



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Управление качеством»

Практикум

по дисциплине

«Метрология, стандартизация и
сертификация»

«Размерный анализ. Метод полной взаимозаменяемости»

Авторы
Закалин Е.Н.,
Алексеева О.Д.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для проведения практических работ со студентами направлений: 15.03.01 “Машиностроение”, 15.03.02 “Технологические машины и оборудование”, 15.03.03 “Прикладная механика”, 15.03.05 “Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств”, 23.03.02 “Наземные транспортно-технологические комплексы”, 23.03.03 “Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов”, 35.03.06 “Агроинженерия”, 23.05.01 “Наземные транспортно-технологические средства”. Приведены варианты индивидуальных заданий и пример их решения.

Авторы

к.т.н., доцент Закалин Е.Н.,
старший преподаватель Алексеева О.Д.





Оглавление

ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
ОТЧЁТ ПО РАБОТЕ.....	8
ЛИТЕРАТУРА.....	9
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.....	10

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Совершенствование навыков в решении размерных цепей методом полной взаимозаменяемости.

Размерная цепь – совокупность взаимосвязанных размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующих в решении задачи определения точности взаимного расположения осей и поверхностей одной или нескольких деталей.

Метод полной взаимозаменяемости. Чтобы обеспечить полную взаимозаменяемость, размерные цепи рассчитывают методом максимума-минимума, при котором допуск замыкающего размера определяют арифметическим сложением допусков составляющих размеров. Метод расчета на максимум-минимум, учитывающий только предельные отклонения звеньев размерной цепи и самые неблагоприятные их сочетания, обеспечивает заданную точность сборки без подгонки (подбора) деталей.

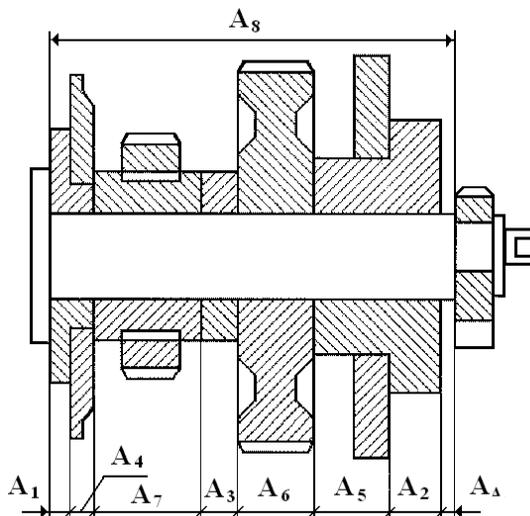


Рисунок 1 - Эскиз сборочного узла механизма

Пример: Размеры составляющих звеньев размерной цепи в мм:

$A_1=A_2=10$, $A_3=50$, $A_4=A_5=40$, $A_6=70$, $A_7=90$, $A_8=312$; допуск замыкающего звена $T_{A_8}=800$ мкм. Определить номинальный размер замыкающего звена, допуски и отклонения составляющих звеньев. Данные задачи заносим в таблицу 1, графы которой будут заполняться в процессе решения задачи.

Размерный анализ. Метод полной взаимозаменяемости

1. Определить номинальный размер замыкающего звена:

$$A_{\Delta} = \sum_i^m A_{iув} - \sum_i^{n-m} A_{iум}$$

где A_{Δ} - замыкающее звено, $A_{iув}$ - увеличивающий размер, $A_{iум}$ - уменьшающий размер, m - число увеличивающих звеньев, n - число составляющих звеньев.

$$A_{\Delta} = 312 - (10+10+50+40+40+70+90) = 2 \text{ мм}$$

Таблица 1

Номинальные размеры составляющих	Допуск замыкающего	Единица допуска	Допуски составляющих звеньев, $TA_i, \text{мкм}$		Размеры звеньев с отклонениями, мм
			Табличные	Откорректи рован-	
1	2	3	4	5	6
A1=10	800	0,9	58	62	10 _{-0,058}
A2=10		0,9	58		10 _{-0,058}
A3=50		1,56	100		50 _{-0,062}
A4=40		1,56	100		40 _{-0,062}
A5=40		1,56	100		40 _{-0,062}
A6=70		1,86	120		70 _{-0,120}
A7=90		2,17	140		90 _{-0,140}
A8=312		3,23	210		312 _{-0,400}

2. Определить средний коэффициент точности а

$$a = \frac{TA_{\Delta}}{\sum_{i=1}^n i_i}$$

где TA_{Δ} - допуск замыкающего звена; i_i - единица допуска; n - число составляющих звеньев. Значения для i взять из таблицы 2.

Таблица 2

Интервалы номинальных размеров, мм	До 3	Св 3 до 6	Св 6 до 10	Св 10 до 18	Св 18 до 30	Св 30 до 50	Св 50 до 80	Св 80 до 120	Св 120 до 180	Св 180 до 250	Св 250 до 315	Св 315 до 400
Значения $i_i, \text{мкм}$	0,5 5	0,7 3	0,9 0	1,0 8	1,3 1	1,5 6	1,8 6	2,1 7	2,5 2	2,9 0	3,2 3	3,5 4

Размерный анализ. Метод полной взаимозаменяемости

Для данной задачи $i_1=i_2=0,9$ мкм, $i_3=i_4=i_5=1,56$ мкм, $i_6=1,86$ мкм, $i_7=2,17$ мкм, $i_8=3,23$ мкм. Занесем числовые значения i в графу 3 таблицы 1.

$$a = \frac{800}{13,74} = 58$$

3. По среднему коэффициенту точности из таблицы 3 определяем квалитет точности.

Таблица 3

Квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Значения среднего коэффициента точности	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000

Значение «а» ближе к 64, чем к 40, поэтому выбираем 10 квалитет.

4. Согласно квалитету и размерам звеньев из таблицы 4 находим значения допусков составляющих звеньев: $TA_1=TA_2=58$ мкм, $TA_3=TA_4=TA_5=100$ мкм, $TA_6=120$ мкм, $TA_7=140$ мкм, $TA_8=210$ мкм. Заносим значения допусков в графу 4 таблицы 1.

Таблица 4 - Числовые значения допусков для размеров до 500 мм (ГОСТ 25346-82)

Интервал размеров, мм	Квалитет										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Допуск, мкм											
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400
3 - 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480
6-10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580
10-18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700
18-30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840
30-50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000
50-80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	720	1200
80-120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400
120-180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600
180-250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850
250-315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100
315-400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300

5. Провести проверку по формуле:

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^n TA_i$$

Допускается, чтобы сумма допусков составляющих звеньев была равна или меньше допуска замыкающего звена, но не более чем на 5-6%.

$$\sum_{i=1}^n TA_i = 58 + 58 + 100 + 100 + 100 + 120 + 140 + 210 = 886$$

мкм

Сумма допусков составляющих звеньев больше допуска замыкающего звена, следовательно, необходима корректировка.

В данном случае (когда $\sum TA_i > TA_{\Delta}$) рекомендуется провести корректировку следующим образом. Поскольку вычисленное значение среднего коэффициента «а» находилось между 9 и 10 квалитетами, то часть допусков можно взять по 9 квалитету и таким образом уменьшить $\sum TA_i$ до необходимого значения.

Например, назначим по 9 квалитету допуски на размеры A_3 , A_4 , A_5 (см. таблицу 4).

Тогда $TA_3=TA_4=TA_5=62$. Подсчитаем $\sum TA_i=772$ мкм. $TA_{\Delta} > \sum TA_i$ на 3,5% , что находится в пределах допустимого.

6. Записать размеры с отклонениями. Записываем откорректированные значения допусков в графу 5 таблицы 1. Так как все размеры с A_1 по A_7 являются охватываемыми, то для них назначаем отклонения, как для валов, в минус: $10_{-0,058}$, $10_{-0,058}$, $50_{-0,062}$, $40_{-0,062}$, $40_{-0,062}$, $70_{-0,120}$, $90_{-0,140}$. Заносим размеры с отклонениями в графу 6 таблицы 1.

7. Для увеличивающего размера A_8 предельные отклонения подлежат расчету. Если в задаче несколько увеличивающих размеров, то предельные отклонения для наибольшего из них рассчитываются по ниже указанным формулам. Для остальных увеличивающих размеров можно назначить симметричные отклонения ($ES=-EI$), или верхнее отклонение принять за положительное ($ES>0$), а нижнее равным нулю ($EI=0$).

8. Подсчитать предельные отклонения для увеличивающего размера A_8 .

Для этого воспользуемся уравнениями:

$$ESA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m ESA_{iyB} - \sum_{i=1}^{n-m} EIA_{iyM} \quad (1)$$

$$EIA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m EIA_{iyB} - \sum_{i=1}^{n-m} ESA_{iyM} \quad (2)$$

где ESA_{Δ} - верхнее предельное отклонение замыкающего

звена, ESA_{iyB} - верхнее предельное отклонение i -того увеличивающего звена, EIA_{iyM} - нижнее предельное отклонение i -того уменьшающего размера, EIA_{Δ} - нижнее предельное отклонение замыкающего звена, EIA_{iyB} - нижнее предельное отклонение увеличивающего звена.

ESA_{iyM} - верхнее предельное отклонение уменьшающего звена. Из уравнения (1) выразим верхнее предельное отклонение для увеличивающего звена:

$$ESA_8 = \sum_{i=1}^{n-m} EIA_{iyM} + ESA_{\Delta} - \sum_{i=1}^m ESA_{iyB} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m EIA_{iyM} = -58 - 58 - 62 \times 3 - 120 - 140 = 562 \text{ мкм}$$

Для замыкающего звена верхнее и нижнее отклонение будем считать симметричными. Если допуск замыкающего звена $TA=800$ мкм, $ESA_{\Delta}=+400$ мкм, $EIA_{\Delta}=-400$ мкм,

$$ESA_8 = ESA_{\Delta} - \sum_{i=1}^{m-1} EIA_{iyB} + \sum_{i=1}^n ESA_{iyM}$$

$\sum ESA_{iyB}=0$, так как в задаче один увеличивающий размер, для которого мы и проводим расчеты. Подставляем найденные значения в формулу (3).

$ESA_8 = -562$ мкм + 400 мкм = -162 мкм. Из выражения (2) найдем EIA_8 - нижнее предельное отклонение увеличивающего звена: так как в задаче один увеличивающий размер, то

$$\sum_{i=1}^{m-1} EIA_{iyM} = 0$$

Сумма $\sum ESA_{iyM} = 0$, так как верхние отклонения всех уменьшающих звеньев равны (смотри таблицу 1, графу 6). Тогда $EIA_8 = -400$ мкм. Проставляем увеличивающий размер с отклонениями в графу 6 таблицы 1.

ОТЧЁТ ПО РАБОТЕ

Отчёт по работе должен содержать:

1. Наименование темы и цель работы;
2. Данные варианта в виде таблицы;
3. Графическое изображение размерной цепи;
4. Необходимые расчёты с указанием процедур методики, заполненную таблицу 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Допуски и посадки. Справочник в 2-х частях. / Под ред. В.Д. Мягкова – Л.: Машиностроение, 1982.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1978.
3. Болдин Л.А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1984.
4. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1986.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 5 - Данные для самостоятельной работы

№ п/п	Номинальные размеры, мм								Допуск замыкающей звена $T_{A\Delta}$
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	
1	10	10	20	25	25	50	56	200	180
2	20	20	30	24	24	60	100	280	360
3	10	10	38	30	30	70	160	350	400
4	8	8	20	20	20	40	38	156	160
5	10	10	18	25	25	50	60	200	400
6	13	13	26	40	40	67	110	310	280
7	10	10	30	24	24	50	100	250	400
8	5	5	25	40	34	50	80	250	200
9	10	10	34	75	70	100	120	420	600
10	20	20	38	45	45	80	120	370	460
11	10	10	20	25	25	48	60	200	250
12	14	14	40	34	34	50	60	248	700
13	6	6	20	25	25	38	60	182	200
14	20	20	28	25	25	71	90	280	240
15	12	12	26	40	40	71	110	312	420
16	8	8	19	20	20	40	40	156	240
17	10	10	40	60	60	100	140	421	800
18	20	20	38	45	45	80	120	370	600
19	10	10	38	60	60	100	140	420	1300
20	14	14	40	36	36	50	60	252	360
21	10	10	19	25	25	50	60	200	320
22	8	8	30	25	25	71	100	268	500
23	16	16	38	60	60	80	120	392	720
24	9	9	20	25	25	60	70	220	500
25	20	20	28	25	25	70	90	280	530