

Уважаемые студенты!

Ниже представлена лекция. Вам необходимо:

1. Внимательно прочесть лекционный материал.
2. Законспектировать лекцию, выделяя основные понятия и определения, конспект должен составлять не менее 3-4 страниц тетради.
3. Ответить на вопросы письменно в конце законспектированной лекции.
4. Законспектированную лекцию и ответы на вопросы переслать на адрес электронной почты преподавателя по окончании недели [igvnovikov@mail.ru](mailto:igvnovikov@mail.ru).

В случае возникновения вопросов в течении времени вашей пары можно обратиться к преподавателю on-line или по телефону 072-162-7772.

### **Погрешности базирования и закрепления заготовок**

**Цель:** Изучить погрешности базирования и закрепления заготовок

#### **План**

1. Погрешность установки заготовки
2. Погрешность базирования
3. Погрешность закрепления

В процессе обработки заготовки возникают отклонения от геометрической формы и размеров, заданных чертежом, которые должны находиться в пределах допусков, определяющих наибольшие допустимые значения погрешностей размеров и формы заготовки или детали. Окончательная, или суммарная, погрешность складывается из первичных погрешностей, которые образуются из погрешностей установки заготовки, настройки станка и самой обработки.

*Погрешность установки заготовки  $\varepsilon_y$*  возникает при установке заготовки непосредственно на станке или в приспособлении и складывается из погрешностей базирования  $\varepsilon_b$  и погрешности закрепления  $\varepsilon_3$ . Погрешность настройки станка  $\Delta_n$  и погрешность обработки  $\Delta_{об}$  возникают при установке режущего инструмента на

размер или при установке упоров и копиров, а также непосредственно в процессе обработки. Два последних вида погрешностей рассмотрены в гл. I и поэтому здесь приведены как составляющие окончательной погрешности, характеризующие условия обеспечения заданной точности того или иного размера обрабатываемых заготовок.

Погрешность установки  $\varepsilon_y$  как суммарная погрешность базирования и закрепления обрабатываемой заготовки в ряде случаев значительно влияет на точность размеров и взаимного положения поверхностей детали. Погрешности  $\varepsilon_y$  возникают в результате таких причин, как неточности формы базовых поверхностей, попадание стружки и т. п.

*Погрешность базирования  $\varepsilon_b$*  возникает в результате базирования заготовки в приспособлении по технологическим базам, не связанным с измерительными базами. При базировании по конструкторской основной базе, являющейся и технологической базой, погрешность базирования не возникает. Погрешности базирования можно определять расчетом геометрических связей принятой схемы базирования. Погрешности  $\varepsilon_b$  возникают и при зажатии под действием сил зажатия, контактных деформаций заготовки и упругих деформаций приспособления.

*Погрешность закрепления  $\varepsilon_z$*  образуется из погрешностей, возникающих до приложения силы зажатия и при зажатии. При работе на предварительно настроенных станках режущий инструмент, а также упоры и копиры устанавливаются на размер от установочных поверхностей приспособления до приложения нагрузки, поэтому сдвиг установочных баз приводит к погрешностям закрепления. Погрешности закрепления определяют расчетным и опытным путем для каждого конкретного способа закрепления заготовок (значения их приводят в справочных таблицах).

Для приближенного определения допустимой погрешности базирования можно пользоваться формулой

$$\varepsilon_{\text{б.дон}} \leq \delta - \Delta,$$

где  $\delta$  — допуск на размер;  $\Delta$  — погрешность размера; примерные значения величины  $\Delta$  для некоторых видов обработки приведены в табл. 1. Действительная погрешность базирования должна быть всегда меньше допустимой:

$$\varepsilon_{\bar{b}} \leq \varepsilon_{\bar{b}.доп.}$$

Рассмотрим, как рассчитывают действительные погрешности базирования при установке а) на плоскость, б) по наружной цилиндрической поверхности на призму и в) по отверстию на палец.

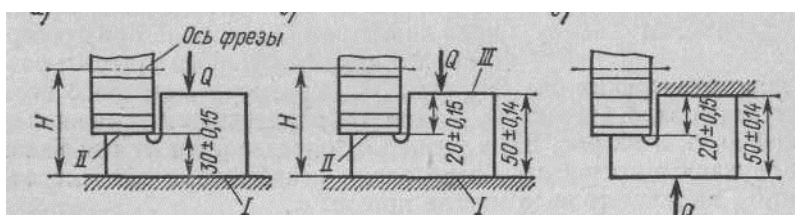


Рис.17

На рис.17 приведена схема базирования обрабатываемой заготовки при фрезеровании с установкой на плоскость. На рис. 17, а плоскость I является измерительной базой и используется как установочная база, поэтому погрешность базирования не входит в суммарную погрешность, возникающую при фрезеровании в размер  $30 \pm 0,15$  мм.

На рис. 17, б измерительной базой является плоскость III, а плоскость I является установочной базой. В этом случае погрешность базирования неизбежна, так как при неизменном настроенном размере  $H$  размер обрабатываемой поверхности II колеблется в пределах допуска на размер 50 мм, полученный при обработке на

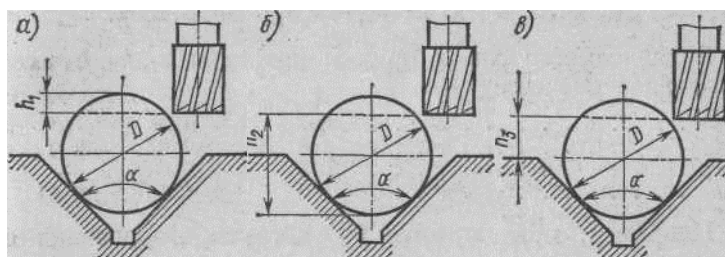


Рис.18

предыдущей операции. Следовательно, погрешность базирования будет соответствовать допуску на этот размер или  $\varepsilon_{\delta} = 0,28$  мм.

Таким образом, при фрезеровании размера  $20 \pm 0,15$  мм на погрешность настройки и обработки остается  $0,3 - 0,28 = 0,02$  мм, что является недостаточным, поэтому необходимо или исключить погрешность базирования, или произвести перерасчет допусков, установленных чертежом. Так как увеличить допуск на размер 20 мм без специального разрешения нельзя, то для уменьшения погрешностей базирования следует уменьшить допуск на размер 50 мм ( $\delta_{50}$ ), приняв  $\delta_{50} = \delta_{20} - \Delta$  (где для размера 20 мм  $\Delta = 0,1$  мм). Тогда  $\delta_{50} = 0,3 - 0,1 = 0,2$  мм, т. е. размер 50 мм следует указать с допуском  $\pm 0,1$  мм. На рис. 17, в измерительная и установочная базы совмещаются, поэтому погрешность базирования размера 20 мм отсутствует.

На рис.19 приведены схемы установки вала диаметром  $D$  в призме при фрезеровании паза, размер

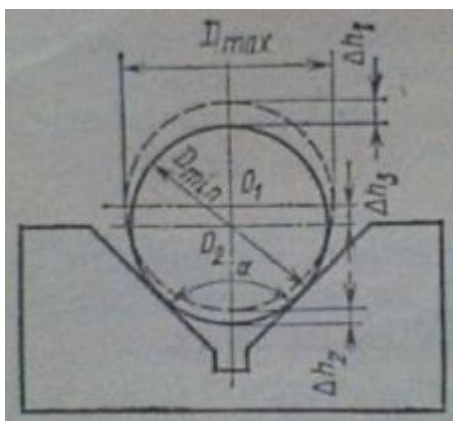


Рис.19

которого задан от различных конструкторских баз. На рис.18, а размер  $h_1$  связан с верхней образующей вала. На рис.18, б размер  $h_2$  определяется от нижней образующей вала, а на рис.18, в размер  $h_3$  определяется от оси вала. Во всех случаях погрешность базирования неизбежна и зависит от допуска  $\delta_D$  на диаметр вала и угла призмы  $\alpha$ .

Для расчета погрешностей базирования предположим, что на призме установлен вал с наибольшим предельным диаметром  $D_{\max}$  и наименьшим

предельным диаметром  $D_{min}$  (рис.19); тогда величины  $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3$  будут характеризовать погрешности базирования для каждой схемы:

$$\varepsilon_{\sigma_1} = \Delta h_1 = \delta_D (1 + \sin \alpha / 2) / (2 \sin \alpha / 2);$$

$$\varepsilon_{\sigma_2} = \Delta h_2 = \delta_D (1 - \sin \alpha / 2) / (2 \sin \alpha / 2);$$

$$\varepsilon_{\sigma_3} = \Delta h_3 = \delta_D / (2 \sin \alpha / 2).$$

Обозначив в правой части каждого уравнения выражения, не содержащие  $\delta_D$ , соответственно коэффициентами  $k_1, k_2$  и  $k_3$ , получим

$$\varepsilon_{\sigma_1} = \Delta h_1 = k_1 \delta_D; \quad \varepsilon_{\sigma_2} = \Delta h_2 = k_2 \delta_D; \quad \varepsilon_{\sigma_3} = \Delta h_3 = k_3 \delta_D.$$

В зависимости от угла  $\alpha$  призмы коэффициенты  $k_1, k_2, k_3$  имеют следующие значения:

$\alpha$ .....	$60^\circ$	$90^\circ$ <sup>a</sup>	$120^\circ$	$180^\circ$
$k_1$ .....	1,5	1,21	1,07	1,0
$k_2$ .....	0,5	0,2	0,08	—
$k_3$ .....	1,0	0,7	0,58	0,5

Например, при угле призмы  $90^\circ$  погрешности базирования составляют:

$$\varepsilon_{\sigma_1} = 1,21 \delta_D; \quad \varepsilon_{\sigma_2} = 0,2 \delta_D; \quad \varepsilon_{\sigma_3} = 0,7 \delta_D.$$

Рассмотрим пример базирования обрабатываемой заготовки по отверстию. При установке обрабатываемых заготовок на оправку или палец возникают погрешности базирования из-за зазора. При установке обрабатываемых заготовок на оправку или палец с натягом погрешность базирования в радиальном направлении отсутствует.

На рис.20 приведена схема установки на жесткую оправку заготовки для обработки наружных поверхностей. Конструкторской базой является ось отверстия заготовки, а установочной — цилиндрическая поверхность отверстия детали и торец.

Конструкторская база (ось отверстия) при наличии зазора может смещаться относительно

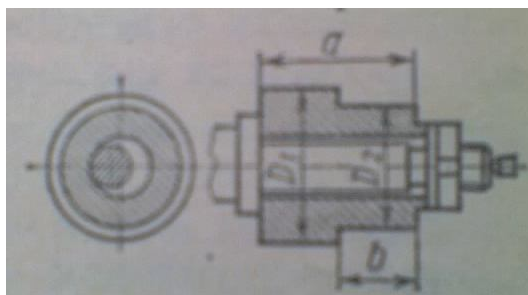


Рис.20

оси оправки на размер эксцентриситета, равный половине зазора. В результате несовпадения конструкторской и установочной баз возникает биение наружной поверхности относительно внутренней, являющееся погрешностью базирования. Размер биения, или погрешность базирования, равен удвоенному размеру эксцентриситета. Тогда

$$\varepsilon_{D_2} = \varepsilon_{D_1} = S_{\max} = S_{\min} + \delta_A + \delta_B,$$

где  $\varepsilon_{D_2}, \varepsilon_{D_1}$  — биение по диаметрам  $D_2$  и  $D_1$  ступеней заготовки;  $S_{\max}, S_{\min}$  — максимальный и минимальный зазоры;  $\delta_A, \delta_B$  — допуски соответственно на диаметр отверстия и оправки.

Погрешности базирования при получении линейных размеров  $a$  и  $b$  составят:

$$\varepsilon_a = 0; \varepsilon_b = \delta_a,$$

так как установочные и измерительные базы для размера  $a$  совместились, а для размера  $b$  не совместились.

Погрешности, возникающие при установке заготовок, влияют на точность взаимного расположения поверхностей, а так как каждая готовая деталь имеет комплект черновых и обработанных поверхностей, то для взаимной увязки этих двух комплектов поверхностей необходимо строго выполнять основные положения выбора баз. Основной предпосылкой увязки комплектов черновых и обработанных поверхностей является условие выбора черновой установочной базы. Такими базами могут служить поверхность или совокупность поверхностей, относительно которых при первой операции обрабатывают поверхности, используемые при последующих операциях в качестве базующих. Таким образом, черновая база всегда должна использоваться для обработки установочных баз.

В качестве черновых баз у заготовок, обрабатываемых по всем поверхностям, следует принимать поверхности с наименьшими припусками. Не следует принимать за черновые базы поверхности разъема, а также неровные поверхности

со следами от прибылей, литников и другими дефектами.

Чистовые базы следует выбирать так, чтобы чистовые установочные базы были конструкторскими. Это исключает погрешности базирования. Чистовые базы должны иметь наибольшую точность формы и размеров и малую шероховатость поверхности; этому требованию удовлетворяют основные и вспомогательные базы заготовки, которые, как правило, и используют в качестве установочных. Установочные базы должны обладать наибольшей устойчивостью при базировании и обеспечивать наименьшие деформации заготовки от зажатия и воздействия силы резания. При выборе чистовых баз необходимо стремиться к тому, чтобы обработку поверхностей на всех операциях (установках) осуществлять с использованием одних и тех же установочных баз. Это требование называется *принципом постоянства баз*.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое погрешность установки заготовки?
2. Что такое погрешность базирования?
3. Что такое погрешность закрепления?