



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ

Физико-технический факультет

Кафедра технологии специального машиностроения

Терушкина Н.П., Киткина Л.М.

**Проектирование, сборка
и расчет на точность кондуктора из УСП**

Методическое руководство по выполнению лабораторной работы по
дисциплине «Технологическая оснастка»

Специальность / направление подготовки: 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Специализация / профиль подготовки: Технология машиностроения

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр
Форма обучения: очная, очно-заочная

УТВЕРЖДЕНО:

Заседанием кафедр ТМ и ТСМ

Протокол № _____ от « ____ » 2017 г

Зав. кафедры ТМ

_____ Ю.К.Завалиш

ин

Зав. кафедры ТСМ

_____ В.Н. Халдеев

Научно-методическим советом СарФТИ

_____ А.П.Скрипник

Саров 2017

Оглавление

Цели и задачи	3
Оснащение лабораторной работы	3
Теоретические сведения	4
<i>Назначение кондуктора и требования к нему предъявляемые</i>	4
Расчет погрешностей.....	5
Расчет погрешности от смещения сверла ε_c	5
Расчет погрешности от износа втулки $\varepsilon_{изн}$	7
Расчет точности кондуктора по размеру А (рис. 4)	9
Расчет точности кондуктора по смещению размера А от осей Х и Y.....	12
<i>Порядок выполнения лабораторной работы</i>	13
Данные для расчета.....	13
Практическая часть	13
<i>Задание 1</i>	13
Контрольные вопросы	14
Пример выполнения расчетов в лабораторной работе	14
Расчет кондуктора на точность по смещению размера А от осей Х и Y	16
Расчет количества деталей до допустимого износа N	16
<i>Справочная литература</i>	17

Цели и задачи

Цель работы:

- ознакомиться с универсально-сборными приспособлениями (УСП), которые относятся к агрегируемым приспособлениям целевого назначения собираемыми по мере необходимости из заранее изготовленных стандартных деталей и сборочных единиц;
- исследовать возможности применения их на сверлильных станках при изготовлении изделий машиностроения.

Задачи:

- научиться проектировать станочное приспособление кондуктор из УСП для сверления отверстий в виде эскиза;
- по созданному эскизу собрать оптимальный вариант кондуктора из узлов и деталей УСП;
- приобрести навыки расчета кондуктора на точность;
- приобрести навыки измерения готовой детали.

Оснащение лабораторной работы

- *Оборудование:* Станок сверлильный, верстак.
- *Приспособления:* Сборочные единицы и детали УСП (Основание, плиты, кондукторные втулки, крепежные планки, болты и др.).
- *Инструмент:* Сверло Ø6,05 , напильник круглый, штангенциркуль ШЦ- 250-0,05.

Заготовки: Сталь 20 ГОСТ19903-80 лист 5 x100x40 – 1шт.

Теоретические сведения

Назначение кондуктора и требования к нему предъявляемые

Стационарное специальное станочное приспособление для сверлильных станков «кондуктор» предназначен для выполнения операции сверления отверстий. Сверление и зенкерование отверстий производится через кондукторные втулки, которые служат для направления режущего инструмента (сверла или зенкера). Кондукторные втулки устанавливаются в случае применения УСП, в специальных кондукторных планках с установочным отверстием с возможностью регулировки расположения отверстий.

Базирование обрабатываемой заготовки и установка кондукторных планок в конструкции кондуктора УСП должны обеспечить:

- координирующий размер $A = 50 \pm 0,4$, согласно чертежу (рис. 1);
- допуск смещения оси отверстий относительно габаритных размеров детали.

Величина допуска смещения оси отверстий относительно габаритных размеров детали регламентируется требованиями отраслевого стандарта ОСТ В95 2606-90, по которому этот допуск смещения (если нет дополнительных требований в КД) не должен превышать полу-суммы допусков 2-х соосных размеров, т.е. максимальное смещение (допуск) размера А и габаритного размера Б по оси Х (рис.1):

$$\text{по оси Х в} \quad A_x = (1,0 + 0,8)/2 = 0,9 \text{ мм,}$$

$$\text{по оси Y} \quad A_y = (0,5 + 0,3)/2 = 0,4 \text{ мм.}$$

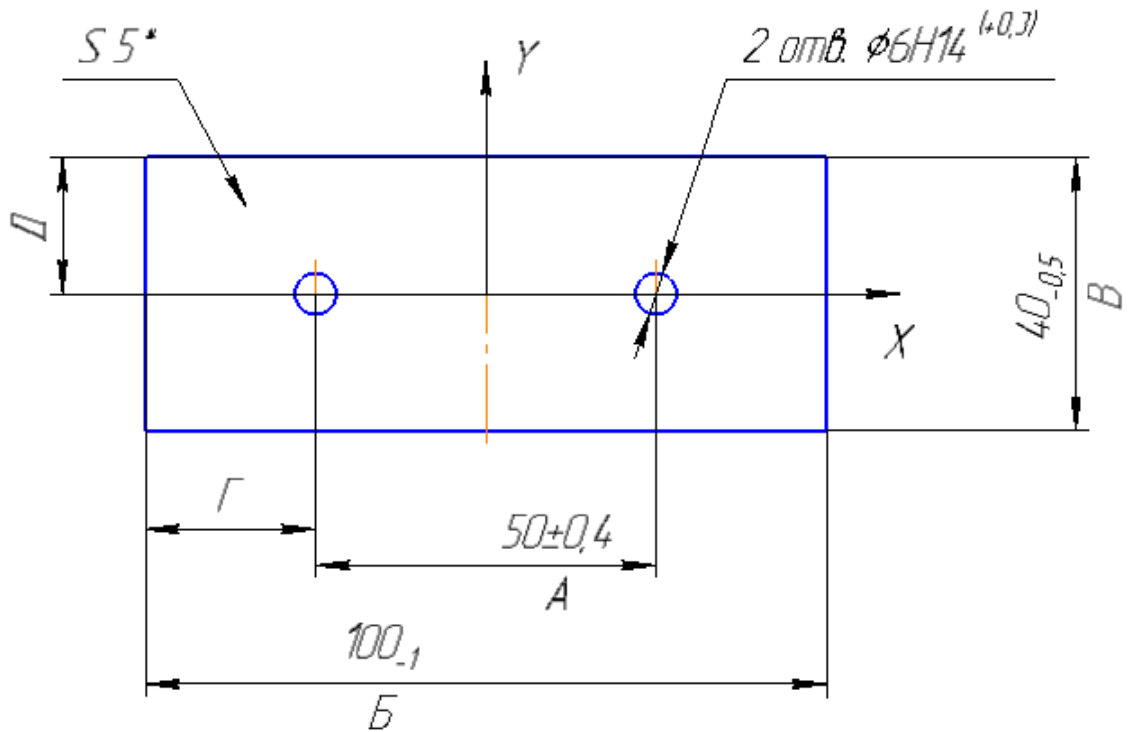


Рисунок 1 Эскиз обрабатываемой заготовки

Расчет погрешностей

При расчете погрешностей при сверлении отверстий, кроме прочих, следует учитывать погрешность от смещения сверла в кондукторной втулке и погрешность от износа втулки под действием режущего инструмента.

Расчет погрешности от смещения сверла ε_c

Для уменьшения износа кондукторной втулки между её нижним торцом и поверхностью заготовки предусматривается зазор m , через который выбрасывается стружка.

При сверлении чугуна и других хрупких материалов $m = (0,3 \dots 0,5) d$;

При сверлении стали и других вязких материалов $m = d$;

При зенкерованиях $m < 0,3d$, где d — диаметр инструмента.

В нашем случае $m = d$. От значения m зависит точность положения оси просверленного отверстия.

Погрешность от смещения сверла ε_c состоит из параллельного S_1 и углового смещений S_2 (рис.2).

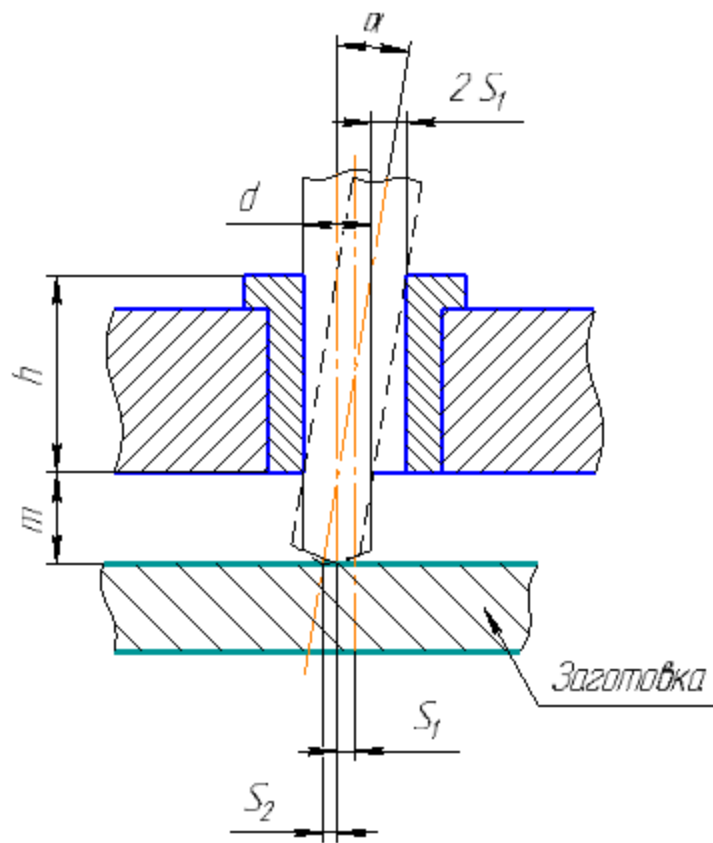


Рис. 2. Схема для расчёта перекоса и смещения сверла в кондукторной втулке

Если перекоса сверла нет, то максимальное параллельное смещение s_1 оси сверла от среднего положения равно половине наибольшего диаметрального зазора. При перекосе сверла во втулке к параллельному смещению оси отверстия S_1 прибавляется смещение S_2 , пропорциональное углу α перекоса и зазору m .

Суммарное осевое смещение сверла в радиальном направлении $\varepsilon_c = S_1 + S_2$

Смещение S_2 рассчитывается по следующим зависимостям:

При $m \geq 0,3 d$:

$$S_2 = 2S_1 \times \frac{m}{l}$$

(1)

При $m = 0$:

$$S_2 = 2S_1 \times \frac{0,3d}{l - 0,3d}$$

(2)

Где:

l – длина направляющего элемента (высота втулки),

$2S_1$ – односторонний максимальный зазор в соединении втулка-сверло (см. рис.2),

S_2 – смещение от угла перекоса сверла α и зазора m .

В нашем случае вычисление S_2 производить по формуле (1).

Таким образом, суммарная погрешность от смещения сверла:

$$\varepsilon_c = S_2 + 2S_1 \times m / l$$

Расчет погрешности от износа втулки $\varepsilon_{изн}$

Допуски на износ направляющих элементов приспособления принимаются из следующих соображений:

а) предельным износом отверстий по 5-8 квалитету считается нижнее допустимое отклонение диаметра просверливаемого отверстия;

б) рекомендуемые допуски на износ кондукторных втулок при сверлении по 9 - 11-му квалитетам точности приведены в таблице 1. Например, для отверстия $\varnothing 14H9 +0,045$ допустимый износ втулок $\varepsilon_{изн} = 0,025$ мм, т.е. втулку можно использовать до $\varnothing 14+0,07$. Принятое по таблице 1 значение допустимого износа кондукторных втулок следует считать погрешностью от изнашивания направляющих элементов кондуктора $\varepsilon_{изн}$,

в) при сверлении отверстий по 12...14-му квалитетам точности, приведённые в таблице 1, допуски на износ могут быть увеличены на 50...200 %.

Таблица 1 Допуски на изготовление и износ кондукторных втулок по внутренней рабочей поверхности для отверстий по 9-11-му квалитетам, мкм

Допуск, мкм	Номинальный диаметр сверла, мм						
	1-3	3...6	6...10	10...18	18...30	30...50	50,..80
Изготовление втулки	14	17	20	24	30	35	40
Износ	10	15	20	25	30	35	40

При определении срока замены втулок вследствие износа следует руководствоваться следующими данными

Средняя интенсивность изнашивания втулок при сверлении отверстий диаметром 10...20 мм на 10 м пути составляет:

- при обработке серого чугуна — 3...5 мкм;
- стали – 4...6 мкм,
- алюминиевых сплавов – 1...2 мкм.

При армировании нижней части втулок вставками или в случае их изготовления из твёрдого сплава износостойкость повышается в 5-8 раз.

По этим данным сравнительно точно можно определить количество сверлений через кондукторную втулку и количество деталей [N] до допустимого износа втулок.

Пример расчета количества сверлений и количество деталей при сверлении через кондукторную втулку одного отверстия Ø 6 для детали из стали толщиной 10мм:

На 10 тысячном пути – износ втулки составляет 0,005 мм (из данных, приведенных выше), путь сверла на одной детали равен 10мм, износ на одной детали равен $(0,005 / 10000) \times 10$ мм. Допустимый износ втулки – 0,015 мм (см. таблицу1) – будет после сверления [N] деталей.

$$[N] = 0,015 / ((0,005 / 10000) \times 10) = 3000 \text{ деталей.}$$

По известному количеству обрабатываемых заготовок (годовому объёму выпуска деталей N) можно определять П – срок эксплуатации кондуктора до замены втулок.

$P = 12K \cdot [N] / N$ (месяцев), где K – коэффициент запаса, K=0,8...0,85.

В паспорте кондуктора следует предусмотреть пункт о сроках проверок кондуктора на точность и замене кондукторных втулок.

Примером кондуктора, собранного из элементов УСП может служить кондуктор представленный на рисунке 3. Заготовка 7 устанавливается нижней и задней плоскостью на торцовых опорах 9 и, таким образом,

лишается 5 степеней свободы. Поджимом 6 заготовка прижимается к боковой опоре 8 и лишается шестой степени свободы.

Кондукторные втулки 5 устанавливаются в пазах планок 3, которые в свою очередь с помощью шпилек и гаек устанавливаются и крепятся к стойкам 2. Стойки 2, торцовые опоры 9, через шпонки устанавливаются и закрепляются на основании 1 с помощью крепежных деталей. После сборки кондуктора необходимо произвести выверку положения втулок относительно базовых поверхностей торцовой опоры. Крепление детали осуществляется прижимом 4.

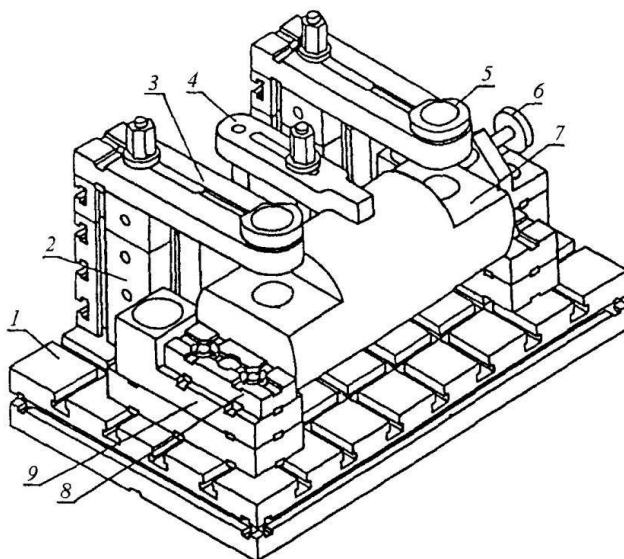


Рисунок 3. Кондуктор из УСП для сверления 2-х отверстий:

1 - основание, 2. - стойка (2 шт), 3 - планка УСП(2 шт), 4 – прижим, 5 - кондукторная втулка (2шт), 6 - поджим, 7 - заготовка, 8 - боковая опора (2шт), 9 - торцовая опора (2шт)

Расчет точности кондуктора по размеру А (рис. 4)

Схему установки заготовки и элементов кондуктора с возможными зазорами для проведения расчетов точности можно представить на эскизе (рис.4).

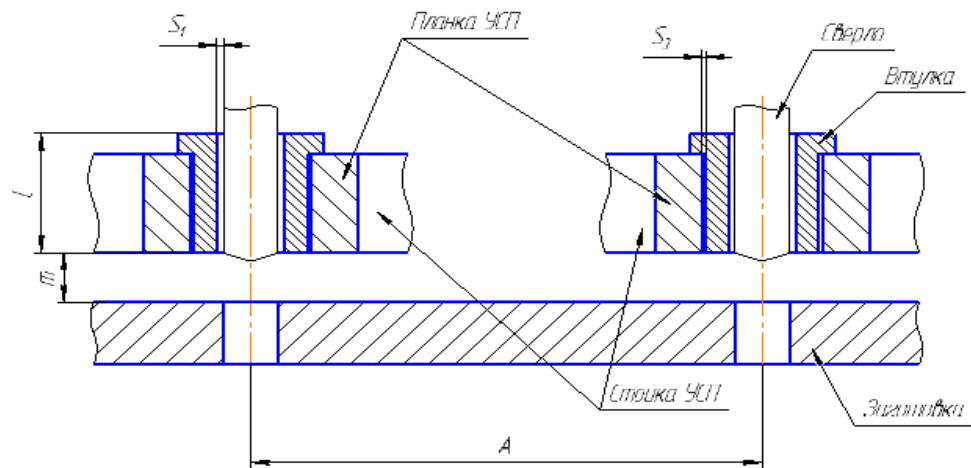


Рис. 4. Схема для расчёта суммы максимальных зазоров:
 S_1 — зазор в соединении сверло-втулка, S_3 — зазор в соединении втулка - планка УСП,
 t — зазор между деталью и кондуктором для выхода стружки, l — длина втулки.

Точность кондуктора T по размеру A или допустимую погрешность размера A - $[\varepsilon_{пр. A}]$ можно вычислить по формуле (3), где учитываются погрешности, не зависящие от конструкции приспособления.

$$[\varepsilon_{пр. A}] = A_x - K_T \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{изн}^2 + \varepsilon_{изм}^2 + (K_{T2} \times \omega)^2} \quad (3)$$

где:

A_x — допуск на смещение размера A по оси X ,

K_T — коэффициент неучтенных погрешностей. $K_T = 1,0 \dots 1,2$. Если под корнем более 4-х слагаемых, то $K_T = 1,0$.

K_{T1} — коэффициент, учитывающий уменьшение погрешности при работе на настроенных станках. $K_{T1} = 0,6 \dots 0,8$.

ε_6 — погрешность базирования. $\varepsilon_6 = 0$ (схема базирования на размер A не влияет).

ε_3 — погрешность закрепления. (см. [1] таблица П4).

ε_y — погрешность установки кондуктора на станке. В нашей схеме базирования погрешность установки на размер A практически не влияет. $\varepsilon_y = 0$.

ε_c — погрешность смещения сверла (см. рис.2). Она состоит из погрешности. S_1 — смещения сверла в радиальном направлении в паре сверло - кондукторная втулка, и погрешности перекоса сверла S_2

вследствие угла перекося a и установки зазора m для выхода стружки. $\varepsilon_c = S_1 + S_2$.

S_1 равна максимальному радиальному зазору в этой паре.

$S_2 = 2S_1 \times m / l$ при $m \geq 0,3 d$, где d – диаметр сверла, l – длина втулки,

тогда:

$$S_c = S_1 + 2S_1 \times m / l$$

$\varepsilon_{\text{ИЗН}}$ – погрешность износа кондукторной втулки от соприкосновения со сверлом, (см. таблицу 1).

$\varepsilon_{\text{ИЗМ}}$ – погрешность измерения, равная цене деления мерительного инструмента.

ω – средняя экономическая погрешность (см. [1] таблица П19).

K_{T2} – коэффициент, учитывающий долю ω в суммарной погрешности.

$K_{T2} = 0,6 \dots 0,8$. Чем больше слагаемых под корнем, тем он меньше.

Составляющие общей погрешности можно суммировать и арифметически (без корней), при этом $K_T = 1$. Такой способ расчета рекомендуется для ответственных деталей.

Вычисленная погрешность $[\varepsilon_{\text{ПР.А}}]$ – это максимальный допуск на размер A , т.е. нужно указать в эскизе кондуктора расстояние между осями втулок: $A \pm [\varepsilon_{\text{ПР.А}}] / 2$, не больше. Далее следует определить, обеспечит ли наш кондуктор УСП этот допуск, т.е. определить фактическую погрешность выполнения размера A в кондукторе $[\varepsilon_{\text{ПР.А}}]$.

Эту погрешность можно определить по формуле:

$$\varepsilon_{\text{ПР.А}} = \Sigma IT_{\text{УСП}} + S_3 + 2e, \quad (4)$$

где $\Sigma IT_{\text{УСП}}$ – суммарная погрешность изготовления звеньев кондуктора УСП, которые влияют на выполняемый размер A .

S_3 – смещение (максимальный зазор) в радиальном направлении в паре кондукторная втулка – планка УСП (см. рис.2...4)

e – эксцентриситет отверстия в кондукторной втулке относительно ее наружного диаметра.

Все эти погрешности зависят от конструкции приспособления.

Условие обеспечения кондуктором заданной точности размера А:

$$\varepsilon_{\text{ПР.А}} \leq [\varepsilon_{\text{ПР.А}}]$$

Расчет точности кондуктора по смещению размера А от осей Х и Y

Точность кондуктора Т по смещению размера А от осей – Ах и Ау (или допустимые погрешности $[\varepsilon_{\text{ПР.А}_x}]$ и $[\varepsilon_{\text{ПР.А}_y}]$ можно вычислить по той же формуле (3):

$$[\varepsilon_{\text{ПР.А}_x}] = A_x - K_T \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{\text{изм}}^2 + (K_{T2} \times \omega)^2}$$

$$[\varepsilon_{\text{ПР.А}_y}] - \text{аналогично.}$$

Причем, в этих расчетах из-за несовпадения конструкторской (ось детали) и технологической (торец детали) баз появляется погрешность базирования, равная половине допуска на координируемый размер.

Фактические погрешности смещения размера А от осей в кондукторе $\varepsilon_{\text{ПР.А}_x}$ и $\varepsilon_{\text{ПР.А}_y}$ определим следующим образом (см. рис.2 и 3).

$\varepsilon_{\text{ПР.А}_x}$ определим по формуле (4), т.к. размер Г набирается из звеньев УСП,

а $\varepsilon_{\text{ПР.А}_y}$ по формуле $\varepsilon_{\text{ПР.А}_y} = \varepsilon_{\text{сб}} + S_3 + 2e$ где $\varepsilon_{\text{сб}}$ - погрешность сборки кондуктора УСП.

Т.к. размер Д устанавливается по штангенциркулю, то $\varepsilon_{\text{сб}} = \varepsilon_{\text{изм}} = 0,05\text{мм}$

Условие обеспечения кондуктором заданной точности размера А по осям Х и Y:

$$\varepsilon_{\text{ПР.А}_x} \leq [\varepsilon_{\text{ПР.А}_x}] \text{ и } \varepsilon_{\text{ПР.А}_y} \leq [\varepsilon_{\text{ПР.А}_y}]$$

Порядок выполнения лабораторной работы

Данные для расчета

- диаметр сверла по ГОСТ 2034-80 класс точности А – $\varnothing 6h8(-0,018)$.
- наружный диаметр кондукторной втулки $D = 12m6 \left(\begin{array}{c} +0,018 \\ +0,007 \end{array} \right)$ (ГОСТ 30086-93)
- внутренний – $d=6H6(+0,011)$,
- высота втулки $l=10\text{мм}$
- эксцентриситет e внутреннего отверстия и наружной поверхности втулки – $0,005\text{мм}$;
- допуски изготовления и износа внутреннего отверстия кондукторных втулок – по таблице 1,
- допуски габаритных размеров элементов УСП – пазов, отверстий, шпонок – по Н6- гб.

Практическая часть

Задание 1.

- 1.
2. Изучить эскиз детали (рис.1) и разработать и начертить схему базирования заготовки для сверления отверстий.
3. Используя схему и рисунок 3, собрать кондуктор из элементов УСП.
4. Рассчитать кондуктор на точность:
 - а) вычислить погрешности $\varepsilon_{ПР.А}$, $[\varepsilon_{ПР.А}]$, $\varepsilon_{ПР.Ах}$, $[\varepsilon_{ПР.Ах}]$, $\varepsilon_{ПР.Ау}$, $[\varepsilon_{ПР.Ау}]$
 - б) Определить, обеспечит ли этот кондуктор допуски, указанные в эскизе детали.
5. Определить количество деталей N , которое можно изготовить на кондукторе до допустимого износа втулок.

Задание 2.

1. Просверлить отверстия в детали по собранному кондуктору.
2. Зачистить заусенцы.
3. Произвести обмер детали, указать чертежные и фактические размеры в таблице 2.
4. Сделать заключение о соответствии детали требованиям эскиза.

Таблица 2 Размеры детали по чертежу и фактические, мм

По чертежу				Фактически			
А	Б	В	Смещение оси отверстий	А	Б	В	Смещение оси отверстий

Контрольные вопросы.

1. Как рассчитать допустимую погрешность приспособления по координирующему размеру?
2. Какие составляющие входят в фактическую погрешность приспособления?
3. Каково условие обеспечения приспособлением заданной в КД точности изготовления детали по координирующему размеру?

Пример выполнения расчетов в лабораторной работе

1. Составляется схема базирования (установки) детали в кондукторе (рис.3).

2. Расчетная часть.

Дано: Толщина детали $t = 5\text{мм}$, $A = 50 \pm 0,4$, $B = 100_{-1}$, $V = 40_{-0,5}$,

2 отверстия $d = \text{Ø}6\text{H}14(+0,36)$

Найти: Точность выполнения размера А при сверлении отверстий в кондукторе УСП.

Решение.

6.1 Расчет кондуктора на точность по размеру А

Точность кондуктора Т (или допустимую погрешность размера А - $[\varepsilon_{\text{пр.А}}]$) можно вычислить по формуле:

$$[\varepsilon_{\text{пр.А}}] = IT_A - K_T \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + (K_{T2} \times \omega)^2}$$

Принимаем $K_T = 1,1$.

ε_{δ} – погрешность базирования. $\varepsilon_{\delta} = 0$ (схема базирования на размер А не влияет).

Станок настроен. $K_{T1}=0,8$.

ε_3 – погрешность закрепления. При толщине листа 5мм $\varepsilon_3 = 0,09$ (см. [1] таблица П4).

ε_y – погрешность установки приспособления на станке. $\varepsilon_y=0$

ε_c – погрешность перекоса сверла (см.рис.2). $S_c = S_1 + 2S_2$

$$S_c = S_1 + 2S_1 \times m / l$$

$$s_1 = 6,011 - 5,982 = 0,029\text{мм}$$

$$m = d = 6\text{мм},$$

$$l = 10\text{мм},$$

$$\varepsilon_c = 0,029 + 2 \times 0,029 \times 6/10 = 0,029 + 0,0348 = 0,0638\text{мм}$$

$\varepsilon_{ИЗН}$ – погрешность износа кондукторной втулки от соприкосновения со сверлом.

$$\varepsilon_{ИЗН} = 0,015\text{мм (см. [1] таблица 1)}$$

ω – средняя экономическая погрешность.

Для сверления отверстия $\varnothing 6$ по кондуктору $\omega = 0,12\text{мм}$ (см. [1] таблица П19).

Берем $K_{T2}=0,7$

$$[\varepsilon_{ПР.А}] = 0,8 - 1,1 \sqrt{0 + 0,09^2 + 0^2 + 0,0638^2 + 0,015^2 + (0,7 \times 0,12)^2} = 0,8 - 1,1 \times 0,3 = 0,47$$

Это максимально допустимый допуск на размер А, т.е. в чертеже кондуктора (специального) с учетом запаса надо указать размер между кондукторными втулками: $A=50 \pm 0,2$

Проверим, обеспечит ли сборка нашего кондуктора УСП этот допуск, т.е. найдем фактическую погрешность кондуктора $\varepsilon_{ПР. А}$.

$\varepsilon_{ПР. А} = 2 \cdot IT_1 + s_3 + 2e$, где IT_1 - допуск на одно звено УСП, s_3 – погрешность в паре кондукторная втулка-кондукторная планка, равная максимальному зазору в паре,

e – эксцентриситет отверстия втулки относительно ее наружного диаметра.

$$s_3 = 12,011 - 12,007 = 0,004$$

$$\varepsilon_{ПР. А} = 2 \times 0,005 + 0,004 + 2 \times 0,005 = 0,01 + 0,004 + 0,01 = 0,024\text{мм}.$$

С учетом погрешности измерения штангенциркуля $\varepsilon_{\text{изм}} = 0,05\text{мм}$, $\varepsilon_{\text{ПР.А}} = 0,074\text{мм}$, что явно меньше допустимой погрешности $[\varepsilon_{\text{ПР.А}}]$.

Значит, кондуктор обеспечивает размер А.

Расчет кондуктора на точность по смещению размера А от осей Х и Y.

$$[\varepsilon_{\text{ПР.Ах}}] = A_x - K_T \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + (K_{T2} \times \omega)^2}$$

$$\varepsilon_{\delta} = 1,0 / 2 = 0,5 \text{ мм}$$

$$[\varepsilon_{\text{ПР.Ах}}] = 0,9 - 1,1 \sqrt{(0,8 \times 0,5)^2 + 0,09^2 + 0^2 + 0,0638^2 + 0,015^2 + (0,7 \times 0,12)^2} = 0,9 - 1,1 \times 0,423 = 0,43 \text{ мм}$$

Фактическая

$$[\varepsilon_{\text{ПР.Ах}}] = 2 \times IT_1 + S_3 + 2e + \varepsilon_{\text{изм}} = 0,074 \ll 0,43$$

$$[\varepsilon_{\text{ПР.Ау}}] = A_y - K_T \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + (K_{T2} \times \omega)^2}$$

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 / 2 = 0,25 \text{ мм}$$

$$[\varepsilon_{\text{ПР.Ау}}] = 0,43 - 1,1 \sqrt{(0,8 \times 0,25)^2 + 0,09^2 + 0^2 + 0,0638^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + (0,7 \times 0,12)^2} = 0,43 - 1,1 \times 0,245 = 0,16 \text{ мм}$$

$$\text{Фактическая } \varepsilon_{\text{ПР.Ау}} = \varepsilon_{\text{сб}} + S_3 + 2e + \varepsilon_{\text{изм}} = 0,05 + 0,004 + 0,01 + 0,05 = 0,114 < 0,16 \text{ мм}$$

Расчет количества деталей до допустимого износа N.

На 10м пути – износ втулки составляет 0,015 мм (из таблицы 1), путь сверла на одной детали равен $5 \times 2 = 10$ (мм), износ на одной детали равен $(0,005 / 10000) \times 10$ мм. Допустимый износ втулки - 0,015 мм - будет после сверления N деталей.

$$\text{Тогда } N = 0,015 / ((0,005 / 10000) \times 10) = 3000 \text{ деталей.}$$

Таблица 2 Размеры детали по чертежу и фактические, мм

По чертежу					Фактически				
А	Б	В	Смещение размера А		А	Б	В	Смещение размера А	
			По оси Х	По оси Y				По оси Х	По оси Y
50±0,4	100 ₋₁	40 _{-0,5}	0,9	0,43	50,2	99,8	39,8	0,5	0,3

Заключение.

Кондуктор обеспечивает точность детали, что подтверждается замером деталей. Замена втулок требуется после изготовления 3000 деталей.

Справочная литература

1. В.А. Горохов Проектирование и расчет приспособлений. 2011г
2. И.Н. Аверьянов Проектирование и расчет станочных приспособлений в курсовых работах. 2010г.