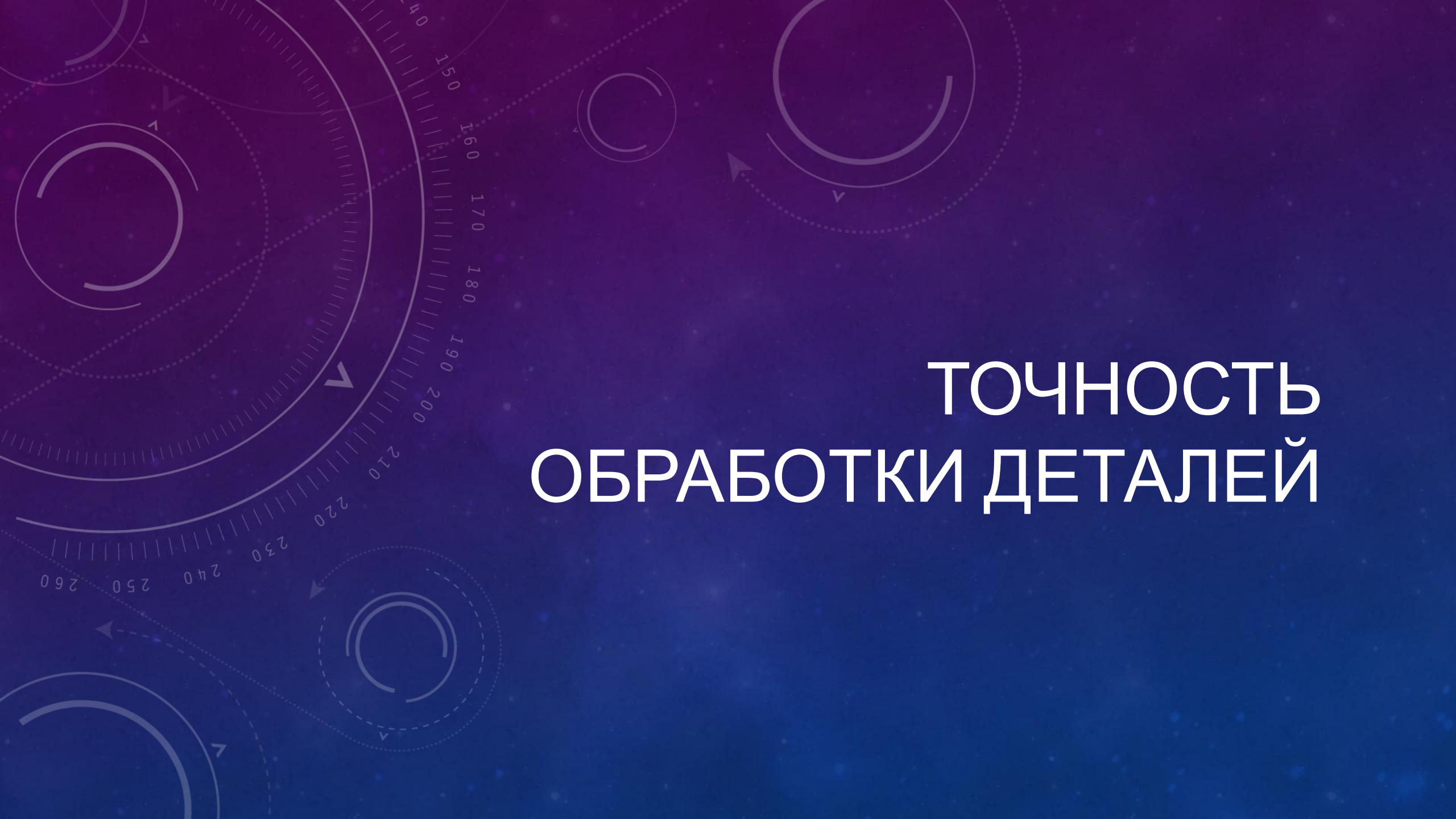


The background is a dark blue gradient with faint, light blue technical drawing elements. On the left, there are several circular scales with degree markings (140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260) and curved arrows indicating rotation. On the right, there are more circular elements, some with dashed lines and arrows, suggesting mechanical components or measurement paths.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

- **Точность** – основная характеристика деталей машин или приборов. Абсолютно точно изготовить деталь невозможно, так как при ее изготовлении возникают погрешности, вызванные целым рядом факторов.
- **Точность детали, полученная в результате обработки, определяется:**
 - отклонением от геометрической формы детали или ее отдельных элементов;
 - отклонением действительных размеров детали от номинальных;
 - отклонением поверхностей и осей детали от точного взаимного расположения (отклонение от параллельности, перпендикулярности, концентричности).

Под точностью детали понимается ее соответствие требованиям чертежа:

- по размерам;
- геометрической форме поверхностей;
- взаимному расположению поверхностей;
- шероховатости.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

- ГОСТ 25346-2013 (ISO 286-1:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки.
- ГОСТ 25347-2013 Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов.
- ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

- **Интервалы размеров.** В ГОСТ 25346-2013 диапазон размеров до 3150 мм разбит на 21 интервал таким образом, чтобы табличный допуск, посчитанный по среднему размеру интервала, отличался от допусков для крайних размеров не более чем на 5...8 %.
- **Температурный режим.** Все отклонения в стандартах на допуски и посадки рассчитаны на условия контроля деталей при нормальной температуре (+20°C). Для особо точных деталей контроль проводят в специальных помещениях. В остальных случаях следят лишь за тем, чтобы температура детали и измерительного средства в момент проверки была одинаковой.
- **Основные отклонения.** Посадки различного характера в системе отверстия или вала получают изменением расположения поля допуска сопрягаемой детали.

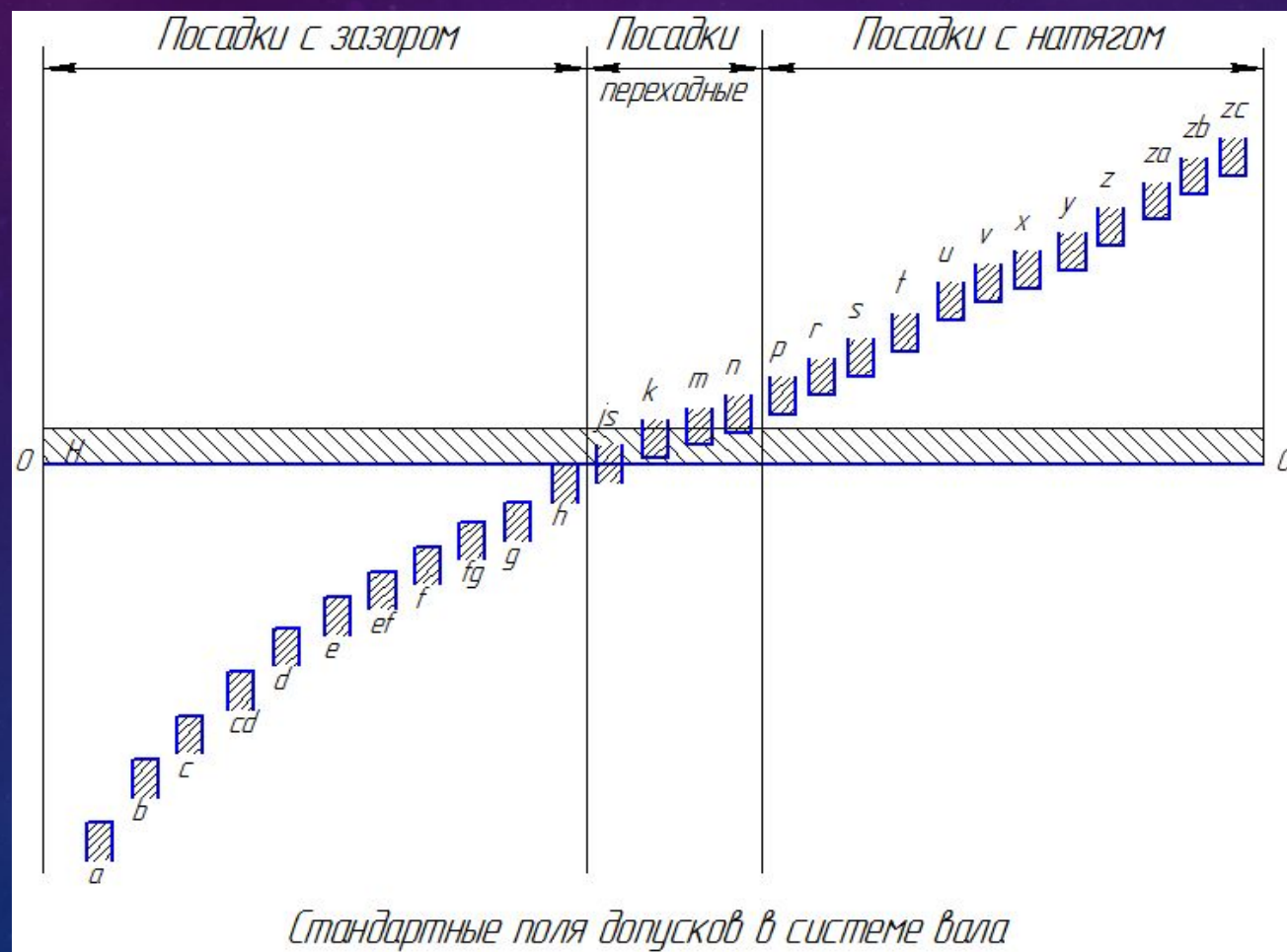
Это расположение определяется основным отклонением, за которое из двух предельных принимают ближайшее к нулевой линии. Основные отклонения обозначают буквами латинского алфавита (заглавными для отверстий, строчными для валов).

Числовые значения основных отклонений каждого обозначения не зависят от качества, но изменяются от интервала к интервалу номинальных размеров.

Условные обозначения любых отдельных полей допусков состоят, таким образом, из сочетания буквы (основное отклонение) и номера качества (величина допуска), например, *h5, H5, F7, b12, G4* т. д.

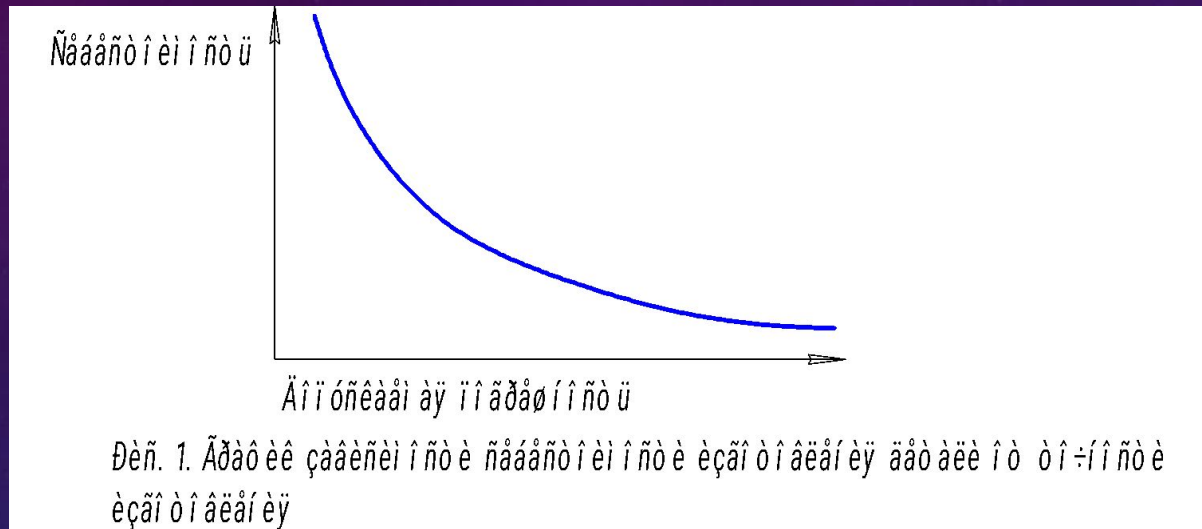
ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

- Стандартные поля допусков для образования посадок получены за счет изменения величины и знака основного отклонения. Для обозначения нулевого основного отклонения у отверстий принята буква H , у валов h . Основным отклонениям посадок с зазором присвоены буквы a (A)... g (G), переходных посадок – js (Js)... n (N), посадок с натягом – p (P)... z (Z).



ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

- Трудоемкость и себестоимость обработки деталей в значительной мере зависят от требуемой точности и с повышением точности (при неизменных прочих условиях) увеличиваются.



В массовом и крупносерийном производстве требуемая точность обработки достигается главным образом настройкой станков.

В мелкосерийном и единичном производстве высокая точность достигается применением дополнительных операций и путем использования исполнителей работы более высокой квалификации.

Точность заготовок, методы предварительной и окончательной механической обработки, методы термической обработки значительно влияют на точность окончательно обработанной детали.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Так как точность обработки в производственных условиях зависит от многих факторов, обработку на станках ведут не с достижимой, а с так называемой экономической точностью.

Под экономической точностью механической обработки понимают такую точность, которая достигается в нормальных производственных условиях, предусматривающих работу на исправных станках с применением необходимых приспособлений и инструментов, и нормальной квалификации рабочих.

Под достижимой точностью понимают такую точность, которую можно достичь при обработке в особых, наиболее благоприятных условиях, высококвалифицированными рабочими, при значительном увеличении затрат времени, не считаясь с себестоимостью обработки.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Факторы, влияющие на точность обработки на металлорежущих станках:

1. Неточность оборудования (неточность изготовления и сборки, зазоры в подшипниках или направляющих, овальность шеек подшипников, износ ходовых винтов, нарушение взаимной параллельности или перпендикулярности осей и т.д.)
2. Степень точности изготовления режущего и вспомогательного инструмента и его изнашивание во время работы;
3. Неточность установки инструмента и настройки станка на размер;
4. Погрешность базирования и установки детали в приспособление;
5. Деформации деталей станка, обрабатываемой детали и инструмента под влиянием сил резания вследствие недостаточной жесткости системы СПИД;
6. Тепловые деформации обрабатываемой детали, узлов станка и инструмента;
7. Качество поверхности (геометрия и шероховатость) детали после механической обработки, которое может внести погрешность при измерении;
8. Ошибки измерений вследствие недостаточной точности измерительного инструмента, влияние температуры окружающей среды и самой детали;
9. Ошибки исполнителя.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

1. Неточность оборудования

Точность станков в ненагруженном состоянии называется геометрической точностью станка.

Точность станка зависит главным образом от точности изготовления основных деталей и узлов станка и их сборки. Величина погрешности станка определяется путем проверки станка на технологическую точность. Проверку производят при помощи приспособлений с индикаторами, точных линейек, оправок, уровней и других средств измерения.

Нормы точности и методы проверки станков регламентированы стандартами (ГОСТами) в зависимости от класса точности станка.

Для токарных и фрезерных станков нормальной точности в ненагруженном состоянии:

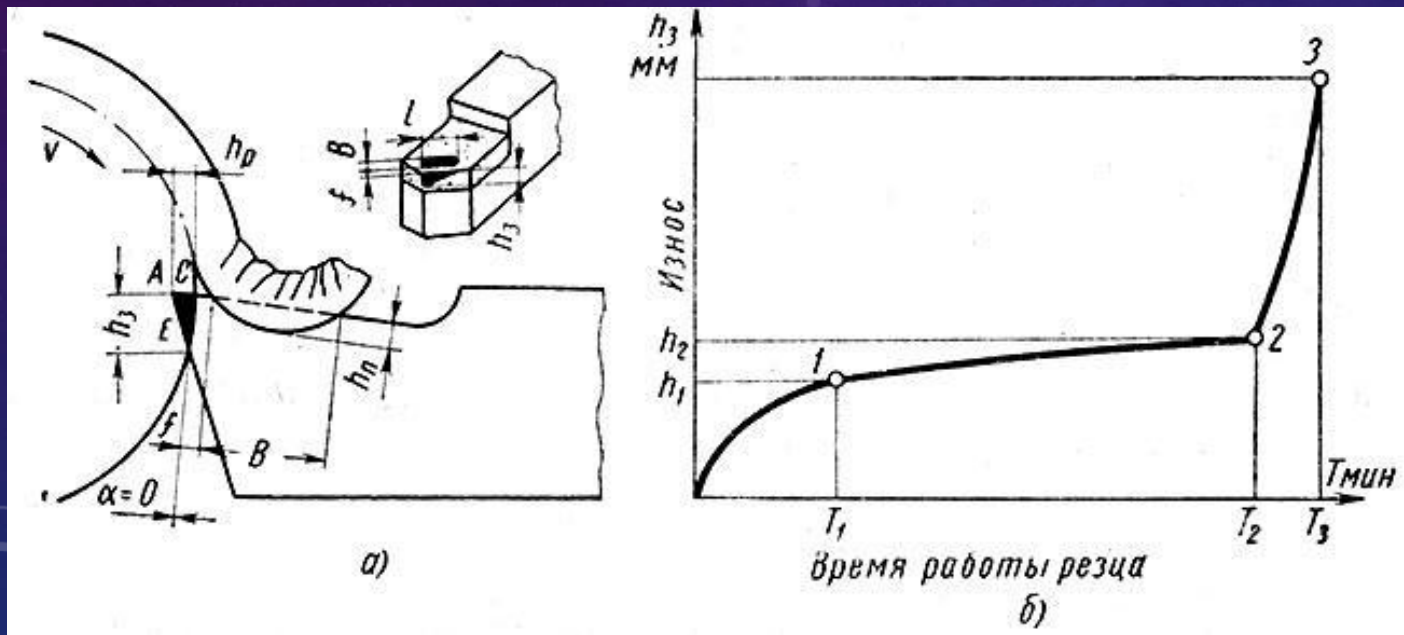
- радиальное биение шпинделей допускается не более 0,01...0,015 мм;
- торцевое биение шпинделей не более 0,01...0,02 мм;
- биение конического(посадочного) отверстия на длине оправки 300 мм – до 0,025 мм;
- погрешность прямолинейности направляющих токарных станков на длине 1000 мм не более 0,02 мм.
- параллельность продольных направляющих столов фрезерных станков на длине 1000 мм не более 0,04 мм
- Погрешности станков полностью или частично переносятся на обрабатываемую деталь.
- Станки для особо точных операций(например, для расточки взаимозаменяемых вкладышей ДВС, для обработки деталей топливной аппаратуры) должны находиться в термоконстантных помещениях для снижения влияния колебаний температуры окружающей среды.
- С течением времени эксплуатации станка увеличиваются зазоры в подшипниках, изнашиваются направляющие, что приводит к полной или частичной потере геометрической точности. Для восстановления точности оборудования проводится наладка и ремонт оборудования.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

2. Неточность и износ режущего инструмента.

Инструмент, как и всякое другое изделие, не может быть изготовлен с абсолютно точными размерами, и некоторые погрешности при его изготовлении неизбежны. Эти погрешности часто переносятся на изготавливаемую деталь. допускаемая неточность инструмента регламентируется стандартами.

Значительно большее влияние на точность обработки оказывают погрешности инструмента, связанные с его износом. При обработке заготовки резцом износ происходит по задней грани, что вызывает удаление вершины резца от центра вращения и соответственно приводит к увеличению радиуса обточки. В практической деятельности технолог руководствуется типовыми нормами износа и стойкости инструмента, устанавливая допустимую величину износа.



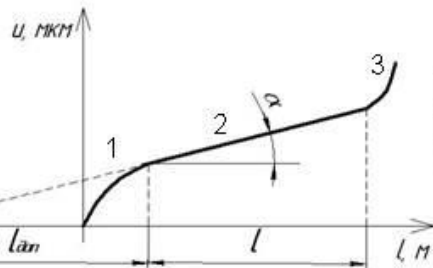
I – период начального износа (приработки) (от 500 до 2000 м);

II – период нормального износа. Величина износа пропорциональна пути резания (до 50 км при точении среднеуглеродистых сталей твердым сплавом);

III – период катастрофического износа. Дальнейшая эксплуатация инструмента недопустима.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Погрешности от размерного износа режущих инструментов



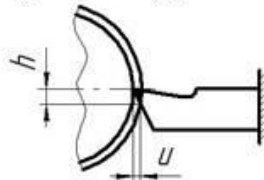
Погрешности, возникающие в результате размерного износа режущих инструментов

В условиях нормального износа связь величины размерного износа с длиной пути резания определяется соотношением

$$u = \frac{u_0 l}{1000}$$

Участок приработки можно заменить некоторой дополнительной длиной пути резания $l_{доп}$. Эту длину часто принимают равной 1000 м. И с учетом $l_{доп}$ величину размерного износа можно определять по соотношению

$$u = \frac{u_0 (l + l_{доп})}{1000}$$



$$l = \frac{\pi \cdot D}{1000} \cdot \frac{l_0}{s}$$

При точении длина пути резания l определяется соотношением

Приращение размера может происходить в связи с возрастанием силы P_y и, как следствие, в возрастании упругого отжатия.

$$l = \frac{l_n \cdot B}{1000 \cdot z \cdot s_z}$$

При фрезеровании

где:

u – величина замеренного износа инструмента, мкм;

u_0 – величина относительного (удельного) износа, мкм/км.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

4. Погрешность установки базирования.

Погрешность установки (ε_y) определяется суммой погрешности базирования ($\varepsilon_{\bar{o}}$) и погрешности закрепления (ε_z).

Погрешность базирования возникает вследствие несовпадения установочной базы с измерительной. Эта погрешность определяется разностью наибольшего и наименьшего расстояния измерительной базы до режущей кромки инструмента, настроенного на размер.

Погрешность закрепления возникает вследствие смещения заготовки под действием силы зажима. При обработке плоских поверхностей можно принять, что вектор погрешности базирования и закрепления направлены на одну точку. В этом случае погрешность установки равна сумме погрешности базирования и закрепления.

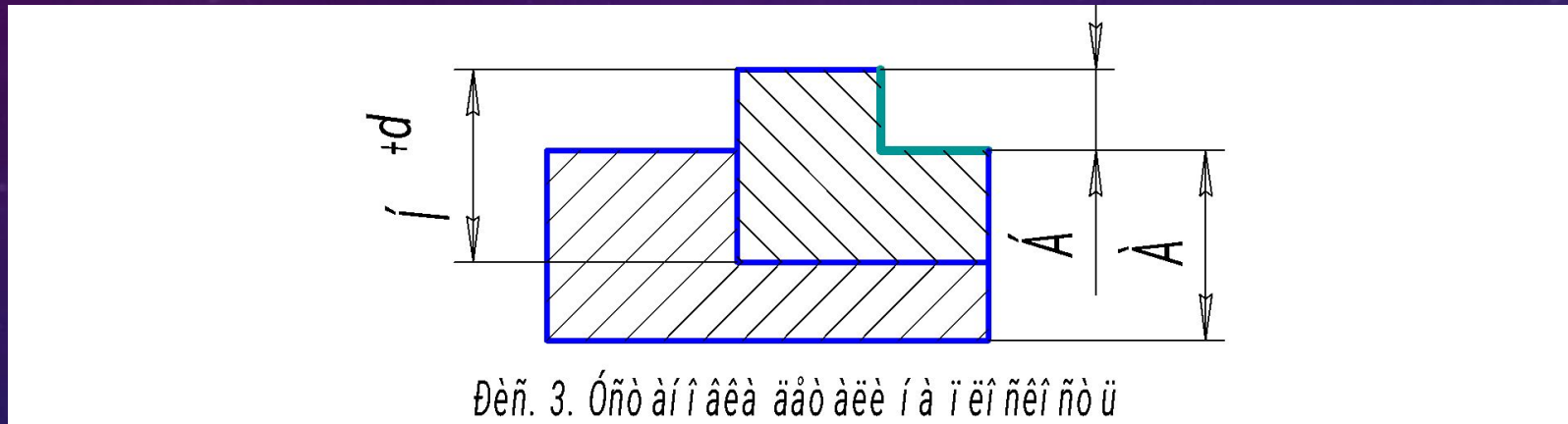
$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\bar{o}} + \varepsilon_z$$

При обработке поверхностей тел вращения вектора могут иметь разное направление. Погрешность установки в этом случае можно принять как среднеквадратичную величину каждой из них:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\bar{o}}^2 + \varepsilon_z^2}$$

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

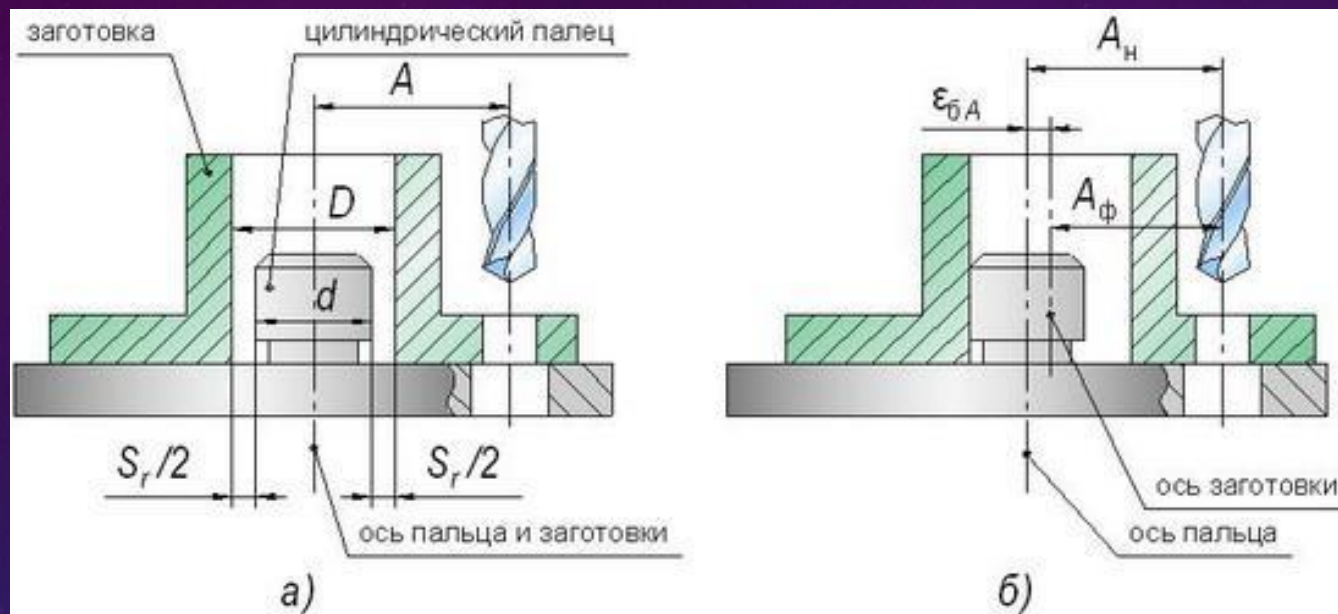
При установке детали на плоскость погрешность базирования по отношению к размеру A равна 0, так как измерительная и установочная базы совпадают.



Погрешность базирования по отношению к размеру B равна δ , величине допуска на размер H .

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Схема базирования на крупный палец



При установке детали отверстием на цилиндрическую поверхность следует учитывать смещение измерительной базы в направлении выдерживаемого размера. При использовании самоцентрирующейся оправки (цанги), погрешность базирования равна 0.

$$\epsilon_{6A} = 0$$

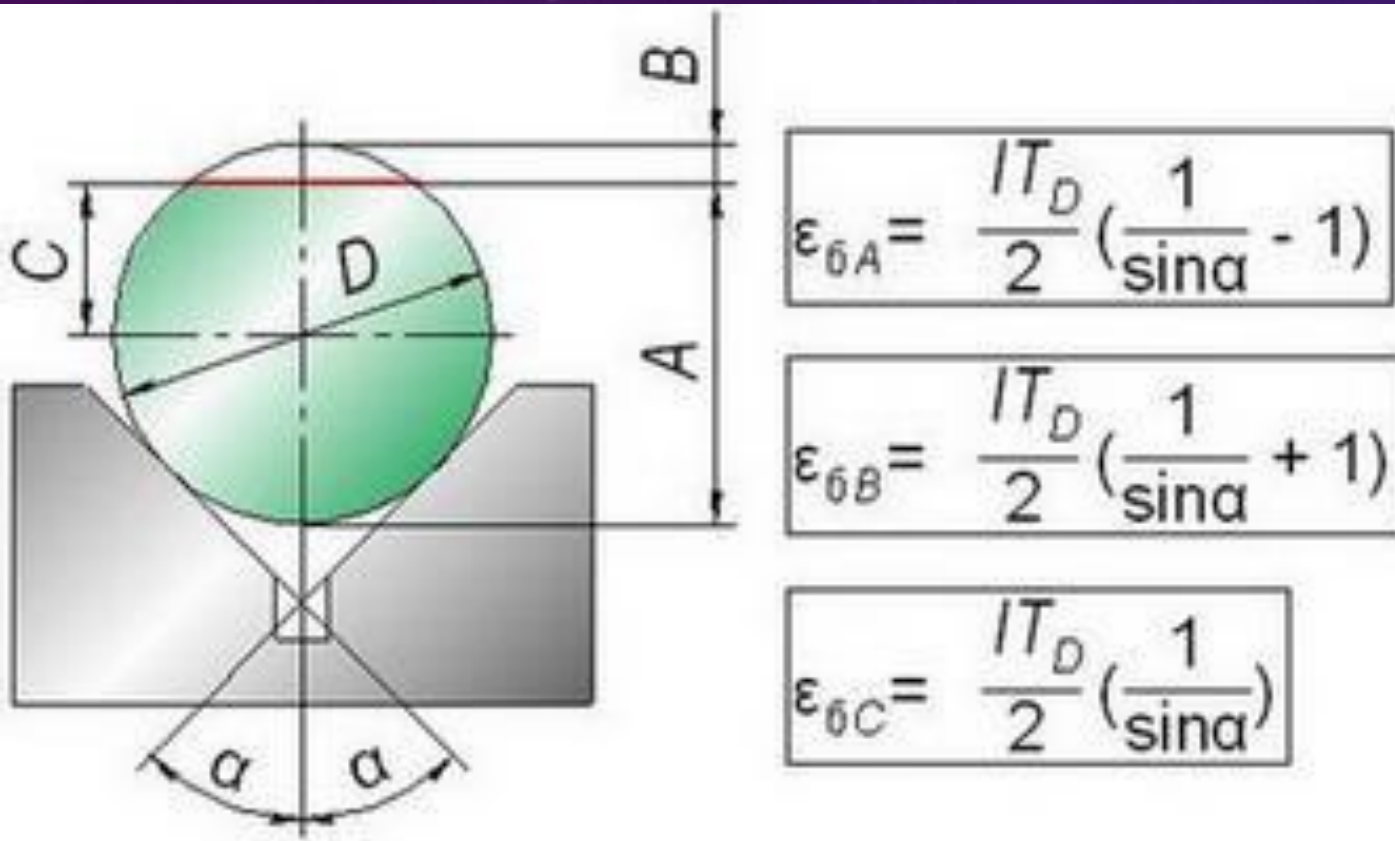
$$\epsilon_{6A} = S_r + \frac{IT_D}{2} + \frac{IT_d}{2},$$

где S_r - гарантированный зазор (при посадке Н/н: $S_r = 0$);
 IT_D - допуск на отверстие заготовки;
 IT_d - допуск поверхности пальца.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Величину погрешности базирования ϵ_{δ} при несовпадении измерительной и установочной баз можно определить путем расчета исходя из геометрических зависимостей элементов схемы установки, принятой для базирования детали.

Так для определения погрешности базирования вала на призме при фрезеровании лыски получается формула:



где, α — угол установочной призмы;
 IT_D — допуск на размер вала диаметром D

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

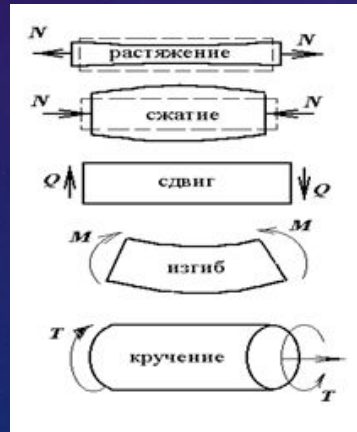
5. Деформация обрабатываемой детали, инструмента узлов станка под действием сил резания. Жесткость системы СПИД.

Под действием сил резания и зажатия происходит деформация обрабатываемой детали, узлов станка и инструмента, что приводит к появлению отклонений формы детали (конусность, овальность, бочкообразность).

Одно из основных направлений снижения отклонений геометрической формы это увеличение жесткости системы.

Жесткость системы - ее способность оказывать сопротивление силам, стремящимся ее деформировать.

Жесткость системы СПИД выражается отношением радиальной составляющей P_y – силы резания к величине смещения режущей кромки инструмента.



$$j_c = \frac{P_y}{y}, (\text{н} / \text{мм})$$

где, J_c – жесткость системы в н/мм;
 P_y – радиальная составляющая
силы резания, Н;
 y – смещение режущей кромки
инструмента по
нормали к обрабатываемой
поверхности, мм.

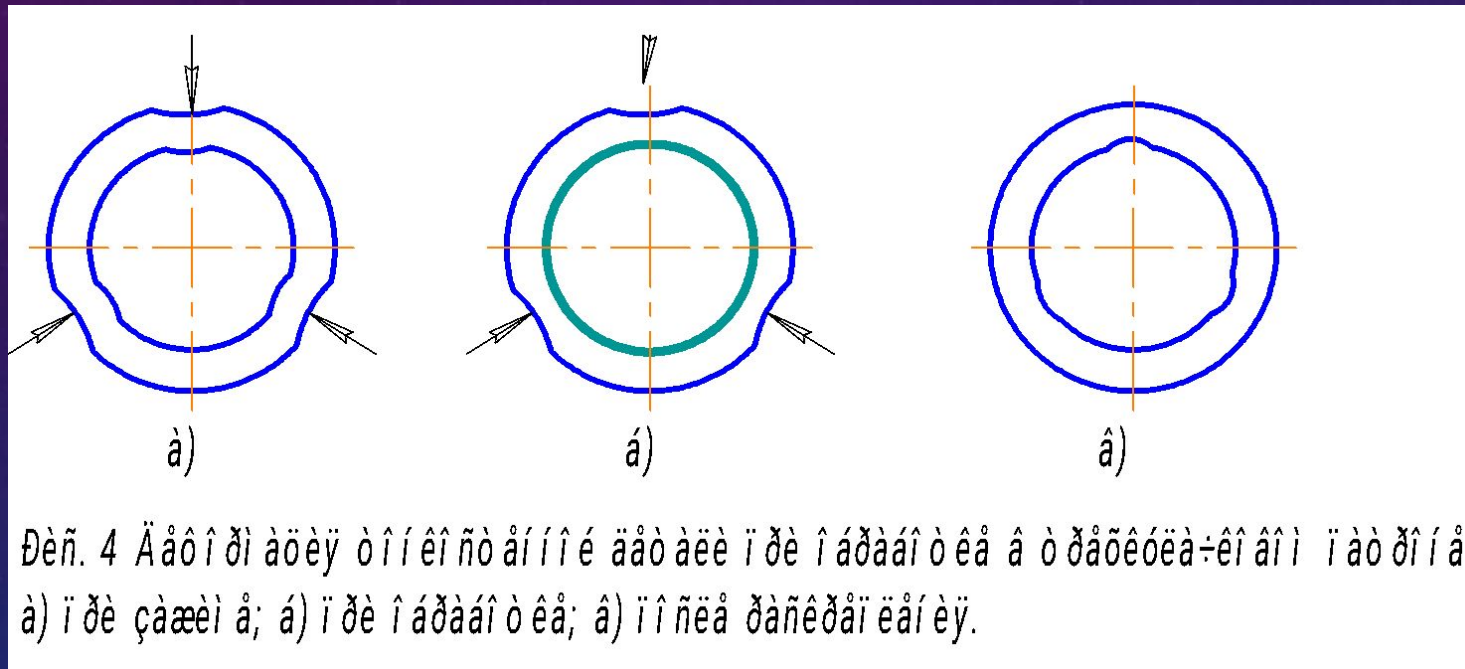
Жесткость системы повышается применением дополнительных устройств.

Для круглошлифовальных и токарных станков возможно применение подвижных и неподвижных люнетов.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

6. Деформации, возникающие при закреплении детали.

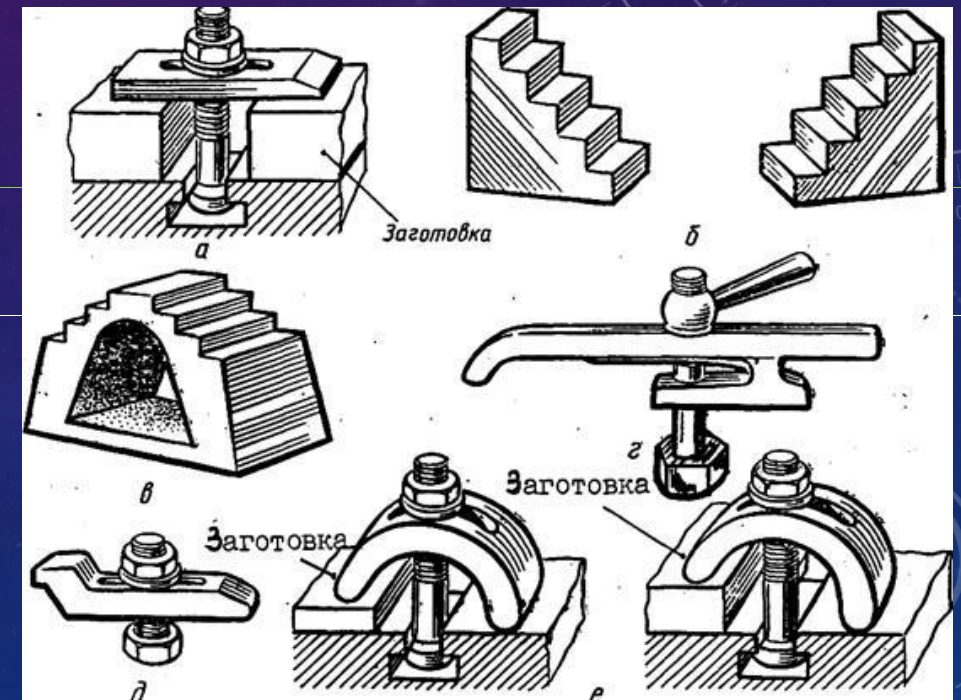
На точность обработки в значительной мере влияют силы, действующие при закреплении детали. Особенно это характерно для тонкостенных деталей типа колец, гильз, втулок при обработке в трех кулачковом патроне.



Деформированное после зажатия в трех кулачковом патроне кольцо, после обработки имеет правильную геометрическую форму, но после снятия усилия зажатия возникают искажения в местах приложения сил.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

6. Деформации, возникающие при закреплении плоских деталей.



ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Основные принципы закрепления деталей.

Основные требования к закреплению детали в приспособлении сводятся к следующему:

1. Сила зажима не должна смещать деталь с установочных элементов;
2. Сила зажима должна быть минимальной, чтобы не деформировать деталь, и вместе с тем достаточной, чтобы обеспечить надежность крепления.
3. Зажимное устройство должно быть быстродействующим, по возможности простым по конструкции, удобным в работе.

При разработке конструкции приспособления необходимо учитывать:

- 1 – сила зажима должна быть приложена против опорных точек;
- 2 – сила зажима, по возможности, должна совпадать по направлению с направлением силы тяжести;
- 3 – сила зажима должна быть направлена в сторону основного усилия резания;
- 4 – точки опоры должны быть расположены, как можно ближе к обрабатываемой поверхности.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Организационно-технические решения обеспечения качества деталей.

К организационно-техническим решениям обеспечения качества деталей относятся:

- периодический контроль оборудования;
 - периодический контроль оснастки и средств контроля;
 - контроль соблюдения технологической дисциплины изготовления деталей;
 - периодическое проведение «Дней качества» или организация «Кружков качества»
-

• СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ