

Таблица 2. Показатели работы ВЭУ

Показатель	Скорость ветра, м/с									
	1	2–3	4–5	6–7	8–9	10–11	12–13	14–15	16–17	18–20
t , ч	1750	2712	2537	1137	350	175	61	17	17	1,75
P , кВт	0	0,06	0,2–0,4	0,7–1,1	1,7–2,5	2,9–3,3	3,4	3,4	3,4	3,4
N , кВт·ч	0	162,7	507–1014	795–1250	595–875	507–577	207	57,8	57,8	57,8

Чтобы при действующих тарифах на электроэнергию применение ВЭУ в УР стало целесообразным, их стоимость при той же выработке электроэнергии должна составлять порядка 120–130 тыс. р. На данный момент в каталогах предприятий, специализирующихся на выработке данных типов энергетических установок, ВЭУ с такой выработкой электроэнергии данной ценовой категории отсутствуют. Следовательно, для повышения рентабельности ВЭУ в УР следует либо идти по пути повышения КПД ВЭУ, либо их удешевления при сохранении действующих значений выработки электроэнергии.

Библиографические ссылки

1. Мазур И. И. Глобальная энергетическая безопасность // Век глобализации. – 2008. – № 1. – С. 57–70.
2. Об охране окружающей среды : Федеральный закон, ст. 40. – URL: <http://www.zakonrf.info/zakon-ob-ohrane-okrsredy/40/> (дата обращения: 14.06.2012).
3. Климат Ижевска / под ред. канд. геогр. наук Ц. А. Швер. – Л. : Гидрометеоиздат, 1979.
4. <http://www.kombitel.ru/?id=431&page=veu-3/5> (дата обращения: 12.07.2012).

S. A. Mokrousov, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

I. A. Kozlov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Prospects of Wind Turbines Application in Udmurtia

The paper presents the approximate estimation of economic feasibility of wind turbines industrial application in Udmurtia.

Key words: wind turbine, renewable energy sources, electric power.

УДК 621.757

В. Г. Осетров, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Е. С. Слащев, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

И. С. Трифонов, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ СБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ С МНОГОЗВЕННОЙ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПЬЮ МЕТОДОМ ГРУППОВОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Рассматривается метод групповой взаимозаменяемости, сочетающий в себе метод компенсации погрешностей, а также впервые представлены рекуррентные формулы верхних и нижних отклонений групповых допусков, которые используются при составлении программ для ЭВМ.

Ключевые слова: метод групповой взаимозаменяемости, размерная цепь, рекуррентные формулы, сборка, верхнее и нижнее отклонения.

Приведенный анализ работ [1, 2, 3] показывает, что метод групповой взаимозаменяемости носит описательный характер и формализован недостаточно – отсутствуют формулы, которые раскрывают все параметры групповых допусков и компенсации погрешностей.

В процессе проектирования сборочных соединений ставятся задачи наилучших условий структуры и значений параметров, таких как величина замыкающего звена, параметры групповых допусков и т. д. Размер замыкающего звена размерной цепи является

качественной характеристикой соединения, а распределение размеров замыкающего звена в пределах его допуска может оказаться чрезмерно малым. Для текущего управления качественными параметрами сборочного соединения вероятностных характеристик недостаточно. В то же время при целенаправленном подборе деталей в сборочные комплекты можно добиться для каждой партии сборок значительного выхода изделий с одним фиксированным значением размера замыкающего звена и, следовательно, с наилучшими характеристиками. На приведенном примере

представлен расчет точности сборки и вывод общих формул для метода групповой взаимозаменяемости.

Пусть в ящик устанавливаются две коробки. Необходимо обеспечить минимальный зазор между стенками ящика и коробки. При этом предполагается, что количество ящиков и коробок изготавливается с объемом выпуска $N = 100000$ шт. в год, что соответствует среднесерийному производству.

Размерная цепь и схема изделия представлена на рис. 1.

$[TA_{\Delta}] = 0,2$ – требуемый допуск или требуемая точность;

$TA_1 = 0,2, TA_2 = 0,1$ – допуск уменьшающих звеньев размерной цепи;

$TA_3 = 0,3$ – допуск увеличивающего звена размерной цепи.

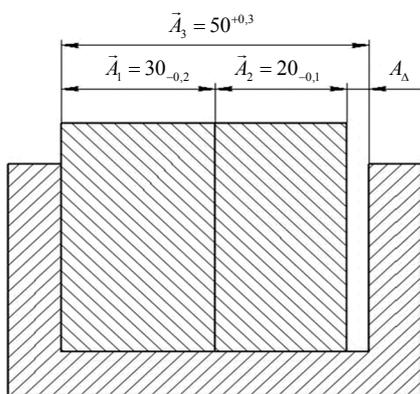


Рис. 1. Схема изделия и размерная цепь

В качестве параметров, взятых для решения задачи, определяются:

- 1) количество групп n ;
- 2) производственный допуск TA_{Δ} ;
- 3) максимальные нижние и верхние отклонения уменьшающих и увеличивающих звеньев групповых допусков $ES(A_i), EI(A_i), es(A_i), ei(A_i)$, обеспечивающих требуемую точность сборки;
- 4) величина компенсации k .

Определим производственный допуск:

$$TA_{\Delta} = \sum TA_i = 0,3 + 0,2 + 0,1 = 0,6. \quad (1)$$

Составим трехзвенную размерную цепь (рис. 2):

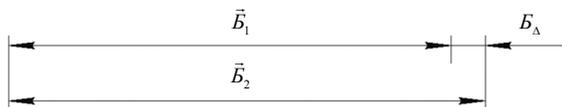


Рис. 2. Трехзвенная размерная цепь

$T_{B_1} = 0,3; T_{B_2} = 0,3$.

Определим число групп (n):

$$n = \frac{TA_{\Delta}}{[TA_{\Delta}]} = \frac{0,6}{0,2} = 3. \quad (2)$$

Составим схему полей допусков трехзвенной размерной цепи (рис. 3). При составлении схемы по-

лей допусков необходимо выполнить условия, чтобы допуск увеличивающего звена B_2 был равен допуску уменьшающего звена B_1 .

Производим разбивку полей допусков на 3 группы. Определим минимальный ($S_{\min 1}$) и максимальный зазоры ($S_{\max 1}$).

Из рис. 3 видно, что вариант размерной цепи со смещением наиболее оптимален вследствие уменьшения габаритных размеров за счет сокращения производственного допуска (схема б).

Определим верхнее и нижнее отклонения групповых допусков увеличивающего звена.

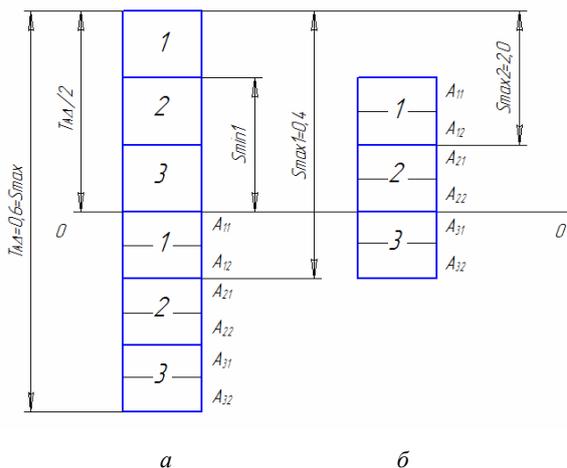


Рис. 3. Схема расположения полей допусков в трехзвенной размерной цепи: а – без сдвига; $S_{\max 1} = 0,4$ – максимальный групповой зазор; $S_{\min 1} = 0,2$ – минимальный групповой зазор; б – с компенсацией: $S_{\max 2} = 0,2$ и $S_{\min 2} = 0,2$

Рекуррентные формулы для расчета верхнего и нижнего отклонений:

$$ES(\bar{A}_i) = \frac{TA_{\Delta}}{2} \left[1 - \frac{(i-1)}{2} \right]; \quad (3)$$

$$EI(\bar{A}_i) = \frac{TA_{\Delta}}{2} \left[1 - \frac{i}{2} \right], \quad (4)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ – число групповых допусков; $n = 3$ – число групп.

Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Значения верхних и нижних отклонений увеличивающего звена

Верхнее отклонение увеличивающего звена	Нижнее отклонение увеличивающего звена
$ES(A_1) = \frac{TA_{\Delta}}{2} \left[1 - \frac{(i-1)}{2} \right] =$ $= \frac{0,6}{2} \left[1 - \frac{(1-1)}{2} \right] = 0,3$	$EI(A_1) = \frac{TA_{\Delta}}{2} \left[1 - \frac{i}{2} \right] =$ $= \frac{0,6}{2} \left[1 - \frac{1}{2} \right] = 0,2$
$ES(A_2) = 0,2$	$EI(A_2) = 0,1$
$ES(A_3) = 0,1$	$EI(A_3) = 0$

Определим верхнее и нижнее отклонения групповых допусков уменьшающего звена.

Рекуррентные формулы для расчета верхнего и нижнего отклонений:

$$es(\overline{A_{ij}}) = -\left[\frac{TA_{\Delta}}{2} \frac{(i-1)}{n} + T_i \frac{(j-1)}{m} \right]; \quad (5)$$

$$ei(\overline{A_{ij}}) = -\left[\frac{TA_{\Delta}}{2} \frac{(i-1)}{n} + T_i \frac{(j-1)}{m} \right] - \frac{T_i}{m}, \quad (6)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ – число групповых допусков; $n = 3$ – число групп; $m = 2$ – число подгрупп.

Результаты представлены в табл. 2.

Регулирование зазора можно осуществлять посредством сдвига поля допуска уменьшающего звена на величину компенсации (k), а в рекуррентных формулах – прибавлением этой величины. При этом следует отметить, что для данного примера максимальная величина компенсации равна $k = S_{\min} = 0,2$.

Составим сводные таблицы 3 и 4, в которых верхние и нижние отклонения групповых допусков определим из предыдущих таблиц. Отклонения за-

мыкающего звена группового допуска определяем по формулам:

$$ES(B_{\Delta}) = \sum \overline{ES} - \sum \overline{ei}; \quad (7)$$

$$EI(B_{\Delta}) = \sum \overline{EI} - \sum \overline{es}. \quad (8)$$

Таблица 2. Значения верхних и нижних отклонений уменьшающего звена

Верхнее отклонение уменьшающего звена	Нижнее отклонение уменьшающего звена
$es(A_{11}) = -\left[\frac{0,6(1-1)}{2 \cdot 3} + 0,1 \frac{(1-1)}{2} \right] = 0$	$ei(A_{11}) = -\left[\frac{0,6(1-1)}{2 \cdot 3} + 0,1 \frac{(1-1)}{2} \right] - \frac{0,1}{2} = -0,05$
$es(A_{12}) = -0,05$	$ei(A_{12}) = -0,1$
$es(A_{21}) = -0,1$	$ei(A_{21}) = -0,15$
$es(A_{22}) = -0,15$	$ei(A_{22}) = -0,2$
$es(A_{31}) = -0,2$	$ei(A_{31}) = -0,25$
$es(A_{32}) = -0,25$	$ei(A_{32}) = -0,3$

Таблица 3. Распределение отклонений по группам без сдвига поля допуска

Номер группы	Отклонения увеличивающего звена B_i		Отклонения уменьшающего звена B_i				Отклонения замыкающего звена группового допуска $B_{\Delta i}$		Требуемый допуск $[TA_{\Delta}]$
			A_{i1}		A_{i2}		ES	EI	
	ES	EI	es	ei	es	ei			
1	0,3	0,2	0	-0,05	-0,05	-0,1	0,45	0,25	0,2
2	0,2	0,1	-0,1	-0,15	-0,15	-0,2	0,55	0,35	0,2
3	0,1	0	-0,2	-0,25	-0,25	-0,3	0,65	0,45	0,2

Таблица 4. Распределение отклонений по группам после оптимизации путем сдвига на $S_{\min} = 0,2$

Номер группы	Отклонения увеличивающего звена B_i		Отклонения уменьшающего звена B_i				Отклонения замыкающего звена группового допуска $B_{\Delta i}$		Требуемый допуск $[TA_{\Delta}]$
			A_{i1}		A_{i2}		ES	EI	
	ES	EI	es	ei	es	ei			
1	0,3	0,2	0,2	-0,15	-0,15	0,1	0,05	-0,15	0,2
2	0,2	0,1	-0,5	-0,05	-0,05	0	0,15	-0,05	0,2
3	0,1	0	0	-0,05	-0,05	-0,1	0,25	0,05	0,2

Выводы и результаты

1. В пренцизионных сборках оптимизация параметров на стадии управления технологическими процессами позволяет уменьшить производственные допуски и улучшить характеристики качества сборочных соединений.

2. Определены рекуррентные формулы для верхнего и нижнего отклонений групповых допусков увеличивающих и уменьшающих звеньев размерной цепи.

3. Формулы используются при создании программы расчета точности замыкающего звена по методу групповой взаимозаменяемости.

Библиографические ссылки

- Новиков М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М. : Машиностроение, 1983.
- Осетров В. Г. Теория и практика сборки машин. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2006.
- Колесов И. М. Основы технологии машиностроения : учеб. для машиностр. спец. вузов. – 3-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2001.

V. G. Osetrov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
 E. S. Slashchev, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
 I. S. Trifonov, Master’s Degree Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Calculation of Assembly Accuracy by Group Interchangeability Method

The paper describes the group interchangeability method involving the error compensation method. It also presents for the first time the recursive formulas for upper and lower limits of group tolerances applied when developing the computer programs.

Key words: method of group interchangeability, dimensional chain, recursive formulas, upper and lower limits.