

БАЗИРОВАНИЕ И БАЗЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Основные положения теории базирования

В пространстве свободное твердое тело имеет шесть степеней свободы (при использовании декартовой системы координат): это перемещения вдоль осей Ox , Oy , Oz и вращения (поворот) вокруг тех же осей.

При наложении позиционных (геометрических) **связей** тело лишается определенного количества степеней свободы и, если оно лишено всех шести степеней свободы, тело становится неподвижным в системе $Oxyz$.

Под **связями** подразумеваются ограничения позиционного (геометрического) или кинематического характера, накладываемые на движение точек рассматриваемого тела (заготовки или детали).

В технологии машиностроения позиционные связи предполагаются **двухсторонними**, то есть лишающими тело возможности перемещения в обе стороны в направлении действия связи.

Для ориентирования призматического тела в пространстве необходимо соединить 3 точки a_1 , a_2 , a_3 , не лежащие на одной прямой, нижней поверхности A , двусторонними позиционными связями с плоскостью xOy прямоугольной системы координат (рис. 1).

В результате этого тело лишается 3-х степеней свободы, то есть оно теряет возможность поступательного движения вдоль оси Ox и вращательного движения вокруг осей Ox и Oy .

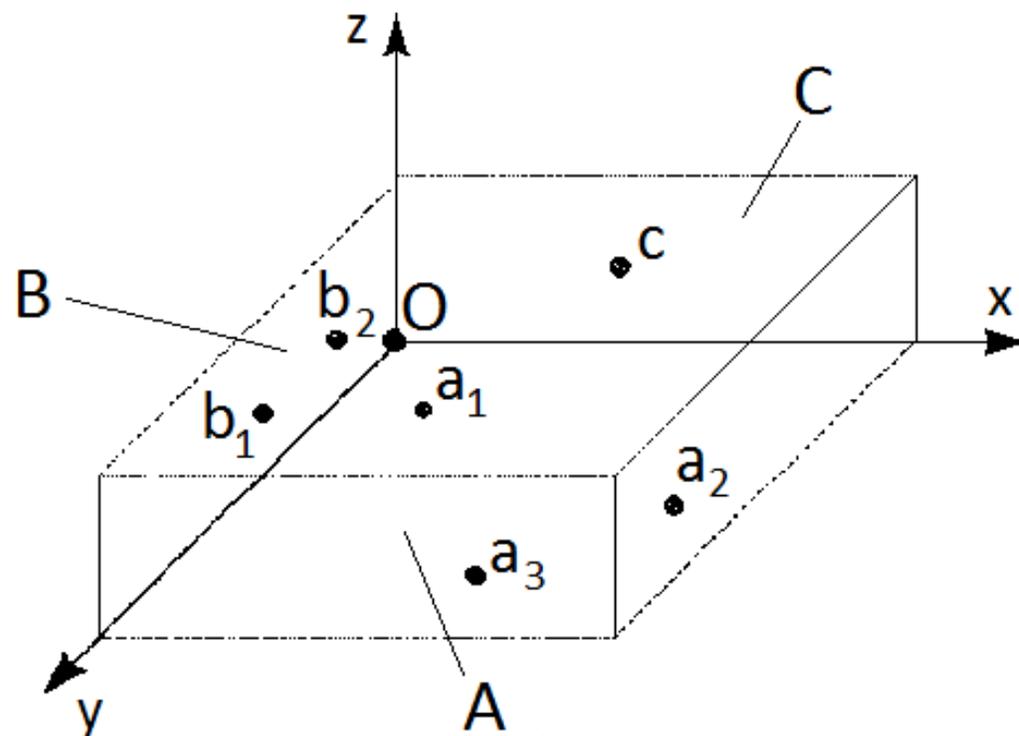


Рис. 1.

Для лишения тела еще 2-х степеней свободы, то есть лишения возможности перемещения вдоль оси Ox и поворота вокруг оси Oz необходимо соединить его боковую поверхность B двумя двусторонними связями (точки b_1 , и b_2) с плоскостью yOz .

Для полного ориентирования тела в пространстве необходимо лишить его шестой степени свободы, то есть возможности перемещения вдоль оси Oy ; для этого следует соединить поверхность S одной двусторонней связью (точка s) с плоскостью xOz .

Шесть наложенных двусторонних позиционных связей обеспечивают заданное ориентирование тела относительно системы координат $Oxyz$ и фиксирование тела в данном положении. Это правило называется **правилом шести точек**.

При обработке на станках заготовки должны быть правильно ориентированы относительно механизмов и узлов станка, определяющих траектории перемещения режущих инструментов.

Задачи взаимной ориентировки деталей и сборочных единиц в машинах при их сборке и заготовок на станках при изготовлении деталей решаются **базированием**.

Базированием называется придание изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

Применительно к *проектированию или сборке* под **базированием** понимается придание детали или сборочной единице требуемого положения относительно других составных частей изделия.

При *механической обработке* заготовок на станках **базированием** считают придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траектории движения обрабатывающего инструмента.

В реальных условиях базирования заготовок в приспособлениях или деталей в сборных элементах машин двусторонние позиционные связи, представляемые координатами x , y , z заменяются непосредственным контактом соответствующих поверхностей или опорных точек заготовок.

Число опорных точек, обеспечивающих базирование заготовки, должно быть равным числу заменяемых ими двусторонних позиционных связей.

Под **опорной точкой** подразумевается идеальная точка контакта поверхностей заготовки и приспособления, лишаящая заготовку одной степени свободы, делая невозможным ее перемещение в направлении, перпендикулярном опорной поверхности.

При замене координат x , y , z опорными точками положение тела относительно выбранной системы координат остается полностью определенным.

Для полного базирования заготовки в приспособлении необходимо и достаточно создать в нем шесть опорных точек, расположенных определенным образом относительно базовых поверхностей заготовки.

Поверхности деталей и заготовок, используемые при базировании называют **базами**.

Классификация баз

База – поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

По своему назначению и области применения базы подразделяются на:

- конструкторские;
- измерительные;
- технологические.

Конструкторская база - это база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

Конструкторской базой называется поверхность, линия или точка детали, по отношению к которой определяются на чертеже расчетные положения других деталей или сборочных единиц изделия, а также других поверхностей и геометрических элементов данной детали.

Конструкторские базы подразделяются на **основные** и **вспомогательные**.

Основной называется конструкторская база, принадлежащая данной детали или сборочной единице, используемая для определения ее положения в изделии.

Вспомогательной называется конструкторская база, принадлежащая данной детали или сборочной единице, используемая для определения положения, присоединяемых к ней деталей или сборочных единиц.

Измерительной базой называется поверхность, линия или точка, от которой производится отсчет выполняемых размеров при обработке или взаимного расположения поверхностей деталей или элементов изделия.

Технологическая база - это база, используемая для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта (ГОСТ 21495-76).

Технологической базой, используемой при обработке заготовок на станках, называется поверхность, линия или точка заготовки, относительно которой ориентируются ее поверхности, обрабатываемые на данном установе.

Конструкторские, технологические и измерительные базы по лишаемым степеням свободы могут быть разделены на:

- установочные;
- направляющие;
- опорные;
- двойные направляющие;
- двойные опорные.

- **установочная база** – база, лишаящая заготовку трех степеней свободы - перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей;
- **направляющая база** – база, лишаящая заготовку (деталь) двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси;
- **опорная база** – база, лишаящая заготовку или изделие одной степени свободы - перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.
- **двойная направляющая база** – база, лишаящая заготовку или изделие четырех степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей;
- **двойная опорная база** – база, лишаящая заготовку или изделие двух степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей.

Для полного ориентирования заготовки в приспособлении необходимо использовать комплект из трех баз.

При обработке заготовок на станках и их установке в приспособлениях во многих случаях нет необходимости в полном ориентировании с использованием всего комплекта из трех баз, контактирующих с шестью опорными точками приспособления или станка.

Если конфигурация заготовки такова, что нет возможности выбрать технологическую базу, позволяющую удобно, устойчиво и надежно сориентировать и закрепить заготовку в приспособлении или на станке, то прибегают к созданию *искусственных технологических баз*.

В большинстве случаев механической обработки и сборки деталей их базирование осуществляется непосредственным контактом базовых поверхностей с соответствующими поверхностями других деталей узла или приспособления, то есть используются **явные базы**. Однако во многих случаях расположение отдельных деталей в узлах и расположение отдельных поверхностей деталей и заготовок определяют по некоторым воображаемым плоскостям, линиям, или точкам (плоскости симметрии, биссектрисе угла, центральной точке, осевой линии), называемыми в этом случае ***условными*** или ***скрытыми базами***.

Явная база - база в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисок.

Скрытая база - база в виде воображаемой плоскости, оси или точки.

Установка заготовки на станке

Установка – процесс базирования и закрепления заготовки или изделия.

Базирование – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

Закрепление – приложение сил и пар сил к заготовке или изделию для обеспечения постоянства их положения, достигнутого при базировании.

Правильно выбранная установка заготовки должна обеспечить:

- заданное положение заготовки относительно выбранной системы координат, связанной со станком;
- надежную связь заготовки со станком и ее неподвижность в процессе обработки;
- минимальные деформации заготовки под действием составляющих силы резания и закрепления.

Существует *два основных способа* установки заготовок:

- установка непосредственно на станке с выверкой ее положения (для чего она может быть предварительно размечена);
- установка в приспособлении.

Первый способ требует больших затрат времени на установку и применяется в единичном и мелкосерийном производствах.

Второй – обеспечивает точное и быстрое ориентирование заготовки относительно станка, т.е. не требует дополнительной выверки, и применяется в серийном и массовом производствах.

Погрешности установки, базирования и закрепления

Погрешность установки (ε_y) – отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при установке от требуемого положения.

При обработке плоских поверхностей призматических деталей и торцевых поверхностей (уступов) тел вращения погрешность базирования, погрешность закрепления и погрешность приспособления являются коллинеарными векторами, лежащими в одной плоскости, и суммируются арифметически:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_b + \varepsilon_z + \varepsilon_{пр}$$

где ε_b – погрешность базирования; ε_z – погрешность закрепления; $\varepsilon_{пр}$ – погрешность приспособления.

При обработке поверхностей вращения векторы $\varepsilon_{\text{б}}$, $\varepsilon_{\text{з}}$ и $\varepsilon_{\text{пр}}$ могут иметь любое угловое взаимное расположение и погрешность установки определяется:

$$\varepsilon_{\text{в}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}$$

Погрешность базирования ($\varepsilon_{\text{б}}$) – отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при базировании от требуемого положения.

Погрешность закрепления ($\varepsilon_{\text{з}}$) – отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при её закреплении от требуемого.

Погрешность приспособления $\varepsilon_{пр}$ включает в себя погрешности возникающие при изготовлении и сборке установочных элементов приспособления ε_{yc} , износе его установочных элементов (опор) $\varepsilon_{и}$, ошибке установки приспособления на столе или в шпинделе станка $\varepsilon_{с}$:

$$\vec{\varepsilon}_{пр} = \vec{\varepsilon}_{yc} + \vec{\varepsilon}_{и} + \vec{\varepsilon}_{с}$$

Составляющая ε_{yc} характеризует неточность положения установочных элементов приспособления при изготовлении и сборке приспособления.

При использовании одного приспособления – это систематическая постоянная погрешность, которую частично или полностью устраняют настройкой станка.

При использовании нескольких одинаковых приспособлений (приспособлений – дублеров, приспособлений – спутников) эта величина не компенсируется настройкой станка и полностью входит в состав $\varepsilon_{\text{пр}}$.

Составляющая $\varepsilon_{\text{и}}$ характеризует износ установочных элементов приспособлений.

Величина износа зависит от программы выпуска изделий, их конструкции и размеров, материала и массы заготовок, состояния ее базовой поверхности, а также условий установки заготовки в приспособлении.

Составляющая $\varepsilon_{\text{с}}$ определяет погрешность установки приспособления на станке, обусловленную смещением корпуса приспособления на столе или в шпинделе станка.

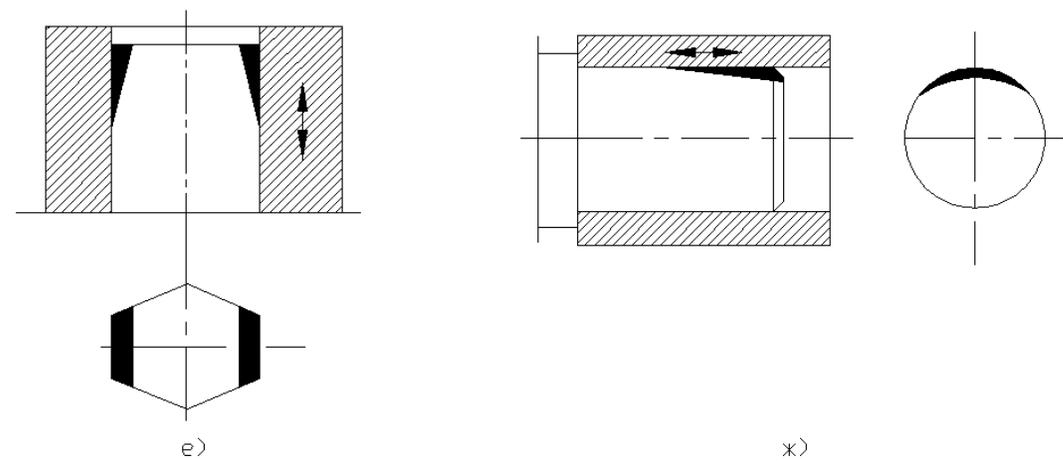
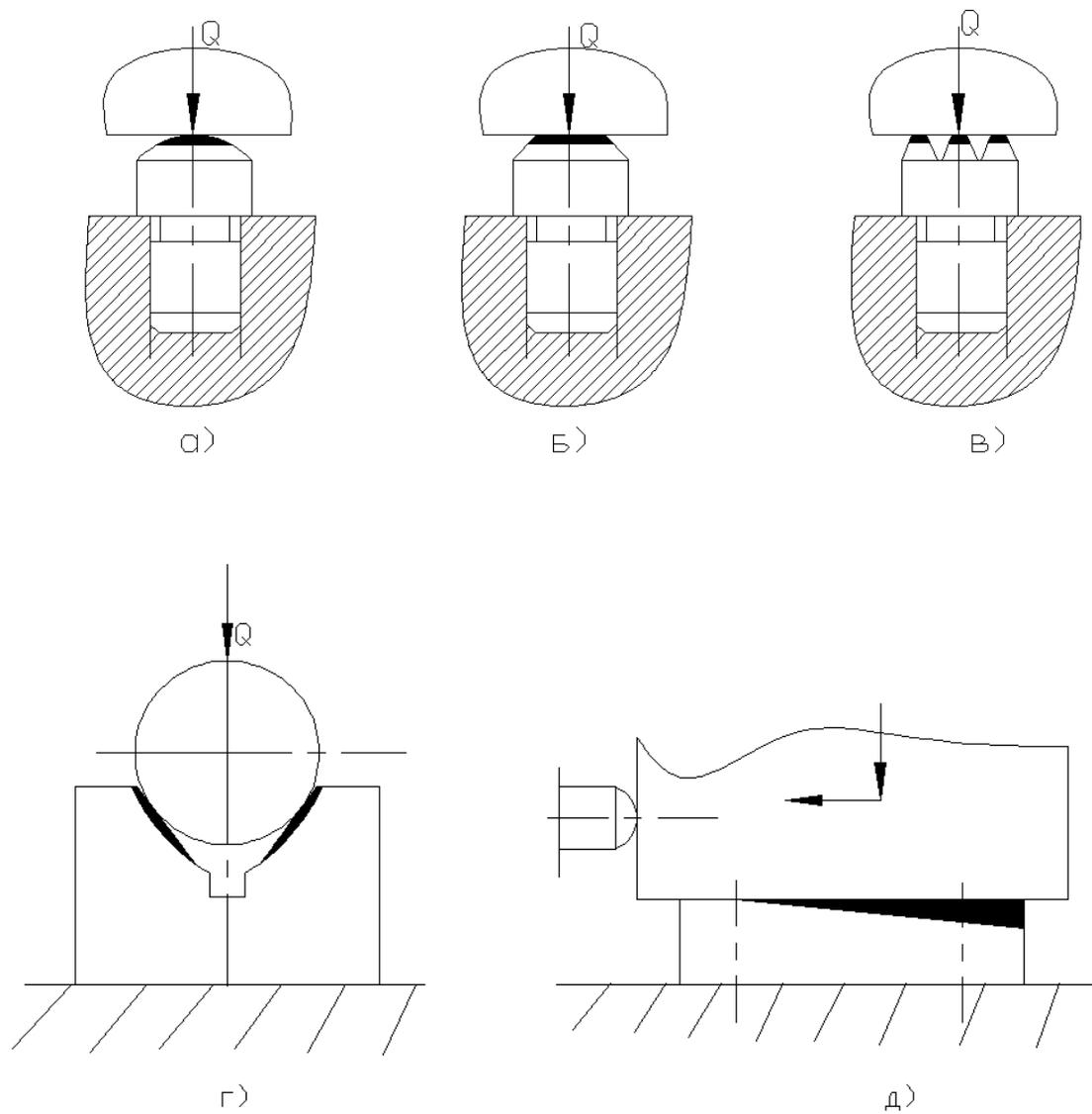


Рис. Эпюры износа установочных элементов приспособления:
 а), в), г) – неравномерного износа во времени;
 б), д), е), ж) – равномерного износа во времени

В массовом производстве при неизменном закреплении приспособления на станке ε_c доводится выверкой до определенного минимума, и она постоянна во времени, то есть ее можно компенсировать настройкой станка.

Условие обеспечения заданной точности выполняемого размера (условие работы без брака) определяется неравенством:

$$\varepsilon_y + \Delta_n + \Delta_{обр} \leq T$$

где Δ_n – погрешность настройки; $\Delta_{обр}$ – погрешность обработки; T – допуск на выполняемый размер.

В серийном производстве производится периодическая смена приспособлений на станках. Величина ε_c становится при этом некомпенсированной, случайной. Тоже происходит на автоматических линиях при использовании приспособлений-спутников.

Основные правила выбора баз

При проектировании технологических процессов большое значение с точки зрения обеспечения заданной точности имеет выбор баз.

Обработку заготовок обычно начинают с создания технологических баз. Вначале за технологическую приходится принимать **черновую базу**, т.е. необработанные поверхности заготовки. Эти поверхности могут быть либо необрабатываемые, либо обрабатываемые в дальнейшем.

Выбранная **черновая база** должна обеспечивать:

- равномерное снятие припуска при последующей обработке поверхностей с базированием на обработанную технологическую базу;
- наиболее точное взаимное положение обработанных и необработанных поверхностей детали.

Черновые базовые поверхности должны быть по возможности гладкими; не иметь штамповочных и литейных уклонов; на них не следует размещать литники, прибыли, делать плоскости разъема литейных форм и штампов.

При выборе технологических баз для обработки заготовок следует использовать принцип совмещения баз, т.е. в качестве технологической базы брать поверхность, являющуюся измерительной базой.

Лучшие результаты достигаются при совмещении технологической, измерительной и конструкторской баз, т.е. тех поверхностей, которые определяют положение детали в собранном изделии (например, центральное отверстие и торец ступицы зубчатого колеса).

При построении маршрута обработки следует соблюдать **принцип постоянства баз** - на всех основных технологических операциях использовать в качестве технологических баз одни и те же поверхности заготовки.

Принципы совмещения и постоянства баз совпадают в тех случаях, когда выдерживаемые размеры проставлены от одной измерительной базы.

Создание искусственных технологических баз на деталях способствует более полному соблюдению принципа постоянства баз.

Когда постоянство технологической базы не может быть обеспечено, в качестве новой технологической базы выбирают обязательно обработанные поверхности, при этом производят проверочный расчет допуска на выдерживаемый размер и в случае необходимости пересчет допусков на размеры базовых поверхностей.