

Лекция 3. Установка заготовок для обработки на станках. Погрешность установки заготовки. Базирование деталей. Выбор баз и их классификация.

ОСНОВЫ БАЗИРОВАНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ БАЗ.

Под **базированием** понимается процесс придания заготовке, детали, сборочной единице, изделию требуемого положения относительно выбранной системы отсчета.

Под **базой** понимается поверхность или выполняющие ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке, детали или изделию и используемая для базирования.

В основе правил базирования лежит известное в теоретической механике положение о том, что свободное абсолютно твердое тело имеет шесть степеней свободы относительно выбранной системы координат, а именно: три перемещения параллельно координатным осям и три вращения вокруг них. Отсюда положение этого тела относительно системы отсчета можно определить шестью независимыми координатами, выступающими в роли связей, каждая из которых лишает тело одной степени свободы. При этом каждая координата осуществляет двустороннюю связь. Это означает, что наложение на тело одной координаты лишает его возможности перемещаться (вращаться) в двух противоположных направлениях.

Отсюда правило шести точек. Правило шести точек заключается в том, что каждое тело (деталь) должно базироваться на шести неподвижных точках, при этом тело лишается всех шести степеней свободы.

Эти шесть точек должны быть расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: три опорные точки (1, 2 и 3) в плоскости XOZ, две точки (4 и 5) в плоскости YOZ и одна точка (6) в плоскости XOY.

Три координаты (1, 2, 3) определяют положение детали относительно плоскости XOZ.

а) лишают деталь возможности перемещаться в направлении оси Y;

б) лишают деталь возможности вращаться вокруг осей X и Z. Таким образом, три координаты (1, 2, 3) лишают деталь трех степеней свободы.

Две координаты (4, 5) определяют положение детали относительно плоскости YOZ:

а) лишают деталь возможности перемещаться в направлении оси X;

б) лишают деталь возможности вращаться вокруг оси Y. Следовательно, две координаты (4, 5) лишают деталь еще двух степеней свободы.

Одна координата (6) определяет положение детали относительно плоскости XOY лишая деталь возможности перемещаться в направлении оси Z, т. е. одна координата (6) лишает деталь еще одной — последней степени свободы.

Следовательно, для определения положения детали в пространстве необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек: 1, 2 и 3 определяют опорную плоскость; 4 и 5 определяют направляющую плоскость; 6 — упорную плоскость.

При большем числе неподвижных опор деталь опирается не на все опоры, а если все же она будет искусственно прижата (притянута) ко всем неподвижным опорам, то она будет деформирована действием зажимов.

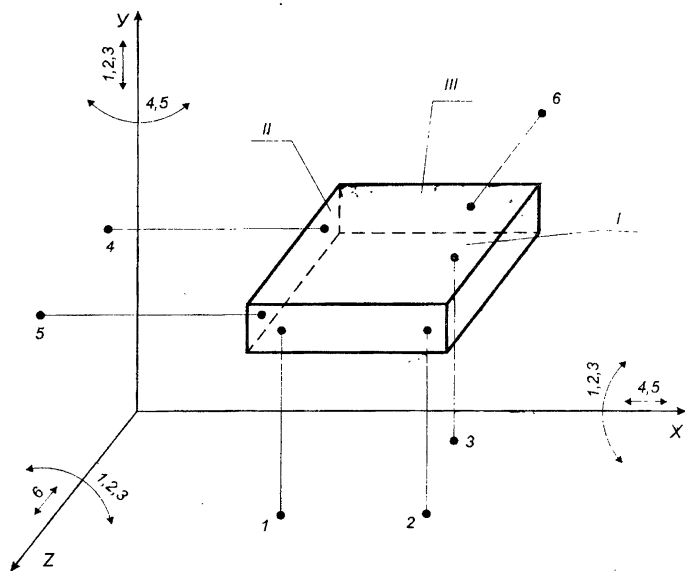


Рис. 2.2. Устранение шести степеней свободы наложением геометрических связей

Любая схема базирования, лишаящая тело шести степеней свободы, реализуется с помощью набора из трех баз, которые принято называть **комплексом баз**. Базы, составляющие комплект, различаются лишаемыми степенями свободы и их числом и в соответствии с этим называются установочной, направляющей, опорной, двойной направляющей и двойной опорной.

Установочной называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их трех степеней свободы - перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей.

Например, если деталь призматическая (см. рис. 2.2), то роль установочной базы выполняет нижняя поверхность, используемая для наложения трех связей (точки 1, 2, 3), лишаящих деталь возможности перемещаться в направлении оси OZ и поворачиваться вокруг осей, параллельных OX и OY.

Установочная база отличается большой площадью, чтобы можно было по возможности дальше разнести опорные точки, для придания детали большей устойчивости.

Направляющей называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы - перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси. Для детали призматической формы (см. рис. 2.2) - это боковая поверхность детали, наложение через которую двух связей (точки 4, 5) на деталь лишило ее возможности перемещения в направлении оси OY и поворота вокруг оси, параллельной OZ . Направляющая база отличается большой протяженностью, что позволяет расположить опорные точки на максимальном удалении друг от друга и тем самым увеличить точность направления.

Опорной называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связи, лишаящей их одной степени свободы - перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг координатной оси.

В примере на рис. 2.2 в качестве опорной базы использована задняя стенка детали. Через эту поверхность деталь лишена возможности перемещения в направлении оси OX (точка 6). Для опорной базы не требуется поверхности больших размеров.

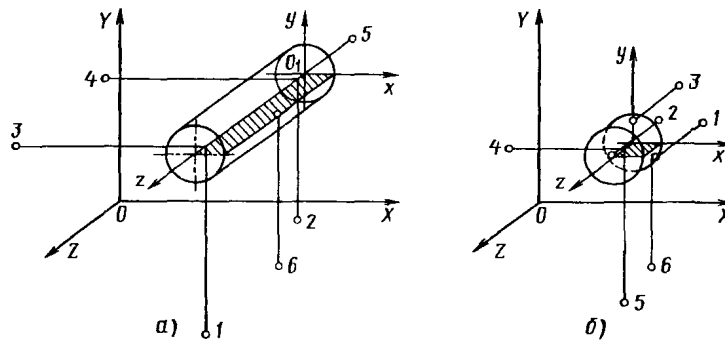


Рисунок 2.3. Схемы базирования деталей типа тел вращения: *а* - вал; *б* - диск

Двойной направляющей называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их четырех степеней свободы - перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей.

Наложение связей на деталь или заготовку с помощью цилиндрической (конической) поверхности чаще всего осуществляется через ось (рис. 2.3, *а*) точки 1, 2, 3, 4, относительно которой она образована вращением образующей прямой.

Двойной опорной называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы (рис. 2.3б, точки 4, 5) — перемещений вдоль двух координатных осей.

В отличие от направляющей базы, с помощью которой деталь лишается одного перемещения и одного поворота, двойную опорную базу используют для лишения детали двух перемещений.

Как правило, в качестве двойной опорной базы используется поверхность вращения.

Если деталь лишается всех степеней свободы, то считается, что она имеет полный комплект баз, которые образуют координатный угол.

Из рассмотренного перечня баз возможны четыре варианта комплектов баз:

где *У* - установочная база; *Н* - направляющая база; *О* - опорная база; *ДН* - двойная направляющая база; *ДО* - двойная опорная база.

$$У-Н-О; У-ДО-О; ДН-О-О; ДН-ДО,$$

По характеру проявления базы могут быть явными и скрытыми.

Явной называют базу, материализованную в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисок.

Скрытой базой называют базу в виде воображаемой плоскости, оси или точки.

К скрытым базам прибегают тогда, когда у детали, заготовки отсутствуют необходимые поверхности.

Например, крышка имеет только установочную базу (см. рис. 2.4), образованную опорными точками 1, 2, 3 (рис. 2.4 *б*). Чтобы получить полный комплект баз, необходимо построить две недостающие координатные плоскости и на них расположить воображаемые три опорные точки 4, 5, 6, доведя их общее число до шести.

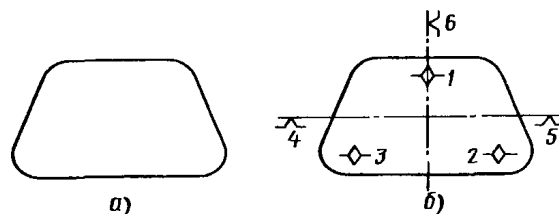


Рис. 2.4 Базирование крышки:

а - общий вид; *б* - схема базирования крышки

В ряде случаев скрытые базы стараются материализовать и превратить их в явные, что позволяет сократить затраты времени на базирование. Материализация баз осуществляется посредством создания реальных поверхностей или разметочных линий и точек, представляющих собой следы пересечения координатных плоскостей. Например, в результате применения хомутика материализуют у шпинделя (вала) опорную точку 6 (рис. 2.5). Хомут, жестко закрепленный на заготовке, становится частью заготовки и, касаясь поводкового пальца патрона, тем самым материализует точку 6.

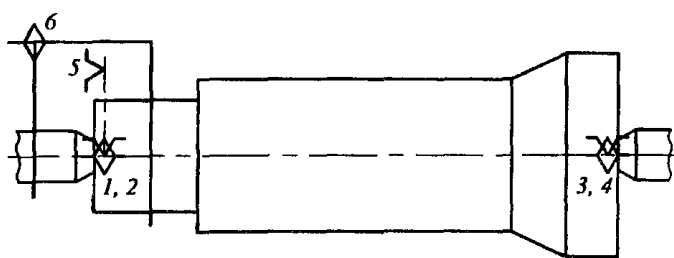


Рис 2.5

В отличие от координатной связи опорная точка накладывает на деталь одностороннюю связь. Это означает, что деталь лишается возможности перемещения (вращения) только в одном направлении - в направлении опорной точки. Но детали ничто не препятствует перемещаться (вращаться) в обратном направлении. В то же время для нормального функционирования машины, механизма каждая их деталь должна сохранить положение, приобретенное ею в результате базирования. Однако во время работы изделия действуют различные силы и образуемые ими моменты, которые стремятся нарушить первоначальное положение деталей. Поэтому при базировании детали необходимо не только достигнуть требуемого ее положения в изделии, но и сохранить его на время эксплуатации изделия.

В связи с изложенным возникли понятия определенности и неопределенности базирования.

Под **определенностью базирования** объекта (детали, заготовки, сборочной единицы) понимается неизменность его баз и расположения опорных точек на базах в процессе работы изделия или его изготовления, обеспечивающих постоянность положения объекта.

Под **неопределенностью базирования** понимается изменение требуемого положения объекта в результате изменения баз или расположения опорных точек на базах (в качестве примера изменения расположения опорных точек можно рассмотреть стол с четырьмя ножками, установленный на неровном полу; в зависимости от того, в каком месте опираются на стол, в контакт с полом будут входить разные наборы трех ножек из четырех).

Определенность базирования детали обеспечивается приложением к ней сил, создающих силовое замыкание присоединяемой детали. Силы и моменты, создающие силовое замыкание, должны быть больше сил и моментов, стремящихся нарушить положение детали в машине. Для создания силового замыкания используют упругие силы, силы трения, силы тяжести деталей, магнитные и электромагнитные силы и др. При этом силы должны быть направлены на опорные точки. Силовое замыкание и опорная точка обуславливают двустороннюю связь и лишают деталь степени свободы в противоположных направлениях. Отсюда вытекает главное требование к созданию силового замыкания: оно должно быть направлено на опорную точку.

Неопределенность базирования приводит к погрешности относительного положения или движения деталей в изделии, и поэтому она нежелательна. Причинами неопределенности базирования являются неправильные конструктивные решения, неправильное приложение силового замыкания, а также наличие зазоров в соединении деталей.

По назначению все рассмотренные выше базы могут быть **конструкторскими, технологическими, измерительными**. Базы, с помощью которых базируются детали или сборочные единицы в изделии, называют **конструкторскими**. Конструкторские базы делятся на основные и вспомогательные.

Основной называют конструкторскую базу, принадлежащую детали или сборочной единице и используемую для определения их положения в изделии.

Вспомогательной называют конструкторскую базу, принадлежащую детали или сборочной единице и используемую для определения положения присоединяемой к ним детали или сборочной единицы. Следует заметить, что любая деталь может иметь только один комплект основных баз, а комплектов вспомогательных баз столько, сколько деталей или сборочных единиц к ней присоединяется.

Технологической называют базу, используемую для определения положения заготовки, детали или изделия в процессе изготовления, сборки или ремонта. Понятие технологической базы распространяется на все стадии процесса изготовления изделия (изготовление детали механической обработкой, сборку изделия и т.д.).

Технологические базы могут быть черновыми и чистовыми.

Черновой базой называют чистую наиболее гладкую и ровную поверхность заготовки с которой начинают обработку детали.

Чистовой базой называют обработанные поверхности детали с помощью которой базируют деталь.

Измерительной называют базу, используемую для определения положения заготовки, детали или изделия и средств измерения и ее применяют при оценке точности детали, настройке станков и т.д.

ПРИНЦИПЫ ПОСТОЯНСТВА БАЗЫ И СОВМЕЩЕНИЯ БАЗ.

Наибольшей точности обработки детали можно достигнуть в случае, когда весь процесс обработки ведется от одной базы с одной установкой, так как ввиду возможных смещений при каждой новой установке вносится ошибка во взаимное расположение осей поверхностей. Так как в большинстве случаев невозможно полностью обработать деталь на одном станке и приходится вести обработку на других станках, то в целях достижения наибольшей точности необходимо все дальнейшие установки детали на данном или другом станке производить по возможности на одной и той же базе.

Принцип постоянства базы состоит в том, что для выполнения всех операций обработки детали используют одну и ту же базу.

Если по характеру обработки это невозможно и необходимо принять за базу другую поверхность, то в качестве новой базы надо выбирать такую обработанную поверхность, которая определяется точными размерами по отношению к поверхностям, наиболее влияющими на работу детали в собранной машине.

Далее, при выборе баз различного назначения надо стремиться использовать одну и ту же поверхность в качестве различных баз, так как это тоже способствует повышению точности обработки. В этом отношении целесообразно в качестве измерительной базы использовать установочную базу, если это возможно; еще более высокой точности обработки можно достигнуть, если сборочная база является одновременно установочной и измерительной. В этом и заключается *принцип совмещения баз*.

Известны следующие способы базирования заготовок;

- установка на станках с ЧПУ с оценкой фактического положения заготовки (от базы измерения) и автоматической регулировкой положения инструмента;
- выверка по необработанным и обработанным поверхностям (в единичном производстве, например, в четырехкулачковом патроне);
- выверка по разметке (точность 0.2-0.5 мм; в единичном производстве проверка «выкраиваемости» детали),
- установка в приспособлении без выверки.

Примеры установок деталей рисунок 2.6

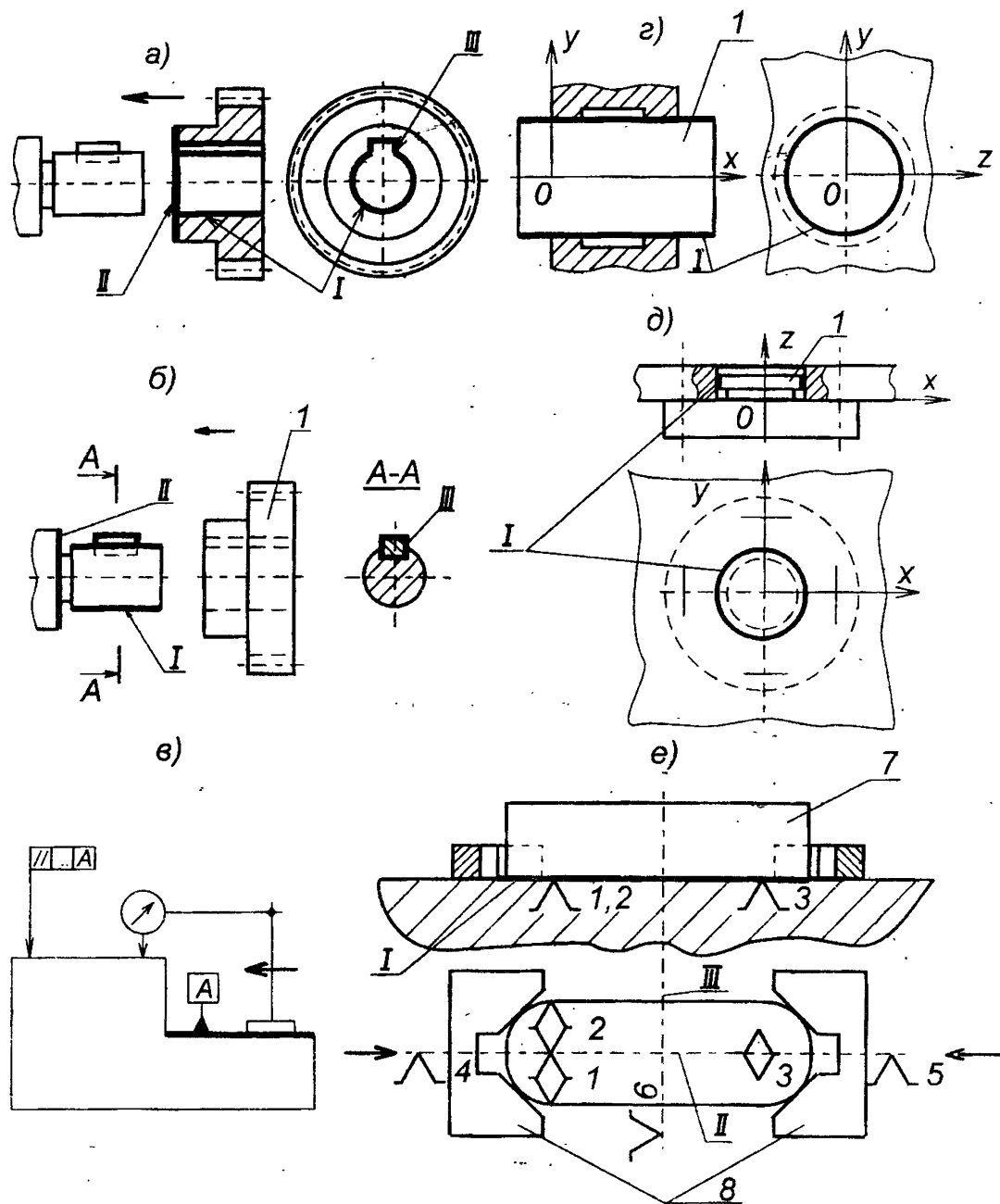


Рисунок 2.6- Примеры установок : а-комплект основных баз шестерни -I, II, III; б - комплект вспомогательных баз вала со шпонкой - I, II, III; 1 - присоединяемая деталь; в - измерительная база детали - A; г - двойная направляющая база детали - I; д - двойная опорная база детали - I; 1 - деталь; е - установочная явная база заготовки - I; направляющая скрытая база заготовки - II; опорная скрытая база заготовки - III; L..6 - опорные точки; 7 - заготовка; 8 - губки самоустанавливающихся тисков

При расчете погрешности базирования наибольшее внимание уделено определению и обеспечению точности заготовки при обработке на настроенном станке, т.е. при установленном на определенный, постоянный для рассматриваемого момента размер от инструмента до опорных поверхностей приспособления. Для облегчения получения необходимой точности желательно, чтобы технологическая и измерительная базы совпадали. Если такого совпадения нет, то возникает погрешность базирования (рис. 2.7, а) $\epsilon_{\text{вн}} = 0$, $\epsilon_{\text{вб}} = T_c$; ИБ(В), ИБ(А) - измерительные базы соответственно для размеров В и А, T_c - допуск на размер С;

Погрешность базирования $\epsilon_{\text{б}}$ - это отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при базировании от требуемого или разность предельных расстояний измерительной базы относительно установленного на размер инструмента. Погрешность базирования равна сумме допусков на все звенья размерной цепи, соединяющей технологическую базу с измерительной (рис. 2.7, б).

В связи с этим при несовпадении измерительной и технологической базы приходится довольно часто производить перерасчет допусков на составляющие звенья размерной цепи детали. На рис. 2.7, в, г, д даны примеры определения погрешностей базирования для различных схем обработки. Так, при обработке на разжимной оправке или с зазором погрешность базирования для диаметральных размеров $(\epsilon_{\text{вн}})$ равна нулю; при обработке лыски в размер она равна:

на разжимной оправке
$$\epsilon_{\text{вн}} = \frac{T_D}{2};$$

с зазором
$$\epsilon_{\text{вн}} = \frac{T_D}{2} + \Delta_z,$$

T_D - допуск на размер D ;

где Δ_z - величина зазора на сторону.

При обработке в центрах (рис. 2.7, д) для размера L погрешность базирования будет зависеть от точности зацентровки заготовки.

Если заготовку отцентрировать в плавающий центр с упором торцом А на неподвижную часть центра, то $\epsilon_{\text{вн}} = 0$.

Погрешность закрепления возникает вследствие смещения заготовки под действием зажимных сил из-за непостоянства силы закрепления, неодинаковой твердости заготовок, неровностей на поверхностях заготовки на опорах приспособления. Она равна разности между предельными величинами смещения у измерительной базы по направлению выполняемого размера (рис. 2.7) Погрешность закрепления берется из справочников или может быть рассчитана

Погрешность положения заготовки возникает вследствие неточного изготовления приспособления, износа его элементов и неточности его установки. Она является суммой векторных величин и может быть определена по формуле

$$\epsilon_{\text{вп}} = \sqrt{\epsilon_{\text{изг}}^2 + \epsilon_{\text{изн}}^2 + \epsilon_{\text{инд}}^2},$$

$\epsilon_{\text{изг}}$ - погрешность изготовления;

$\epsilon_{\text{изн}}$ - величина износа приспособления;

$\epsilon_{\text{инд}}$ - неточность индексации, установки приспособления.

Погрешности $\epsilon_{\text{б}}$; $\epsilon_{\text{с}}$; $\epsilon_{\text{пр}}$ являются векторными величинами. Они представляют собой поля рассеивания случайных величин и приближенно подчиняются закону нормального распределения.

Тогда погрешность установки

$$\epsilon_y = \sqrt{\epsilon_{\text{б}}^2 + \epsilon_{\text{с}}^2 + \epsilon_{\text{пр}}^2}.$$

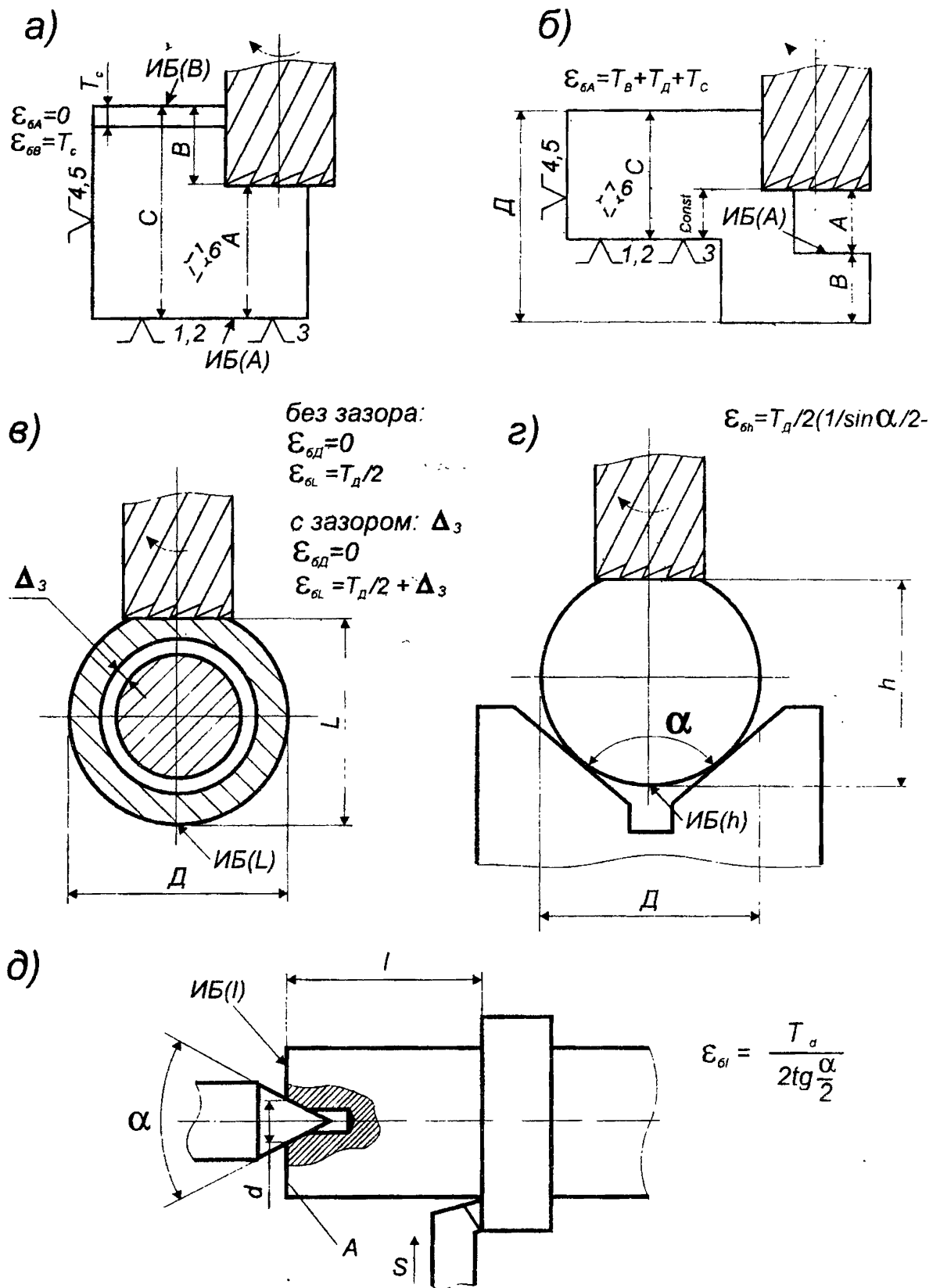


Рис. 2.7. Погрешности базирования при различных схемах установки: а, б - на плоские поверхности; в - на оправку; г - в призме; д - в центрах

При выборе баз необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Поверхности должны быть ровные и чистые, без сварных швов, прибылей, литников и иметь достаточные размеры.
2. Если у заготовки все поверхности обрабатываются, то за базы следует принять поверхности с наименьшими припусками. Это позволит лучше «выкроить» деталь и избежать появления чернот.

3. На первых операциях желательно принять за базирующие необрабатываемые в дальнейшем поверхности с целью получения более правильного положения обработанных и необработанных поверхностей.
4. Заготовка должна удобно устанавливаться; -подвергаться минимальным деформациям, время на установку должно быть наименьшим.
5. Повторная установка на черновую базу, как правило, не допускается.
- 6 В качестве технологических следует выбирать основные базы.
7. Следует соблюдать принцип единства баз.
8. Желательно измерительную базу использовать в качестве технологической.
9. Выбранные базы должны обеспечивать простую и надежную конструкцию приспособления, удобство установки, крепления и снятия заготовки.

Для уменьшения погрешности установки необходимо:

- выполнять правила выбора баз;
- применять одинаковый по твердости материал заготовок (для настроечной партии);
- соблюдать постоянство усилия зажима заготовки;
- применять вместо шаровых опор - плоские или с большим радиусом закругления;
- выбирать направление действия силы зажима против опоры или так, чтобы она не влияла на размер обработки;
- применять приспособления-спутники;
- повышать точность и жесткость приспособлений;
- повышать точность выполнения размеров технологических баз, уменьшать их шероховатость, правильно назначать размеры на чертежах.