Обеспечение заданной точности обработки детали

Точностной расчёт приспособления

Условие обеспечения заданной точности в зависимости от схемы базирования и закрепления обрабатываемой детали

$$\xi_{ф} \leq \xi_{доп} \qquad 1$$

$\xi_{ф}$ - фактическая погрешность установки заготовки в приспособление

$\xi_{доп}$ - допустимая погрешность установки заготовки в приспособление

Фактическая погрешность установки заготовки в приспособление

$$\xi_{ф} = \sqrt{\xi_{б}^{2} + \xi_{з}^{2}}$$ 2

$\xi_{б}$ - погрешность базирования заготовки в приспособлении

$\xi_{з}$ - погрешность закрепления заготовки в приспособлении

Условие обеспечения заданной точности в зависимости от допуска выполняемого размера

$$\Delta \leq T \qquad 3$$

Δ - общая погрешность обработки

T - допуск выполняемого размера

Суммарная погрешность выполняемого технологического размера

$$\Delta = \sqrt{\xi^2 + \Delta_y^2 + \Delta_m^2 + \Delta_u^2 + \Delta_н^2} + \Delta_{пр}$$ 4

ξ - погрешность установки заготовки в приспособлении;

Δ_y - погрешность, связанная с наличием упругих деформаций при установке детали;

Δ_m - погрешность, связанная с температурными деформация ми при обработке детали;

Δ_u - погрешность, связанная с износом инструмента в процессе обработки;

$\Delta_н$ - погрешность настройки станка на выполняемый размер;

$\Delta_{пр}$ - погрешность, связанная с приспособлением для установки заготовки.

Из условия обеспечения заданной точности в зависимости от допуска выполняемого размера

$$\sqrt{\xi^2 + \underbrace{\Delta_y^2 + \Delta_m^2 + \Delta_u^2 + \Delta_н^2}_{\tau^2}} + \Delta_{пр} \le T \qquad 5$$

τ^2 - погрешности выполняемого размера , связанные с методом обработки

T - допуск выполняемого размера

Из зависимости 5:

$$\sqrt{\xi^2+\tau^2}+\Delta_{пр}\le T$$

Отсюда:

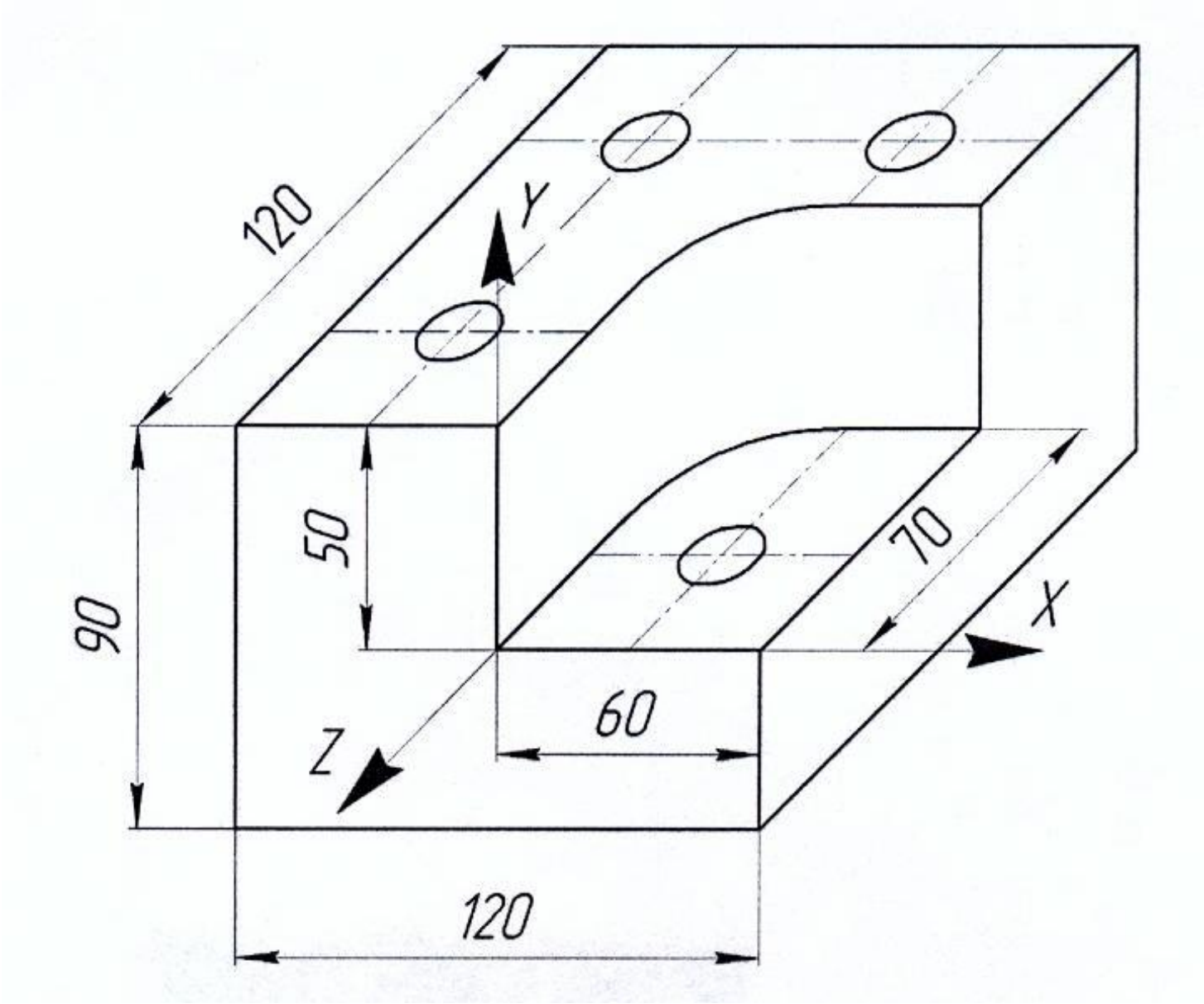
$$\xi_{доп}\le\sqrt{\left(T-\Delta_{пр}\right)^2-\tau^2} \qquad 6$$

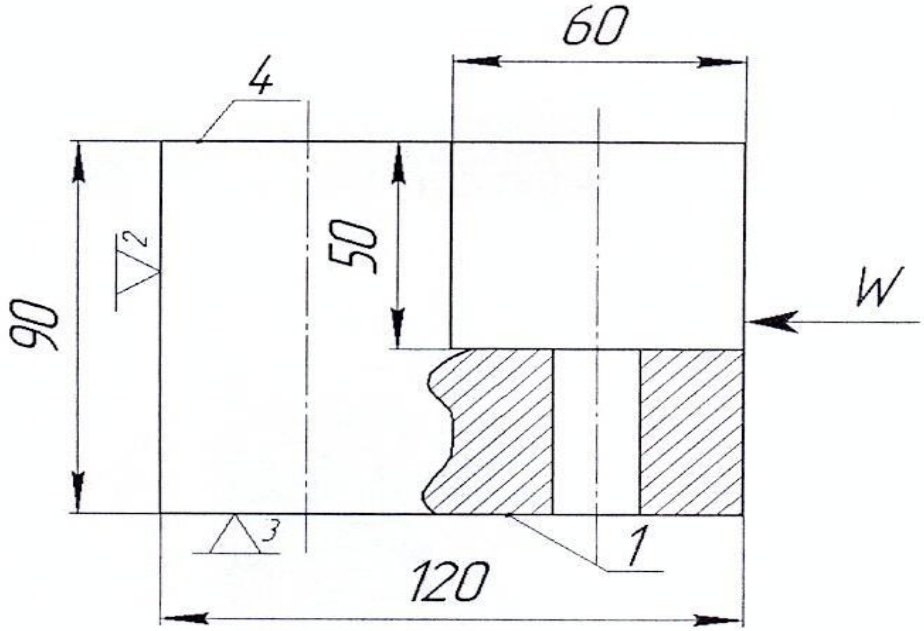
Погрешности, связанные с приспособлением

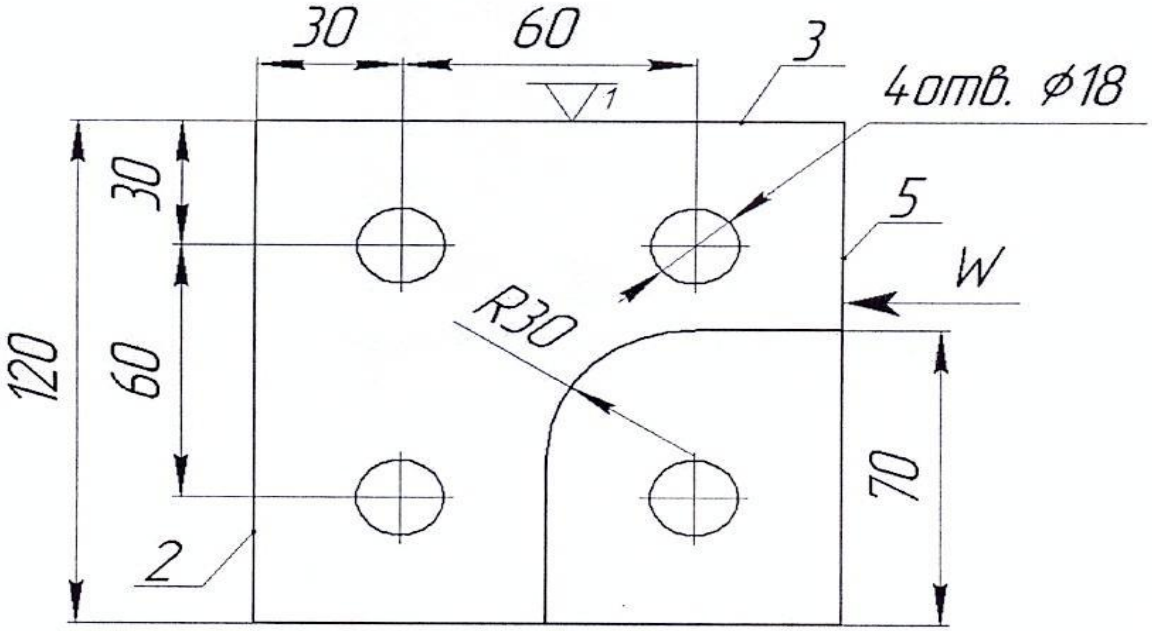
$$\Delta_{пр} = \Delta_{пр1} + \Delta_{пр2}$$ 7

$\Delta_{пр1}$ - погрешность изготовления приспособления;

$\Delta_{пр2}$ - погрешность установки приспособления на станке


120
Y
50
90
70
X
60
Z
120


60
4
50
90
W
1
120


30
60
3
4отв. ⌀18
5
W
R30
30
60
120
70
2

Предлагается следующая последовательность точностного расчета:

1. На основе изучения чертежа детали устанавливается точность размеров и расположения поверхностей заготовки, обрабатываемой в проектируемом приспособлении.

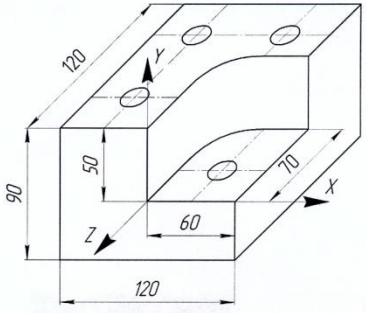
2. Для выполняемого размера устанавливается положение конструкторской (измерительной) базы.

3. Для выполняемого размера рассчитывается фактическая погрешность установки заготовки в приспособлении $\xi_ф$.

4. Если $\xi_ф > 0$, то для этих размеров определяется величина допустимой погрешности установки $\xi_{доп}$.

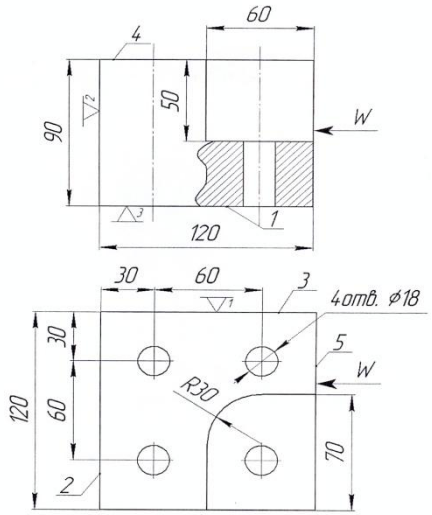
5. Сопоставляются значения $\xi_ф$ и $\xi_{доп}$. При $\xi_ф \leq \xi_{доп}$, требуемая точность обработки заготовки в приспособлении обеспечивается.

6. Если размеры обрабатываемой поверхности заданы по всем координатам (x, y, z), необходимо произвести точностной расчет для всех трех размеров обрабатываемой поверхности (см. приложение 1. Пример



1. Согласно первому пункту последовательнос рассматриваем чертёж обрабатываемой детали. Все размеры детали свободные. Поэтому допуски на размеры детали и на размеры, выполняемые при обработке заданной поверхности, назначаем по 14 квалитету точности. То есть предстоит выполнить размеры углубления 60±0,37 мм, 50±0,31 мм и 70±0,37 мм.

2. Рассмотрим возможность выполнения этих размеров при обработке детали на вертикально-фрезерном станке (пункт 2 последовательности расчёта). Согласно приведённой схеме базирования заготовки поверхность 1 заготовки – главная базирующая поверхность и технологическая база. Но размер углубления 50±0,31 мм задан от поверхности 4, которая является конструкторской базой. Значит при установке заготовки на поверхность 1 при выполнении размера 50±0,31 мм возникнет погрешность базирования, которая будет равна допуску на размер 90 мм. По 14 квалитету точности это будет: $90_{-0,87}$ мм. То есть погрешность базирования $\xi_б = 0,87$ мм.

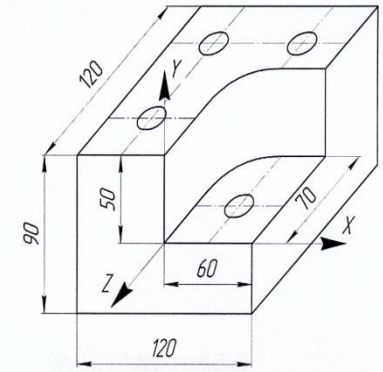


$_{0,87}$ мм. То есть погрешность базирования $\xi_б = 0,87$ мм.

Поверхность 2 заготовки является направляющей базирующей поверхностью и технологической базой согласно схеме базирования заготовки в приспособлении. Размер углубления в этом направлении 60±0,37 мм задан от поверхности 5, которая является конструкторской базой. В этом случае также возникнет погрешность базирования заготовки $\xi_б$, которая будет равна допуску на размер 120 мм. По 14 квалитету точности это будет: $120_{-0,87}$ мм. То есть погрешность базирования $\xi_б = 0,87$ мм.

Поверхность 3 заготовки является опорной базирующей поверхностью и

технологической базой при обработке заготовки. Размер углубления в этом конструкторской базой. В этом случае погрешность базирования заготовки $\xi_б$ равна допуску на размер 120 мм (поверхность 6). По 14 квалитету точности это будет: $120_{-0,87}$ мм. То есть погрешность базирования $\xi_б = 0,87$ мм.



3. Анализ возможности получения размеров 50мм, 60мм выполняем для каждого размера отдельно.

Для размера 50±0,31 мм.

Сравниваем фактическую $\xi_ф$ допустимую $\xi_{доп}$ погрешности установки заготовки в приспособлении. Точность обрабатываемого размера будет обеспечена, если $\xi_ф \leq \xi_{доп}$.

$$\xi_ф = \sqrt{\xi_б^{\,2} - \xi_з^{\,2}},$$

где: $\xi_б$ – погрешность базирования заготовки для размера 50±0,31 мм в приспособлении. В нашем случае погрешность базирования будет равна:

$\xi_б$ = 0,87 мм (см. пункт 2 настоящего расчёта);

$\xi_з$ – погрешность закрепления заготовки в приспособлении.

Эту погрешность можно принять равной 0, так как обработка заготовки в размер 50±0,31 мм производится не в направлении закрепления заготовки.

4. Определяем величину допустимой погрешности установки заготовки в приспособлении:

$$\xi_{доп} = \sqrt{\left(T - \Delta_{пр}\right)^2 - \tau^2}\ , \qquad (1)$$

где: Т – величина допуска на выполняемый размер;

$\Delta_{пр}$ – погрешности выполняемого размера, связанные с приспособлением;

τ – погрешности выполняемого размера, связанные методом обработки.

Допуск размера 50±0,31 мм равен: Т = 0,62 мм.

$$\Delta_{пр} = \Delta_{пр1} + \Delta_{пр2},$$

где: $\Delta_{пр1}$ – погрешность изготовления приспособления. Эта составляющая погрешности обычно принимается равной 1/2 или 1/3 допуска на выполняемый

размер. Принимаем $\Delta_{пр1}$=1/3Т, так как допуск на выполняемый размер достаточно большой (0,62 мм). Таким образом $\Delta_{пр1}$=0,207 мм (0,62:3 = 0,207 мм);

$\Delta_{пр2}$ – погрешность установки приспособления на станке. В нашем случае приспособление устанавливается на стол станка, поэтому погрешность $\Delta_{пр2}$ определяется в вертикальном направлении (вдоль оси у). Погрешность установки приспособления в этом направлении маловероятна (её могут создать, например, стружка или мусор, попавшие под основание приспособления. Но эти факторы в расчётах не учитываются).

Таким образом $\Delta_{пр2}$ = 0.

τ – погрешности выполняемого размера, связанные с методом обработки. Эта величина может быть принята точности обработке на станке, для которого проектируется приспособление. Обработка детали производится на вертикально-фрезерном станке. По ГОСТ 17734-88 «Станки фрезерные консольные. Нормы точности и жёсткости» τ можно принять равным 0,016 мм. (Пункт 1.4.6. Прямолинейность и параллельность траектории поперечного перемещения стола относительно его рабочей поверхности). Согласно стандарту допуск на длине поперечного перемещения стола до 250 мм для станков класса точности Н (нормальная точность) составляет 16 мкм.

Подставляем полученные значения в зависимость 1.

$$\xi_{доп} = \sqrt{(0{,}62-0{,}207)^2 - 0{,}016^2} = \sqrt{0{,}413^2 - 0{,}016^2} =$$
$$\sqrt{0{,}170569 - 0{,}000256} = \sqrt{0{,}170313} = 0{,}4126899 мм$$

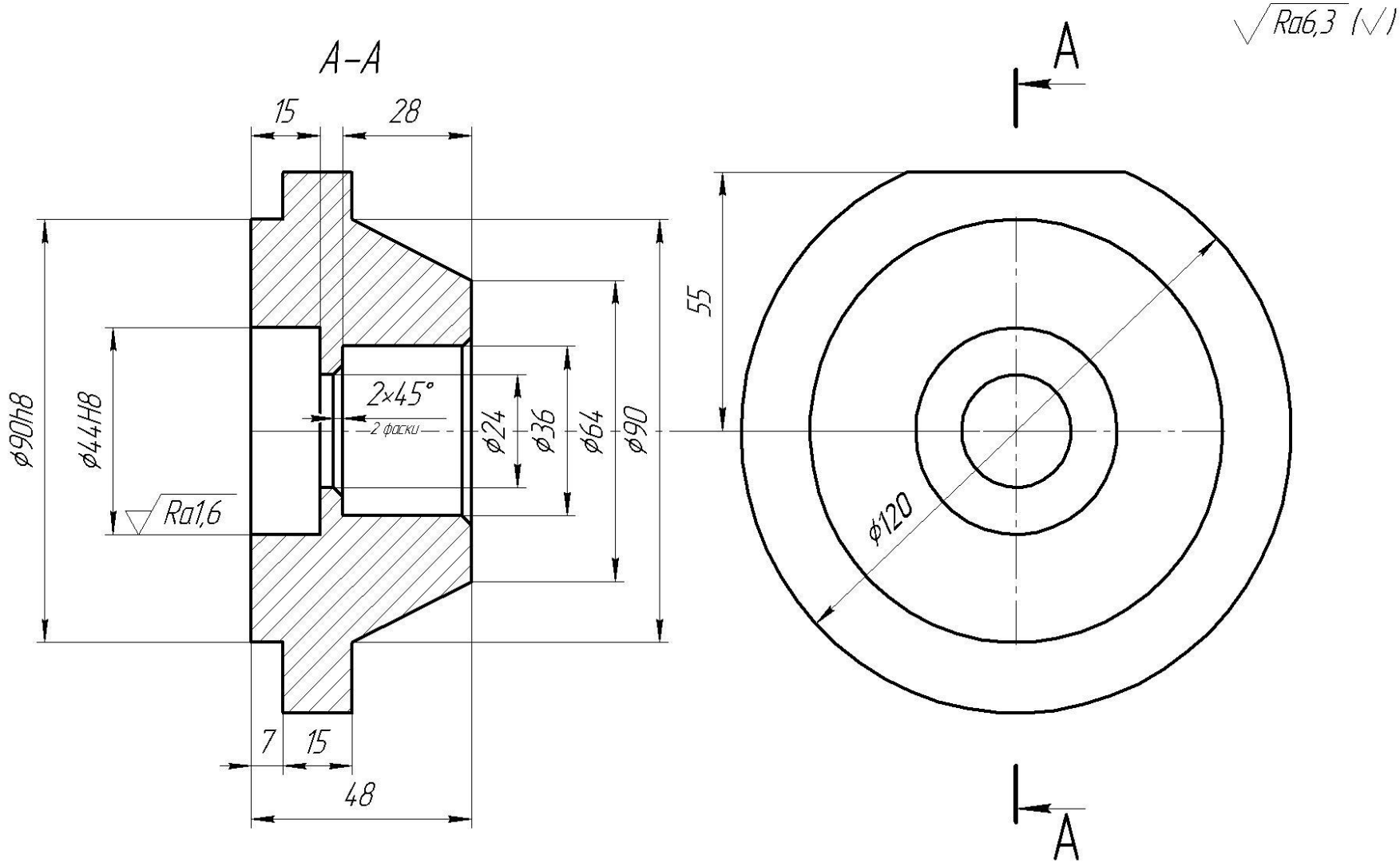
Подставляем полученные значения в зависимость 1.

$$\xi_{доп} = \sqrt{(0{,}62-0{,}207)^2 - 0{,}016^2} = \sqrt{0{,}413^2 - 0{,}016^2} =$$
$$\sqrt{0{,}170569 - 0{,}000256} = \sqrt{0{,}170313} = 0{,}4126899 мм$$

Допустимая погрешность установки заготовки в приспособление $\xi_{доп}$=0,413 мм получилась значительно меньше фактической погрешности установки заготовки в приспособление $\xi_ф$ = 0,87 мм. В этом случае для обеспечения заданной точности обработки размера 50±0,31 мм необходимо либо ужесточить допуск на размер $90_{-0,87}$ мм, либо поменять схему базирования заготовки в приспособлении.

В данном случае менять схему базирования заготовки при выполнении данной операции нецелесообразно. Ужесточаем допуск на размер 90 мм. Этот размер теперь будет: $90_{-0,4}$ мм. В этом случае фактическая погрешность установки $\xi_ф$ будет равна 0,4 мм. Допустимая погрешность установки $\xi_{доп}$ равна 0,413 мм. Заданная точность при обработке размера 50±0,31 мм будет выдержана.

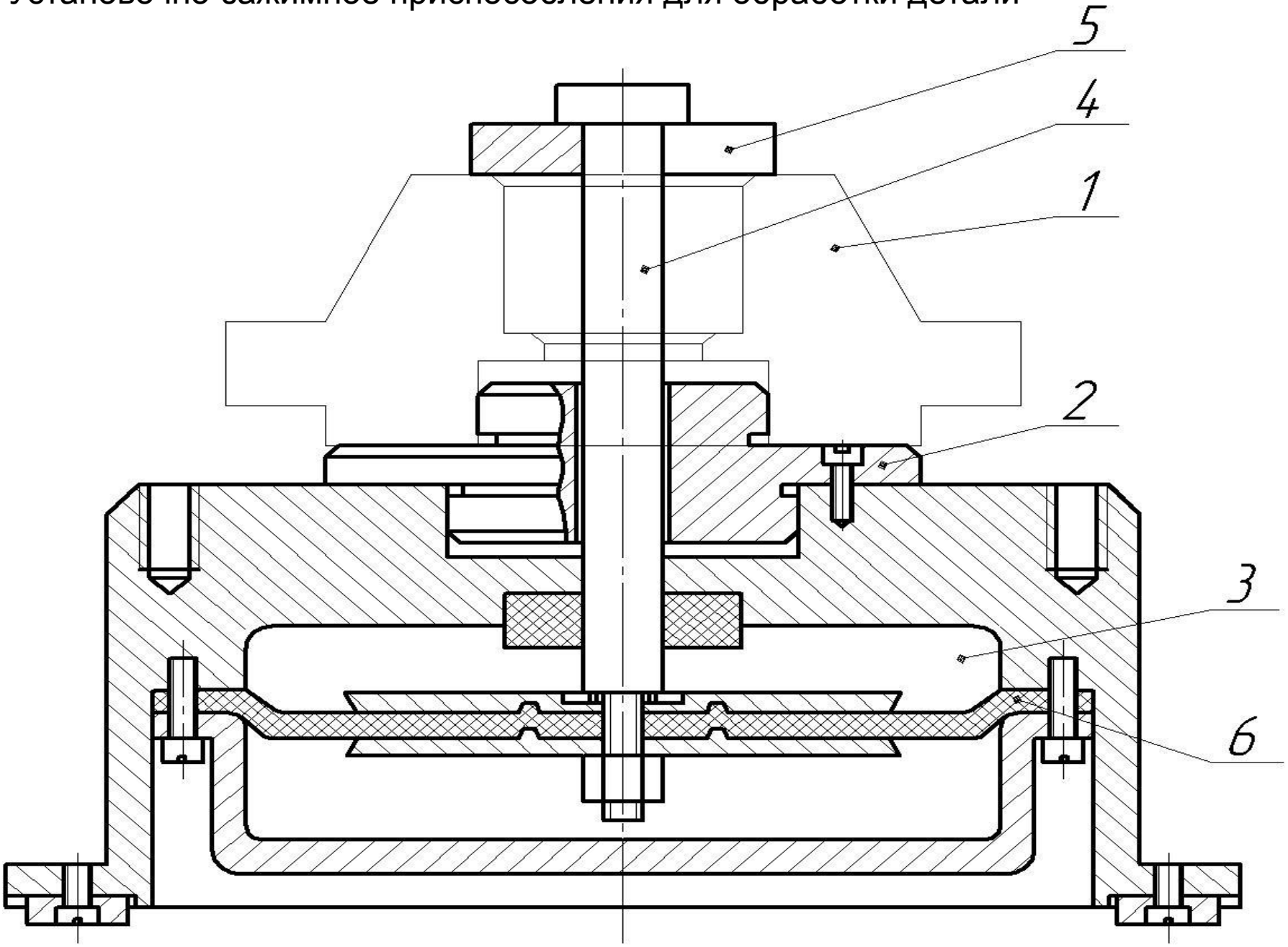
Деталь - крышка



Неуказанные предельные отклонения размеров: h14;H14;±IT14

Материал – Ст40 ГОСТ 380–94

Установочно-зажимное приспособления для обработки детали



Проверяем возможность получения заданной точности при обработке рассматриваемой детали в размер 55 ± 0,37 мм. То есть $\xi_{эф} \leq \xi_{доп.}$

$$\xi_{эф} = \sqrt{\xi_{б}^{2} + \xi_{з}^{2}}$$

где: $\xi_{эф}$ – фактическая погрешность установки заготовки в приспособление;

$\xi_{б}$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$\xi_{з}$ – погрешность закрепления заготовки в приспособлении.

При установке крышки в проектируемом приспособлении конструкторская база (ось отверстия 4 заготовки) не совпадает с технологической базой (ось пальца приспособления). Погрешность базирования заготовки в приспособлении $\xi_б$ будет равна величине максимального зазора между отверстием заготовки и посадочным диаметром оправки. Величина максимального зазора S_{max} определяется по следующей зависимости:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min},$$

где: D_{max} – наибольший предельный размер отверстия заготовки. На чертеже этот размер 44H8 ($^{+0,039}$) мм. Диаметр пальца для установки детали в приспособление выполняется как правило по g6. То есть $44g6^{-0,009}_{-0,025}$ мм. Значит:

$$S_{max} = 44,039 - 43,975 = 0,064 \text{ мм.}$$

Погрешность закрепления $\xi_з$ заготовки в приспособлении в данном случае можно принять 0, так как направление зажима заготовки не совпадает с направлением выполняемого размера.

Отсюда фактическая погрешность установки заготовки в приспособлении $\xi_ф$ будет равна 0,064мм.

Расчет допустимой погрешности установки заготовки в приспособление $\xi_{доп}$ выполняется по зависимости

$$\xi_{доп} = \sqrt{\left(T - \Delta_{пр}\right)^2 - \tau^2}\,, \qquad (1)$$

где: Т – величина допуска на выполняемый размер;

$\Delta_{пр}$ – погрешности выполняемого размера, связанные с приспособлением;

τ – погрешности выполняемого размера, связанные методом обработки.

Допуск размера 55 ± 0,37 мм мм равен: Т = 0,74 мм.

$$\Delta_{пр} = \Delta_{пр1} + \Delta_{пр2},$$

где: $\Delta_{пр1}$ – погрешность изготовления приспособления. Эта составляющая погрешности обычно принимается равной 1/2 или 1/3 допуска на выполняемый размер. Принимаем $\Delta_{пр1}$=1/3Т, так как допуск на выполняемый размер достаточно большой (0,74 мм). Таким образом $\Delta_{пр1}$=0,25 мм (0,74:3 = 0,25 мм);

$\Delta_{пр2}$ – погрешность установки приспособления на станке. Согласно рекомендациям технической литературы для деталей нормально точности эта погрешность может быть принята равной 0,02 мм.

τ – погрешности выполняемого размера, связанные с методом обработки. Эта величина может быть принята точности обработке на станке, для которого проектируется приспособление. Обработка детали производится на вертикально-фрезерном станке. По ГОСТ 17734-88 «Станки фрезерные консольные. Нормы точности и жёсткости» τ можно принять равным 0,02 мм. (Пункт 1.4.5. Прямолинейность и параллельность траектории продольного перемещения стола относительно его рабочей поверхности). Согласно стандарту допуск на длине продольного перемещения стола до 400 мм для станков класса точности Н (нормальная точность) составляет 20 мкм.

Подставляем полученные значения в зависимость 1.

$$\xi_{доп} = \sqrt{(0{,}74 - 0{,}27)^2 - 0{,}02^2} =$$

$$\sqrt{0{,}47^2 - 0{,}02^2} = \sqrt{0{,}2205} = 0{,}47 \text{ мм}$$

Таким образом: $\xi_ф \leq \xi_{доп.}$

Заданная точность заготовки при фрезеровании основания будет выдержана.