

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 08.10.2023 17:31:21
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра «Машиностроительных технологий и оборудования»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

« 7 » Октября 2018 г.
Локтионова



МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ УСТАНОВКИ ДЕТАЛИ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ

Методические указания к выполнению практической работы
по дисциплине «Основы технологии машиностроения»
для студентов направления

15.03.05. Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств,
15.03.01 Машиностроение

(очной и заочной формы обучения)

Курск 2018

УДК 621.(923)

Составитель О.С. Зубкова

Рецензент

Канд. техн. наук, доцент кафедры
«Машиностроительные технологии и оборудование»
А.А.Горохов

Методика расчета погрешности установки детали в приспособлении: методические указания по выполнению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.С. Зубкова. Курск, 2018. 20 с., ил. 24, Библиогр.: с. 20.

Содержат сведения о расчет погрешности установки заготовок в приспособлении.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлению подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.01 Машиностроение.

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,16. Уч. - изд. л. 1,05. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель занятия

Получить навык расчета погрешности установки заготовок в приспособлении.

Работа предусматривает решение следующих задач:

- Ознакомиться с составляющими погрешности установки заготовок в приспособлении;
- Научиться анализировать факторы влияющие на погрешность установки.
- Научиться проводить расчет погрешности установки для различных приспособлений.

2. Теоретическая часть

Методика расчёта погрешности установки

При обработке деталей в приспособлении возникает погрешность установки (ε), которую можно определить по формуле

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon^2_{\sigma} + \varepsilon^2_{z} + \varepsilon^2_{np}} \quad (2.1)$$

где ε_{σ} - погрешность базирования;

ε_z - погрешность закрепления;

ε_{np} - погрешность приспособления.

Полученную расчётом по формуле 2.1 погрешность установки нужно сравнить с допустимой по точности обработки, т.е. должно выполняться условие

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon^2_{\sigma} + \varepsilon^2_{z} + \varepsilon^2_{np}} \leq \varepsilon_{\text{доп}} \quad (2.2)$$

Допустимую по точности обработки погрешность установки можно определить по формуле (2.3), что является трудоёмкой задачей, либо принять равной

$$\varepsilon_{\text{доп}} = (0,1 \dots 0,4) T_{\text{изд}} \quad (2.3)$$

Методика определения погрешности базирования

Погрешность базирования (ε_b) возникает при несовпадении измерительной и технологической баз.

Если указанные базы совпадают, $\varepsilon_b = 0$.

При несовпадении баз $\varepsilon_b \neq 0$, ее надо рассчитать.

Для этого необходимо выявить размерную цепь (РЦ), в которой выдерживаемый на данной операции в приспособлении операционный размер обрабатываемой детали является замыкающим звеном. В эту цепь обязательно входят следующие звенья:

1. B_1 - размер, связывающий режущую кромку инструмента с технологической базой (настроечный размер).
2. B_2 - размер, связывающий измерительную базу с технологической.
3. Выдерживаемый размер.

Пример 1.

На детали (рис.2.1) требуется фрезеровать угловую выемку, выдержать размеры: по оси X - размер t ; по оси Y - p . По оси Z обрабатываемая поверхность может быть скоординирована от поверхности A размером K , либо от поверхности В -размером h .

Работа выполняется на настроенном оборудовании. Для размеров m и n измерительные и технологические базы совпадают, следовательно, $\varepsilon_{bm} = 0$, $\varepsilon_{bn} = 0$. Если по оси Z, будет задан размер K , то погрешность базирования ε_{bk} также равна нулю, так измерительная база - поверхность A является одновременно и технологической базой.

Если будет задан размер h , то $\varepsilon_{bn} \neq 0$, т.к. измерительная база - пов. В не совпадает с технологической (пов. А),

Для определения погрешности базирования размера h выявляем размерную цепь:

1. Звено B_1 - размер, связывающий режущую кромку фрезы с технологической базой (настроечный размер).
2. B_2 - размер, связывающий измерительную базу - пов. В с технологической базой - пов. А.
3. h - выдерживаемый размер - замыкающее звено (получаемый последним)

Выявленная РЦ представлена на рис. 2.2.

Звенья B_1 и B_2 существуют до обработки:

B_1 - настроечный размер; $B_2 = H$, где H - размер заготовки, получаемый на предшествующей операции.

Следовательно B_1 и B_2 являются составляющими звеньями. Звено h возникает в процессе обработки, получается последним, т.е. звено h - замыкающее. Допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих звеньев.

$$\varepsilon_{\text{бп}} = \text{ТБ}_1 + \text{ТБ}_2 \quad (2.4)$$

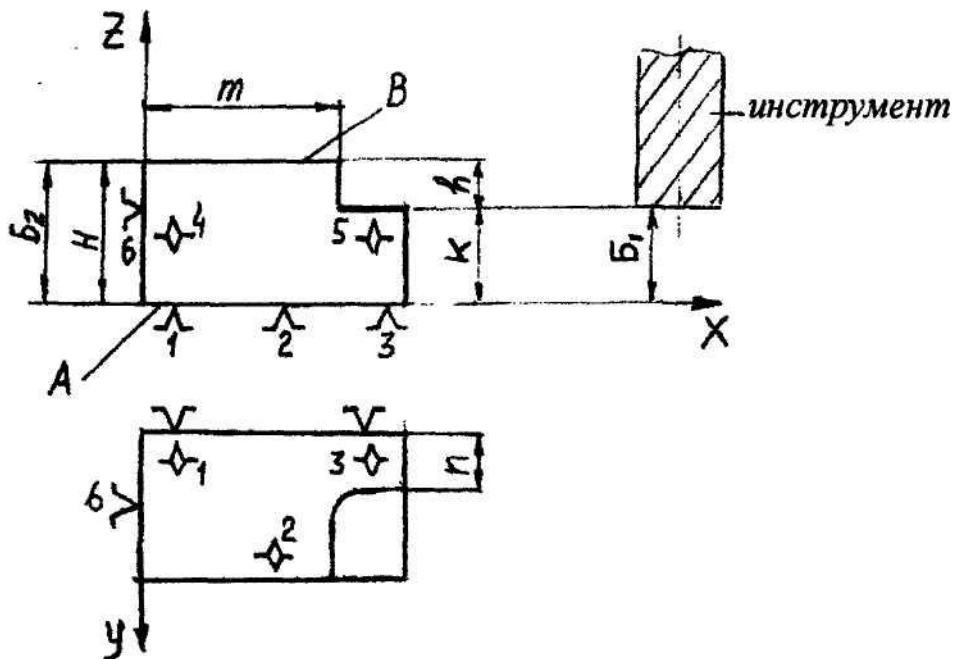


Рис. 2.1. Схема базирования заготовки в координатный угол и настройка инструмента.

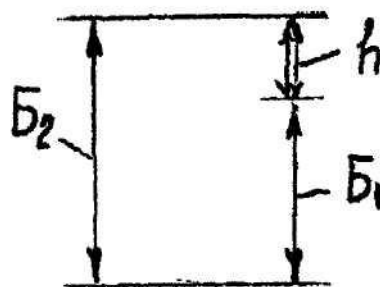


Рис. 2.2. Размерная цепь при выдерживании размера h .

При определении погрешности базирования, считаем, что положение режущей кромки фрезы не меняется, т.е. настроечный размер B_1 - постоянная величина, допуск который равен нулю, т.е. $\text{ТБ}_1 = 0$.

Отклонения этого размера вследствие упругих отжатий, погрешности настройки, размерного износа и др. учитываются составляющими Δ_y , Δ_n , Δ_i и др. (см. формулу 2.2).

Итак

$$\varepsilon_{6h} = TБ_2, B_2 = H, TБ_2 = TH, \varepsilon_{6h} = TH$$

Методика расчёта погрешности закрепления

При закреплении деталей возможны следующие погрешности:

1. Отрыв деталей от опор;
2. Смещение детали вследствие контактных деформаций стыковых поверхностей;

1. Отрыв закрепляемой детали от опор.

Отрыв возникает, если зажимная сила создаёт опрокидывающий момент (рисунок 2.3а)

$$M = Wl$$

где W - зажимная сила;

l - плечо силы.

Под действием момента M закрепляемая деталь отрывается от опор и переходит из положения А в положение Б.

2. Отрыв возникает, если неправильно используются направленные несвободные зажимы (Н.Н.З.).

При закреплении Н.Н.З. могут брать на себя опорные точки, т.е. участвовать в базировании.

Количество опорных точек, которое может взять Н.Н.З., можно определить по формуле

$$n = p - k$$

где p - число условных точек контакта Н.Н.З. с заготовкой;

k - число степеней свободы в направлении этих точек (координатных осей).

Для случая линейного контакта Н.Н.З. с заготовкой (рис. 2.3) $p = 2$; $k = 1$; $n = 2 - 1 = 1$.

Общее количество опорных точек составляет

$$\Sigma = 6 + 1 = 7$$

что не верно т.к. количество опорных точек не должно превышать шести - правило шести точек.

Наличие "лишних" точек создаёт неопределённость базирования и приводит, как правило, к дополнительным погрешностям обра-

ботки. От лишних опорных точек надо избавляться, что можно сделать 2-мя путями:

1 - уменьшить число условных точек контакта (p).

В рассматриваемом примере вместо Н.Н.З с линейным контактом ($p = 2$) взять зажим с точечным контактом ($p = 1$) (рисунок 2.4.а). В этом случае

$$n = 1 - 1 = 0; \quad \Sigma = 6.$$

2 - увеличить число степеней свободы Н.Н.З.

На рисунке 8.3 показана схема крепления детали с помощью Н.Н.З. (линейный контакт с заготовкой - $p = 2$) с увеличенным числом степеней свободы $k = 2$. Для этого случая $n = 2 - 2 = 0; \Sigma = 6$.

Вывод: вопросы базирования нельзя рассматривать в отрыве от закрепления. Надо правильно подходить к проектированию зажимов, т.е. конструировать зажимы таким образом, чтобы они не создавали лишние опорные точки.

Смещение заготовки вследствие контактных деформаций стыковых поверхностей

При приложении к заготовке силы закрепления (W) происходит её смещение (Y) в направлении действия силы вследствие деформаций в стыке: заготовка - опоры приспособления (рис. 2.6).

Графическая зависимость контактных деформаций от силы закрепления показана на рис. 2.5.

Математическое выражение наиболее точно описывающее экспериментальную кривую может быть представлено в виде

$$Y = CW^n \quad (2.5)$$

где C – коэффициент, зависящий от твёрдости, шероховатости поверхности заготовки, а также от вида контакта (точечный, линейный, плоскостной);

n – показатель степени ; $n < 1$.

Из приведённого рисунка следует, что при колебании силы закрепления на величину $\Delta W = W_{\max} - W_{\min}$ возникает колебание смещение заготовки

$$\Delta y^1 = y_{\max}^1 - y_{\min}^1 \quad (2.6)$$

а, следовательно, и погрешность закрепления ε как функция неустойчивости силы закрепления

$$\varepsilon_s^1 = (y_{\max}^1 - y_{\min}^1) \cos \alpha \quad (2.7)$$

где α - угол между направлением смещения и направлением выдерживаемого размера. Для размера m (рис. 2.6) $\alpha = 90^\circ$, для h $\alpha = 0^\circ$

$$y_{\max}^1 = CW_{\max}^n; \quad y_{\min}^1 = CW_{\min}^n \quad (2.8)$$

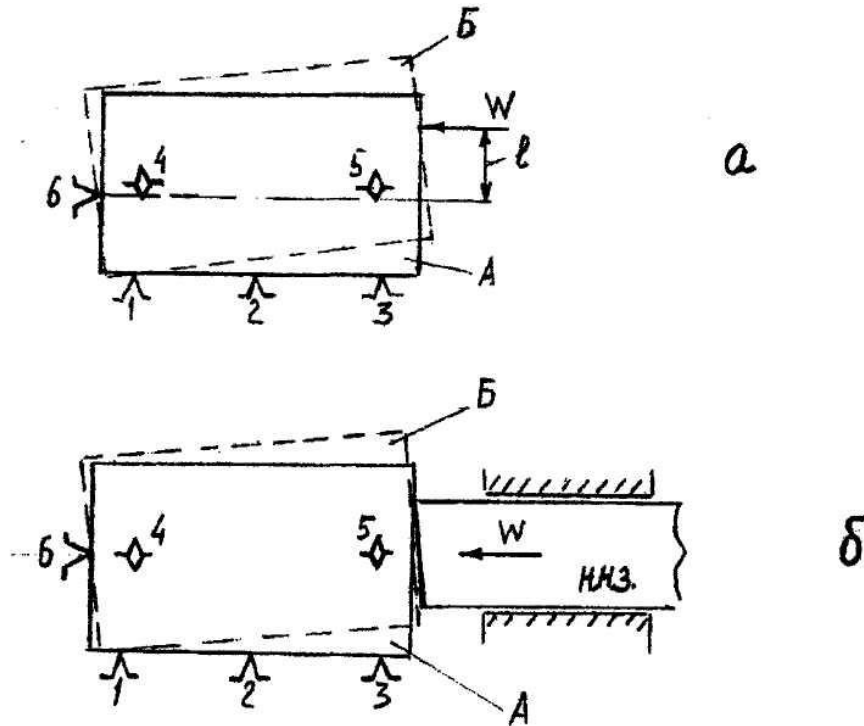


Рис. 2.3. Отрыв заготовки от опор в случае:
 а - зажимная сила W создаёт опрокидывающий момент;
 б - неправильно используется направленный несвободный зажим.

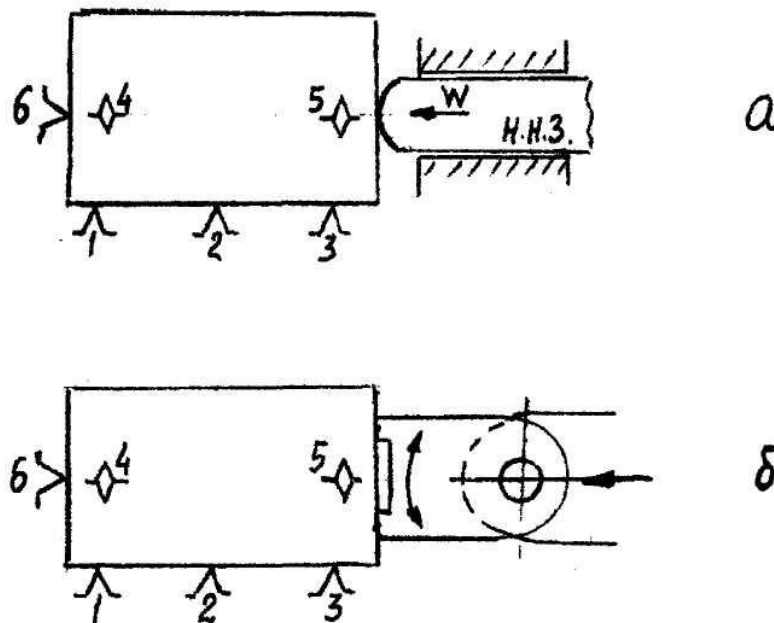


Рис. 2.4. Устранение отрыва заготовки от опор:

а - уменьшением числа условных точек контакта зажима с заготовкой;

б - увеличением числа степеней свободы зажима.

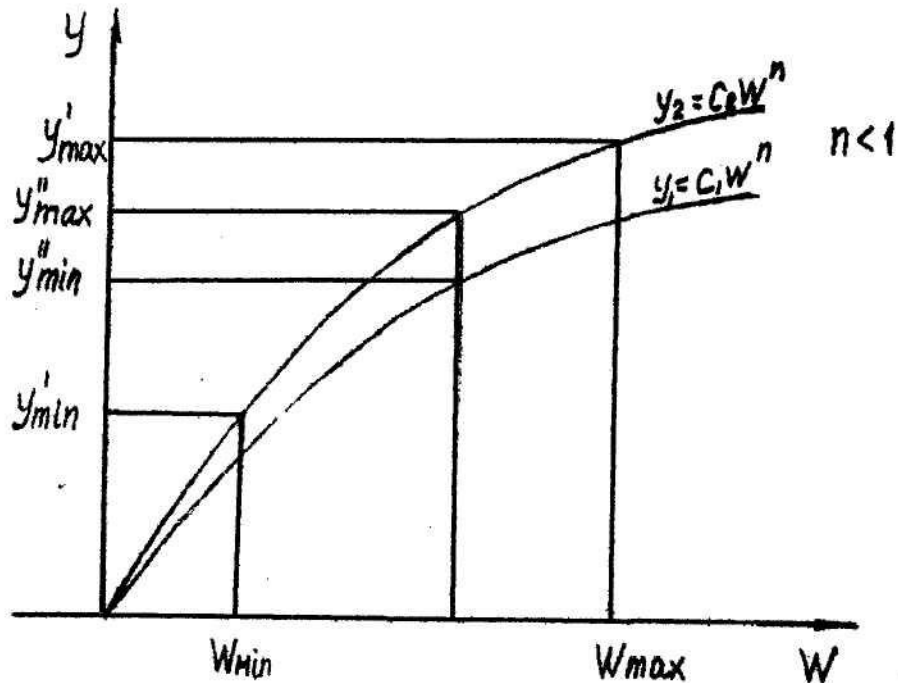


Рис. 2.5. Зависимость контактных деформаций (Y) от силы зажима (W).

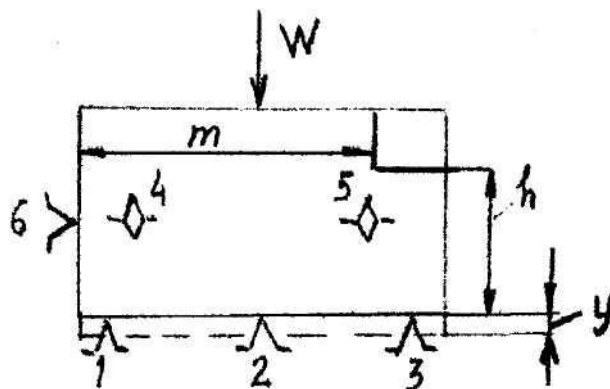


Рис. 2.6. Смещение заготовки вследствие контактных деформаций стыковых поверхностей.

$$\varepsilon_3^1 = C(W_{\max}^n - W_{\min}^n) \cos \alpha \quad (2.9)$$

Из приведённого рисунка (рисунок 8.3) также следует, что при стабильной силе закрепления возникает колебание смещения заготовки

$\Delta y^{11} = y_{\max}^{11} - y_{\min}^{11}$, а следовательно и погрешность закрепления ε_3^n как функция нестабильности твёрдости и шероховатости поверхностного слоя заготовок

$$\varepsilon_3^{11} = (y_{\max}^{11} - y_{\min}^{11}) \cos \alpha \quad (2.10)$$

$$y_{\max}^{11} = C_{\max} W^n; \quad y_{\min}^{11} = C_{\min} W^n; \quad (2.11)$$

$$\varepsilon_3^{11} = (C_{\max} - C_{\min}) W^n \cos \alpha \quad (2.12)$$

Полная погрешность закрепления определяется по формуле

$$\varepsilon^{11} = \sqrt{(\varepsilon_3^1)^2 + (\varepsilon_3^{11})^2} \quad (2.13)$$

Погрешность, вызываемая неточностью приспособления

Погрешность, вызываемая неточностью приспособления, определяется по формуле

$$\varepsilon_{11} = \sqrt{\varepsilon_{yc}^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_c^2} \quad (2.14)$$

где ε_{yc} - погрешность, вызываемая неточностью изготовления установочных элементов;

ε_u - погрешность, вызываемая размерным износом установочных элементов;

ε_c - погрешность, вызываемая перекосом приспособления на станке при частой смене приспособления.

В условиях крупносерийного и массового производства приспособление используют длительное время, не снимая со станка.

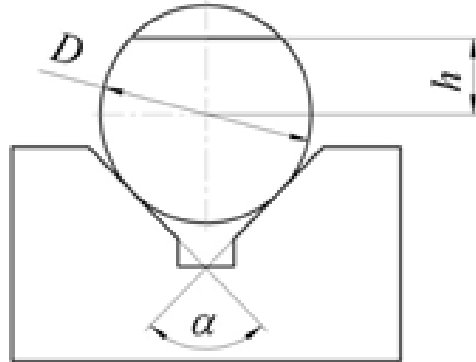
Можно принять $\varepsilon_c = 0$

Установочные элементы изготавливают с жесткими допусками.

Часто, неточность изготовления установочных элементов учитывается при расчёте погрешности базирования, в этом случае составляющую ε_{yc} в формуле (2.14) не учитывать

3. Задания к практической работе.

1. Заготовка устанавливается на широкую призму, фрезеруется лыска в размер h . Допуск на диаметр заготовки $TD = 0,2$ мм, угол призмы 90 градусов. Рассчитать погрешность базирования размера h , Указать правильный ответ.

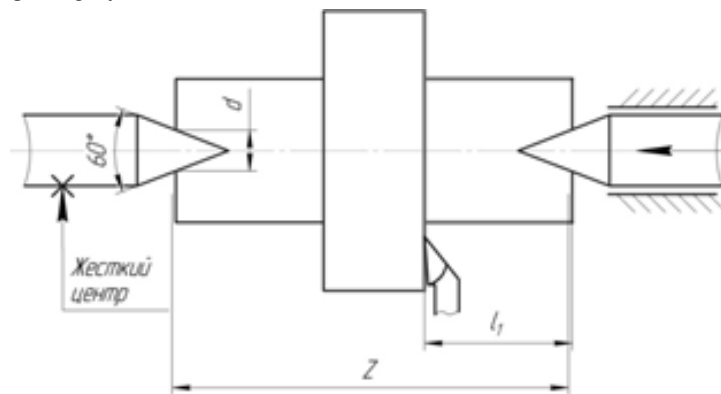


$$\text{Погрешность базирования } \varepsilon_{dh} = \frac{TD}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

$$TD = 0,2 \text{ мм}; \alpha = 90^\circ$$

Рис.3.1. Схема установки детали в приспособлении к заданию 1

2. Заготовка устанавливается в центрах с передним жестким центром. Допуск на диаметр центровых отверстий $Td = 0,1$ мм угол центровых отверстий 60 градусов. Допуск на размер заготовки $TZ = 0,45$ мм. Рассчитать погрешность базирования. Указать правильный ответ.



$$\text{Погрешность базирования } \varepsilon_{\delta l_1}$$

$$Td = 0,1; TZ = 0.45 \text{ мм}; \text{ мм}; \alpha = 60^\circ$$

Рис.3.2. Схема установки детали в приспособлении к заданию 2

3. Заготовка устанавливается в центрах с подпружиненным передним центром. Допуск на диаметр центровых отверстий $Td = 0,1$ мм угол центровых отверстий 60° градусов. Допуск на размер заготовки $TZ = 0,45$ мм. Рассчитать погрешность базирования. Указать правильный ответ.

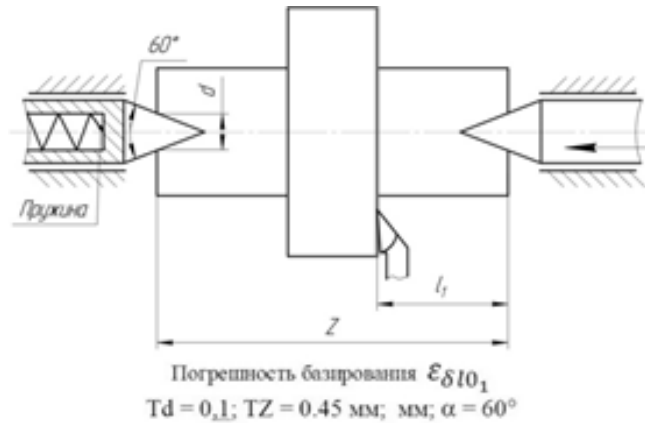


Рис.3.3. Схема установки детали в приспособлении к заданию 3

4. Заготовка устанавливается на плоскую поверхность основания и цилиндрический палец. Определить погрешность базирования размера H . Диаметр базового отверстия d_0 . Диаметр цилиндрического пальца d_n .

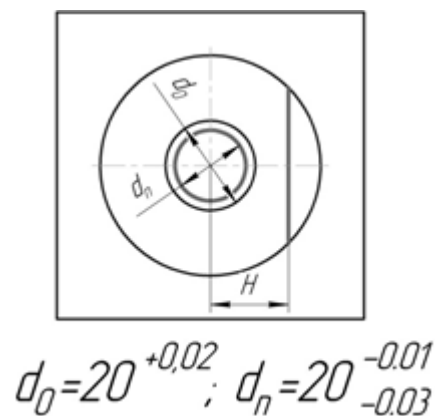


Рис.3.4. Схема установки детали в приспособлении к заданию 4

5. Заготовка устанавливается на плоскую поверхность основания и цилиндрический палец. Определить погрешность базирования размера H . Диаметр базового отверстия d_0 . Диаметр установочного пальца d_n . Диаметр наружной цилиндрической поверхности D . Эксцентрисет наружной цилиндрической поверхности и базового отверстия l .

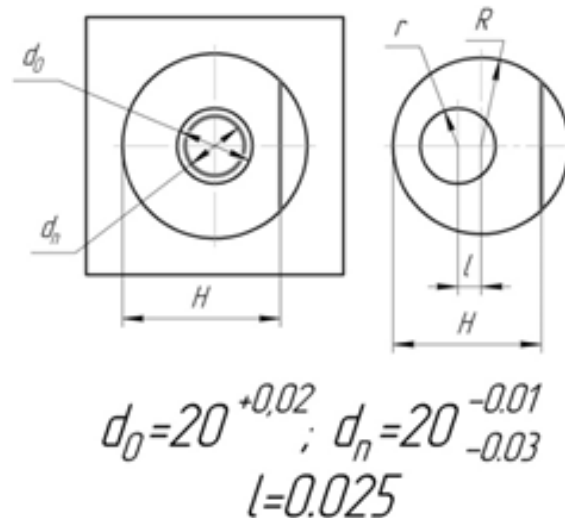


Рис.3.5. Схема установки детали в приспособлении к заданию 5

6. Заготовка устанавливается на цилиндрическую оправку с зазором. Есть сила (например - вес заготовки), ориентирующая заготовку на оправке. Определить погрешность базирования размера H . Диаметр оправки d_n . Диаметр базового отверстия заготовки D . Эксцентриситет наружной цилиндрической поверхности и базового отверстия l .

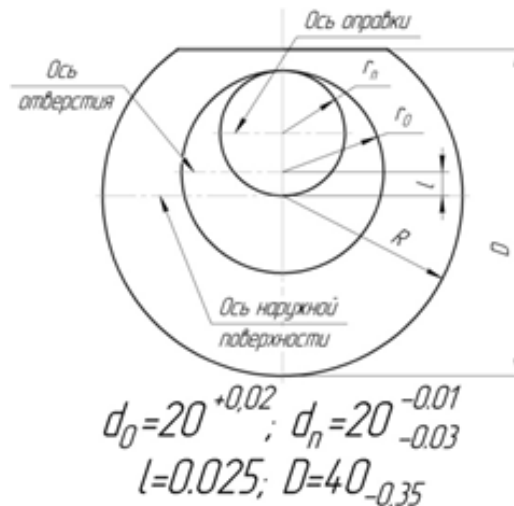


Рис.3.6. Схема установки детали в приспособлении к заданию 6

7. Заготовка устанавливается на оправку с зазором. Есть сила (например вес заготовки), ориентирующая заготовку на оправке. Определить погрешность базирования размера H . Диаметр базового отверстия d_0 . Диаметр установочной оправки d_n .

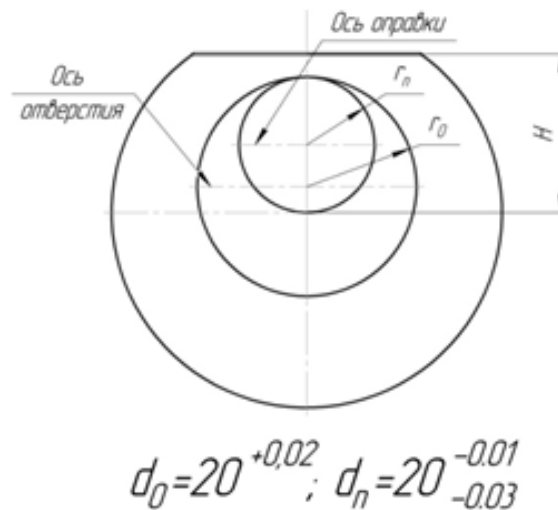


Рис.3.7. Схема установки детали в приспособлении к заданию 7

8. Заготовка устанавливается на плоскую поверхность основания, цилиндрический (1) и срезанный (2) пальцы. Определить погрешность базирования размера l_1 при сверлении отверстия. Расстояние между установочными пальцами Z . Диаметры отверстий D_0 . Диаметры пальцев: Цилиндрического d_{n1} , срезанного d_{n2} .

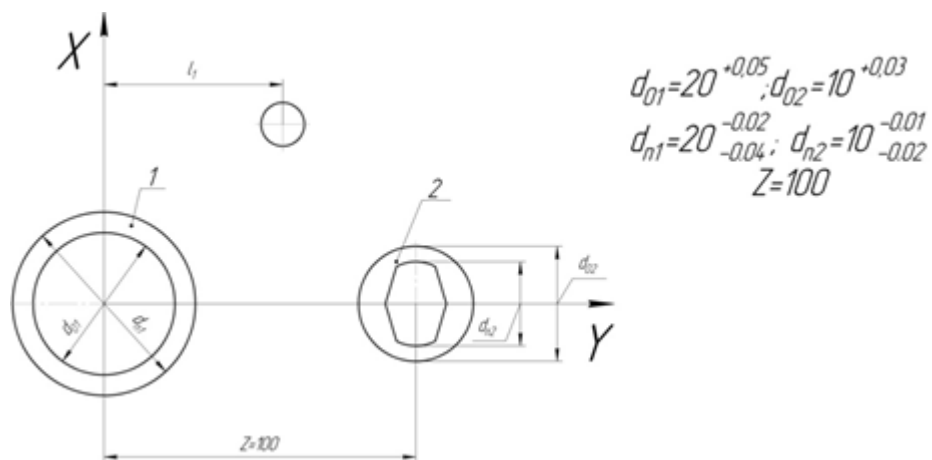


Рис.3.8. Схема установки детали в приспособлении к заданию 8

9. Заготовка устанавливается на плоскую поверхность основания, цилиндрический (1) и срезанный (2) пальцы. Определить погрешность базирования размера l_1 при сверлении отверстия на расстоянии l от первого базового отверстия. Расстояние между установочными пальцами Z . Диаметры отверстий D_0 . Диаметры пальцев: Цилиндрического d_{n1} , срезанного d_{n2} .

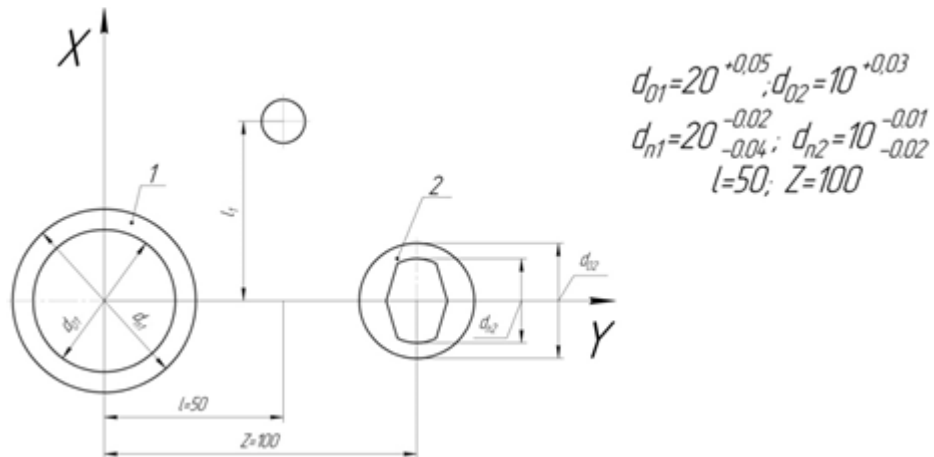


Рис.3.9. Схема установки детали в приспособлении к заданию 9

10. Заготовка устанавливается на плоскую поверхность основания, цилиндрический (1) и срезанный (2) пальцы. Определить погрешность базирования размера l_1 при сверлении отверстия на расстоянии l от первого базового отверстия. Расстояние между установочными пальцами Z . Диаметры отверстий D_0 . Диаметры пальцев: Цилиндрического d_{n1} , срезанного d_{n2} .

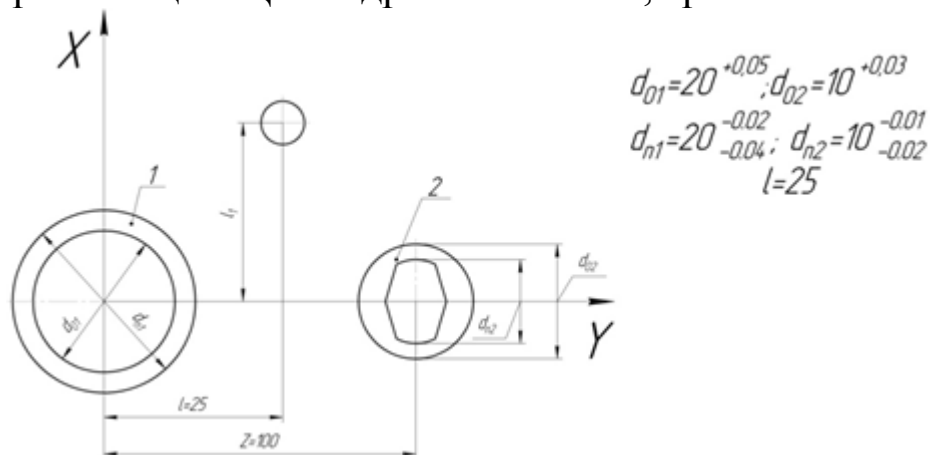


Рис.3.10. Схема установки детали в приспособлении к заданию 10

11. Заготовка устанавливается на плоскую поверхность основания, цилиндрический (1) и срезанный (2) пальцы. Определить погрешность базирования размера l_1 при сверлении отверстия на расстоянии l от первого базового отверстия. Расстояние между установочными пальцами Z . Диаметры отверстий D_0 . Диаметры пальцев: Цилиндрического d_{n1} , срезанного d_{n2} .

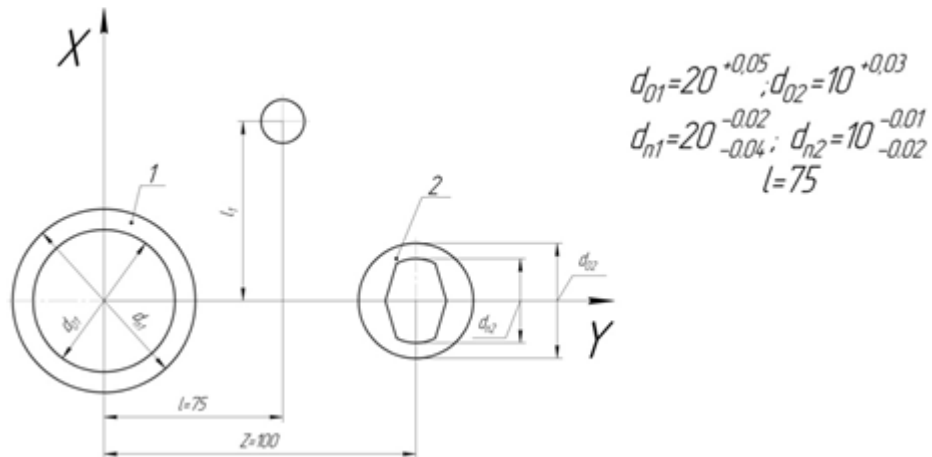


Рис.3.11. Схема установки детали в приспособлении к заданию 11

12. Заготовка устанавливается на плоскую поверхность основания, цилиндрический (1) и срезанный (2) пальцы. Определить погрешность базирования размера l_1 при сверлении отверстия на расстоянии l от первого базового отверстия. Расстояние между установочными пальцами Z . Диаметры отверстий D_0 . Диаметры пальцев: Цилиндрического d_{n1} , срезанного d_{n2} . d_{n1}

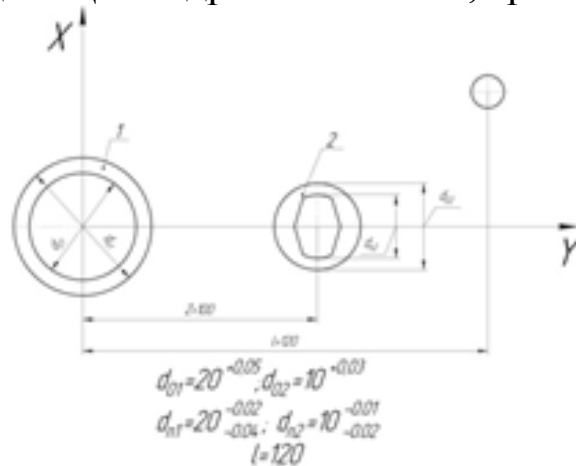


Рис.3.12. Схема установки детали в приспособлении к заданию 12

13. Определить методом полной взаимозаменяемости номинал, верхнее и нижнее предельные отклонения операционного размера A_1 , обеспечивающие получение чертежного размера.

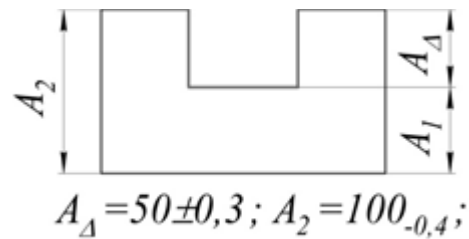
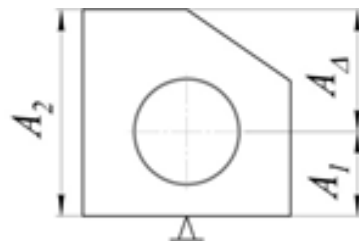


Рис.3.13. Схема установки детали в приспособлении к заданию 13

14. Для предложенной размерной цепи определить методом полной взаимозаменяемости номинал и предельные отклонения операционного размера A_1 , обеспечивающие получение размера замыкающего звена.



$$A_\Delta = 60 \pm 0,2; A_2 = 100_{-0,3};$$

Рис.3.14. Схема установки детали в приспособлении к заданию 14

15. Для предложенной размерной цепи, рассчитать методом полной взаимозаменяемости номинал и предельные значения операционного размера A_1 , при котором выполняется чертежный размер (замыкающее звено).

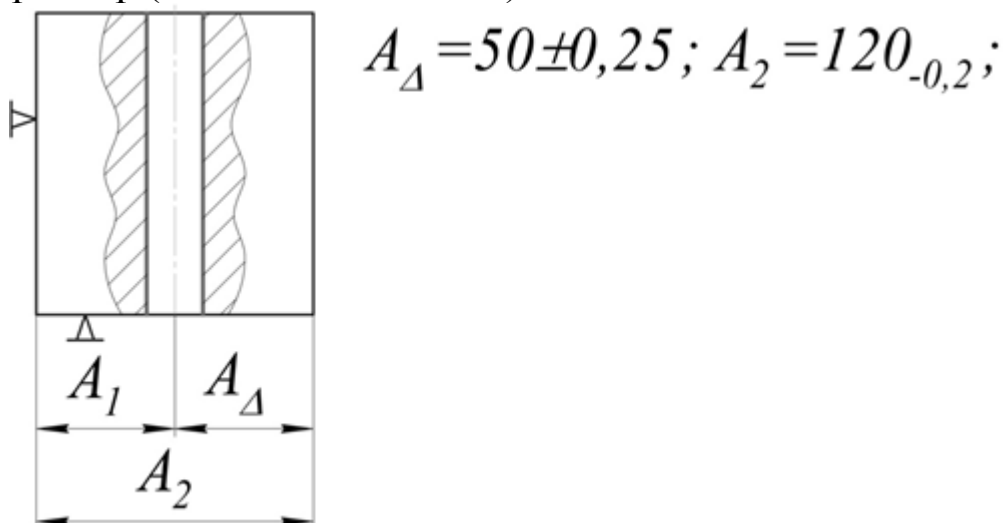


Рис.3.15. Схема установки детали в приспособлении к заданию 15

16. Для предложенной размерной цепи рассчитать методом полной взаимозаменяемости номинал и предельные отклонения операционного размера A_1 , при котором выполняется чертежный размер (замыкающее звено).

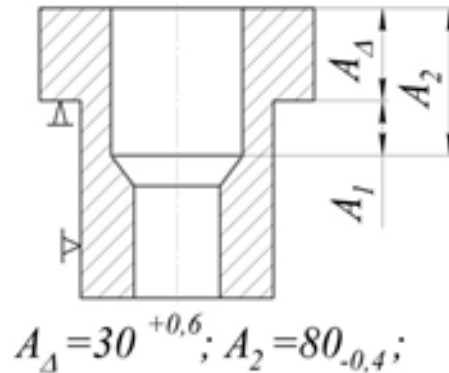


Рис.3.16. Схема установки детали в приспособлении к заданию 16

17. Для предложенной размерной цепи рассчитать методом полной взаимозаменяемости номинал и предельные отклонения операционного размера A_1 , при котором выполняется чертежный размер (замыкающее звено).

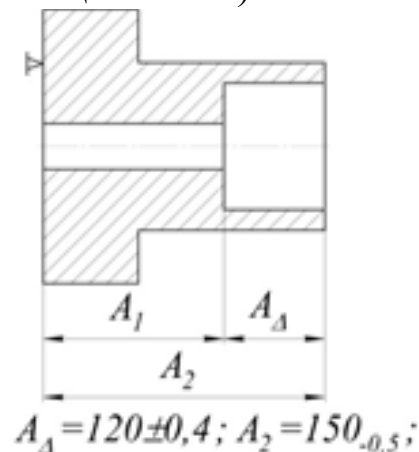


Рис.3.17. Схема установки детали в приспособлении к заданию 17

18. Для предложенной размерной цепи рассчитать методом полной взаимозаменяемости номинал и предельные отклонения операционного размера A_1 , при котором выполняется чертежный размер (замыкающее звено).

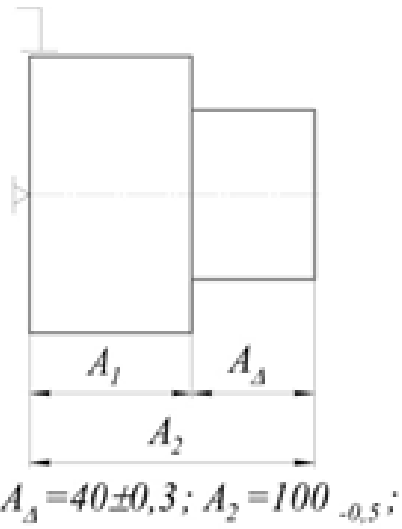


Рис.3.18. Схема установки детали в приспособлении к заданию 18

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудряшов, Евгений Алексеевич. Основы технологии машиностроения [Текст] : [учебник для студентов вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)"] / Е. А. Кудряшов, И. М. Смирнов, Е. И. Яцун ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. А. Кудряшова. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 431 с.
2. Безъязычный, Вячеслав Феоктистович. Основы технологии машиностроения [Текст] : учебник / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013. - 568 с. : ил. - ISBN 978-5-94275-6 69-7 : 1070.00 р.
3. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов [Текст] : учебник / под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - В 2 ч. Ч. 1. - 496 с. - ISBN 978-5-94178-2 62-8 : 545.40 р.4