономерности влияния приспособлений на точность и производительность выполняемых операций, позволяет проектировать приспособле-

ния интенсифицирующие производство и повышающие его точность. Постоянно проводимая работа по унификации и стандартизации элементов и деталей приспособлений создает основу для автоматизированного проектирования приспособлений, что входит составной частью в систему автоматизации подготовки производства в целом (АСТПП).

Проектирование и изготовление комплекта технологической оснастки при смене объекта производства составляет иногда 50–60% трудоемкости и 70% длительности технологической подготовки производства новых машин. Затраты на технологическую оснастку достигают 10–15% себестоимости изделий. Эти цифры характеризуют объем работ по изготовлению всей технологической оснастки (в том числе и различных приспособлений) и свидетельствуют о том значении, которое приобретает повышение эффективности ее применения.

Из всех разновидностей технологической оснастки наибольшее распространение и наибольший удельный вес в затратах на проектирование и изготовление имеют приспособления для механической обработки заготовок и контрольно-измерительные приспособления.

В настоящее время на большинстве отечественных машиностроительных предприятий весь комплекс работ по проектированию и изготовлению приспособлений выполняется самими предприятиями в инструментальных цехах, которые относятся к вспомогательному производству с соответствующим оснащением универсальным оборудованием и низким уровнем специализации. Это приводит к большим нерациональным расходам, а именно: распыленность средств, рабочей силы, оборудования и т. п. Низкий уровень специализации инструментальных цехов препятствует созданию соответствующей технической базы и прогрессивной формы организации работ. Для такого производства характерны единичный или мелкосерийный типы производства со значительными затратами ручного труда, вследствие чего производимая продукция значительно дороже и цикл ее изготовления значительно длиннее, чем на специализированных предприятиях.

Необходимо создавать небольшие специализированные предприятия по изготовлению различной технологической оснастки (приспособлений, инструмента и пр.). Эти предприятия могут создаваться либо как отраслевые, либо региональные или межрегиональные. Опыт промышленно развитых стран показывает, что это единственно правильный путь для интенсивного развития машиностроительного комплекса России.

Неоценимый вклад в развитие науки о технологической оснастке внесли отечественные ученые: А. П. Соколовский, В. М. Кован, А. И. Каширин, А. А. Маталин, В. С. Корсаков, Б. С. Балакшин, М. Е. Егоров, С. П. Митрофанов и многие другие.

Важную роль в развитии любого машиностроительного производства играет подготовка и переподготовка высококвалифицированных инженерных кадров, освоение ими современных методов проектирования и совершенствования машин, агрегатов, приборов и др., технологических процессов их изготовления, готовность к системному анализу быстрого, а иногда и непредсказуемо изменяющейся производственной и рыночной ситуации, к поиску нетрадиционных решений, быстрейшему внедрению высокоэффективных, ресурсо- и энергосберегающих технологий и т. п.

За последнее время в связи с изменившимися условиями, развитием и достижениями технологической науки и практики, появлением новых способов обработки (CALS-технологии), внедрением передовых наукоемких технологий (Hi-Tech), автоматизацией проектирования технологических процессов и оснастки на базе программ CAD/CAM/CAE возникла необходимость издания учебника по расчету и проектированию приспособлений, отражающего указанные изменения.

Учебник предназначен для студентов технических вузов, обучающихся по направлениям: «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Машиностроение», «Технологическое оборудование машиностроительных производств», «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных производств» и др.

Книга может быть полезна для инженерно-технических работников промышленных предприятий, КБ и НИИ, занимающихся вопросами расчета и проектирования приспособлений и автоматизацией производственных процессов в машиностроении.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Приспособлениями в машиностроении называются дополнительные устройства к металлообрабатывающему оборудованию, применяемые при изготовлении деталей машин.

Среди задач, решение которых достигается применением приспособлений, можно выделить три основных.

1. Установка заготовок на станках без выверки.

Применение приспособлений для установок заготовок ликвидирует дорогостоящую и трудоемкую операцию разметки, устраняет выверку обрабатываемой заготовки на станке, обеспечивает возможность автоматического получения точности размеров, следовательно, повышает точность обработки за счет устранения погрешностей, связанных с разметкой и выверкой.

2. Повышение производительности труда.

Высокая производительность труда в равной мере зависит как от высокопроизводительного оборудования, так и от высокопроизводительного приспособления. Повысить производительность труда — это значит сократить норму штучного времени на операцию. Норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле

$$T_{\text{шт.-к}} = T_o + T_v + T_{\text{тех.об}} + T_{\text{орг.об}} + T_{\text{пер}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n}. \quad (1.1)$$

Основное время (T_o) можно уменьшить за счет:

- а) увеличения числа одновременно работающих инструментов;
- б) одновременной обработки нескольких заготовок (для этого проектируются многоместные приспособления или приспособления для установок заготовок пакетами);
- в) повышения режимов резания (проектирование приспособлений, повышающих жесткость технологической системы, позволяет повысить режимы резания и применять многоинструментальную обработку).

Вспомогательное время (T_v) можно сократить, уменьшив время на установку и закрепление заготовок или совместив вспомогательное время с основным.

При использовании приспособлений рабочий может не проверять положение заготовки при установке.

Для сокращения времени закрепления заготовки проектируются быстродействующие ручные, механизированные, автоматизированные и многократные зажимные устройства, поворотные приспособления, автоматические загрузочные устройства, выталкиватели и др.

Оперативное время ($T_{оп} = T_o + T_v$) можно уменьшить, применив приспособления, повышающие степень концентрации операций механической обработки. Проектируют поворотные многопозиционные, многоместные или непрерывно действующие приспособления, когда установка и снятие, открепление и закрепление заготовок будут выполнять во время работы станка; таким образом, время, затрачиваемое на эти приемы, совмещается с основным временем обработки заготовок.

Приспособления расширяют возможность интенсификации технологических процессов при использовании параллельных и параллельно-последовательных схем обработки поверхностей.

Время технического обслуживания рабочего места ($T_{тех.об}$) сокращают, используя быстросменные патроны, многолезцовые державки, в которых наладка осуществляется вне станка на специальных приспособлениях, шаблоны для установки инструментов на размер и т. п.

Время организационного обслуживания ($T_{орг.об}$) можно уменьшить при создании в приспособлении окон и лотков для отвода стружки, устройств для автоматической очистки от стружки и ее транспортирования и др.

Время регламентированных перерывов ($T_{пер}$) сокращается за счет применения приспособлений, облегчающих труд рабочих.

Подготовительно-заключительное время ($T_{п.з}$) уменьшается путем тех же мероприятий, что $T_{орг.об}$, но кроме этого еще за счет создания приспособлений, обеспечивающих точную и быструю установку их на станке без выверки и допускающих быструю переналадку приспособлений на обработку разных заготовок. В формуле (1.1) n количество деталей в партии.

Задачей технолога по обеспечению повышения производительности труда является анализ нормы времени для уменьшения ее составляющих.

3. Расширение технологических возможностей оборудования.

Заводы единичного и мелкосерийного производства оснащены в основном универсальными металлорежущими станками. Каждый станок предназначен для выполнения какой-то определенной работы с заданной точностью. Для таких станков применяют специальные приспособления, расширяющие технологические возможности оборудования. Например, с помощью специальных приспособлений обработку шлифованием, протягиванием и фрезерованием можно производить на токарном станке, растачивание и долбление — на фрезерном станке, обработку точных отверстий — на сверлильном станке и т. д.

Приспособления, расширяющие технологические возможности станков, позволяют осуществить: крепление инструментов, редко используемых при работе на станке; дополнительные взаимные перемещения инструмента и обрабатываемой заготовки; крепление инструментов и обрабатываемых заготовок на не предназначенных для этой цели поверхностях станка; точное направление инструмента.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ (ПО В. С. КОРСАКОВУ)

Все приспособления могут быть разделены по трем признакам:

- а) целевое назначение;
- б) степень специализации;
- в) степень механизации и автоматизации.

По целевому назначению приспособления можно разделить на пять основных групп:

1. Станочные приспособления, используемые для установки и закрепления обрабатываемых заготовок соответственно условиям выполнения технологического процесса. Они выполняют роль связующего звена между заготовкой и станком. Эти приспособления подразделяются на сверлильные, фрезерные, расточные, токарные и др. К группе станочных приспособлений относятся также приспособления специального назначения (для гибки, рихтовки и пр.).

2. Приспособления для закрепления рабочего инструмента. Они выполняют роль связующего звена между инструментом и станком.

Данная группа приспособлений называется также вспомогательным инструментом, характеризуется большим количеством нормализованных и типовых устройств вследствие широкой стандартизации и нормализации инструментов. При помощи приспособлений первой и второй групп осуществляется наладка технологической системы.

3. Сборочные приспособления, используемые для выполнения соединений сопрягаемых деталей в узлы и изделия.

4. Контрольные приспособления, применяемые для проверки заготовок при промежуточном и окончательном контроле деталей в процессе обработки, а также для проверки собранных узлов машин.

5. Приспособления для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок и узлов. Эти приспособления применяются для тяжелых объектов, перемещение которых вручную件 невозможно или затруднительно. В автоматизированном производстве данная группа приспособлений применяется для всех видов заготовок.

По степени специализации приспособления делятся на три группы:

1. Универсальные приспособления, применяемые в индивидуальном и мелкосерийном производстве. Используются для закрепления и обработки заготовок широкой номенклатуры и различных размеров.

2. Переналаживаемые (обратимые) приспособления, т. е. приспособления многократного применения. Применяют в мелко- и среднесерийном производстве. К ним относят:

1) универсально-сборные (УСП) и сборно-разборные (СРП) приспособления, собираемые из набора нормализованных деталей и узлов, допускающих многократную перекомпоновку собираемых конструкций;

2) универсально-наладочные приспособления (УНП) со сменными наладками, позволяющие обрабатывать заготовки различных наименований;

3) групповые переналаживаемые приспособления со сменными наладками, дающие возможность обработки определенной группы деталей.

3. Специальные приспособления, предназначенные для выполнения определенных технологических операций и представляющие собой переналажи-

ваемые приспособления одноцелевого назначения. Применяются в основном в крупносерийном производстве.

По степени механизации и автоматизации приспособления подразделяются на четыре группы:

- 1) с ручным приводом;
- 2) с механизированным приводом;
- 3) полуавтоматические;
- 4) автоматические.

Основные требования к приспособлениям:

- а) обеспечение заданной точности обработки;
- б) простота конструкции и наименьшая стоимость изготовления;
- в) рациональность конструкции и обеспечение техники безопасности;
- г) удобство и простота установки на станок;
- д) удобство работы;
- е) удобство ремонта и доступность замены изношенных деталей.

1.2. ПРИНЦИПЫ УСТАНОВКИ ЗАГОТОВОК В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Требуемая точность обработки обеспечивается приданием заготовке вполне определенного положения относительно режущего инструмента.

В зависимости от условий обработки осуществляют полную или частичную ориентацию заготовки в пространстве относительно режущего инструмента. В случае полной ориентации заготовке задается определенное положение в приспособлении, при частичной ориентации по условиям обработки не требуется точной установки в определенных направлениях или допускается произвольное положение (поворот) заготовки относительно какой-либо оси (установка кольца в кулачок патрона при токарной обработке).

В общем случае установка заготовок в приспособлениях решает две основные задачи:

- 1) придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат, т. е. *базирование*;
- 2) правильность ориентировки относительно режущего инструмента и станка.

Базирование заготовки производится с помощью баз.

Базами называются поверхности, линии или точки заготовки, используемые для ее ориентации (базирования) в приспособлении или для ориентировки деталей относительно других деталей и сборочных элементов. Существует ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении».

Чтобы заготовку лишить 6-ти степеней свободы, надо на нее наложить жесткие геометрические связи, соединяющие ее с координационными плоскостями выбранной системы. Эти связи накладываются путем контакта баз заготовки с установочными элементами приспособления.

Такие контакты происходят по локальным поверхностям. В пределах их можно считать точками. В зависимости от числа опорных точек, располагаемых на базе, и следовательно, от числа степеней свободы, отнимаемых при этом у заготовки, применительно к призматическим заготовкам различают (рис. 1.1):

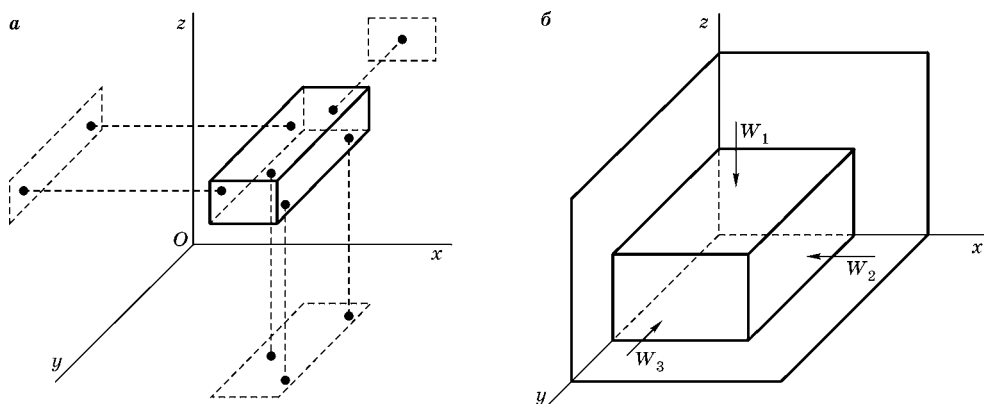


Рис. 1.1
Схема базирования призматических заготовок:

a — положение в системе координат; *б* — положение в приспособлении; *W* — сила прижима.

1) установочную базу *A*, находящуюся в контакте с тремя опорными точками;
2) направляющую базу *B*, находящуюся в контакте с двумя опорными точками;

3) упорную базу *C*, имеющую контакт с одной опорной точкой.

Для повышения точности и надежности ориентации заготовок в качестве установочной базы принимают поверхность с наибольшими размерами, позволяющую расположить три опорные точки, лежащие не на одной прямой и на значительном расстоянии друг от друга. За направляющую базу с той же целью принимают самую длинную поверхность. В качестве упорной базы может быть использована поверхность любых, даже самых малых, размеров при условии достаточно хорошего ее состояния и постоянства формы (отсутствие литников, заусенцев, литейных швов, линий разъема и т. п.).

Для ориентации длинного цилиндрического тела ($l \geq 2d$) в пространстве необходимо соединить его цилиндрическую поверхность с двумя двусторонними связями с плоскостями xOy и yOz (рис. 1.2), лишая этим тело четырех степеней

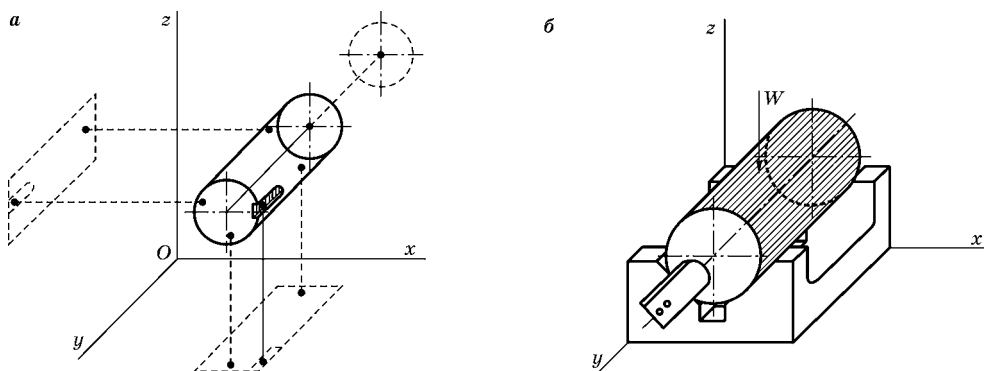


Рис. 1.2
Схема базирования цилиндрических заготовок:

a — положение в системе координат; *б* — положение в приспособлении.

свободы. Для устранения возможности перемещения тела вдоль оси Oy следует соединить его торец с плоскостью xOz . В целях лишения тела шестой степени свободы должна быть предусмотрена шестая двусторонняя связь в виде опорной точки, располагаемой на поверхности шпоночной канавки.

В реальных условиях базирования четыре двусторонние связи заменяются четырьмя опорными точками, находящимися в контакте с цилиндрической поверхностью A , называемой двойной направляющей базой. Торцевая поверхность C , на которой располагается пятая опорная точка, называется опорной базой, а шпоночная канавка B , которая является шестой опорной точкой, заменяющей шестую двустороннюю связь, называется второй опорной базой.

Несколько иначе следует рассматривать базы при ориентации цилиндрических заготовок деталей типа тонких дисков, длина которых значительно меньше диаметра. Очевидно, что в этом случае цилиндрическая поверхность уже не может выполнить функции двойной направляющей базы и находится в контакте с четырьмя опорными точками. С другой стороны, относительно большие размеры торцевой поверхности делают возможным размещение на ней трех опорных точек, что вносит определенность в ориентацию заготовки в пространстве.

В соответствии с этим при ориентации в пространстве короткого цилиндрического тела (типа тонкого диска) необходимо соединить его торцевую поверхность C тремя двусторонними связями (координатами) y с плоскостью xOz (рис. 1.3). При этом тело лишается трех степеней свободы: возможности перемещения вдоль оси Oy и вращательных движений вокруг осей Ox и Oz . Для лишения тела возможного перемещения вдоль осей Ox и Oz следует соединить его цилиндрическую поверхность A двусторонними связями, координатами x и z с плоскостями yOz и xOy ; шестая двусторонняя связь, лишая тело возмож-

ности поворотов вокруг собственной оси, параллельной оси Oy , создается помещением опорной точки на поверхности шпоночной канавки B .

При соответствующей замене двусторонних связей опорными точками торцевая поверхность C диска, контактирующая с тремя опорными точками, называется установочной базой, цилиндрическая поверхность A , контактирующая с двумя опорными точками, называется двойной опорной (или центрирующей) базой, а поверхность шпоночной канавки B — упорной базой.

При ориентации дисков, так же как и при ориентации длинных цилиндрических заготовок, часто бывает удобно использовать призмы.

Специфические особенности имеет ориентация в пространстве конических заготовок и деталей. При установке за-

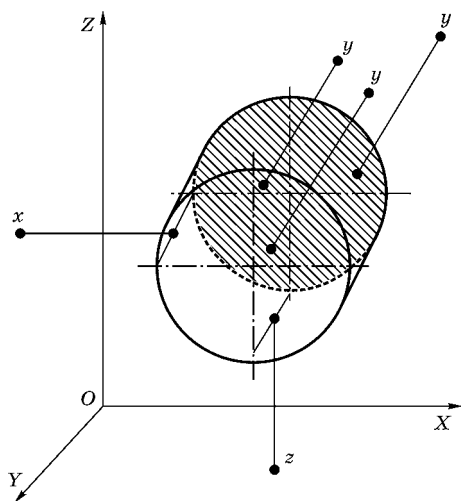


Рис. 1.3
Схема базирования деталей типа тонких дисков

готовки или детали по длинной конической поверхности с относительно небольшой конусностью (отверстия в шпинделях станков, конусные хвостовики режущих инструментов, конические оправки трения) коническая поверхность лишает деталь пяти степеней свободы (перемещения вдоль всех трех осей координат и поворотов вокруг двух осей системы координат), оставляя ей только одну степень свободы — возможность поворотов вокруг собственной оси, которая может рассматриваться как третья ось системы координат. Таким образом, в этом случае коническая поверхность совмещает в себе функции двойной направляющей и упорной поверхности цилиндрической детали и контактирует с пятью опорными точками. Очевидно, что для полной ориентации заготовки или детали в пространстве необходимо лишить ее еще одной степени свободы, разместив на одной из ее поверхностей шестую опорную точку (шпоночный паз, лыска).

По аналогии с ранее рассмотренными случаями ориентации заготовок или деталей в пространстве поверхность длинного конуса, которая находится в контакте с пятью опорными точками, может быть названа упорно-направляющей базой, а поверхность, контактирующая с одной опорной точкой, — упорной базой. Полная ориентация конусной заготовки или детали в приспособлении или сборочном элементе, лишаящая ее всех шести степеней свободы, достигается при использовании комплекта двух баз: упорно-направляющей и упорной (шпоночного паза или лыски).

При базировании заготовки по короткой конической поверхности с относительно большим углом конуса, как это имеет место при установке заготовки в центрах, условия базирования значительно меняются.

Коническая поверхность короткого центрального отверстия не в состоянии выполнять функции направления-оси заготовки, осуществляемые двойной направляющей базой цилиндрической заготовки или упорно-направляющей поверхностью детали с длинным конусом. Ее возможности ограничиваются выполнением функции центрирования (аналогично цилиндрической поверхности диска, являющейся двойной упорной или центрирующей базой) и в некоторых случаях дополняются выполнением функции упорной базы. Следует заметить, что, несмотря на внешнее подобие задачи в ориентации заготовки, роли, выполняемые левым и правым центровыми отверстиями, неодинаковы. Левое центровое отверстие, соприкасающееся с неподвижным в осевом направлении центром передней бабки, выполняет функции центрирования и определяет положение заготовки в осевом направлении. Таким образом, оно лишает заготовку трех степеней свободы (перемещения вдоль трех осей координат) и несет на себе три опорные точки. По выполняемой функции коническая поверхность переднего (левого) центрального отверстия называется упорно-центрирующей базой.

Функция заднего центрального отверстия, соприкасающегося с подвижным в осевом направлении центром задней бабки, ограничена осуществлением центрирования. Эта поверхность находится в контакте с двумя опорными точками и лишает заготовку двух степеней свободы (поворотов вокруг осей координат). В соответствии с этим коническая поверхность заднего центрального отверстия называется центрирующей базой.

Следовательно, установка заготовки в центрах лишает ее пяти степеней свободы, сохраняя возможность вращения заготовки вокруг собственной оси.

Очевидно, что в случае необходимости точной ориентации положения заготовки с точки зрения ее поворота относительно своей оси (что бывает необходимо, например, при обработке несимметричных заготовок на фрезерных станках при их установке в центрах, при нарезании многозаходных резьб и т. п.) следует использовать одну из дополнительных поверхностей заготовок в качестве упорной базы, вводя ее в контакт с шестой опорной точкой и лишая заготовку шестой степени свободы.

Таким образом, полная ориентация заготовки в пространстве при установке в центрах достигается при использовании комплекта из трех баз:

1) упорно-центрирующей базы (коническая поверхность переднего центрального отверстия, находящаяся в контакте с тремя опорными точками);

2) центрирующей базы (коническая поверхность заднего центрального отверстия, контактирующая с двумя опорными точками);

3) упорной базы (дополнительная поверхность заготовки выполняет роль шпоночной канавки или упора и лишает заготовку возможности поворота вокруг своей оси, контактирует с одной опорной точкой).

1.2.1. КОЛИЧЕСТВО БАЗ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ БАЗИРОВАНИЯ

ОБОЗНАЧЕНИЕ БАЗ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Во всех рассмотренных выше примерах полной ориентации заготовки или детали в приспособлении или в сборочном элементе машины использовался комплект из нескольких (в большинстве случаев трех) баз, обеспечивающий лишение тела всех шести степеней свободы путем контакта баз с шестью опорными точками.

Необходимо отметить, что полная ориентация детали, предусматривающая лишение ее всех степеней свободы, бывает необходима только в неподвижных соединениях деталей сборочных единиц машин. Во всех случаях подвижных соединений детали или сборочные единицы должны сохранять определенные степени свободы и создания в соединениях шести опорных точек не требуется. Например, шпиндели станков должны быть лишены пяти степеней свободы при сохранении возможности вращения вокруг своей оси; салазки суппорта станка также должны сохранять одну степень свободы, позволяющую их перемещение по направляющим, а шарик шарикоподшипника должен сохранить четыре степени свободы — возможность вращения вокруг любой из трех осей координат и возможность перемещения вдоль одной из осей, направленной по касательной к окружности беговой дорожки.

При обработке заготовок на станках и их установке в приспособлениях в ряде случаев также нет необходимости в полной ориентации заготовок с использованием всего комплекта из трех баз, контактирующих с шестью опорными точками приспособления или станка. Так, например, при обработке плоскости призматической заготовки, выдерживая размер a (рис. 1.4а), ориентация заготовки на станке в направлении горизонтальных осей координат для получения требуемого размера a не имеет значения, вследствие чего направляющая и упорная поверхности заготовки теряют значение баз. Очевидно, что в данном случае требуемая ориентация заготовки осуществляется только одной устано-

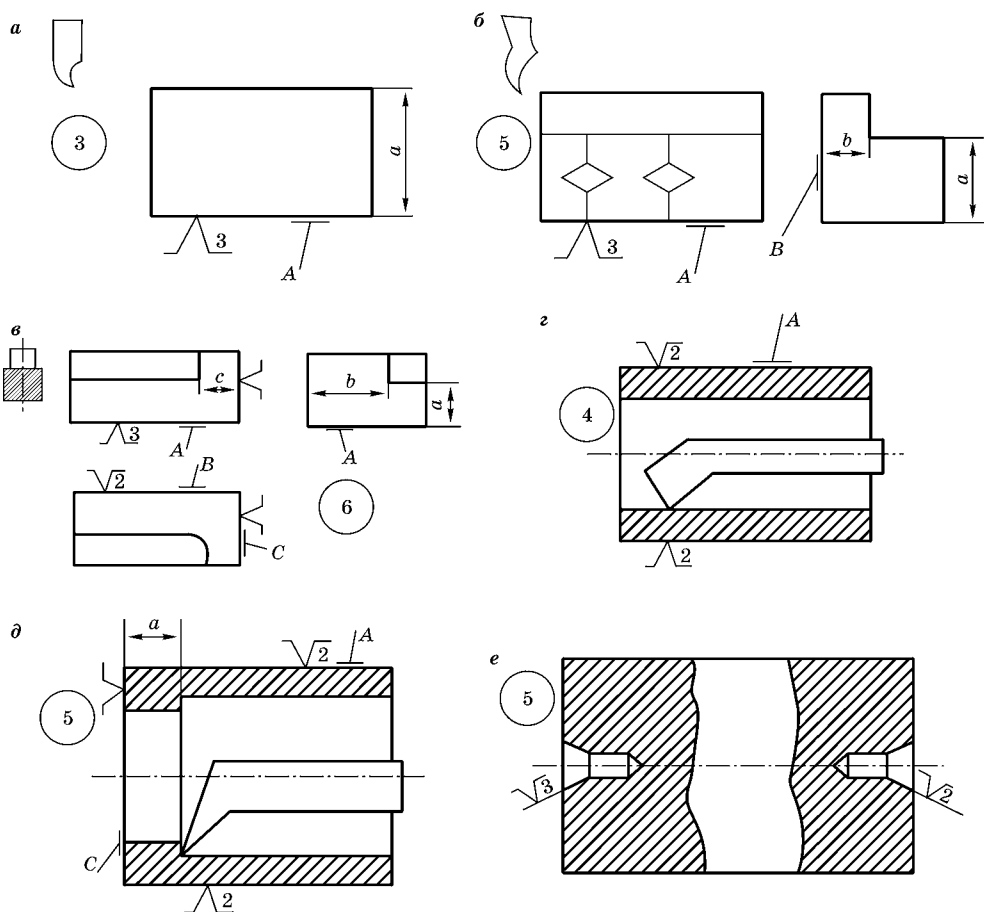


Рис. 1.4
Ориентация призматических (а, б, в) и цилиндрических (г, д, е) заготовок при их обработке:

цифры — число степеней свободы, отнимаемое у заготовки при базировании по данным схемам.



вочной базой А, в то время как значение боковых поверхностей заготовки сводится к роли упоров, необходимых не для ориентировки, а только для закрепления заготовки.






Естественно, что для получения у заготовки двух размеров (например, a и b на рисунке 1.4б) возникает необходимость ее ориентации не только с помощью установочной базы — поверхности А, но также с помощью направляющей базы — поверхности В; комплект этих баз обеспечивает ориентацию заготовки, требуемую для получения заданных размеров. В случае же, изображенном на рисунке 1.4в, когда требуется обеспечить выполнение трех размеров a , b и c для ориентации заготовки, необходимо использовать комплект из трех баз, т. е. поверхностей А, В, С.

При обработке цилиндрических заготовок для их базирования во многих случаях тоже нет необходимости в использовании комплекта всех трех баз.

Например, при сквозном сверлении и растачивании заготовки, закрепленной в патроне, используется только одна двойная направляющая база *A*, находящаяся в контакте с четырьмя опорными точками (рис. 1.4г). При растачивании же во втулке ступенчатого отверстия, когда выдерживается линейный размер *a*, для обеспечения его точности при базировании необходимо использовать две базы: двойную направляющую *A* и упорную *C* (рис. 1.4д).

При установке валиков в центрах на токарных или шлифовальных станках они базируются по коротким крутым конусам центровых отверстий и, как указывалось ранее, с помощью пяти опорных точек (рис. 1.4е) лишаются пяти степеней свободы. При этом у валиков сохраняется шестая степень свободы — возможность вращения вокруг своей оси, необходимая для осуществления их обработки. Необходимо подчеркнуть, что обычно используемый в подобных случаях хомутик отнюдь не лишает заготовку шестой степени свободы, так как он не участвует в базировании заготовки и не ориентирует ее положения созданием определенных углов ее поворота вокруг оси. Такая ориентация при обработке круглых симметричных заготовок и не требуется. Роль хомутика ограничивается только передачей вращения обрабатываемой заготовке; аналогична роль рифлений, наносимых иногда на поверхность переднего центра, при обточке валиков без хомутиков. Очевидно, что рифления центров, хомутики и тому подобные средства передачи вращения никакого отношения к базированию (ориентации заготовки в приспособлении) не имеют.

Таким образом, в зависимости от технологической задачи, решаемой при обработке заготовки при ее базировании в приспособлении или на станке, может быть использована одна, две или три базы, несущие на себе в общей сложности три, четыре, пять или шесть опорных точек. При оформлении технологической документации на операционных эскизах обрабатываемых заготовок все опорные базы отмечаются условными знаками с указанием числа опорных точек, которые должна иметь данная поверхность. При этом, в соответствии с ГОСТ 3.1107-81, на контурных линиях поверхностей, избранных для базирования заготовок, проставляются условные обозначения опор в виде знака , который может наноситься в сочетании с обозначением зажима .

Для упрощения эскиза раздельное изображение нескольких одноименных опор указанным выше знаком для «вида спереди» заменяется одним знаком; при этом количество одноименных опор, используемых для ориентировки соответствующей поверхности, проставляют в правой части знака: ₂, ₃, ₄, ₅; условные обозначения опор для «вида сверху» знаком  наносят на эскизе отдельно друг от друга в соответствии с принятым их размещением. При анализе теоретических схем базирования удобно обозначать идеальные опорные точки теми же значками и по тем же правилам, которые установлены указанным выше ГОСТ для обозначения опор.

В случае необходимости, когда зажим заготовки совмещается с опорой (например, при закреплении заготовки в кулачковом патроне или на разжимной оправке) или когда направление зажимного усилия принципиально важно для качественного выполнения проектируемой операции (например, осевой зажим тонкостенной втулки при ее расточке), на операционных эскизах показываются не только опорные точки на базах, но и направления усилий зажимов.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru