

*Посвящается светлой памяти профессора А. А. Маталина,
известного учёного, технолога-машиностроителя,
нашего Учителя и Наставника*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Машиностроение является базой для всей промышленности в целом. В связи с этим основная задача современного машиностроительного производства состоит в повышении технического уровня, качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Решению этой задачи в значительной степени способствует повышение эффективности процесса механической обработки деталей машин при соблюдении требуемой точности и качества поверхностного слоя детали.

В настоящее время технология обработки заготовок деталей машин вступила в новую стадию своего развития, характеризующуюся системным комплексным подходом к решению все более усложняющихся производственно-технических и технологических задач на базе широкого использования различных специальных методов обработки и вычислительной техники.

Одним из важных направлений развития технологии изготовления машин и механизмов является широкое внедрение в производство результатов научных исследований. В большинстве случаев это позволяет технологу строить свою работу, опираясь не только на опыт производства, но и на технические расчеты, что даёт возможность избежать многих ошибок. Научное предвидение основывается не только на учёте повторяющихся явлений, но прежде всего на изучении связей между явлениями. Знание теории во многих случаях оказывает существенную помощь инженеру-технологу при решении различных производственных задач. Большинство из них связаны с выбором и назначением технологических баз.

Выбор и назначение технологических баз являются одними из наиболее сложных и ответственных этапов проектирования технологических процессов механической обработки заготовок. От правильного решения задачи выбора технологических баз в значительной степени зависят технологические и экономические показатели процесса обработки: фактическая точность выполнения линейных и диаметральных размеров, заданных конструктором; точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей и геометрических элементов заготовок; точность межоперационных размеров; степень сложности и конструкции приспособлений, режущих и мерительных инструментов; общая производительность обработки и себестоимость изготовления заготовок. Проблема развития теории базирования имеет в настоящее время особое значение. Отсутствие общих формальных правил выбора баз сдерживает создание универсальных алгоритмов обеспечения точности обработки заготовок. Перебор возможных вариантов базирования весьма трудоёмкий и не обеспечивает достаточной эффективности решения задач.

Вопрос о назначении технологических баз решается технологом в начале разработки технологического процесса одновременно с вопросом о последовательности и видах обработки отдельных поверхностей заготовки.

Широкое использование в серийном и в мелкосерийном многономенклатурном производстве прогрессивных методов обработки ещё больше повышает значение правильного выбора технологических баз.

Применение методов автоматического получения размеров на настроенных станках, создание групповых и типовых технологических процессов механической обработки заготовок деталей машин, применение станков-полуавтоматов, автоматов и гидрокопировальных станков, станков с ЧПУ, обрабатывающих центров и гибких производственных систем (ГПС) требуют особого внимания к выбору и назначению технологических баз.

Автоматизация процесса обработки делает необходимым обеспечение вполне определенного и стабильного положения каждой обрабатываемой заготовки относительно траектории подачи режущего инструмента. Такая определенность в положении каждой обрабатываемой заготовки на станке может быть создана только при правильном назначении технологических баз.

Вопрос о выборе баз имеет большое значение в самом начале при создании конструкций новых машин и механизмов, а следовательно, и деталей, из которых они состоят. Конструкторские базы, определяющие взаимное расположение деталей изделия, должны быть увязаны с технологическими базами. Высокопроизводительное и экономическое изготовление точных деталей достигается лишь в том случае, когда заданные конструктором точные размеры выдерживаются непосредственно от конструкторских баз. При конструировании различных новых изделий желательно предусмотреть возможность использования конструкторских и измерительных баз в качестве технологических. Поэтому необходимо, чтобы конструктор был достаточно хорошо ознакомлен с принципами назначения технологических баз, с их влиянием на точность и эффективность обработки заготовок и имел полное представление о технологическом процессе механической обработки заготовок деталей машин, входящих в проектируемую им конструкцию изделия.

Вопрос о базах в машиностроении рассматривается многими отечественными учеными. Из них можно выделить основных: А. П. Соколовский, А. Б. Яхин, Б. С. Балакшин А. А Маталин, В. М. Кован, В. С. Корсаков.

В целом кроме перечисленных выше технологическая наука создана такими учеными, как А. И. Камырин, Д. В. Чарнко, П. Е. Дьяченко, А. И. Исаев, Э. А. Сатель, Э. В. Рыжов, В. А. Блюмберг, В. А. Скраган, И. С. Амосов, С. С. Силин, М. А. Ансеров, В. Ф. Безъязычный, А. Г. Суслов, А. Р. Маслов, С. Н. Григорьев, Н. М. Капустин, В. Ф. Макаров, В. А. Носенко, А. А. Полетаев, Д. И. Волков, Ю. Н. Полянчиков, В. К. Старков, А. М. Сулима, В. А. Тимирязев, Ю. М. Соломенцев, А. В. Талантов, В. П. Смоленцев, А. П. Бабичев, Л. В. Худобин, Ю. Г. Шнейдер, С. П. Митрофанов, М. П. Новиков, И. М. Колесов, Ю. С. Степанов, В. Д. Цветков, П. И. Ящерицын и многие другие.

Данное учебное пособие содержит необходимые материалы, позволяющие инженеру-технологу на современном уровне, используя компьютерные ба-

зы данных, проектировать операции механической обработки заготовок деталей машин, выбирать необходимое оборудование и оснастку с учётом правильного рационального выбора базирующих поверхностей этих заготовок.

Учебное пособие предназначено для студентов технологических специальностей технологических вузов (бакалавров и специалистов). Оно также может быть весьма полезно для технологов-машиностроителей различных отраслей промышленных предприятий.

Авторы выражают искреннюю признательность профессорам П. Ю. Бочкарёву и Б. С. Падуну, сделавшим ряд ценных замечаний, которые были учтены при доработке рукописи.

Глава 1

БАЗИРОВАНИЕ И БАЗЫ

В МАШИНОСТРОЕНИИ

1.1. Понятие о базировании

Одним из ответственных и сложных этапов проектирования и сборки машин, а также разработки технологических процессов механической обработки деталей машин является выбор и назначение технологических баз (ТБ) при установке заготовок на станке или в приспособлениях. От правильного выбора ТБ в значительной степени зависят технологические и экономические показатели процесса обработки: фактическая точность линейных и диаметральных размеров, точность формы и взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, степень сложности и конструкция приспособлений, режущих и мерительных инструментов, общие производительность и себестоимость обработки. Большое значение выбор баз приобретает при автоматизации технологических процессов механической обработки в случаях использования станков с ЧПУ. Обработка на них осуществляется по методу автоматического получения размеров на настроенных станках, при котором выбор базы является одним из основных элементов достижения заданной точности обработки [44].

Вопрос о выборе баз решается технологом в самом начале проектирования технологического процесса одновременно с вопросом о последовательности и видах обработки отдельных поверхностей заготовки.

Погрешности, возникающие в процессе обработки заготовок, определяются отклонениями положений режущих кромок инструментов и заготовок от траектории заданного формообразующего движения. Поэтому при обработке заготовок на станках они должны быть правильно ориентированы относительно механизмов и узлов станков, определяющих траектории движения подачи инструментов. При проектировании и сборке машин необходимо осуществить правильное взаимное расположение отдельных деталей и сборочных единиц. Эти задачи решаются базированием, путем назначения соответствующих баз.

В общем случае базированием называется приданье заготовке, изделию или сборочной единице требуемого положения относительно выбранной системы координат [16]. Обычно выбирают прямоугольную систему координат, связанную с элементами станка, приспособлением, машиной.

В случае механической обработки заготовок на станках базированием принято считать приданье заготовке требуемого положения относительно элементов или механизмов станка, определяющих траекторию движения подачи инструмента [44, 46].

При выполнении технологической операции необходимо обеспечить постоянство контакта баз с опорными точками приспособления и полную неподвижность заготовки относительно приспособления в процессе ее обработки. В противном случае под воздействием сил резания и моментов, ими создавае-

мых, она может сместиться или повернуться относительно приспособления, что приведет к возникновению дополнительной погрешности или к поломке инструмента. Неподвижность заготовки достигается закреплением.

Закреплением называется приложение сил или пар сил к заготовке или изделию для обеспечения постоянства их положения, достигнутого при базировании [42].

Закрепление заготовок производится с помощью зажимных устройств различной конструкции.

Поэтому при **установке** заготовки на станке или в приспособлении на технологической операции (или установке) решаются две задачи:

- **ориентировка заготовки**, осуществляемая ее базированием;
- **создание неподвижности**, достигаемое закреплением заготовок.

Несмотря на различие этих задач, они решаются теоретически одинаковыми методами — путем наложения определенных ограничений (или связей) на возможные перемещения заготовки в пространстве.

1.2. Позиционные связи и опорные точки

Известно, что для полной ориентировки твердого тела в пространстве необходимо лишить его шести степеней свободы: трех поступательных перемещений вдоль осей координат и трех вращений вокруг указанных осей [16]. Это достигается наложением связей.

Различают связи: позиционные (геометрические), ограничивающие перемещения; кинематические, ограничивающие скорости. В машиностроении рассматривают первые, не зависящие от времени и называемые стационарными позиционными связями. Для ориентировки различных геометрических тел в пространстве (характерных для большинства деталей машин) в теоретической механике используют двусторонние позиционные связи в виде недеформируемых стержней, представляющих собой двусторонние «идеальные связи» (без трения), число которых соответствует числу степеней свободы, отираемых у тела при наложении связей.

Примером двусторонней связи служит связь абсолютно гладкого шара, расположенного между двумя абсолютно гладкими плоскостями (без сил трения в точках контакта шара с этими плоскостями) (рис. 1.1).

Контакт шара с плоскостями A и B исключает его движение в направлении оси OZ в обе стороны.

Математическое выражение двусторонней связи представляет собой равенство

$$z_c - r = 0, \quad (1.1)$$

где z_c — координата центра; r — радиус шара.

Такая связь накладывает ограничения на перемещения тела и поэтому называется позиционной (геометрической). Она является идеальной, так как осуществляется между абсолютно гладкими плоскостями. При наложении одной двусторонней идеальной связи шар лишается одной степени свободы — перемещения вдоль оси OZ , но он сохраняет возможность перемещения вдоль

осей OX и OY и вращения вокруг всех осей координат. Следует отметить, что для осуществления одной идеальной двусторонней связи требуются две точки контакта шара с плоскостями. Таким образом, при наложении связей число лишенных ими степеней свободы твердого тела не равняется числу точек контакта [46].

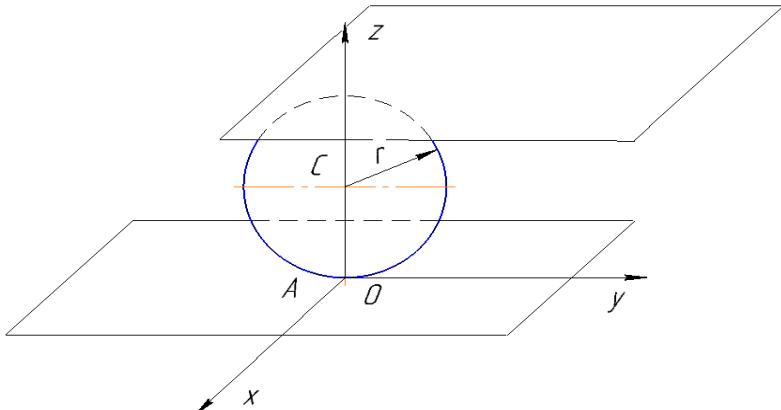


Рис. 1.1
Схема двусторонней связи

Положение механической системы в пространстве в каждый момент времени определяется произвольными параметрами, например координатами x , y , z . Набор этих параметров определяет конфигурацию механической системы. Число независимых параметров (координат), от которых зависит конфигурация системы в произвольный момент времени, определяет число степеней свободы. Свободное тело имеет шесть степеней свободы. С точки зрения теоретической механики ориентировка (базирование) заключается в придании системе заданной конфигурации путем конечного перемещения ее из произвольного положения в любое заданное, допускаемое наложенными связями. Для фиксирования заданной конфигурации системы необходимо создать условия, исключающие изменение параметров, т. е. лишить систему шести степеней свободы. Для этого необходимо наложить на твердое тело шесть идеальных двусторонних связей [44].

В реальных условиях базирования заготовок на станках, в приспособлениях или деталей в сборных элементах машин двусторонние позиционные связи заменяются непосредственным контактом поверхностей заготовок или деталей с соответствующими поверхностями или опорными точками заготовок и приспособлений или других деталей машин. При этом число опорных точек, реализующих базирование заготовки, должно быть равным числу заменяемых ими двусторонних позиционных связей. Возникающие при этом позиционные связи являются односторонними (рис. 1.2), математическое выражение которых определяется неравенством

$$z_c - r \geq 0. \quad (1.2)$$

Если в выражении (1.2) соблюдается знак равенства (в случае контакта шара с плоскостью A), односторонняя связь исключает движение шара по нормали к плоскости. В случае соблюдения неравенства (контакта шара с плоскостью A нет) ограничения на движение шара не накладываются, такие конфигурации называются обычновенными.

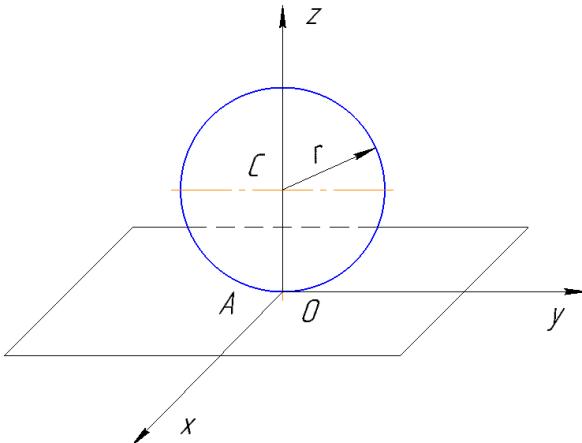


Рис. 1.2
Схема односторонней связи

Если при односторонних связях хотя бы одно из математических выражений связи обращается в равенство, то такая конфигурация называется пограничной. Односторонние связи накладывают ограничения на перемещения системы только тогда, когда эти перемещения исходят из пограничных конфигураций.

Пограничные конфигурации обычно реализуются приложением сил. В примере на рисунке 1.2 пограничная конфигурация характеризуется контактом шара с плоскостью в точке A , что осуществляется приложением силы по оси OZ (например, приложением силы тяжести). Однако использование силы не превращает одностороннюю связь в двустороннюю, так как ограничения перемещения двусторонними связями могут накладываться только абсолютно твердыми телами, а не силами [46].

Заготовка устанавливается в приспособление на опорные точки, каждая из которых реализует одну одностороннюю связь в пограничной конфигурации, т. е. обязательно дополняется силой (силой прижима, силой тяжести) [44].

Под опорной точкой понимается идеальная точка контакта поверхностей заготовки и приспособления, лишающая заготовку одной степени свободы — перемещения в направлении, перпендикулярном опорной поверхности. Понятие «идеальная точка» связано с тем, что в реальных условиях базирования материальная опорная точка приспособления в сочетании с приложенной к заготовке силой лишает ее не одной, а трех степеней свободы — перемещение по нормали к опорной плоскости и под **воздействием сил трения** исключает возможность перемещения заготовки вдоль осей OX и OY .

Рассматриваемые выше позиционные связи являются идеальными или связями без трения. Реальные связи, возникающие при базировании, всегда неидеальны (т. е. с кулоновым трением). Неидеальную позиционную связь можно условно представить как составную, включающую соответствующую по характеру ограничений идеальную связь (одностороннюю или двустороннюю) и так называемую фрикционную связь, возникающую в процессе трения в точках контакта. Свойства фрикционных связей аналогичны свойствам односторонних связей — для их реализации необходимо при помоши приложенных к телу сил создать контактные давления в точках контакта с телами, которые осуществляют связь.

Пограничные конфигурации соответствуют условиям:

$$F_\tau = T_{\text{пр}}; \quad T_{\text{пр}} = fN, \quad (1.3)$$

где F_τ — проекция сдвигающей силы на направление касательной; $T_{\text{пр}}$ — предельная касательная реакция связи (сила трения); f — коэффициент трения покоя; N — нормальное усилие.

Фрикционная связь реализуется только при выполнении условия

$$F_\tau < T_{\text{пр}} \quad \text{или} \quad M_{\text{п}} < M_{\text{тр}}, \quad (1.4)$$

где $M_{\text{п}}$ — момент активных сил относительно оси, нормальной к поверхности трения в полюсах трения; $M_{\text{тр}}$ — момент сил трения относительно той же оси.

Важно отметить, что конфигурация системы определяетсяложенными на нее идеальными позиционными, а не фрикционными связями. Поэтому при базировании (ориентировке) заготовки в приспособлении имеют значение число и расположение идеальных связей или опорных точек, а не фрикционных связей. Число идеальных опорных точек в приспособлении можно условно приравнять числу степеней свободы, отнимаемых у заготовки при базировании в данном приспособлении. Возникающие при установке заготовки **фрикционные связи лишают ее подвижности**, т. е. **закрепляют**, но не участвуют в базировании заготовки.

Правило шести точек. Для полной ориентировки (базирования) заготовки в приспособлении необходимо и достаточно создать в нем шесть опорных точек, расположенных определенным образом относительно базовых поверхностей заготовки.

1.3. Базы. Основные понятия и определения

Базами называются поверхности, линии или точки заготовки, используемые для ее ориентировки (базирования) в приспособлении или для ориентировки деталей относительно других деталей и сборочных элементов.

На базах располагаются опорные точки, которые при контакте с поверхностями приспособления участвуют в базировании. В зависимости от числа опорных точек, располагаемых на базе, и, следовательно, от числа степеней свободы, отнимаемых при этом у заготовки или детали, применительно к призматическим заготовкам различают: установочную базу A , находящуюся в контакте с тремя опорными точками; направляющую базу B , контактирующую с

двумя опорными точками; опорную базу C , имеющую контакт с одной опорной точкой (рис. 1.3а).

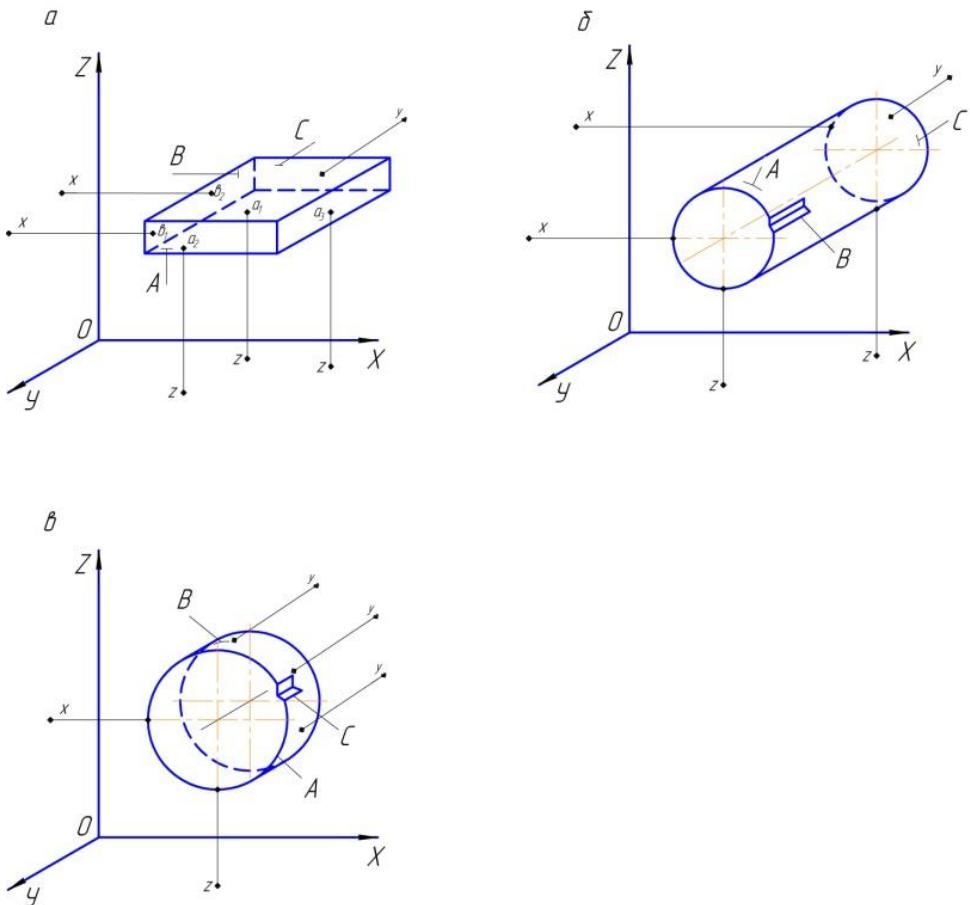


Рис. 1.3

Ориентировка призматического (а), длинного цилиндрического (б), короткого цилиндрического (в) тел в пространстве

Для повышения точности и надежности ориентировки заготовки за установочную базу принимают поверхность с наибольшими размерами, позволяющую расположить три опорные точки, не принадлежащие одной прямой. За направляющую базу принимают самую длинную протяженную поверхность. В качестве опорной базы может быть использована поверхность любых, даже самых малых размеров при условии достаточно хорошего ее состояния и постоянства формы.

В реальных условиях базирования длинного цилиндрического тела четырех позиционные двусторонние связи заменяются четырьмя опорными точками, находящимися в контакте с цилиндрической поверхностью A , называемой двойной направляющей базой (рис. 1.3б). Торцевая поверхность C , на которой

располагается пятая опорная точка, — опорная база, а шпоночная канавка *B* с шестой опорной точкой — вторая опорная база.

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

По своему назначению и области применения в машиностроении базы подразделяются на конструкторские, измерительные, технологические и базы, используемые при сборке.

Конструкторская база (КБ) — база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии [31]. Конструкторская база — это поверхность, линия или точка детали, по отношению к которой на чертеже определяются расчетные положения других деталей или сборочных единиц изделия, а также других поверхностей и геометрических элементов данной детали.

Конструкторские базы делятся на основные и вспомогательные. К основным относятся КБ, которые принадлежат данной детали или сборочной единице и используются для определения ее положения в изделии. Базы, при помощи которых определяют положение присоединяемого к детали изделия, называются вспомогательными.

Измерительной базой считается поверхность, линия или точка, от которой производится отсчет выполняемых размеров при обработке или измерении заготовок, а также при проверке взаимного расположения поверхностей деталей или элементов изделия (параллельности, перпендикулярности, соосности и др.).

Технологическая база (ТБ) служит для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта.

Технологической базой называется поверхность, линия или точка заготовки, относительно которой ориентируются ее поверхности, обрабатываемые на данном установке [46].

Технологическими базами, используемыми при сборке, называется поверхность, линия или точка детали или сборочной единицы, относительно которой ориентируются другие детали или сборочные единицы изделия.

В качестве ТБ принимают также разметочные линии и точки, нанесенные на материальные поверхности заготовок для выверки положения их относительно устройств станка, определяющих траекторию подачи режущих инструментов.

По особенностям применения ТБ делятся на контактные, настроечные и проверочные [46].

Контактные ТБ — это базы, непосредственно соприкасающиеся с соответствующими установочными поверхностями приспособления или станка.

Настроечной ТБ называется поверхность заготовки, по отношению к которой ориентируются обрабатываемые поверхности, связанная с ними непо-

средственными размерами и **образуемая на том** же установе, что и обрабатываемые поверхности заготовки. Настроечная база обычно связана размером с контактной базой заготовки.

Проверочная ТБ — это поверхность, линия или точка заготовки или детали, по отношению к которым производится выверка положения заготовки на станке или установка режущего инструмента при обработке заготовки, а также выверка положения других деталей или сборочных единиц при сборке изделия.

Технологическая база, используемая на первом установе заготовки, называется **черновой ТБ**. Черновая ТБ может быть контактной или проверочной, но не может выполнять функции настроечной базы, так как последняя обрабатывается на данном установе. В качестве черновой базы выбираются поверхности, относительно которых на первой операции обрабатываются поверхности, используемые на последующих операциях как основные ТБ.

Искусственные ТБ — это базы, которые создаются на заготовке в случаях, когда ее конфигурация не позволяет выбрать удобную, устойчивую и надежную ТБ из имеющихся на заготовке поверхностей для ориентировки заготовки в приспособлении. К искусственным базам относят также поверхности, которые обрабатываются с более высокой точностью и более низкой шероховатостью, чем это требуется по чертежу в целях повышения точности установки заготовки в приспособлении [46].

При проектировании технологических операций на карте эскизов указывают теоретическую схему базирования. Эта схема удобна тем, что показывает расположение на технологических базах заготовки идеальных опорных точек, символизирующих позиционные связи заготовки с принятой системой координат (координатные плоскости станка, приспособлений и т. п.).

В большинстве случаев при механической обработке базирование заготовок на станке осуществляется непосредственным контактом их базовых опорных поверхностей с соответствующими поверхностями приспособлений, т. е. используются контактные **технологические явные базы**. При этом условные обозначения идеальных опорных точек контакта заготовок и приспособлений проставляются на контурных линиях материальных поверхностей заготовок.

Однако в некоторых случаях проектирования технологических операций удобно определять на чертежах взаимное расположение отдельных поверхностей заготовок не по их поверхности, а по некоторым воображаемым плоскостям, линиям или точкам (это может быть осевая линия, биссектриса угла, плоскость симметрии и т. п.), которые в данном случае называются **условными, или скрытыми, базами**. Это позволяет исключить из расчетов общей погрешности обработки неизбежные погрешности реальных поверхностей, снижающие точность базирования.

На практике, где при базировании используются условные базы для достижения требований чертежа, в подавляющем большинстве случаев установка заготовки на станке (в том числе и базирование) осуществляется по материальным поверхностям с помощью приспособлений, которые обеспечивают правильное расположение на станке самих условных (скрытых) баз. Указание этих

баз на теоретической схеме базирования способствует созданию требуемой для данной операции конструкции приспособления.

В некоторых случаях при механической обработке с выверкой положения заготовки на станке базирование может осуществляться и по самим условным (скрытым) базам, которые в этом случае материализуются с помощью различных специальных устройств (отвесы, коллиматоры, центрирующие устройства и т. п.).

Особенно полезную роль играют условные (скрытые) базы при использовании центрирующих зажимов, широко применяемых при установке заготовок на станке.

«Свободные» зажимы, т. е. зажимы типа прихватов, эксцентриков, винтов, в обычных условиях используются для закрепления заготовок с помощью фрикционных связей, обеспечивая неподвижность заготовки, и не участвуют в базировании.

«Несвободные» зажимы — самоцентрирующие зажимы и устройства, совершающие вполне определенное и точно направленное движение, налагают на заготовку позиционные связи, число которых зависит от размеров и формы прижимной поверхности. Эти зажимы участвуют в базировании заготовок.

1.4. Существующие рекомендации по выбору технологических баз

Выбор технологических баз является одним из наиболее сложных и ответственных этапов проектирования технологических процессов механической обработки заготовок. Поэтому разработка научной методики выбора баз — одна из основных задач технологии машиностроения.

В течение последних 50 лет вопрос о базах в машиностроении и приборостроении неоднократно освещался в технической литературе, посвященной вопросам технологического проектирования [3, 18, 20, 25, 28, 31, 42–44, 46, 59, 77, 78].

Одной из первых работ, содержащих рекомендации по выбору баз, была работа В. М. Кована [28], где автор рекомендует обрабатывать возможно большее число поверхностей от одной и той же базы. Выбранную за такую базу поверхность обработать на первой операции, после чего от нее обрабатывать другие поверхности в последовательности обратной степени точности обработки. Если в процессе дальнейшей обработки необходимо изменить базу, то за таковую принять поверхность, которая связана точными размерами с основными базами детали (т. е. с поверхностями, имеющими наибольшее значение для правильной работы детали в изделии).

Обработка различных поверхностей от одной и той же базы позволяет избежать внесения дополнительных погрешностей взаимного расположения технологических баз при их смене. Позже это правило получило название принципа постоянства баз, причем в ряде работ принцип постоянства баз формулируется как требование сохранения одной и той же базы на всех операциях [18, 78 и др.].

В работах [59 и др.] А. П. Соколовский выдвинул в качестве технологического правила «принцип кратчайших путей», в силу которого план обработки заготовки следует составлять таким образом, чтобы размерные цепи, определяющие взаимное расположение различных поверхностей, имели бы возможно меньшее число звеньев. Принцип кратчайших путей обусловлен стремлением использовать возможно большую часть полей допусков на размеры деталей, заданные конструктором.

Как частный случай принципа кратчайших путей можно рассматривать известный принцип совмещения баз [42, 46, 78 и др.], в соответствии с которым в качестве баз для точной обработки следует выбирать те обрабатываемые поверхности, от которых задан размер, определяющий положение данной поверхности.

Совмещение технологических и конструкторских баз позволяет полностью использовать поля допусков на конструкторские размеры, поскольку конструкция обрабатываемой заготовки исключает возможность использования конструкторской базы в качестве технологической или требует для этого очень сложных и дорогих приспособлений.

Однако часто погрешность базирования в этом случае равна нулю. В этом случае совмещение баз может оказаться невозможным или экономически нецелесообразным.

Принцип кратчайших путей является наиболее общим правилом выбора технологических баз. Однако возможность построения кратчайшего пути для того или иного исходного (конструкторского) размера зависит от многих факторов (конфигурации детали, требуемой точности размеров и характера их пристановки, условий производства и т. п.), учет которых является весьма сложной задачей.

В соответствии со своим местоположением в технологическом процессе базы подразделяются на черновые, промежуточные и чистовые.

Назначение черновых баз (т. е. баз, используемых на первом установке заготовки) имеет свои особенности, рассмотренные в работах [27, 59], где отмечается следующее.

1. Черновая база всецело предопределяет положение системы обработанных поверхностей относительно системы поверхностей, остающихся черновыми. Отсюда следует:

а) для обеспечения размеров, связывающих необработанные поверхности заготовки с обрабатываемыми, надо за черновые принимать именно эти поверхности;

б) для обеспечения минимально возможных припусков на обработку некоторых поверхностей нужно за черновые базы принимать именно эти поверхности.

Приведенные рекомендации по выбору черновых баз являются выражениями общего принципа кратчайших путей применительно к различным размерным связям и условиям взаимного расположения поверхностей детали и заготовки.

2. Черновая база должна использоваться только для первой установки на станке. Вторичная установка заготовки по уже применявшимся при первой операции черновым базам при сколько-нибудь точной обработке заготовки недопустима, так как в этом случае не может быть обеспечено одинаковое положение заготовки относительно режущих инструментов при обеих установках. Здесь подразумевается, что черновая база является весьма грубой поверхностью, имеет погрешности формы и, следовательно, не может обеспечивать сколько-нибудь точной установки заготовки в приспособлении. Однако, как отмечается в работе [28], постоянное развитие методов получения заготовок позволяет все больше приближать геометрические параметры заготовок к параметрам готовой детали. Поэтому для заготовок, полученных методом точного литья и штамповки, где термин «черновая база» является условным, это правило не является обязательным. При неточной обработке допустимо повторное применение черновых баз в однотипном приспособлении с обеспечением контакта установочных элементов приспособления с базовыми поверхностями заготовки в одних и тех же точках. В общем же случае вопрос о повторном использовании черновых баз должен решаться на основе соответствующих точностных расчетов.

Б. С. Балакшин в работе [3], анализируя цепной и координатный методы достижения точности обработки, показал, что целесообразность смены баз (цепной метод) для получения более высокой точности взаимного положения поверхностей зависит от величины ошибок, получаемых в результате примененияемых методов обработки. Если величина этих ошибок одного порядка, то целесообразность смены баз очевидна. В противном случае вопрос должен решаться путем надлежащего подсчета. Таким образом, точность взаимного положения поверхностей в общем случае определяется не «длиной путей», т. е. числом звеньев размерных цепей, а суммарной погрешностью операционных размеров, и следовательно, при выборе баз следует строить цепи, обеспечивающие наименьшие погрешности замыкающих звеньев — исходных размеров детали.

В работе [6] выбор баз рекомендуется проводить на основе анализа различных вариантов базирования и последующей оценки последствий сделанного выбора.

Варианты базирования заготовки анализируются с помощью технологических размерных цепей, вскрывающих связь операций в базировании размера детали. Выявление такого рода размерных цепей рекомендуется начинать с операции, на которой завершается решение рассматриваемой задачи.

При этом возможны два случая:

1) точность размера обеспечивается в пределах этой операции (если в качестве одной из технологических баз используется поверхность, от которой задан размер); в этом случае точность выдерживаемого размера достигается с помощью размерной цепи технологической системы этой операции;

2) выдерживаемый размер является замыкающим звеном размерной цепи (чаще трехзвенной), в которой одним из составляющих звеньев является расстояние (поворот) между конечным положением режущего инструмента и технологической базой заготовки, а другим составляющим звеном — размер, по-

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru