Уважаемые студенты!

Изучите теоретический материал, в тетради по практическим занятиям выполните задание, запишите ответы на контрольные вопросы.

Оформленный отчет предоставьте преподавателю для проверки в отсканированном виде по электронной почте на адрес преподавателя (trekhlebinga@mail.ru) в срок до 03.03.2023 года или лично преподавателю при посещении техникума.

В случае возникновения вопросов можно обратиться к преподавателю по телефону (072-503-67-40) с 8^{00} до 16^{30}.

Практическая работа

Выбор и обоснование технологических баз,схем оборудования и установки

Цель работы: ознакомление с принципиальными схемами базирования заготовок в приспособлениях, приобретение практических навыков разработки схем базирования, установки, атакже при расчете погрешностей базирования.

Практическая работа рассчитана на 4 часа.

Теоретическая часть

Теория базирования, методы выбора баз и характеристика способов базирования являются одними из важнейших вопросов технологии машиностроения.

Термины и определения основных понятий базирования регламентированы ГОСТ 21495-76.

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

Положение любого твердого тела в пространстве определяется относительно другого тела, которое характеризует систему отсчета. При базировании заготовок или изделий с ними связывается вторая система координат, которая определяет положение базируемого тела относительно выбранной системы координат отсчета. В зависимости от характера решаемой задачи системы координат представляются мысленно либо материализуются точками контакта или создаются комбинированным способом.

Опорные точки располагают на базах.

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

Непосредственно в процессе изготовления деталей машин и их сборки заготовки и изделия занимают определѐнное положение в технологических системах в соответствии с требованиями конструкторской и технологической документации.

При этом для контроля технических требований заготовки, изделия и средства измерения должны занимать

Различают конструкторские, технологические и измерительные базы. Если все перечисленные выше базы совпадают при получении размеров детали в процессе обработки, то погрешность базирования заготовки равна нулю. Этот принцип называют совмещением баз.

При несоблюдении этого требования появляется погрешность базирования, которая оказывает существенное влияние на точность обработки.

Конструкторские базы могут быть основными и вспомогательными. Первые определяют положение детали в изделии, а вспомогательные базы определяют положения других деталей. За основные базы принимают поверхности, от которых задано большинство размеров, координирующих расположение других ответственных поверхностей.

Одна из важных задач, возникающая на различных этапах производственного процесса, - выбор баз для формирования систем ко- ординат заготовок и изделий и придания им требуемых положений. Эта задача выполняется в соответствии с ГОСТ 23495-76.

Принципиальные схемы базирования заготовок. Согласно теоретической механике требуемое положение твердого тела (заготовки) относительно выбранной системы координат достигается наложением геометрических связей, лишающих тело трех перемещений вдоль осей XYZ и трех поворотов вокруг этих осей, т.е. тело становится неподвижным в системе координат OXYZ. Каждая опорная точка, т.е. точка, символизирующая одну из связей заготовки с выбранной системой координат, лишает заготовку только одной степени свободы. Следовательно, для базирования заготовки, т.е. придания ей вполне определенного (однозначного) положения в приспособлении, необходимо и достаточно наличие шести опорных точек, лишающих заготовку шести степеней свободы (правило шести точек).

При базировании заготовки в приспособлении необходимо со- вместить системы координат, построенных на вспомогательных базах приспособления и основных технологических базах заготовки. Схема расположения опорных точек на базах заготовки называется схемой базирования. Наиболее распространенные схемы базирования заготовок представлен на рис.1:

а - по трем плоским поверхностям;

б - по торцу и наружной цилиндрической поверхности;

в - по торцу и внутренней цилиндрической поверхности;

г - по торцу и наружной цилиндрической поверхности в призме;

д - по внутренней цилиндрической поверхности с зазором, по коническому отверстию и на оправке без зазора;

е - по плоскости симметрии корпусной заготовки;

ж - по центровым отверстиям вала с упором в торец;

з - по плоскости и двум отверстиям; и - по плоскости симметрии с помощью призм.

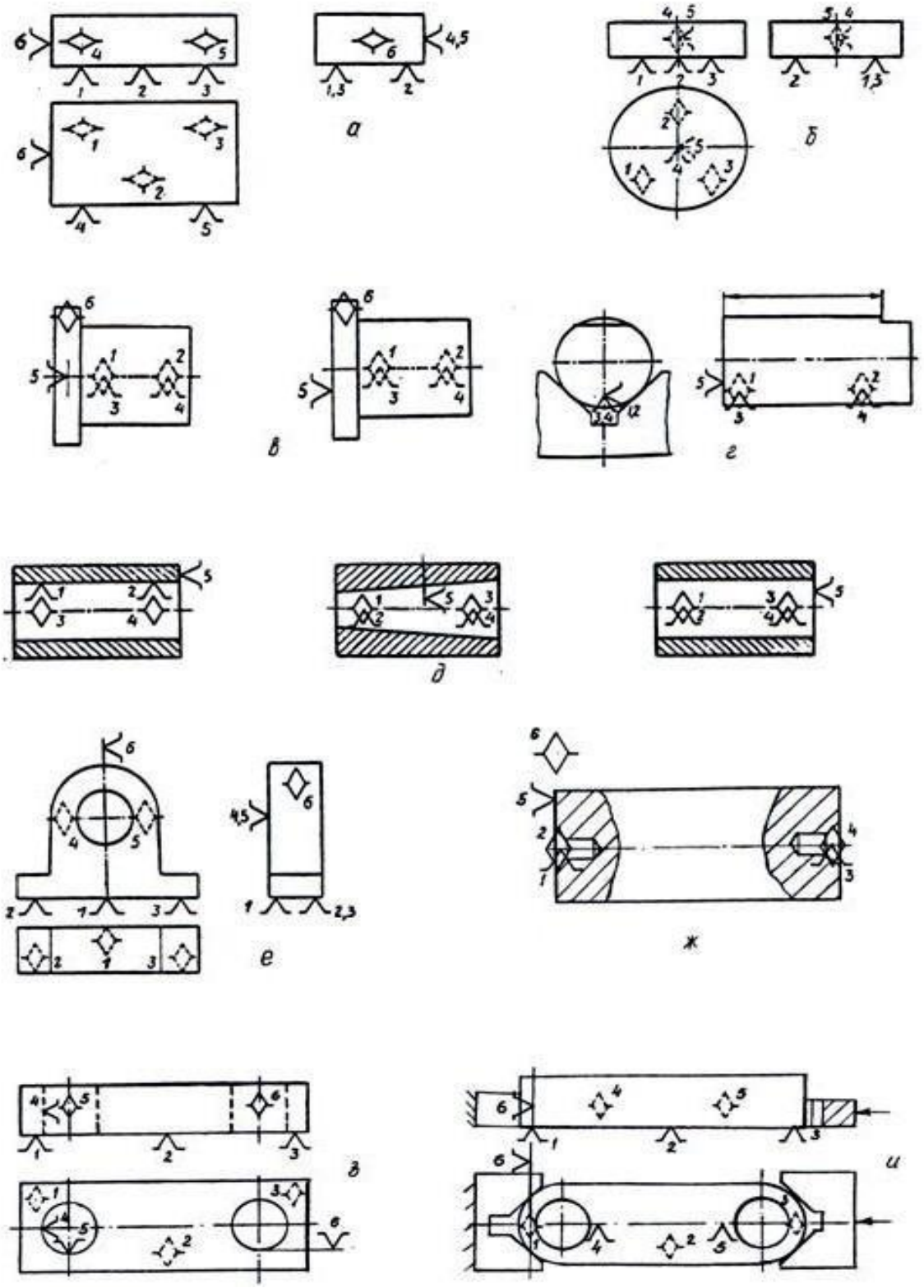


Рис.1. Распространенные схемы базирования заготовок

По числу степеней свободы, которых лишают заготовку технологические базы, они подразделяются на установочные, направляющие, опорные, двойные направляющие и двойные опорные. База, лишающая заготовку или изделие трех степеней свободы перемещения вдоль одной из координатных осей и поворота вокруг двух других осей, называется установочной базой (см. рис. 1 а, б, е, з, и – точки 1, 2, 3). База, лишающая заготовку двух степе-

ней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси, называется направляющей базой (см. рис.1 а – точки 4, 5). Ба- за, лишающая заготовку одной степени свободы перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси, называется опорной базой (см. рис.1 г, д, а, и – точка 6). База, лишающая заготовку или изделие четырех степеней свободы неперемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей, называется двойной направляющей базой (см. рис.1 в, г, д - точки 1, 2, 3, 4). База, лишающая заготовку двух степеней свободы перемещения вдоль двух координатных осей, называется двойной опорной базой (см. рис.1 б – точки 4 и 5; ж – точки 1, 2 и 3, 4).

В первую очередь необходимо выбрать схему базирования на первой технологической операции. На первой операции базы являются необработанными – черновыми. Отсюда следуют особые требования к ним.

В связи с тем, что точность необработанных поверхностей, выполняющих функции черновых технологических баз, всегда ниже точности обработанных поверхностей, а шероховатость выше, черновые базы должны использоваться только один раз на первой установке.

Необходимо обеспечить правильное взаимное положение обработанных и необработанных поверхностей в готовом изделии. Чтобы обеспечить заданные требования к положению обработанных и необработанных элементов изделия, черновыми базами необходимо назначить поверхности, которые в готовом изделии остаются черновыми.

Если невозможно изготовить изделие с использованием одной установки, то в качестве баз первой установки целесообразно выбрать конструктивные элементы с наиболее высокой точностной характеристикой и при возможности с использованием самоцентрирования. В этом случае при выполнении последующих установок обработка точных элементов изделия, служивших черновыми базами, обеспечит наибольшую точность и равномерную глубину обработки для достижения требуемого качества.

При выборе технологических баз необходимо руководствоваться следующими методическими указаниями.

На основании анализа конструкции, служебного назначения детали и сборочной единицы, простановки конструкторских размерови допусков определяются конструкторские базы.

По принципу совмещения баз предпочтительным комплектом технологических баз выбирается соответствующая совокупность конструкторских баз с учѐтом формы, доступности, обработки габаритных размеров, точности размера, точности формы и расположения.

Последовательно рассматривается возможность обработки различных поверхностей и их сочетаний от выбранного комплекта баз с учѐтом условий производства, включая возможность обработки набором инструментов и различные методы наладки технологическихсистем.

Если условия производства не позволяют осуществить принятый вариант базирования, то выбирается следующий комплект баз по приоритету вышеуказанной характеристики формы, доступности, габаритных размеров, размерного шага положения, точности размеров, точности формы и положения.

Выбранные варианты базирования проверяются на соответствие точности и возможности реализации технологических операций в заданных производственных условиях. При

необходимости смены технологических баз с неприемлемым ужесточением допусков рассматривается возможность применения искусственных баз.

С учѐтом требований к черновым базам выбирается комплект баз первой установки разрабатываемого технологического процесса.

В данном разделе расчѐтно-пояснительной записки должны быть представлены схемы базирования и установки по ГОСТ3.1107- 81 на первой и последующих технологических операциях. Обработанные поверхности заготовки на этих схемах выделяются линией удвоенной толщины.

Погрешности установки заготовок в приспособлениях.

Точность обработки заготовок на станках в значительной мере зависит от точности установки заготовок в приспособлениях. При обработке заготовок, установленных в приспособлениях, необходимо, чтобы погрешность Δ обработки была меньше допуска δ на выполняемый на данной операции размер: $\Delta < \delta$; $\delta > \varepsilon_y + \omega$, где ε_y – погрешность установки; ω - погрешности, возникающие при обработке заготовки (погрешности станка и установки инструмента, износ инструмента, температурные деформации и др.).

Одной из основных причин, вызывающих погрешности обработки, является погрешность установки ε_y, возникающая при установке заготовки в приспособление, т.е. отклонение фактически достигнутого положения заготовки от требуемого, возникающее в результате наличия погрешностей базирования $\varepsilon_б$ и закрепления $\varepsilon_з$ заготовки, а также вследствие погрешности изготовления приспособления и установки его на станке $\varepsilon_{пр}$:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{ПР}^2}$$

Все составляющие погрешности установки являются полем рассеяния (допуска) случайных величин и, следовательно, могут суммироваться по правилу квадратного корня. Необходимо отметить, что погрешность установки ε_y возникает при установке заготовки в приспособление до обработки, т.е. до включения станка.

Погрешностью базирования называется отклонение фактически достигнутого положения заготовки при базировании от требуемого. При обработке заготовок в приспособлениях на станках с ЧПУ размеры получаются автоматически, при этом положение измерительной базы относительно настроенного на размер инструмента влияет на допуск выдерживаемого размера.

Измерительной базой называется база, используемая для определения относительного положения заготовки и средств измерения. Поскольку инструмент настраивается на размер относительно технологических баз приспособления, погрешность базирования представляет собой расстояние между предельными положениями измерительной базы относительно настроенного на размер инструмента. При совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования равна нулю (принцип совмещения баз). Следовательно, для сведения погрешности базирования к нулю необходимо совместить технологическую и измерительную базы.

Некоторые схемы базирования заготовок и возникающие при этом погрешностибазирования показаны на рис.2. При выполнении размера *h* (рис.2а) установочная и измерительная базы (поверхность А) совмещены.

Следовательно, $\varepsilon_{бh} = 0$. При выполнении размера *h1* установочной базой будет по- верхность *А*, а измерительной – поверхность *Б.* Поскольку в этом случае не соблюдаетсяпринцип единства баз, будет иметь место погрешность базирования, равная разности расстояний между предельными положениями измеритель ной базы: . При обработке мерным инструментом (например, пальцевой фрезой) паза шириной *b* погрешность ба- зирования равна нулю, так как погрешность размера *b* зависит только от ширины фрезы и возникает не в процессе установки заготовки, а в процессе обработки. При обработке наружной цилиндрической поверхности (рис. 2,б) погрешность базирования размера *D* равна нулю, так как в этом случае технологической базой будет центр оправки *О,* и ин- струмент настраивается от него на размер *D/2*. при установке заготовки по отверстию наоправку с зазором (рис. 2,в) погрешность базирования равна максимальному зазору ме- жду заготовкой и оправкой:

$$\varepsilon_{\sigma h1} = h_{max} - h_{min} = H_{max} - H_{min} = \delta H$$

При обработке мерным инструментом (например, пальцевой фрезой) паза шириной *b* погрешность базирования равна нулю, так как погрешность размера *b* зависит толькоот ширины фрезы и возникает не в процессе установки заготовки, а в процессе обработ- ки. При обработке наружной цилиндрической поверхности (рис. 2,б) погрешность базирования размера *D* равна нулю, так как в этом случае технологической базой будет центр оправки *О,* и инструмент настраивается от него на размер *D/2*. при установке заго- товки по отверстию на оправку с зазором (рис. 2,в) погрешность базирования равна максимальному зазору между заготовкой и оправкой:

$$\varepsilon_{бh} = h'' - h' = O_1O_2 = S_{max}\,.$$

Следовательно, для совмещения технологической и установочной баз необходимо ликвидировать зазор, что достигается применением жестких беззазорных (прессовых или конусных) или разжимных оправок.

При установке цилиндрической заготовки в призму с углом 90° (рис.2,г),

$$\varepsilon_{бh_1} = 1{,}21\delta D \text{ и } \varepsilon\delta_{бh} = 0{,}2\delta D_1\ ,$$

где δ – допуск на размер *D*.

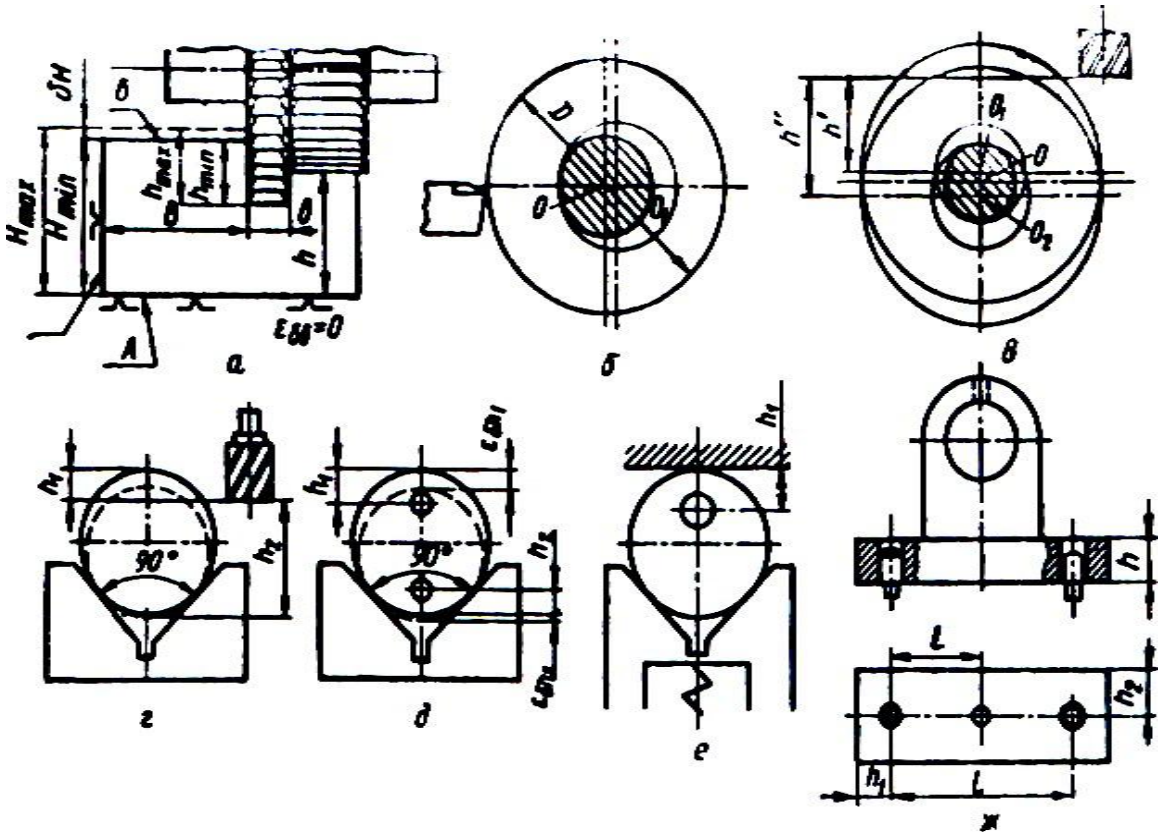


Рис.2 Схемы для определения погрешностей базирования

Следовательно, при обработке отверстия, размер до центра которого задан от на- ружной поверхности (рис. 2,д), целесообразно устанавливать заготовку таким образом, чтобы отверстие располагалось в нижней зоне. Для сведения к нулю погрешности бази- рования в этом случае необходимо установить заготовку верхней образующей на пло- скую поверхность и поджать снизу призмой (рис. 2,е). В этом случае технологическая и измерительная базы при выполнении раз- мера h_1 будут совмещены. При установке заго-товки по плоскости и двум отверстиям (рис. 2,ж) погрешность базирования при выпол- нении размеров l, h_1,h_2 будет равна $S_{1\ max}$, а при выполнении размера h будет равна ну- лю. Для сведения к нулю погрешности базирования необходимо ликвидировать зазор, что достигается применением конических подпружиненных пальцев (гладких и срезан- ных) или разжимных пальцев - цилиндрического и ромбического. При установке заго- товки в центрах погрешность базирования линейного размера от торца заготовки будет равна разности максимальной и минимальной глубин центрового отверстия. Для сведения к нулю погрешности базирования необходимо применять подпружиненный центр, при этом опорной базой будет не центровое гнездо, а торец заготовки.

Пример расчета погрешности базирования корпуса

Пример 1. Предложить схему базирования и установки заготовки корпусной детали при обработке ее на операции фрезерования с выполнением

технических тре- бований (рис. 3).

Решение.

Пользуясь эскизом детали, устанавливаем, что в качестве технологических баз, используя принцип совмещения баз, рационально выбрать следующиеповерхности: плоскость *А* основания, которая является конструкторской базой детали, и два отверстия (из четырех имеющихся), расположенных диагонально, для правильной угловой ориен- тации в процессе обработки.

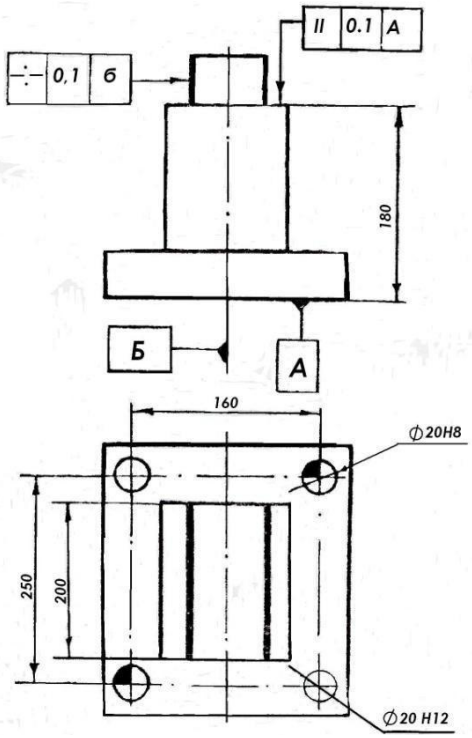


Рис.3. Чертеж детали

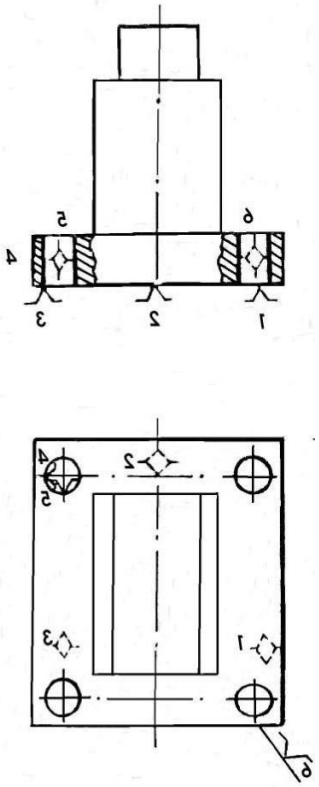


Рис.4. Схема базирования заготовки

Схема базирования заготовки (рис. 4): поверхность *А* – установочная база, лишает заготовку трех степеней свободы (опорные точки 1, 2, 3); поверхность одного из отверстий обеспечивает базирование по двум опорным точкам – перемещение вдоль двух взаимно перпендикулярных координат (двойная опорная база, точки 4, 5); другое отверстие по диагонали обеспечивает базирование с лишением заготовки одной степени свободы (6-я опорная точка).

В качестве установочных элементов используем плоскую поверхность *А*, поверхность одного из отверстий совмещаем с цилиндрическим пальцем по посадке с зазором, дру- гое отверстие - со срезанным пальцем (рис. 5).

Максимальный угловой перенос заготовки с установкой ее по плоскости и двум отверстиям может быть определен на основе схемы (рис.5) по формуле и в нашем случаеравен

$$tg\alpha \max = \frac{\mathrm{S\,max}}{\mathrm{L}}$$

Если учесть, что D_{max} = 20,033мм, а палец установочный 20d9 имеет минимальный диаметр d_{min} = 19,833 мм, то

$$S_{max} = D_{отв.max} - d_{пал.min} = 20{,}33 - 19{,}883 = 0{,}15 мм.$$

Расстояние между базовыми отверстиями, принятыми в качестве технологических баз,

$$L = \sqrt{250^2 + 160^2} = 296{,}82\ мм,$$

откуда

$$tg\alpha_{max} = \frac{0{,}15}{296{,}82} = 0{,}0005.$$

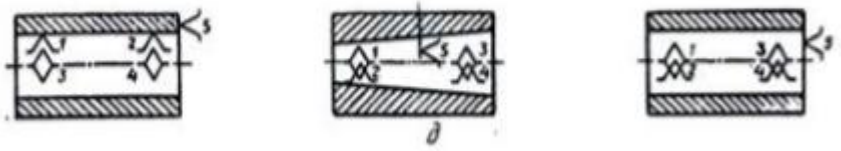
При длине обрабатываемой поверхности l=200 мм (см.рис.3) линейное смещение заготовки

$$x = l \cdot tg\alpha_{max} = 200 \cdot 0{,}0005 = 0{,}1 мм.$$

Таким образом, максимальное смещение заготовки при базировании по плоскости и двум отверстиям находится в доступных пределах и обеспечивает выполнение технических требований на операции фрезерования.

Задание:

Определить погрешность базирования втулки на жесткой оправке с зазором и упором в торец (рис. 7) при точении наружной цилиндрической поверхности диаметром D=65$_{-0,19}$ мм. Заданные размеры (в мм): $d_{опр}$=30$_{-0,03}$; $d_{отв}$=30$_{+0,13}$; l=50. Наружная поверхность партии заготовок предварительно обработана в размер D_3 =66$_{-0,3}$. Схема базирования приведена ниже.



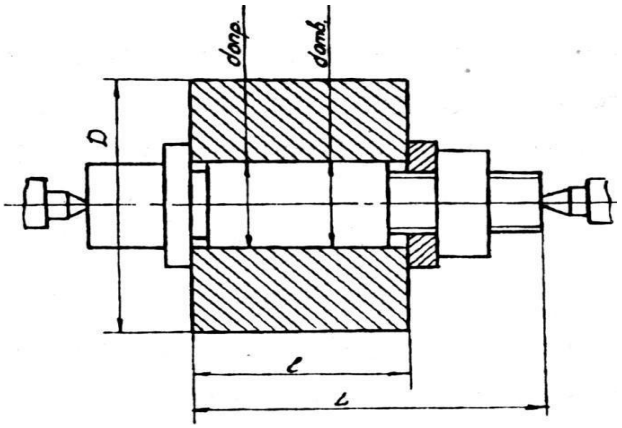


Рис.7 Схема для расчета погрешностей базирования втулки на жесткой оправке