Задание 1. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОСАДКИ

Рассчитать параметры посадки Ø56G7/h6; написать все виды обозначения предельных отклонений размеров на конструкторских и рабочих чертежах; рассчитать калибры для проверки отверстия и вала заданной посадки; дать рабочие чертежи калибров.

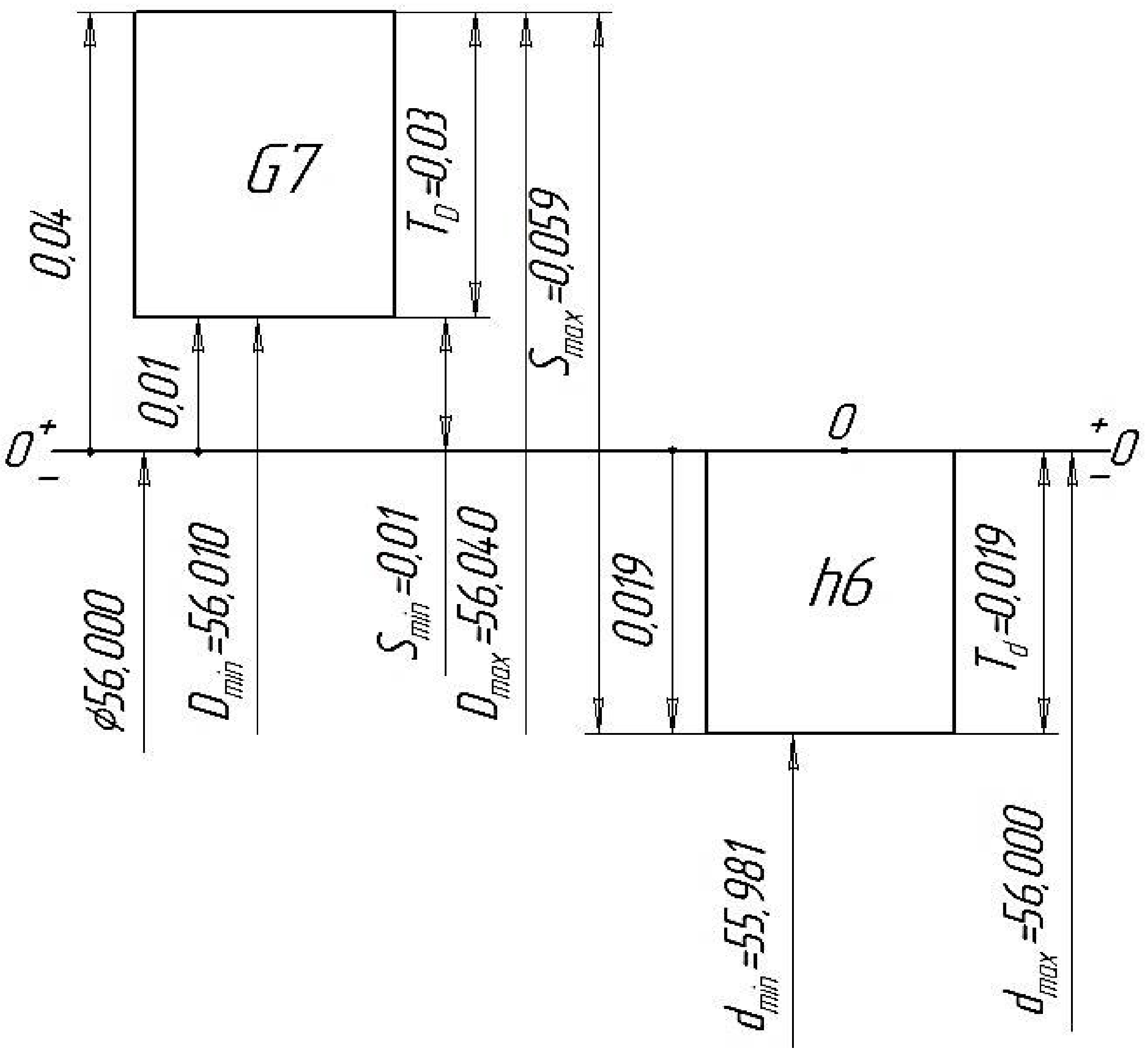
Даная посадка с зазором, выполнена в системе вала.

1. Отклонения отверстия и вала по ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-82)

$ES = 40$ *мкм* $es = 0$ *мкм*

$EI = 10$ *мкм* $es = -19$ *мкм*

Схема расположения полей допусков.



2. Предельные размеры:

$D_{max} = N + ES = 56 + 0,040 = 56,040$ мм

$D_{min} = N + EI = 56 + 0,010 = 56,010$ мм

$d_{max} = N + es = 56 + 0 = 56,000$ мм

$d_{min} = N + ei = 56 - 0,019 = 55,981$ мм

3. Допуски отверстия и вала:

$T_D = D_{max} - D_{min} =$ 56,040 - 56,010 = 0,030 мм

$T_d = d_{max} - d_{min} =$ 56,000 - 55,981 = 0,019 мм

Либо:

$T_D = ES - EI =$ 0,040 - 0,010 = 0,030 мм

$T_d = es - ei =$ 0 - (- 0,019) = 0,019 мм

4. Зазоры:

$S_{max} = D_{max} - d_{min} =$ 56,040 - 55,981 = 0,059 мм

$S_{min} = D_{min} - d_{max} =$ 56,010 - 56,000 = 0,010 мм

5. Средний зазор:

$S_{ср} = (S_{max} + S_{min})/2 =$ (0,059 + 0,010) / 2 = 0,034 мм

6. Допуск зазора (посадки):

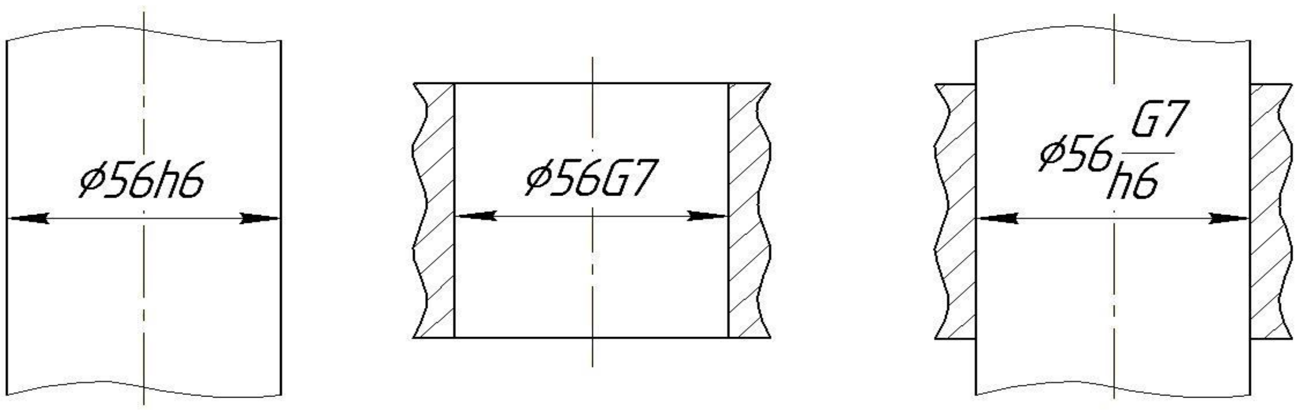
$T_S = S_{max} - S_{min} =$ 0,059 - 0,010 = 0,049 мм

или

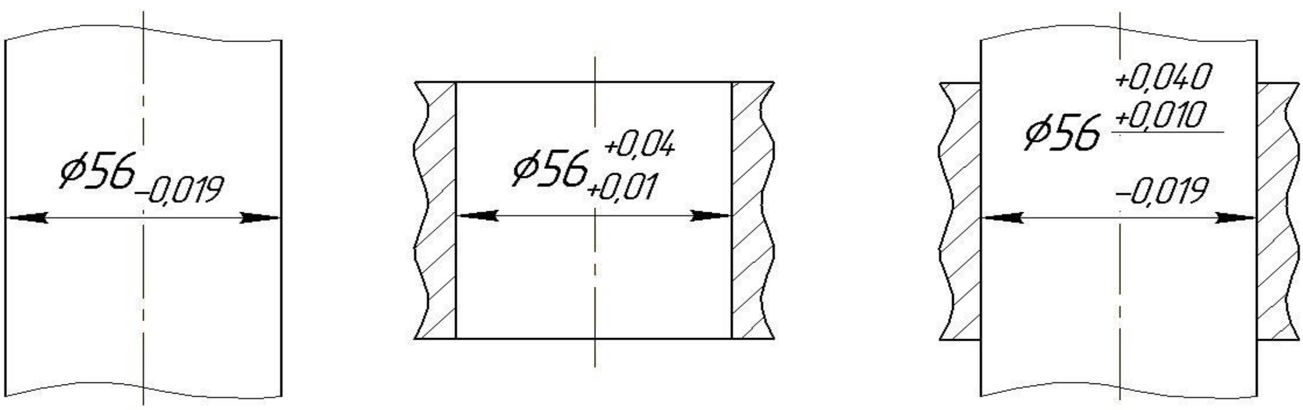
$T_{Dd} = T_D + T_d =$ 0,030 + 0,019 = 0,049 мм

7. Обозначение предельных отклонений размеров на конструкторских чертежах:

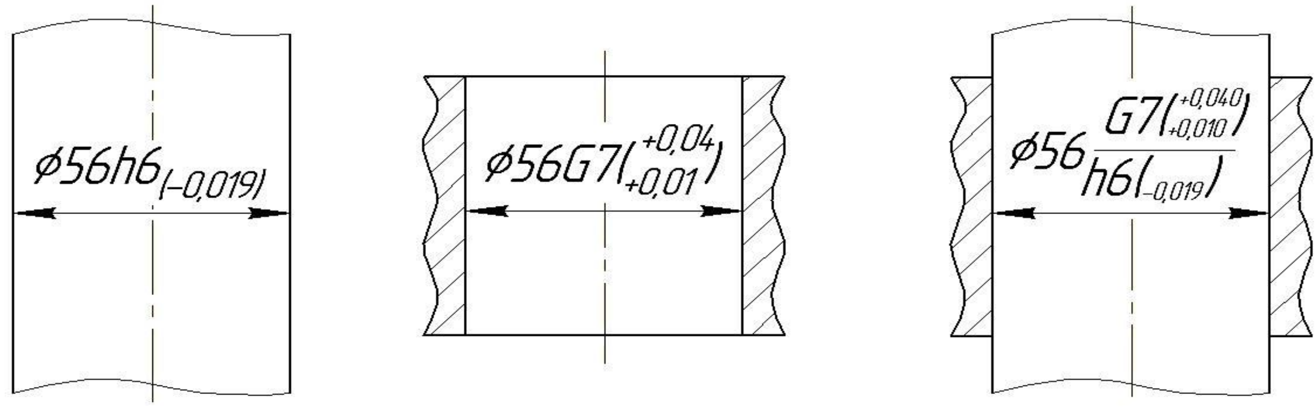
а) условное обозначение полей допусков:



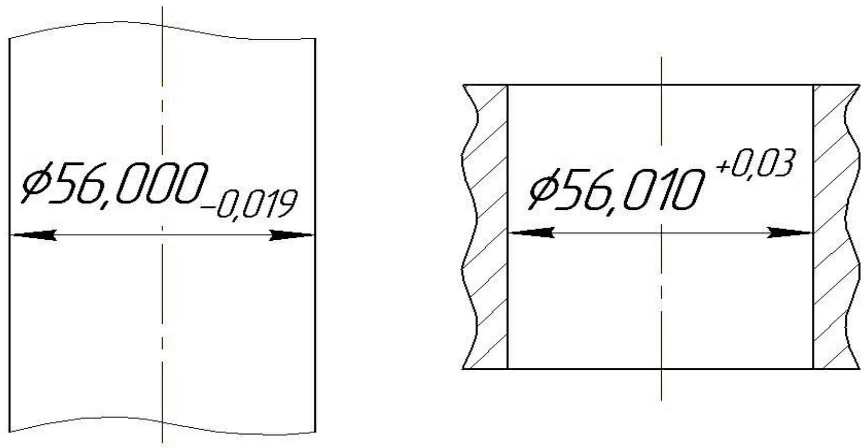
б) числовые значения предельных отклонений:



в) условное обозначение полей допусков и числовых значений предельных отклонений:



8. Обозначение размеров на рабочих чертежах:



Задача 2. РАСЧЕТ СБОРОЧНЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ МЕТОДАМИ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Назначить допуски и отклонения составляющих размеров с таким расчетом, чтобы обеспечить значение замыкающего размера равное

$A = 0^{+1,2}_{+0,4}$

Расчет произвести методом полной взаимозаменяемости.

На детали, входящие в сборочный чертеж, назначены следующие значения номинальных размеров:

N_{A1} = 17 мм, N_{A2} = 52 мм, N_{A3} = 17 мм, N_{A4} = 86 мм, $A_{\Delta} = 0^{+1,2}_{+0,4}$

1. Согласно заданию:

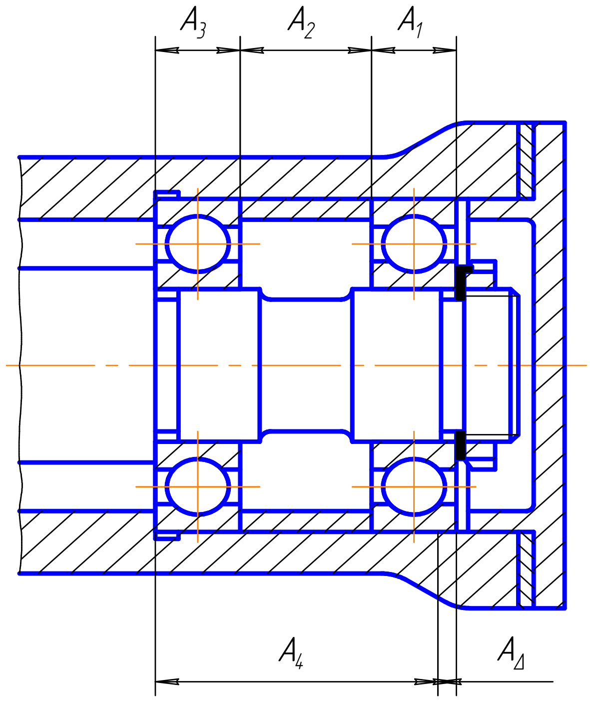
$N_{\Delta} = 0$ мм,

$T_{\Delta} = ES_{\Delta} - EI_{\Delta} = 1,2 - 0,4 = 0,8$ мм,

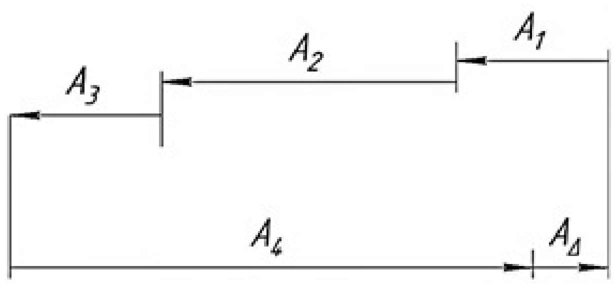
$E_{C\Delta} = (ES_{\Delta} + EI_{\Delta})/2 = (1,2 + 0,4) / 2 = 0,8$ мм

$A_{\Delta\max} = N_{\Delta} + ES_{\Delta} = 0 + 1,2 = 1,2$ мм

$A_{\Delta\min} = N_{\Delta} + EI_{\Delta} = 0 + 0,4 = 0,4$ мм



2. Составим график размерной цепи:



3. Составим уравнение размерной цепи:

$$A_\Delta = \sum_{j=1}^{n} \xi_j A_j$$

$$A_\Delta = \xi_1 A_1 + \xi_2 A_2 + \xi_3 A_3 + \xi_4 A_4$$

Значение передаточных отношений

Обозначение передаточных отношений	ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4
Численное значение ξ_i	+1	+1	+1	-1

4. Проведем проверку правильности назначения номинальных значений составляющих размеров.

$$N_\Delta = \sum_{j=1}^{n} \xi_j N_j$$

$N_\Delta = 17 + 52 + 17 - 86 = 0$

Так как по условию задачи $N_\Delta=0$, следовательно, номинальные размеры назначены правильно

5. Осуществим увязку допусков, для чего исходя из величины T_Δ рассчитаем допуски составляющих размеров.

Так как в узел входят подшипники качения, допуски которых являются заданными, то для определения величины a_c воспользуемся следующей зависимостью.

Допуск ширины подшипников равен 0,12 мм, то есть $T_1=T_3=$ 0,12 мм

Следовательно $a_c = \dfrac{T_\Delta - \sum_{j=1}^{m} T_{cm}}{\sum_{j=1}^{n-m} i_j}$, где T_{cm} допуски стандартных деталей, мкм;

m – число стандартных деталей с заданным допуском.

Значения i_j берутся из табл. 3 методических указаний.

a_c= (800 - 2·130)/(1,86 + 2,17) = 134

6. По приложению А устанавливаем, что такому значению a_c соответствует точность, лежащая между 11 и 12 квалитетами.

Примем для всех размеров 12 квалитет, тогда

T_1 = 0,12 мм, T_2 = 0,30 мм, T_3 = 0,12 мм, T_4 = 0,35 мм,

7. Произведем проверку правильности назначения допусков составляющих размеров по уравнению:

$$T_\Delta = \sum_{j=1}^{n} |\xi_j| T_j$$

$$\sum_{j=1}^{0} T_j = 0{,}12 + 0{,}30 + 0{,}12 + 0{,}35 = 0{,}89 \text{ мм}$$

Полученная сумма допусков меньше на величину равную 0,09, что составляет ≈11% от T_Δ . Следовательно, допуски можно оставить без изменения.

8. Осуществим увязку средних отклонений, для чего примем следующий характер расположения полей допусков составляющих размеров.

$A_1 = A_3 = 17_{-0,12}$ мм

$A_2 = 52h12(_{-0,30})$ мм,

$A_4 = 86JS12(\pm 0{,}175)$ мм,

Сведем данные для расчета в таблицу:

Таблица расчета данных

Обозначение размера	Размер	ξi	Ec_i	$\xi_i Ec_i$
A_1	$17_{-0,12}$	+1	-0,06	+0,06
A_2	$52h12(_{-0,30})$	+1	-0,15;($Ec`_2$)	+0,15 ;(-$Ec`_2$)
A_3	$17_{-0,12}$	+1	-0,06	+0,06
A_4	86JS12(±0,175)	-1	0	0

Из уравнения:

$$E_{c\Delta} = \sum_{j=1}^{n} \xi_j E_{cj}$$

найдем среднее отклонение замыкающего размера и сравним его с заданным

$E_{c\triangle} = -0{,}06 \ -0{,}15 \ -0{,}06 \ - 0 = -0{,}27$ мм,

Так как полученное значение не совпадает с заданным, то произведем увязку средних отклонений за счет среднего отклонения размера A_2, принятого в качестве увязочного

Величину среднего отклонения размера A_2 найдем из уравнения.

$0{,}8 = -0{,}06 + Ec'_2 \ -0{,}06$

Откуда $Ec`_2 = 0{,}68$ мм,

Предельные отклонения размера A_2

$ES'_2 = Ec'_2 + 0{,}5 \cdot T_2 = 0{,}68 + 0{,}5 \cdot 0{,}30 = 0{,}83$ мм,

$ES'_2 = Ec'_2 - 0{,}5 \cdot T_2 = 0{,}68 - 0{,}5 \cdot 0{,}30 = 0{,}53$ мм,

Таким образом $A`_2 = 0^{+0.83}_{+0.53}$

Проверка:

$ES_2 - EI_2 = T_2$ $\quad$ $0{,}83 - 0{,}53 = 0{,}3$

Задача 2 (обратная задача)

Найти предельные значения замыкающего размера A_Δ при значениях составляющих размеров, полученных в результате решения задачи 1. Расчет произвести методом полной взаимозаменяемости.

Сведем данные для расчета в таблицу

Таблица расчета данных

Обозначение размера	Размер	ξ_i	N_j	Ec_j	T_j	$\xi_j N_j$	$\xi_j Ec_j$	$\lvert\xi_j\rvert T_j$
A_1	$17_{-0,12}$	+1	17	-0,06	0,12	17	-0,06	0,12
A_2	52h12($_{-0,30}$)	+1	52	0,68	0,30	52	0,68	0,30
A_3	$17_{-0,12}$	+1	17	-0,06	0,12	17	-0,06	0,12
A_4	86JS12(±0,175)	-1	86	0	0,35	-86	0	0,35

1. Номинальное значение замыкающего размера:

$$N_\Delta = \sum_{j=1}^{n} \xi_j N_j$$

$N_\Delta = 17 + 52 + 17 - 86 = 0$ мм,

2. Среднее отклонение замыкающего размера:

$$E_{c\Delta} = \sum_{j=1}^{n} \xi_j Ec_j$$

$Ec_\Delta = -0,06 + 0,68 - 0,06 + 0 = 0,56$ мм,

3. Допуск замыкающего размера:

$$T_\Delta = \sum_{j=1}^{n} |\xi_j| T_j$$

$T_\Delta = 0,12 + 0,30 + 0,12 + 0,35 = 0,89$ мм,

Полученная сумма допусков превышает заданную на величину равную 0,09, что составляет 11% от T_Δ . Следовательно, допуски можно оставить без изменения.

4. Предельные отклонения замыкающего размера:

$A_{\Delta max} = N_\Delta + Ec_\Delta + 0,5 \cdot T_\Delta = 0 + 0,56 + 0,5 \cdot 0,89 = 1,01$ мм,

$A_{\Delta min} = N_\Delta + Ec_\Delta - 0,5 \cdot T_\Delta = 0 + 0,56 - 0,5 \cdot 0,89 = 0,12$ мм,

5. Сравниваем полученные результаты с заданными

$A_{\Delta\ max\ расч.} = 1,01 < A_{\Delta\ max\ зад.} = 1,2$

$A_{\Delta\ min\ расч.} = 0,12 < A_{\Delta\ min\ зад.} = 0,4$

Т.к. условия не выполняются, то осуществим проверку допустимости расчетных значений $A_{\Delta max}$ и $A_{\Delta min}$.

$(A_{\Delta\ max\ расч.} - A_{\Delta\ max\ зад.}) / T_\Delta = (1,01 - 1,2) / 0,89 = 0,22$ мм,

$(A_{\Delta min\ зад.} - A_{\Delta min\ расч.}) / T_\Delta = (0,40 - 0,12) / 0,89 = 0,32$ мм,

Задача 3.

Назначить допуски и отклонения составляющих размеров с таким расчетом, чтобы обеспечить значение замыкающего размера равное

$A = 0^{+1,2}_{+0,4}$

Расчет произвести вероятностным методом, исходя из допускаемого процента брака на сборке, равного 0,27%.

$N_{A1} = 17$ мм, $N_{A2} = 52$ мм, $N_{A3} = 17$ мм, $N_{A4} = 86$ мм, $A_\Delta = 0^{+1,2}_{+0,4}$

1. Согласно заданию:

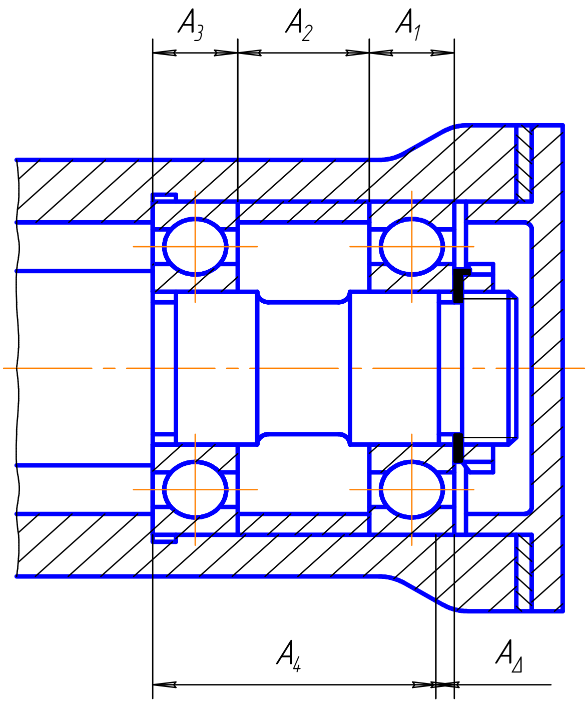
$N_\Delta = 0$мм,

$T_\Delta = ES_\Delta - EI_\Delta = 1,2 - 0,4 = 0,8$ мм,

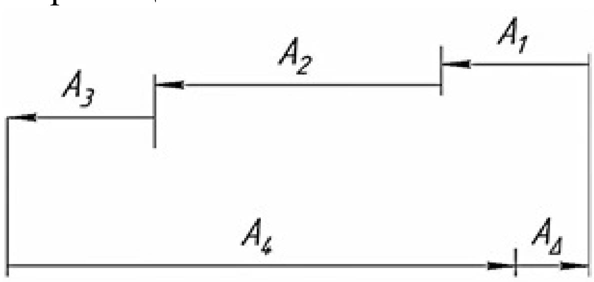
$E_{C\Delta} = (ES_\Delta + EI_\Delta)/2 = (1,2 + 0,4) / 2 = 0,8$ мм

$A_{\Delta\max} = N_\Delta + ES_\Delta = 0 + 1,2 = 1,2$ мм

$A_{\Delta\min} = N_\Delta + EI_\Delta = 0 + 0,4 = 0,4$ мм



2. Составим график размерной цепи:



3. Составим уравнение размерной цепи:

$$A_\Delta = \sum_{j=1}^{n} \xi_j A_j$$

$$A_\Delta = \xi_1 A_1 + \xi_2 A_2 + \xi_3 A_3 + \xi_4 A_4$$

Значение передаточных отношений

Обозначение передаточных отношений	ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4
Численное значение ξ_i	+1	+1	+1	-1

4. Проведем проверку правильности назначения номинальных значений

$$N_\Delta = \sum_{j=1}^{n} \xi_j N_j$$

$$N_\Delta = 17 + 52 + 17 - 86 = 0$$

Так как по условию задачи $N_\Delta = 0$, следовательно, номинальные размеры назначены правильно

5. Осуществим увязку допусков, для чего исходя из величины T_Δ рассчитаем допуски составляющих размеров.

Так как в узел входят подшипники качения, допуски которых являются заданными, то для определения величины ас воспользуемся следующей зависимостью.

Допуск ширины подшипников равен 0,12 мм, то есть $T_1 = T_3 =$ 0,12 мм

$$a_c = \sqrt{\frac{0.694 \cdot 800^2 - 2 \cdot 120^2}{1.86^2 + 2.17^2}} \approx 225{,}5$$

По приложению А устанавливаем, что полученное значение a_c больше принятого для квалитета 13, но меньше, чем для квалитета 14.

Установим для всех размеров допуски по 13 квалитету, тогда

$T_2 =$ 0,46 мм, $T_4 =$ 0,54 мм,

6. Произведем проверку правильности назначения допусков составляющих размеров по следующему уравнению:

$$T_\Delta = \frac{1}{\lambda_\Delta} \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \xi_j^2 \cdot \lambda_j^2 \cdot T_j^2}$$

$$T_\Delta = 1.2 \cdot \sqrt{0.12^2 + 0.46^2 + 0.12^2 + 0.54^2} \approx 0{,}875$$

7. Полученная сумма допусков оказалась больше заданного допуска замыкающего размера. Для того, чтобы полностью использовать допуск замыкающего размера, расширим допуск размера A_2 и найдем его из уравнения:

$$0.8 = 1.2 \cdot \sqrt{0.12^2 + T_2^2 + 0.12^2 + 0.54^2}$$

Откуда $T_2 =$ 0,35 мм,

Осуществим увязку средних отклонений. Увязку будем производить за счет размера A_2, принятого в качестве увязочного.

8. Примем следующий характер расположения полей допусков составляющих размеров.

A_1=A_3= $17_{-0,12}$ мм, A_2 = $52h13(_{-0.46})$ мм, A_4 = 86JS13(±0.27) мм

Сведем данные для расчета в таблицу.

Таблица расчета данных

Обознач. размера	Размер	ξ_i	Ec_j	T_j	α_j	$\alpha_j T_j/2$	$Ec_j+\alpha_j T_j/2$	$\xi_j(Ec_j+\alpha_j T_j/2)$
A1	17-0,12	+1	-0,06	0,12	+0,2	0,012	-0,048	-0,048
A2	52	+1	Ec_2	0,35	+0,2	0,035	Ec_2 + 0,035	+ (Ec_2 + 0,035)
A3	17-0,12	+1	-0,06	0,12	+0,2	0,012	-0,048	-0,048
A4	86JS13(±0,27)	-1	0	0,54	0	0	0	0

По уравнению

$$Ec_{\Delta} = \sum_{j=1}^{n} \xi_j \cdot \left(Ec_j + \alpha_j \cdot T_j / 2 \right)$$

найдем среднее отклонение размера A_2

0,8 = -0,048 + (Ec_2 + 0,035) -0,048 + 0

Откуда Ec_2 = 0,861

$es_2=Ec'_2 + 0,5 \cdot T_2 = 0,861 + 0,5 \cdot 0,35 = 1,04$

$ei_2=Ec'_2 - 0,5 \cdot T_2 = 0,861 - 0,5 \cdot 0,35 = 0,69$

Таким образом

$A_2 = 52^{+1.04}_{+0.69}$

Проверка:

$es_2 - ei_2 = T_2$ 1,04 - 0,69 = 1,04

Задача 4 (обратная задача)

Найти предельные значения размера A_Δ при значениях составляющих размеров, полученных в результате решения задачи 3. Расчет произвести вероятностным методом исходя из допустимого брака на сборке, равного 0,27 %.

Сведем данные для расчета в таблицу

Таблица расчета данных.

Обознач. размера	Размер	ξ_i	Ec_j	T_j	α_j	$\alpha_j T_j/2$	$Ec_j+\alpha_j T_j/2$	$\xi_j(Ec_j+\alpha_j T_j/2)$	$\lvert\xi_j\rvert T_j$	$(\lvert\xi_j\rvert T_j)^2$
A_1	$17_{-0,12}$	+1	-0,06	0,12	+0,2	0,012	-0,048	-0,048	0,12	0,0144
A_2	52	+1	0,861	0,35	+0,2	0,035	0,896	0,896	0,35	0,1225
A_3	$17_{-0,12}$	+1	-0,06	0,12	+0,2	0,012	-0,048	-0,048	0,12	0,0144
A_4	86JS13(±0,27)	-1	0	0,54	0	0	0	0	0,54	0,2916

1. Номинальное значение замыкающего размера:

$$N_\Delta = \sum_{j=1}^{n} \xi_j N_j$$

$N_\Delta = 17 + 52 + 17 - 86 = 0$ мм,

2. Среднее отклонение замыкающего размера:

$$E_{c\Delta} = \sum_{j=1}^{n} \xi_j Ec_j$$

$E_{c\Delta} = -0{,}048 + 0{,}896 - 0{,}048 = 0{,}8$ мм,

3. Допуск замыкающего размера:

$$T_\Delta = 1{,}2 \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \xi_j^2 \cdot T_j^2}$$

$$T_\Delta = 1.2 \cdot \sqrt{0.0144 + 0.1225 + 0.0144 + 0.2916} \approx 0{,}8$$

Допуски на составляющие размеры можно оставить без изменения.

4. Предельные отклонения замыкающего размера:

$A_{\Delta max} = N_\Delta + Ec_\Delta + 0{,}5 \cdot T_\Delta = 0 + 0{,}8 + 0{,}5 \cdot 0{,}8 = 1{,}3$ мм,

$A_{\Delta min} = N_\Delta + Ec_\Delta - 0{,}5 \cdot T_\Delta = 0 + 0{,}8 - 0{,}5 \cdot 0{,}8 = 0{,}45$ мм,

Сравниваем полученные результаты с заданными:

$A_{\Delta\ max\ расч.} = 1{,}3 > A_{\Delta\ max\ зад.} = 1{,}2$

$A_{\Delta\ min\ расч.} = 0{,}45 > A_{\Delta\ min\ зад.} = 0{,}4$

$$\frac{A_{\Delta\ max\ расчетное} - A_{\Delta\ max\ заданное}}{T_\Delta} \le 10\% \quad и \quad \frac{A_{\Delta\ min\ заданное} - A_{\Delta\ min\ расчетное}}{T_\Delta} \le 10\%$$

$(A_{\Delta\ max\ расч.} - A_{\Delta\ max\ зад.}) / T_\Delta = (1{,}3 - 1{,}2) / 0{,}8 = 0{,}125$ мм,

$(A_{\Delta min\ зад.} - A_{\Delta min\ расч.}) / T_\Delta = (0{,}45 - 0{,}4) / 0{,}0 = 0{,}063$ мм, Задача 3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ МНОГОКРАТНЫХ РАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

В таблице 1 приведены 100 независимых числовых значений результата измерений напряжения U цифровым вольтметром, каждое из которых повторилось m раз. Определить значение измеряемого напряжения.

Таблица 1

27,82	27,82	27,83	27,82	27,65	27,83	27,70	27,78	27,81	27,77	27,77	27,76	27,64	27,67	27,75
27,86	27,63	27,72	27,70	27,67	27,78	27,87	27,86	27,69	27,81	27,71	27,82	27,77	27,79	27,78
27,85	27,79	27,96	27,85	27,79	27,68	27,76	27,81	28,09	27,75	27,80	27,61	27,96	27,80	
27,69	27,88	27,97	28,04	27,76	27,75	27,95	27,77	27,78	27,84	27,80	27,71	27,92	28,09	
27,83	27,85	27,91	27,86	27,85	27,70	27,85	27,85	27,82	27,71	27,85	27,89	27,73	27,75	
27,71	27,87	27,75	28,03	27,63	27,92	27,60	27,83	27,59	27,85	27,82	27,58	27,85	27,73	
27,80	27,64	27,82	27,90	27,73	27,80	27,77	27,71	27,75	27,73	27,82	27,82	27,77	27,82	

1. Используя полученные данные, найдем значение среднего арифметического
$\overline{U}$

$$\overline{U} = \frac{\sum_{1}^{n} U_i}{n} = \frac{2779.4}{100} = 21{,}40\ \text{В} \qquad S_U = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(U_i - \overline{U})^2}{n-1}}$$

$\overline{U}$ = 27,79 В S_u= 0,099 ≈ 0,1 В

2. С помощью правила «трех сигм» проверим наличие грубых промахов:

$$U_{\max}^{доп.} = \overline{U} + 3S_U = 27{,}79 + 3\cdot\ 0{,}1 = 28{,}09\ \text{В}$$

$$U_{\min}^{доп.} = \overline{U} - 3S_U = 27{,}79 - 3\cdot 0{,}1 = 27{,}49\ \text{В}$$

Ни один из результатов не выходит за границы интервала $\left[U_{\min}^{доп.}; U_{\max}^{доп.}\right]$, следовательно, с вероятностью 0,9973 принимается гипотеза об отсутствии грубых промахов.

3. Результаты отдельных измерений расположим в вариационный ряд по возрастанию их численных значений. Участок оси абсцисс, на котором располагается вариационный ряд значений физической величины, разбивается на к одинаковых ΔU.

Принимаем: *k*= 8

Тогда:

$$\Delta U = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{k}$$

Полученное значение округляем до возможно меньшего числа значащих цифр для удобств последующих действий.

$$\Delta U = (28{,}09 - 27{,}58)\ /\ 8 = 0{,}064$$

Начало первого интервала выбирается таким образом, чтобы это значение оказалось меньше, чем минимальный результат вариационного ряда. Последний интервал должен покрывать максимальное значение ряда. Выберем начало первого интервала в точке 27,53, тогда конец последнего (9-го) интервала окажется в точке 28,104.

Проверка нормальности закона распределения по критерию Пирсона. Для расчета критерия Пирсона необходимо знать эмпирические частоты m_i/n и теоретические вероятности P_i для каждого интервала k_i. Если выдвинута гипотеза о нормальности распределения, то для расчета вероятностей используется функция Лапласа.

$$P(U_1 \le U \le U_2) = \Phi(t_i) - \Phi(t_{i-1})$$

Заполняем соответствующие ячейки таблицы 2.

Таблица 2

<table>
<tr><th rowspan="2">i</th><th colspan="2">интервалы</th><th rowspan="2" colspan="2">m_i</th><th rowspan="2">$\frac{m_i}{n \cdot \Delta U} = P$</th><th rowspan="2">$t_{i-1}$</th><th rowspan="2">$t_i$</th><th rowspan="2">$\Phi_{i-1}$</th><th rowspan="2">$\Phi_i$</th><th rowspan="2">$P_i$</th><th rowspan="2">$\chi_i^2 = \frac{(m_i - nP_i)^2}{nP_i}$</th></tr>
<tr><th>U_{i-1}</th><th>U_i</th></tr>
<tr><td>1</td><td>27,53</td><td>27,594</td><td>2</td><td rowspan="3">23</td><td rowspan="3">3,6078</td><td rowspan="3">-1,962</td><td rowspan="3">-0,688</td><td rowspan="3">-0,475</td><td rowspan="3">-0,252</td><td rowspan="3">0,223</td><td rowspan="3">0,021973094</td></tr>
<tr><td>2</td><td>27,594</td><td>27,658</td><td>7</td></tr>
<tr><td>3</td><td>27,658</td><td>27,721</td><td>14</td></tr>
<tr><td>4</td><td>27,721</td><td>27,785</td><td colspan="2">23</td><td>3,6078</td><td>-0,688</td><td>-0,050</td><td>-0,252</td><td>-0,02</td><td>0,2321</td><td>0,001900043</td></tr>
<tr><td>5</td><td>27,785</td><td>27,849</td><td colspan="2">26</td><td>4,0784</td><td>-0,050</td><td>0,587</td><td>-0,02</td><td>0,219</td><td>0,2389</td><td>0,186358309</td></tr>
<tr><td>6</td><td>27,849</td><td>27,913</td><td colspan="2">18</td><td>2,8235</td><td>0,587</td><td>1,22</td><td>0,219</td><td>0,3907</td><td>0,1717</td><td>0,040122306</td></tr>
<tr><td>7</td><td>27,913</td><td>27,976</td><td>6</td><td rowspan="3">10</td><td rowspan="3">1,5686</td><td rowspan="3">1,22</td><td rowspan="3">2,5</td><td rowspan="3">0,3907</td><td rowspan="3">0,4938</td><td rowspan="3">0,1031</td><td rowspan="3">0,009321048</td></tr>
<tr><td>8</td><td>27,976</td><td>28,040</td><td>2</td></tr>
<tr><td>9</td><td>28,040</td><td>28,104</td><td>2</td></tr>
</table>

Суммарное значение x^2 = 0,26

Определим табличное (критическое) значение X_0^2, задавшись доверительной вероятностью 0,9 и вычислив по формуле r=k – 3 число степеней свободы:

r=8 - 3=5

X_0^2= 9,2364 $X_0^2 > X^2$

Таким образом, с вероятностью 0,9 гипотеза о нормальности распределения вероятности результата измерения напряжения принимается.

5. В тех же координатах, что и гистограмма, следует построить теоретическую кривую плотности вероятности. Для этого рассчитываются значения плотности вероятности для средины каждого интервала $p_i=P_i/\Delta U_i$ и откладываются как ординаты из середин соответствующих интервалов; полученные точки соединяют плавной кривой, симметричной относительно математического ожидания (среднего арифметического значения).

p_1= 3,498 p_2= 3,641 p_3= 3,747 p_4= 2,693 p_5= 1,617

6. Представление результата в виде доверительного интервала.

Определим стандартное отклонение среднего арифметического $\overline{U}$ по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}} = 0,099 \ / \ 10 = 0,01$$

Закон распределения вероятности для среднего арифметического считаем нормальным. Аргумент функции Лапласа t= 1,6449

$$27,79 - 1,6449 \cdot 0,01 \le U \le 27,79 + 1,6449 \cdot 0,01$$

$$27,774 \text{ В} \le 27,79 \text{ В} \le 27,806 \text{ В}$$

Если закон распределения вероятности для среднего арифметического считаем неизвестным, то относительный доверительный интервал рассчитываем в соответствии с неравенством Чебышева:

$0{,}9 = 1 - \dfrac{1}{t^2}$ $\qquad$ t= 3,1623

$$27{,}79 - 3{,}1623 \cdot 0{,}01 \le U \le 27{,}79 + 3{,}1623 \cdot 0{,}01$$

$$27{,}759 \text{ В} \le 27{,}79 \text{ В} \le 27{,}821 \text{ В}$$

Как видно из сравнения результатов, неизвестность закона распределения вероятности приводит к расширению доверительного интервала, то есть к увеличению дефицита измерительной информации.

Список литературы:

1. Шишкин, И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством. Учебник для вузов/ Под ред. Н.С. Соломенко. - М.: Изд-во стандартов, 1990.- 342с.

2. Допуски и посадки. Справочник.: в 2 тт./ Под ред. В.Д. Мягкова. – Л.: Машиностроение, 1982. - 987 с.

3. Якушев, А.И., Воронцов, Л.Н., Федотов, Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1982.- 339с.